http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-4-06
УДК 330.341.1

О. М. РЕВА, д-р техн. наук, проф.
С. П. БОРСУК, д-р техн. наук, доц.
В. В. КАМИШИН, д-р пед. наук, с. н. с.
Л. А. САГАНОВСЬКА, ст. викладач
С. В. ЯРОЦЬКИЙ, нач. відділу

ПОБУДОВА ГРУПОВИХ СИСТЕМ ПЕРЕВАГ ЕКСПЕРТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ α-ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Резюме. *Прийняття рішень — важлива системоутворювальна характеристика експертної діяльності. Тому дослідження специфіки відповідних виборів і їх оптимізація, особливо в контексті впливу людського чинника, є актуальною науково-практичною задачею. Серед складників цього впливу, що одночасно визначають ставлення фахівців до показників і характеристик об'єктів експертизи, зокрема рис інвестиційної привабливості, виокремлено системи переваг, під якими розумітимемо упорядкований ряд зазначених рис: від більш значущих, прийнятних, вагомих тощо — до менш значущих.*
Кваліметрія значущості рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи в шкалі упорядкування є лінійною, тому робить "грубими" відповідні виміри і може навіть спровокувати статистичні похибки I–II роду під час переходу від індивідуальних систем переваг до групових.
У дослідженнях взяли участь m = 90 фахівців, які постійно залучаються ДНУ "УкрІНТЕІ" до проведення різних експертиз і які побудували за нашою методикою індивідуальні системи переваг на спектрі з n = 18 характерних рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи. Застосовуючи багатокрокову технологію виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення "систематичної похибки того, хто вижив", з вихідної вибірки було виокремлено чотири підгрупи, чисельністю m_C = 30 осіб, m_H = 12 осіб, m_M = 11 осіб, m_T = 6 осіб, у яких узгодженість групових думок задовольняє спектру введених нами системно-інформаційних критеріїв узгодженості на високому рівні значущості α = 1 %. Обґрунтовано, що підгрупа m_C є базовою.
Побудовано матрицю рішень, де ранги рис інвестиційної привабливості дефазифіковані відповідними нормованими ваговими коефіцієнтами, визначеними методом розстановки пріоритетів. Для розв'язання цієї матриці застосовано класичні критерії прийняття рішень (Вальда, Севиджа, Байєса–Лапласа, Гурвиця) і отримано групові системи переваг, характеризовані особливостями цих критеріїв. Встановлено високий статистично вірогідний збіг отриманих у наведений спосіб групових систем переваг і окреслено шляхи подальшого розвитку α-технології.

Ключові слова: *індивідуальні та групові системи переваг, значущість характерних рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи, нормовані вагові коефіцієнти, матриця рішень, класичні критерії прийняття рішень.*

ВСТУП

Експертні процедури (ЕП) / експертні технології (ЕТ) є важливим чинником проведення будь-яких експертиз, оскільки від якості зазначених процедур / технологій безпосередньо залежить об'єктивність відповідних висновків щодо ступеня інвестиційної привабливості (СІП) досліджуваних об'єктів чи проєктів.

Особливої значущості ЕП / ЕТ набувають у дослідженнях слабко структурованих предметних сферах в умовах неповної, недостатньої, недостовірної, неадекватної, недовизначеної та неоднозначної інформації [1–5 та ін.]. І хоча відомі методи ЕП / ЕТ загалом виконують призначені їм функції [1–9; 14; 16–21; 23; 37; 38; 48 та ін.], проте їх вдосконалення є актуальною науково-практичною задачею.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Активне поширення ЕП / ЕТ почалося в 60-х рр. XX ст. на теренах ще колишнього СРСР, коли відомий український учений, піонер кібернетики академік В. Глушков, усвідомивши значущість і перспективність відповідної методології, активно сприяв її розповсюдженню.

Однак певний період спостерігалася стагнація в розвитку ЕП / ЕТ, коли системний підхід у їх застосуванні став набувати дещо декларативного

характеру і фактично зводитися до опису шкал вимірювання й обґрунтування можливості застосування певних математичних методів для обробки експертних даних [6–9 та ін.]. Це призвело до таких прорахунків і недоліків у застосуванні ЕП / ЕТ (не ранжуючи):

1) надмірний оптимізм у сприйнятті можливостей експертних оцінок;

2) зайве захоплення "здоровим глуздом";

3) нечітка постановка завдання дослідження об'єкта експертизи (ОЕ) чи якогось проєкту та нечіткість самого експертного процесу;

4) схильність до впливу різноманітних чинників (об'єктивних / суб'єктивних, зовнішніх / внутрішніх), особливо ризиків стохастичного і нестохастичного характеру;

4) прагнення дотримуватися лише однієї ЕП / ЕТ, що відповідає мотиву "зручності" [10–13 та ін.], що ставить під сумнів можливість отримання оптимальних результатів;

5) невірне розуміння точності експертних оцінок, отримання яких відбувається без урахування кваліметричних здібностей людського мислення;

6) зайве захоплення формальними моделями, що не враховують вплив людського чинника (ЛЧ) на прийняття рішень (ПР) експертом;

7) некоректна інтерпретація результатів.

Усуненню сформульованих недоліків присвячені дослідження провідних вітчизняних і закордонних вчених [2; 4; 14–24 та ін.]. Однак досі залишаються нерозв'язаними проблеми, визначені особливостями кваліметричного мислення людини. Вважаємо, що суттєву частину цих проблем нескладно усунути шляхом застосування α-технологій ЕП / ЕТ [5; 25–28 та ін.], які базуються на цілком справедливих аргументах щодо нелінійності мислення (НМ) людини [5; 10; 27–35 та ін.].

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У контексті цієї публікації розглядатимемо вплив ЛЧ на експертні рішення, зокрема системи переваг (СП), під якими, спираючись на праці [5; 7; 28 та ін.], розумітимемо впорядкований ряд (ранжирування) показників і характеристик (П/Х) ОЕ, зокрема рис інвестиційної привабливості (РІП): від більш важливих, значущих, вагомих тощо — до менш важливих. Перелік відповідних характерних РІП (ХРІП) ОЕ було обґрунтовано у праці [36] (**табл. 1**).

Важливість урахування індивідуальних СП (ІСП) і групових СП (ГСП) у процесі ПР щодо СІП досліджуваних ОЕ чи якихось проєктів обґрунтовано авторами в праці [28]. Відповідні методи побудови ІСП і ГСП висвітлені в працях [2; 4; 6–8; 10; 20; 37 та ін.].

Особливість вимірів значущості РІП ОЕ в шкалі упорядкування шляхом надання їм відповідних рангів полягає в лінійності зазначених рангів, що входить у протиріччя з НМ людини, про що йшлося в попередній частині цієї публікації. Унаслідок чого на математичні перетворення вимірів у шкалі упорядкування накладаються відповідні обмеження, визначені особливістю цієї шкали [6; 8; 20; 37 та ін.].

Недоліки лінійних вимірів значущості ХРІП ОЕ в шкалі упорядкування нескладно усунути, якщо вдасться надати кожному рангу, встановленому для певної риси з **табл. 1**, у деякій ІСП чи ГСП відповідний нелінійний нормований ваговий коефіцієнт (НВК):

$$\begin{cases} r_{PI\Pi_i j} \Rightarrow \alpha_{PI\Pi_i j} : \\ 0 \le \alpha_{PI\Pi_i j} \le 1, \quad \sum\limits_{i=1}^{n} \alpha_{PI\Pi_i j} \end{cases}, \qquad (1)$$

де $r_{PI\Pi_i j}$ — ранг i-ї ХРІП (РІП$_i$) у ІСП j-го випробуваного експерта;

$\alpha_{PI\Pi_i j}$ — відповідний цій рисі НВК;

n — кількість упорядкованих альтернатив — РІП ОЕ.

Таблиця 1

Перелік характерних рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи

РІП$_i$	Характер риси інвестиційної привабливості об'єкта експертизи
1	2
РІП$_1$	Співвласники бізнесу
РІП$_2$	Перспективність об'єкта експертизи
РІП$_3$	Ризики
РІП$_4$	План повернення коштів інвестору
РІП$_5$	Соціально-економічний ефект
РІП$_6$	Інвестиційний план
РІП$_7$	Вартість пропозиції
РІП$_8$	Ринок споживачів
РІП$_9$	Стадія впровадження
РІП$_{10}$	Термін окупності
РІП$_{11}$	Правова захищеність
РІП$_{12}$	Конкурентне середовище
РІП$_{13}$	Менеджмент, персонал
РІП$_{14}$	Маркетинг
РІП$_{15}$	Гарантії повернення коштів інвестору
РІП$_{16}$	Життєвий цикл
РІП$_{17}$	Договірні взаємовідносини
РІП$_{18}$	Чистий прибуток

У нашому випадку, відповідно до **табл. 1** $n = 18$, однак теоретично можлива кількість рангів, що можуть отримати досліджувані ХРІП ОЕ в ІСП чи ГСП, включаючи "пов'язані (міддл)" ранги, майже вдвічі більша й дорівнює 35 (графи 1, 3 **табл. 2**).

Отже, у введеній авторами термінології перетворення виду (1) — суть застосування α-технології ЕП / ЕТ, коли виміри значущості відбуваються вже в унікальній за кваліметричними особливостями абсолютній шкалі, що знімає будь-які обмеження на їх математичне перетворення [5; 26–28 та ін.].

Не прив'язуючись до конкретних ІСП чи ГСП, зауважимо, що упорядкування рангів, включаючи "пов'язані (міддл)" ранги, очевидне, що сприяє отриманню за допомогою математичного методу розстановки пріоритетів (МРП) [38] їх НВК (**табл. 2**) [28].

Таблиця 2

Нормовані вагові коефіцієнти рангів рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи (III ітерація методу розстановки пріоритетів)

r_k	a_k	r_k	a_k
1	2	3	4
1	0.109390	10	0.012009
1.5	0.100157	10.5	0.009961
2	0.091459	11	0.008161
2.5	0.083280	11.5	0.006592
3	0.075604	12	0.005239
3.5	0.068415	12.5	0.004085
4	0.061697	13	0.003116
4.5	0.055434	13.5	0.002313
5	0.049611	14	0.001663
5.5	0.044210	14.5	0.001148
6	0.039216	15	0.000752
6.5	0.034614	15.5	0.000461
7	0.030387	16	0.000257
7.5	0.026519	16.5	0.000126
8	0.02303	17	0.000049
8.5	0.019797	17.5	0.000014
9	0.016911	18	0.000002
9.5	0.014320		

Зауважимо, що для отримання НВК було проведено всього чотири ітерації МРП. Під час дослідження їх наслідків було обґрунтовано, що більш прийнятними для цілей досліджень є результати III ітерації, оскільки, з одного боку, вони є нелінійними, а з іншого — задовольняють прийнятій точності обчислень. Встановлені таким чином НВК теоретично можливих рангів ХРІП ОЕ відображені в графах 2, 4 **табл. 2** [28].

До досліджень було залучено $m = 90$ фахівців — постійних учасників різних експертиз, що проводяться в УкрІНТЕІ. Застосовуючи запропоновані авторами методи, випробувані будували ІСП на визначеному в **табл. 1** спектрі ХРІП ОЕ, які потім агрегувалися в ГСП за допомогою такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів, адекватній, до речі, застосуванню класичного критерію ПР (ККПР) Байєса–Лапласа.

Використовуючи далі розроблену й апробовану нами в дослідженнях [5; 50; 51 та ін.] багатокрокову технологію виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення "систематичної похибки того, хто вижив", з вихідної вибірки випробуваних чисельністю $m = 90$ осіб було виокремлено чотири підгрупи ($m_C = 30$ осіб, $m_H = 12$ осіб, $m_M = 11$ осіб, $m_T = 6$ осіб) [28], у яких показники групової узгодженості думок (ГУД) повністю задовольняють сформульованому нами комплексу системно-інформаційних критеріїв (СІК) такої узгодженості [39; 40], причому на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості α = 1 %.

Обґрунтовано, що базовою для подальших досліджень потрібно вважати ІСП членів підгрупи m_C та її ГСП ($ГСП_{m_C}$) [28]:

$$\begin{aligned} &PI\!I_{15} \underset{m_C}{\succ} PI\!I_5 \underset{m_C}{\succ} PI\!I_4 \underset{m_C}{\succ} PI\!I_{17} \underset{m_C}{\succ} PI\!I_3 \underset{m_C}{\succ} \\ &PI\!I_{18} \underset{m_C}{\succ} PI\!I_8 \underset{m_C}{\succ} PI\!I_2 \underset{m_C}{\succ} PI\!I_{11} \underset{m_C}{\succ} PI\!I_7 \underset{m_C}{\succ} \\ &\underset{m_C}{\succ} PI\!I_{10} \underset{m_C}{\succ} PI\!I_{13} \underset{m_C}{\succ} PI\!I_{14} \underset{m_C}{\succ} PI\!I_6 \underset{m_C}{\succ} \\ &\underset{m_C}{\succ} PI\!I_{16} \underset{m_C}{\succ} PI\!I_1 \underset{m_C}{\succ} PI\!I_{12} \underset{m_C}{\succ} PI\!I_9, \end{aligned} \quad (2)$$

де $\underset{m_C}{\succ}$ — позначка переваги за значущістю однієї ХРІП ОЕ перед іншою в базовій ГСП підгрупи m_C, отриманій як результат реалізації багатокрокової технології виявлення та відкидання маргінальних думок та усунення "систематичної похибки того, хто вижив".

Саме з ІСП членів підгрупи m_C й було сформовано матрицю рішень (МР), представлену в графах 1–31 **табл. 3**. Розв'язання цієї МР було проведено за допомогою ККПР, які є незвичайно ефективними для побудови ГСП членів гуманістичних (за Л. Заде [41]) систем [10; 17; 42–49 та ін.]. Результати застосування ККПР Вальда (W), Севиджа (S), Байєса–Лапласа (B–L) та Гурвиця (HW) представлено у графах 32–39 **табл. 3**.

Вкажемо, що МР, представлена в **табл. 3**, є матрицею "витрат", оскільки менший за абсолютною величиною ранг певної ХРІП ОЕ відповідає більшій її значущості в ІСП чи ГСП і навпаки, що й знайшло відображення в специфіці застосування ККПР. Так, прийнятий нами коефіцієнт "оптимізму" для застосування ККПР Гурвиця дорівнює: $\alpha_{opt.}^{HW}=\alpha_{r}^{HW}=0.3$, а коефіцієнт "песимізму": $\alpha_{pes.}^{HW}=1-\alpha_{opt.}^{HW}=0.7$.

Отримані за допомогою ККПР ГСП ($ГСП_{m_C}^{W}$, $ГСП_{m_C}^{S}$, $ГСП_{m_C}^{B-L}$, $ГСП_{m_C}^{HW}$) відображають специфіку кожного з критеріїв, докладно розглянуту в працях, на які ми посилалися в попередньому абзаці. Разом із тим, зазначені ГСП (графи 33, 35, 37, 39 **табл. 3**) є "грубими" з точки зору кваліметрії значущості ХРІП ОЕ, оскільки побудовані з ІСП, у яких значущість зазначених рис, а отже і відповідні їм ранги, змінюються лінійно. Таким чином, актуальною є делінеаризація отриманих результатів (рангів ХРІП ОЕ в ІСП та ГСП) з орієнтацією на властивого людині НМ, а отже, застосування α-технології.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Виходячи зі здійсненого вище аналізу, варто зазначити, що **метою** цієї публікації є, з одного боку, усунення протиріччя між НМ фахівців у їх ставленні до значущості ХРІП ОЕ, а з іншого — поглиблене дослідження узгоджених ГСП, що уточнюються за допомогою ККПР.

Наведені завдання розв'язуються шляхом застосування α-технології ЕП.

УТОЧНЕННЯ ГРУПОВИХ СИСТЕМ ПЕРЕВАГ ЕКСПЕРТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ α-ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Для досягнення мети цієї публікації переформатуємо МР, представлену в **табл. 3**, змінивши ранги ХРІП ОЕ в ІСП членів підгрупи m_C на відповідні їм НВК з **табл. 2**. Таким чином, було отримано нову МР виду $\left\| \alpha_{PI\Pi_i j} \right\|$ (**табл. 4**). Це вплинуло на специфіку застосування ККПР, оскільки зараз ідеться вже про матрицю "прибутків". Саме тому прийнятий нами коефіцієнт "оптимізму" для застосування ККПР Гурвиця дорівнює: $\alpha_{opt.}^{HW}=\alpha_{\alpha}^{HW}=0.7$, а коефіцієнт "песимізму" — $\alpha_{pes.}^{HW}=1-\alpha_{opt.}^{HW}=0.3$.

Для застосування ККПР Вальда за рядками МР (**табл. 4**) вибираються найгірші (найменші за абсолютним значенням) НВК $\min\limits_{j}\alpha_{PI\Pi_i j}$, які для наочності помічені в графах 2–33 **табл. 4** синім маркером і представлені для зручності окремо в графі 2 **табл. 5**.

Послідовно максимізуючи отримані наведеним способом результати:

$$Z_W=\max_i \min_j \alpha_{PI\Pi_i j}, \qquad (3)$$

упорядковуємо їх у порядку убування відповідних показників виду (3), що призвело до побудови такої $ГСП_{m_C^\alpha}^{W}$ (графа 3 **табл. 5**):

$$РІП_4 \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\approx}} РІП_5 \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}} РІП_{15} \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}} РІП_{17} \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}} РІП_{18} \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}} РІП_3 \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}} РІП_2 \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\approx}} РІП_{11} \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}} РІП_7 \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}} РІП_8 \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\approx}} РІП_{10} \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}} РІП_{14} \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}} РІП_1 \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\approx}} РІП_6 \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\approx}} РІП_9 \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\approx}} РІП_{12} \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\approx}} РІП_{13} \underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\approx}} РІП_{16}, \qquad (4)$$

де $\underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\succ}}$, $\underset{m_C^\alpha}{\overset{W}{\approx}}$ — позначка переваги й адекватності ХРІП за значущістю у $ГСП_{m_C^\alpha}^{W}$, побудованої за допомогою ККПР Вальда та із застосуванням α-технології.

У $ГСП_{m_C^\alpha}^{W}$ виду (4) бачимо три діади ($РІП_2$ і $РІП_{11}$, $РІП_4$ і $РІП_5$, $РІП_7$ і $РІП_{10}$) і одну гексаду ($РІП_1$, $РІП_8$, $РІП_9$, $РІП_{12}$, $РІП_{13}$, $РІП_{16}$), у яких досліджувані ХРІП ОЕ мають "пов'язані (міддл)" ранги. Це переконливо свідчить про "обережність" побудованої ГСП, що й є особливістю застосованого ККПР Вальда сприяти запобіганню ризику у встановленні значущості ХРІП ОЕ.

Умовою застосування ККПР Севиджа є переформатування МР $\left\| \alpha_{PI\Pi_i j} \right\|$, представленої в **табл. 4**, до наступної матриці "ризику" ("суму", "жалю" тощо) $\left\| \gamma_{PI\Pi_i j} \right\|$ (**табл. 6**), елементи якої знаходяться так:

$$\gamma_{PI\Pi_i j}=\left| \max_j \alpha_{PI\Pi_i j}-\alpha_{PI\Pi_i j} \right|. \qquad (5)$$

Далі по рядках МР $\left\| \gamma_{PI\Pi_i j} \right\|$ обирається максимальний ризик:

$$\max_i \gamma_{PI\Pi_i j}=\max_i \left| \max_j \alpha_{PI\Pi_i j}-\alpha_{PI\Pi_i j} \right|, \qquad (6)$$

що наочно ілюструють як відповідні маркери в рядках **табл. 6**, так і дані графи 4 **табл. 5**, де зафіксовані відповідні результати.

Далі шляхом мінімізації максимальних ризиків $\max\limits_i \gamma_{PI\Pi_i j}$ розв'язується матриця "жалю" (**табл. 6**), що має такий формальний запис:

Таблиця 3

Застосування класичних критеріїв прийняття рішень для аналізу систем переваг експертів – членів підгрупи m_C (фрагмент)

РІП$_i$	Індивідуальні системи переваг експертів – членів підгрупи m_C, j												W		S		B-L		HW	
	E5	E8	E9	E14	E22	E25	E26	E29	E30	…	E82	E83	$\max\limits_j r_{ij}$	r_i^W	$a^{max}_{PII_i j}$	r_i^S	$\sum\limits_{j=1}^{m_C=30} r_{ij}$	r_i^{B-L}	$O\Phi_{PII_i}$	r_i^{HW}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
РІП$_1$	7^{6}	$8^{5,5}$	9^{7}	10^{9}	$11,5^{10}$	12^{11}	12^{11}	12^{1}	12^{11}	…	18^{17}	18^{16}	18	15,5	17	15,5	425	16	14,7	16
РІП$_2$	15^{14}	$11,5^{9}$	9^{7}	8^{7}	$7,5^{6}$	4^{3}	7^{6}	7^{6}	10^{9}	…	7^{6}	11^{9}	15	7,5	14	7,5	278	8	11,7	7
РІП$_3$	5^{4}	$5^{2,5}$	2^{0}	5^{4}	$6^{4,5}$	6^{5}	4^{3}	4^{3}	65	…	5^{4}	2^{0}	10	6	9	6	148	5	7,6	6
РІП$_4$	2^{1}	$2,5^{0}$	2^{0}	5^{4}	$5^{3,5}$	6^{5}	4^{3}	4^{3}	4^{3}	…	2^{2}	2^{0}	6	1,5	5	2	96,5	3	4,5	2
РІП$_5$	4^{3}	$2,5^{0}$	2^{0}	5^{5}	$1,5^{0}$	6^{5}	4^{3}	4^{3}	5^{4}	…	$3,5^{2,5}$	2^{0}	6	1,5	5	2	93	2	4,45	1
РІП$_6$	12^{11}	$16^{13,5}$	18^{16}	$11,5^{10,5}$	$17^{15,5}$	13^{12}	18^{17}	$^{18}17$	13^{12}	…	17^{16}	$13,5^{11,5}$	18	15,5	17	15,5	417	14	14,4	12
РІП$_7$	13^{12}	$11,5^{9}$	9^{7}	$11,5^{10,5}$	$16^{14,5}$	10^{9}	9^{8}	9^{8}	11^{10}	…	13^{12}	$13,5^{11,5}$	16	9	14,5	9	321,5	10	13	10
РІП$_8$	9^{8}	$9,5^{7}$	13^{11}	9^{8}	$14^{12,5}$	2^{1}	11^{10}	11^{10}	9^{8}	…	16^{15}	9^{7}	17	10,5	15	10	275	7	12,5	9
РІП$_9$	14^{13}	$17^{14,5}$	16^{14}	17^{16}	$18^{16,5}$	16^{15}	17^{16}	17^{16}	17^{16}	…	12^{11}	16^{14}	18	15,5	17	15,5	483,5	18	16,2	18
РІП$_{10}$	$10,5^{9,5}$	$13^{10,5}$	$11,5^{9,5}$	16^{15}	$13^{11,5}$	10^{9}	9^{8}	9^{8}	8^{7}	…	8^{7}	$7,5^{5,5}$	17	10,5	16	11,5	330	11	14	11
РІП$_{11}$	8^{7}	$9,5^{7}$	$11,5^{9,5}$	15^{14}	$7,5^{6}$	10^{9}	9^{8}	9^{8}	7^{6}	…	10^{9}	$7,5^{5,5}$	15	7,5	14	7,5	288,5	9	12,3	8
РІП$_{12}$	$16,5^{15,5}$	$18^{15,5}$	14^{12}	18^{17}	$9,5^{8}$	16^{15}	16^{15}	16^{15}	16^{15}	…	15^{14}	15^{13}	18	15,5	17	15,5	452,5	17	14,7	16
РІП$_{13}$	$10,5^{9,5}$	$15^{12,5}$	7^{5}	7^{6}	$9,5^{8}$	18^{17}	$13,5^{12,5}$	$13,5^{12,5}$	18^{17}	…	14^{13}	12^{10}	18	15,5	17	15,5	378,5	12	14,7	16
РІП$_{14}$	$16,5^{15,5}$	$14^{11,5}$	17^{15}	13^{12}	$11,5^{10}$	16^{15}	$13,5^{12,5}$	$13,5^{12,5}$	15^{14}	…	9^{8}	10^{8}	17,5	12	16	11,5	390	13	14,5	12
РІП$_{15}$	1^{0}	$6,5^{4}$	5^{3}	1^{0}	$3^{1,5}$	1^{0}	1^{0}	1^{0}	1^{0}	…	1^{0}	4^{2}	6,5	3	5	2	56,5	1	4,85	3
РІП$_{16}$	18^{17}	$6,5^{4}$	15^{13}	14^{13}	$15^{13,5}$	14^{13}	15^{14}	15^{14}	1413	…	11^{10}	17^{15}	18	15,5	17	15,5	418	15	14,55	14
РІП$_{17}$	3^{2}	$2,5^{0}$	4^{2}	3^{2}	$1,5^{0}$	3^{2}	2^{1}	2^{1}	2^{1}	…	$3,5^{2,5}$	5^{3}	7	4	6	4	108,5	4	5,35	4
РІП$_{18}$	6^{5}	$2,5^{0}$	6^{4}	2^{1}	$4^{2,5}$	8^{7}	6^{5}	6^{5}	3^{2}		6^{5}	6^{4}	9	5	8	5	170	6	6,6	5

Примітки: 1) показник ступеня у кожній клітинці таблиці граф 2–31 відповідає значенню;

2) заливкою виділено найбільш значущі риси інвестиційної привабливості об'єкта експертизи в груповій системі переваг, встановленої за допомогою відповідного критерію.

Таблиця 4

Результати α-перетворення матриці рішень, утвореної з індивідуальних систем переваг членів підгрупи m_C на множині рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи (фрагмент)

РІП$_i$	Нормовані вагові коефіцієнти рангів рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи в індивідуальних системах переваг фахівця E$_j$														
	E5	E8	E9	E14	E22	E25	E26	E29	E30	E31	E32	…	E78	E82	E83
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	…	31	32	33
РІП$_1$	0.030387	0.023030	0.016911	0.012009	0.006592	0.005239	0.005239	0.005239	0.005239	0.004085	0.003116	…	0.000002	0.000002	0.000002
РІП$_2$	0.000752	0.006592	0.016911	0.023030	0.026519	0.061697	0.030387	0.030387	0.012009	0.039216	0.016911	…	0.009961	0.030387	0.008161
РІП$_3$	0.049611	0.049611	0.091459	0.049611	0.039216	0.039216	0.061697	0.061697	0.039216	0.014320	0.083280	…	0.019797	0.049611	0.091459
РІП$_4$	0.091459	0.083280	0.091459	0.049611	0.049611	0.039216	0.061697	0.061697	0.061697	0.075604	0.083280	…	0.061697	0.091459	0.091459
РІП$_5$	0.061697	0.083280	0.091459	0.049611	0.100157	0.039216	0.061697	0.061697	0.049611	0.091459	0.083280	…	0.091459	0.068415	0.091459
РІП$_6$	0.005239	0.000257	0.000002	0.006592	0.000049	0.003116	0.000002	0.000002	0.003116	0.000752	0.000002	…	0.000257	0.000049	0.002313
РІП$_7$	0.003116	0.006592	0.016911	0.006592	0.000257	0.012009	0.016911	0.016911	0.008161	0.030387	0.000257	…	0.039216	0.003116	0.002313
РІП$_8$	0.016911	0.014320	0.003116	0.016911	0.001663	0.091459	0.008161	0.008161	0.016911	0.049611	0.000049	…	0.075604	0.000257	0.016911
РІП$_9$	0.001663	0.000049	0.000257	0.000049	0.000002	0.000257	0.000049	0.000049	0.000049	0.000049	0.000752	…	0.000049	0.005239	0.000257
РІП$_{10}$	0.009961	0.003116	0.006592	0.000257	0.003116	0.012009	0.016911	0.016911	0.023030	0.004085	0.008161	…	0.030387	0.02303	0.026519
РІП$_{11}$	0.023030	0.014320	0.006592	0.000752	0.026519	0.012009	0.016911	0.016911	0.030387	0.014320	0.012009	…	0.009961	0.012009	0.026519
РІП$_{12}$	0.000126	0.000002	0.001663	0.000002	0.014320	0.000257	0.000257	0.000257	0.000257	0.000257	0.030387	…	0.000752	0.000752	0.000752
РІП$_{13}$	0.009961	0.000752	0.030387	0.030387	0.014320	0.000002	0.002313	0.002313	0.000002	0.008161	0.023030	…	0.001663	0.001663	0.005239
РІП$_{14}$	0.000126	0.001663	0.000049	0.003116	0.006592	0.000257	0.002313	0.002313	0.000752	0.001663	0.005239	…	0.003116	0.016911	0.012009
РІП$_{15}$	0.109390	0.034614	0.049611	0.10939	0.075604	0.109390	0.109390	0.109390	0.109390	0.109390	0.083280	…	0.109390	0.10939	0.061697
РІП$_{16}$	0.000002	0.034614	0.000752	0.001663	0.000752	0.001663	0.000752	0.000752	0.001663	0.000002	0.001663	…	0.005239	0.008161	0.000049
РІП$_{17}$	0.075604	0.083280	0.061697	0.075604	0.100157	0.075604	0.091459	0.091459	0.091459	0.061697	0.049611	…	0.049611	0.068415	0.049611
РІП$_{18}$	0.039216	0.083280	0.039216	0.091459	0.061697	0.02303	0.039216	0.039216	0.075604	0.023030	0.039216	…	0.019797	0.039216	0.039216

Примітки: 1) синім маркером у кожному рядку матриці помічені показники $\min\limits_j \alpha_{PI\Pi_i j}$;

2) зеленим маркером у кожному рядку матриці помічені показники $\max\limits_j \alpha_{PI\Pi_i j}$;

3) відсутність маркерів, що наочно визначають показники $\min\limits_j \alpha_{PI\Pi_i j}$ і $\max\limits_j \alpha_{PI\Pi_i j}$ для певних рис інвестиційної привабливості, пов'язана з фрагментарністю представлення таблиці.

$$Z_S = \min_i \max_j \gamma_{PI\Pi_i j} = \min_i \max_j \left| \max_i \alpha_{PI\Pi_i j} - \alpha_{PI\Pi_i j} \right|. \quad (7)$$

Отже, за допомогою виразу (7) спочатку визначається більш значуща РІП з рангом 1. Здійснюючи подальші ітерації виразу (7) до даних графи 4 **табл. 5**, нескладно визначатися з упорядкуванням досліджуваних ХРІП ОЕ (графа 5 **табл. 5**), що має такий формальний вигляд:

$$\begin{aligned} &PI\Pi_4 \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}} PI\Pi_5 \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}} PI\Pi_{15} \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\succ}} PI\Pi_{17} \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\succ}} PI\Pi_{18} \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\succ}} \\ &PI\Pi_3 \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\succ}} PI\Pi_2 \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}} PI\Pi_7 \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}} PI\Pi_{11} \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\succ}} PI\Pi_8 \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\succ}} \\ &PI\Pi_{14} \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\succ}} PI\Pi_{10} \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\succ}} PI\Pi_1 \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}} PI\Pi_6 \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}} PI\Pi_9 \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}} \\ &PI\Pi_{12} \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}} PI\Pi_{13} \underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}} PI\Pi_{16}, \end{aligned} \quad (8)$$

де $\underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\succ}}$, $\underset{m_C^\alpha}{\overset{S}{\approx}}$ — позначка переваги й адекватності ХРІП за значущістю у $\Gamma C\Pi^S_{m_C^\alpha}$, побудованої за допомогою ККПР Севиджа та із застосуванням α-технології.

Аналізуючи $\Gamma C\Pi^S_{m_C^\alpha}$ виду (8), виявляємо в ній уже дві тріади ($РІП_4$, $РІП_5$, $РІП_{15}$ та $РІП_2$, $РІП_7$, $РІП_{11}$) та одну гексаду ($РІП_1$, $РІП_6$, $РІП_9$, $РІП_{12}$, $РІП_{13}$, $РІП_{16}$) досліджуваних ХРІП ОЕ з "пов'язаними (міддл)" рангами. Таким чином, отримана $\Gamma C\Pi^S_{m_C^\alpha}$ виду (8) є також "обережною", як і попередня $\Gamma C\Pi^W_{m_C^\alpha}$ виду (4). Однак при цьому має явний оптимізаційний характер, адже з виразів (5)–(7), що регламентують застосування ККПР Севиджа, випливає мінімізація відхилень у думках членів підгрупи m_C щодо значущості досліджуваних ХРІП ОЕ, причому як більшості, так і меншості членів цієї підгрупи. Тому $\Gamma C\Pi^S_{m_C^\alpha}$ виду (8) варто вважати "демократичною (компромісною)".

Таблиця 5

Результати уточнення групових систем переваг фахівців – членів підгрупи m_C на множині рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи (застосування α-технології та класичних критеріїв прийняття рішень)

$РІП_i$	Класичні критерії прийняття рішень							
	Вальда (W)		Севиджа (S)		Байєса–Лапласа (B–L)		Гурвиця (HW)	
	$\min_i \alpha_{PI\Pi_i j}$	$r^W_{PI\Pi_i}$	$\max_i \gamma_{PI\Pi_i j}$	$r^S_{PI\Pi_i}$	$\bar{\alpha}^{B-L}_{PI\Pi_i}$	$r^{B-L}_{PI\Pi_i}$	$O\Phi^\alpha_{PI\Pi_i}$	$r^{HW}_{PI\Pi_i}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$РІП_1$	0.000002	15.5	0.109388	15.5	0.0043215	16	0.021272	15
$РІП_2$	0.000752	7.5	0.108638	8	0.0181571	8	0.043414	8
$РІП_3$	0.012009	6	0.097381	6	0.0534186	5	0.067624	6
$РІП_4$	0.039216	1.5	0.070174	2	0.0742205	3	0.088338	1
$РІП_5$	0.039216	1.5	0.070174	2	0.0753928	2	0.081875	3
$РІП_6$	0.000002	9	0.109388	15.5	0.0056541	13	0.064036	7
$РІП_7$	0.000257	10.5	0.108638	8	0.0133569	10	0.027452	11
$РІП_8$	0.000049	15.5	0.109133	10	0.022754	7	0.027528	10
$РІП_9$	0.000002	15.5	0.109388	15.5	0.0006857	18	0.003668	18
$РІП_{10}$	0.000049	10.5	0.109341	12	0.011413	11	0.021286	13
$РІП_{11}$	0.000752	7.5	0.108638	8	0.0166374	9	0.027677	9
$РІП_{12}$	0.000002	15.5	0.109388	15.5	0.0021702	17	0.021272	15
$РІП_{13}$	0.000002	15.5	0.109388	15.5	0.0084011	12	0.021272	15
$РІП_{14}$	0.000014	12	0.109264	11	0.0052647	14	0.018568	17
$РІП_{15}$	0.034614	3	0.070174	2	0.0957696	1	0.086957	2
$РІП_{16}$	0.000002	15.5	0.109388	15.5	0.0048873	15	0.02423	12
$РІП_{17}$	0.030387	4	0.079003	4	0.0685442	4	0.079226	5
$РІП_{18}$	0.016911	5	0.092479	5	0.0460479	6	0.081646	4

Вкажемо також, що з точки зору МР виду $\left\| \alpha_{PI\Pi_i j} \right\|$ критерій Севиджа є таким, що пов'язаний із ризиком, а ось з позицій застосування МР $\left\| \gamma_{PI\Pi_i j} \right\|$ він від ризику вільний, оскільки дублює ККПР Вальда.

Застосування ККПР Байєса–Лапласа для опрацювання даних **табл. 4** тривіальне. Відповідні результати визначаються графами 6, 7 **табл. 5** і формально описуються так:

$$Z_{B-L} = \max_i \overline{\alpha}_{PI\Pi_i} = \max_i \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m} \alpha_{PI\Pi_i j} \right), \quad (9)$$

де $\overline{\alpha}_{PI\Pi_i}$ — усереднений НВК *i*-ї ХРІП ОЕ.

Тобто НВК із **табл. 2**, що відповідні рангам *i*-ї досліджуваної ХРІП ОЕ в ІСП експертів — членів підгрупи m_C (**табл. 3**), спочатку підсумовуються за рядками **табл. 4**. Потім отримані суми усереднюються згідно з виразом (9), що відображено даними графи 6 **табл. 5**. Потім усереднені показники $\overline{\alpha}_{PI\Pi_i}$ упорядковуються в порядку убування.

Наведене призвело до отримання шуканої $\Gamma C\Pi^{B-L}_{m^{\alpha}_C}$ (графа 7 **табл. 5**), що має такий формальний вигляд:

$$\begin{aligned} &РІП_{15} \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_5 \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_4 \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{17} \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_3 \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} \\ &\overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{18} \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_8 \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_2 \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{11} \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_7 \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} \\ &\overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{10} \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{13} \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_6 \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{14} \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} \\ &\overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{16} \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_1 \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{12} \overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_9, \end{aligned} \quad (10)$$

де $\overset{B-L}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}}$ — позначка переваги за значущістю однієї ХРІП перед іншою у $\Gamma C\Pi^{B-L}_{m^{\alpha}_C}$, побудованої за допомогою ККПР Байєса–Лапласа із застосуванням α-технології.

Застосовуючи ККПР Гурвиця, кожну $РІП_i$ характеризують спеціальною складеною оціночною функцією (ОФ), що визначається "зваженою" сумою найкращої та найгіршої думки випробуваних щодо значущості цієї риси:

$$\begin{aligned} O\phi^{\alpha}_{PI\Pi_i} &= \alpha^{HW}_{opt.} \cdot \max_i \alpha_{PI\Pi_i j} + \alpha^{HW}_{pes.} \cdot \min_i \alpha_{PI\Pi_i j} = \\ &= 0.7 \cdot \max_i \alpha_{PI\Pi_i j} + 0.3 \cdot \min_i \alpha_{PI\Pi_i j}, \end{aligned} \quad (11)$$

де $\max_i \alpha_{PI\Pi_i j}$ — максимальне значення НВК *i*-ї ХРІП ОЕ, що помічені для наочності за рядками **табл. 4** зеленим маркером;

$\min_i \alpha_{PI\Pi_i j}$ — мінімальне значення НВК *i*-ї ХРІП ОЕ, що помічені для наочності за рядками **табл. 4** синім маркером;

$\alpha^{HW}_{opt.}, \alpha^{HW}_{pes.}$ — як зазначалося вище, відповідно коефіцієнти "оптимізму" та "песимізму".

Значення показників $O\phi^{\alpha}_{PI\Pi_i}$, отриманих за рядками **табл. 4** згідно з формулою (11), представлені в графі 8 **табл. 5**. Далі проводиться розв'язання МР, представленої в **табл. 4**, і знаходиться найкраще за КППР Гурвиця рішення (більш значуща ХРІП ОЕ):

$$\begin{aligned} Z_{HW} &= \max_i O\phi^{\alpha}_{PI\Pi_i} = \\ &= \max_i \left(0.7 \cdot \max_i \alpha_{PI\Pi_i j} + 0.3 \cdot \min_i \alpha_{PI\Pi_i j} \right). \end{aligned} \quad (12)$$

Наступний крок — ітераційне застосування виразу (13) для ранжирування показників $O\phi^{\alpha}_{PI\Pi_i}$ у порядку убування їх абсолютних значень і надання $РІП_i$ відповідних рангів (графа 9 **табл. 5**). Отримана в наведений спосіб $\Gamma C\Pi^{HW}_{m^{\alpha}_C}$ має такий формальний вигляд:

$$\begin{aligned} &РІП_4 \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{15} \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_5 \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{18} \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{17} \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} \\ &\overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_3 \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_6 \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_2 \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{11} \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_8 \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} \\ &\overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_7 \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{16} \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{10} \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_1 \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\approx}} РІП_{12} \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\approx}} \\ &\overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\approx}} РІП_{13} \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_{14} \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}} РІП_9, \end{aligned} \quad (13)$$

де $\overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\succ}}, \overset{HW}{\underset{m^{\alpha}_C}{\approx}}$ — позначка відповідно переваги й адекватності ХРІП за значущістю у $\Gamma C\Pi^{HW}_{m^{\alpha}_C}$, побудованої за допомогою ККПР Гурвиця та із застосуванням α-технології.

Як бачимо, у $\Gamma C\Pi^{HW}_{m^{\alpha}_C}$ виду (13) усього три досліджувані ХРІП ($РІП_1$, $РІП_{12}$, $РІП_{13}$) мають "пов'язані (міддл)" ранги, що, з одного боку, робить цю ГСП певним чином "зваженою", тобто більш "ризикованою" стосовно $\Gamma C\Pi^{W}_{m^{\alpha}_C}$ і $\Gamma C\Pi^{S}_{m^{\alpha}_C}$, а з іншого — менш "ризикованою" стосовно $\Gamma C\Pi^{B-L}_{m^{\alpha}_C}$.

Порівняння базової $\Gamma C\Pi_{m_C}$ виду (2) з її уточненнями виду (4), (8), (10), (13), отриманими за

Таблиця 6

Результати перетворення матриці рішень $\|\alpha_{PI\Pi_i j}\|$, утвореної з індивідуальних систем переваг членів підгрупи m_C на множині рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи, у матрицю "жалю" ("ризику", "суму") $\|\gamma_{PI\Pi_i j}\|$ для застосування критерію Севиджа (фрагмент)

РІП$_i$	Нормовані вагові коефіцієнти рангів рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи в індивідуальних системах переваг фахівця E$_j$														
	E$_5$	E$_8$	E$_9$	E$_{14}$	E$_{22}$	E$_{25}$	E$_{26}$	E$_{29}$	E$_{30}$	E$_{31}$	E$_{32}$	…	E$_{78}$	E$_{82}$	E$_{83}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	…	31	32	33
РІП$_1$	0.079003	0.06025	0.074548	0.097381	0.093565	0.104151	0.104151	0.104151	0.104151	0.105305	0.080164	…	0.109388	0.109388	0.091457
РІП$_2$	0.108638	0.076688	0.074548	0.08636	0.073638	0.047693	0.079003	0.079003	0.097381	0.070174	0.066369	…	0.099429	0.079003	0.083298
РІП$_3$	0.059779	0.033669	0	0.059779	0.060941	0.070174	0.047693	0.047693	0.070174	0.09507	0	…	0.089593	0.059779	0
РІП$_4$	0.017931	0	0	0.059779	0.050546	0.070174	0.047693	0.047693	0.047693	0.033786	0	…	0.047693	0.017931	0
РІП$_5$	0.047693	0	0	0.059779	0	0.070174	0.047693	0.047693	0.059779	0.017931	0	…	0.017931	0.040975	0
РІП$_6$	0.104151	0.083023	0.091457	0.102798	0.100108	0.106274	0.109388	0.109388	0.106274	0.108638	0.083278	…	0.109133	0.109341	0.089146
РІП$_7$	0.106274	0.076688	0.074548	0.102798	0.0999	0.097381	0.092479	0.092479	0.101229	0.079003	0.083023	…	0.070174	0.106274	0.089146
РІП$_8$	0.092479	0.06896	0.088343	0.092479	0.098494	0.017931	0.101229	0.101229	0.092479	0.059779	0.083231	…	0.033786	0.109133	0.074548
РІП$_9$	0.107727	0.083231	0.091202	0.109341	0.100155	0.109133	0.109341	0.109341	0.109341	0.109341	0.082528	…	0.109341	0.104151	0.091202
РІП$_{10}$	0.099429	0.080164	0.084867	0.109133	0.097041	0.097381	0.092479	0.092479	0.08636	0.105305	0.075119	…	0.079003	0.08636	0.06494
РІП$_{11}$	0.08636	0.06896	0.084867	0.108638	0.073638	0.097381	0.092479	0.092479	0.079003	0.09507	0.071271	…	0.099429	0.097381	0.06494
РІП$_{12}$	0.109264	0.083278	0.089796	0.109388	0.085837	0.109133	0.109133	0.109133	0.109133	0.109133	0.052893	…	0.108638	0.108638	0.090707
РІП$_{13}$	0.099429	0.082528	0.061072	0.079003	0.085837	0.109388	0.107077	0.107077	0.109388	0.101229	0.06025	…	0.107727	0.107727	0.08622
РІП$_{14}$	0.109264	0.081617	0.09141	0.106274	0.093565	0.109133	0.107077	0.107077	0.108638	0.107727	0.078041	…	0.106274	0.092479	0.07945
РІП$_{15}$	0	0.048666	0.041848	0	0.024553	0	0	0	0	0	0	…	0	0	0.029762
РІП$_{16}$	0.109388	0.048666	0.090707	0.107727	0.099405	0.107727	0.108638	0.108638	0.107727	0.109388	0.081617	…	0.104151	0.101229	0.09141
РІП$_{17}$	0.033786	0	0.029762	0.033786	0	0.033786	0.017931	0.017931	0.017931	0.047693	0.033669	…	0.059779	0.040975	0.041848
РІП$_{18}$	0.070174	0	0.052243	0.017931	0.03846	0.08636	0.070174	0.070174	0.033786	0.08636	0.044064	…	0.089593	0.070174	0.052243

Примітки: 1) зеленим маркером помічені показники максимального "жалю"

2) відсутність маркерів, що наочно визначають показник $\max\limits_i \gamma_{PI\Pi_i j}$, для певних рис інвестиційної привабливості, пов'язана з фрагментарністю представлення таблиці.

допомогою ККПР із застосуванням α-технології було проведено за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена (КРКС), що ілюструє **табл. 7**. Як бачимо, зазначені КРКС мають майже абсолютний збіг, причому на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості α = 1 %. Причому за рівнем збігу превалює $ГСП_{m_C}$:

$$\overline{R}_S\left(ГСП_{m_C}, ГСП_{m_C^\alpha}^{ККПР_k}\right) = \overline{R}_{S\,max} = 0.9389, \quad (14)$$

що підтверджує її "базовість". Уточнення $ГСП_{m_C}$, нехай і дуже невелике за абсолютними відхиленнями (див. вирази (4), (8), (10), (13) та **табл. 7**), є цілком прийнятним. Оскільки сама $ГСП_{m_C}$, ще раз зауважимо, є "продуктом" реалізації багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення "систематичної похибки того, хто вижив" у ставленні випробуваних фахівців до значущості ХРІП ОЕ. Причому йдеться про вірогідність відповідних статистичних висновків на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості α = 1 %.

Особливістю отриманих і представлених результатів є реалізація принципу НМ людини. І хоча кінцеві "продукти" досліджень — ГСП виду (4), (8), (10), (13) також визначені в шкалі упорядкування, однак при цьому спираються на більш тонке представлення значущості ХРІП ОЕ нелінійними НВК.

Важливість отриманих результатів полягає й у тому, що наступним кроком наших досліджень має стати виявлення ступеня виразності (СВ) ХРІП у досліджуваних ОЕ, а отже, встановлення і інтегральної оцінки СІП конкретного ОЕ, якій і лише якій притаманна системна властивість емерджентності [54], і можливих "компромісів" у вимогах до цієї виразності.

Останнє завдання є багатокроковою задачею ПР і має вирішуватися за допомогою методу послідовних поступок (МПП) [7; 52; 53 та ін.]. І саме $ГСП_{m_C^\alpha}^{W}$, $ГСП_{m_C^\alpha}^{S}$, $ГСП_{m_C^\alpha}^{B-L}$, $ГСП_{m_C^\alpha}^{HW}$ можуть, залежно від специфіки застосування ККПР і завдань дослідження СВ ХРІП ОЕ, сприяти об'єктивізації висновків щодо обґрунтування зазначених "компромісів".

Таблиця 7

Порівняльний аналіз базової групової системи переваг членів підгрупи m_C та її похідних, побудованих за допомогою класичних критеріїв прийняття рішень та α-технології

	$ГСП_{m_C^\alpha}^{W}$	$ГСП_{m_C^\alpha}^{S}$	$ГСП_{m_C^\alpha}^{B-L}$	$ГСП_{m_C^\alpha}^{HW}$	$ГСП_{m_C}$	$\overline{R}_S$
1	2	3	4	5	6	7
$ГСП_{m_C^\alpha}^{W}$		0.9133	0.8710	0.9040	0.9324	0.9052
$ГСП_{m_C^\alpha}^{S}$			0.9427	0.8529	0.9427	0.9129
$ГСП_{m_C^\alpha}^{B-L}$				0.9030	0.9979	0.9287
$ГСП_{m_C^\alpha}^{HW}$					0.8824	0.8856
$ГСП_{m_C}$						0.9389

Примітка: мінімально прийнятне статистично вірогідне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена на рівні значущості $\alpha = 1\%$ має дорівнювати величині $R_{S\min} \geq 0.5897$.

Завершуючи, варто зауважити, що застосовану нами α-технологію було "підключено" на останніх етапах досліджень ставлення випробуваних фахівців до значущості ХРІП ОЕ. Для більш раннього її застосування необхідно уточнити, з урахуванням специфіки нелінійних НВК, як СІК встановлення узгодженості групових думок (УГД), так і багатокрокову технологію виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення "систематичної похибки того, хто вижив".

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи отримані та представлені в цій публікації нові наукові результати з розвитку та оптимізації ЕП / ЕТ дослідження СІП ОЕ, вкажемо на такі більш важливі з них.

1. Базова $ГСП_{m_C}$, що визначає ставлення членів підгрупи m_C до значущості ХРІП ОЕ, попри те, що вона є результатом реалізації багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення "систематичної

похибки того, хто вижив", дійсно може бути уточненою шляхом введення нелінійних НВК рангів досліджуваних ХРІП ОЕ, що є, по суті, застосуванням α-технології експертних вимірювань.

2. Застосовуючи МРП, встановлено нелінійні НВК теоретично-можливих рангів, що можуть отримати досліджувані ХРІП ОЕ в ІСП чи ГСП випробуваних.

3. Матриця рішень, утворена з ІСП членів базової підгрупи m_C, переформатована з застосуванням НВК рангів ХРІП ОЕ в цих ІСП, що дало змогу для подальшого застосування ККПР: Вальда, Севиджа, Байєса–Лапласа, Гурвиця.

4. За допомогою ККПР здійснено уточнення базової $ГСП_{m_C}$. Нові ГСП ($ГСП^{W}_{m_C^{\alpha}}$, $ГСП^{S}_{m_C^{\alpha}}$, $ГСП^{B-L}_{m_C^{\alpha}}$, $ГСП^{HW}_{m_C^{\alpha}}$) відображають внутрішню специфіку застосовуваних ККПР і статистично вірогідно, на високому рівні значущості α = 1 %, збігаються як поміж собою, так і з базовою $ГСП_{m_C}$. Це відкриває перспективи для їх подальшого застосування під час обґрунтування "компромісів" щодо СВ ХРІП у конкретних ОЕ.

Виходячи з вищенаведеного, можна зробити узагальнений висновок щодо дійсного усунення протиріччя між НМ фахівців у їх ставленні до значущості ХРІП ОЕ та оцінками цієї значущості. З іншого боку, за допомогою ККПР дійсно проведено поглиблене дослідження і уточнення базової ГСП.

Подальші дослідження з розвитку та оптимізації ЕП / ЕТ варто проводити в напрямах (не ранжуючи):

- реалізації диференціального підходу до встановлення частини від сумарної значущості порівнюваних ХРІП ОЕ;
- встановлення компетенції експертів, залучених до випробувань, шляхом реалізації ентропійного підходу та R_s-підходу;
- побудови нечітких моделей ставлення фахівців до СІП ОЕ;
- уточнення СІК УГД та багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення "систематичної похибки того, хто вижив" тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьева и др. — М. : Радио и связь, 1989. — 304 с.
2. Кількісні методи експертного оцінювання: наук.-метод. розробка / уклад. В. П. Новосад, Р. Г. Селіверстов, І. І. Артим. — Київ : НАДУ, 2009. — 36 с.
3. *Камишин В. В.* Системологія невизначеності людського чиннику у навчально-виховному процесі / В. В. Камишин, К. Д. Гуляев // Моделювання особистісно-розвивального середовища обдарованої дитини: матеріали Всеукр. конф. (Київ, 11–12 жовт. 2011 р.). — Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2011. — С. 190–206.
4. Експериментальний аналіз технології експертного оцінювання / В. В. Циганок, П. Т. Качанов, О. В. Андрійчук, Г. А. Гоменюк // Реєстрація, зберігання і обробка даних. — 2012. — Т. 14. — № 1. — С. 91–100.
5. Обґрунтування напрямів вдосконалення експертних технологій в дослідженнях людського чинника / О. М. Рева, С. П. Борсук, С. В. Засанська, С. В. Яроцький // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT-2021) : зб. матеріалів XIII Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 25–27 трав. 2021 р.). — Херсон : ХДМА, 2021. — С. 49–54.
6. *Бешелев С. Д.* Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. — М. : Статистика, 1980. — 263 с.
7. Надежность и эффективность в технике : справочник в 10 т. — Т. 3: Эффективность технических систем / под общ. ред.: В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. — М. : Машиностроение, 1988. — 328 с.
8. Принятие решений на основе экспертного оценивания : метод. пособ. / Е. Н. Варакин, В. А. Желудов, В. Н. Бганцов, С. С. Ибнеев. — Л. : ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1988. — 88 с.
9. *Перегудов Ф. И.* Введение в системный анализ : учеб. пособ. / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. — М. : Высшая школа, 1989. — 367 с.
10. *Козелецкий Ю.* Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий ; под ред. Б. В. Бирюкова ; пер. с польск.: Г. Е. Минца, В. Н. Поруса. — М. : Прогресс, 1979. — 504 с.
11. *Котик М. А.* Психология и безопасность / М. А. Котик. — Таллин : Валгус, 1989. — 408 с.
12. *Занюк С. С.* Психологія мотивації : навч. посіб. / С. С. Занюк. — Київ : Либідь, 2002. — 304 с.
13. *Хекхаузен Х.* Мотивация и деятельность / Х. Хекхаузен ; пер. с нем. — СПб. : Питер, 2003. — 860 с.
14. Интеллектуальные системы принятия проектных решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Э. Р. Вилюмс, Н. Н. Слядзь, С. А. Фомин. — Рига : Зинатне, 1997. — 317 с.
15. *Саймон Г.* Теория принятия решений в экономической теории и науке о поведении / Г. Саймон // Вехи экономической мысли. — Т. 2. Теория фирмы / под ред. В. М. Гальперина; пер. с англ. — СПб. : Экономическая школа, 2000. — С. 54–72.
16. *Герасимов Б. М.* Нечеткие множества в задачах проектирования, управления и обработки информации / Б. М. Герасимов, Г. Г. Грабовский, Н. А. Рюмшин. — Київ : Техніка, 2002. — 140 с.
17. *Волошин О. Ф.* Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. — 2-ге вид., перероб. та доп. — Київ : Київський університет, 2010. — 336 с.
18. *Ларичев О. И.* Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах : учебник / О. И. Ларичев. — М. : Логос, 2000. — 296 с.
19. *Згуровский М. З.* Модели и методы принятия решений в нечетких условиях / М. З. Згуровский, Ю. П. Зайченко. — Київ : Наукова думка, 2011. — 275 с.
20. *Орлов А. И.* Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. — Ч. 2 : Экспертные

оценки / А. И. Орлов. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — 486 с.
21. *Кириллов В. И.* Квалиметрия и системный анализ : учеб. пособ. / В. И. Кириллов. — Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2012. — 440 с.
22. *Хэммонд Дж.* Правильный выбор. практическое руководство по принятию взвешенных решений / Дж. Хэммонд, Р. Кини, Г. Райффа. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2018. — 240 с.
23. Експертні методи в автоматизованих системах керування: Формування та напрями використання експертних знань : навч. посіб. / уклад. Л. Д. Ярощук. — 2-ге вид., допов. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 43 с.
24. *Жуковский В. И.* Оценка рисков и многошаговые позиционные конфликты : учеб. пособ. для вузов / В. И. Жуковский, М. Е. Салуквадзе; 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2023. — 305 с.
25. Процедура фазифікації / дефазифікації балів шкал оцінювання / В. В. Камишин, О. М. Рева, Л. М. Макаренко, О. М. Медведенко // Електроніка та системи управління. — 2012. — № 3. — С. 53–62.
26. Апробація α-методу порівняння систем переваг (на прикладі порівняння систем переваг авіадиспетчерів на небезпеках характерних помилок) / О. М. Рева, С. П. Борсук, С. В. Засанська, С. В. Яроцький // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту — ISDMCI'2021: матеріали Міжнар. наук. конф. (Залізний Порт, 24–28 трав. 2021 р.). — Херсон : ФОП Вишемирський В. С. — С. 63–64.
27. *Reva O.* α-Method of Air Traffic Controllers' Preference System Specification Over Typical Mistakes Severities / O. Reva, V. Kamyshyn, S. Borsuk, A. Nevynitsyn // ICT with Intelligent Applications. Smart Innovation, Systems and Technologies. — 2022. — Vol. 248. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4177-0_68.
28. Застосування α-технології для уточнення узгоджених систем переваг експертів / О. М. Рева, В. В. Камишин, С. П. Борсук, С. В. Яроцький, Л. А. Сагановська // Наука, технології, інновації. — 2023. — № 3 (27). — С. 30–47. http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-3-04.
29. *Крымский С. Б.* Научное знание и его трансформация / С. Б. Крымский. — К. : Наукова думка, 1974. — 207 с.
30. *Добронравова І. С.* Синергетика: становлення нелінійного мислення / І. С. Добронравова. — Київ : Либідь, 1990. — 152 с.
31. *Хакен Г.* Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности / Г. Хакен. — М. : ПЕР СЭ, 2001. — 353 с.
32. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве / сост. В. А. Копцик. — М. : Прогресс, 2002. — 495 с.
33. *Кремень В. Г.* Синергетика в освіті: контекст людиноцентризму / В. Г. Кремень, В. В. Ільїн. — Київ : Пед. думка, 2012. — 368 с.
34. *Наумкіна О. А.* Нелінійне мислення в сучасному швидкоплинному світі / О. А. Наумкіна // Філософія науки: традиції та інновації. — 2015. — № 2 (12). — С. 13–18.
35. Методи і моделі кваліметрії синергетичного ефекту у дидактиці : монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, С. В. Радецька, А. В. Малиновшевська, Є. А. Бурдельна, Л. М. Липчанська. — Київ : ІОД НАПН України, 2019. — 235 с.
36. *Яроцький С. В.* Пілотна оцінка ставлення експертів до значущості характерних рис інноваційної привабливості об'єктів інтелектуальної власності / С. В. Яроцький // Авіаційно-космічна техніка та технологія. — 2021. — № 4. – С. 112–121. http://doi.org/10.32620/aktt.2021.4sup2.15.
37. *Самохвалов Ю. Я.* Экспертное оценивание: Методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. — К. : ДУІКТ, 2007. — 362 с.
38. *Блюмберг В. А.* Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блюмберг, В. Ф. Глущенко. — Л. : Лениздат, 1982. — 160 с.
39. *Рева О.* Системно-інформаційне обґрунтування критеріїв узгодженості систем переваг учасників освітньо-виховного процесу / О. Рева, В. Камишин // Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. — 2022. — Вип. 1 (28). — С. 70–78 (118). https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(28)-70-78.
40. Формування спектру системно-інформаційних критеріїв узгодженості експертних думок / О. М. Рева, В. В. Камишин, К. В. Кириченко, С. В. Яроцький, Л. А. Сагановська // Наука, технології, інновації. — 2023. — № 2 (26). — С. 26–39. http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-04/.
41. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского ; пер. с англ. Н. И. Ринго. — М. : Мир, 1976. — 165 с.
42. *Шеридан Т. Б.* Системы человек-машина: Модели обработки информации, управления и принятия решений человеком-оператором / Т. Б. Шеридан, У. Р. Феррел ; под ред. К. В. Фролова ; пер. с англ. — М. : Машиностроение, 1980. — 400 с.
43. *Мушик Э.* Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер ; пер. с нем. В. М. Ивановой. — М. : Мир, 1990. — 208 с.
44. *Хемди А.* Таха. Введение в исследование операций = Operations Research: An Introduction. — М. : Вильямс, 2007. — 912 с.
45. *Рева О. М.* Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування : монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, С. В. Недбай; за ред. О. М. Реви. — Рівне : Овід, 2010. — 106 с.
46. *Бірюков Ю. Ю.* Класичні критерії прийняття рішень у визначенні групових переваг авіадиспетчерів на чинниках безпеки професійної діяльності / Ю. Ю. Бірюков // Авіаційно-космічна техніка і технологія. — 2011. — № 9. — С. 189–194.
47. *Дерлоу Д.* Ключові управлінські рішення: технологія прийняття рішень / Д. Дерлоу ; пер. з англ. Р. А. Семків, Р. Л. Ткачук. — Київ : Наукова думка, 2011. — 242 с.
48. *Камишин В. В.* Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу : монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. — Київ : Інформ. сист., 2012. — 270 с.
49. 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.
50. *Reva O.* Air Traffic Controllers' Attitude to the Mistakes Hazards during Their Professional Experience / O. Reva, A. Nevynitsyn, S. Borsuk, V. Shulgin and V. Kamyshyn // Safety and Risk Assessment of Civil Aircraft during Operation; Ed. Longbiao Li. — IntechOpen, December 20, 2020. — P. 113–127. http://doi.org/10.5772/intechopen.91937.
51. *Рева О. М.* Технологія усунення статистичної похибки "того, хто вижив", визначені у ставленні

авіадиспетчерів до небезпек помилок / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. В. Камишин // Актуальні проблеми безпеки на транспорті, в енергетиці, інфраструктурі: зб. матеріалів І Міжнар. наук.-практ. конф. (Лазурне, 8–11 верес. 2021 р.). — Херсон : Морський інститут імені контр-адмірала Ф. Ф. Ушакова, 2021. — С. 112–116.

52. *Подиновский В. В.* Оптимизация по последовательно применяемым критериям / В. В. Подиновский, В. М. Гаврилов. — М. : Сов. Радио, 1975. — 192 с.
53. *Рева О. М.* Теоретичні основи моделювання “компромісу” у вимогах до всебічного розвитку обдарованості тих, хто навчається / О. М. Рева, В. В. Камишин, Л. А. Сагановська, С. В. Яроцький // Освіта та розвиток обдарованої особистості. — 2022. — № 3 (86). — С. 20–27.
54. 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.

REFERENCES

1. Borisov, A. N., Alekseev, A. V., & Merkureva, G. V. et al. (1989). Obrabotka nechetkoy informatsii v sistemakh prinyatiya resheniy [Processing of fuzzy information in decision-making systems]. Moscow, 304 p. [in Russ.].
2. Novosad, V. P., Seliverstov, R. H., & Artym, I. I. (Compiled). (2009). Kilkisni metody ekspertnoho otsiniuvannia [Quantitative methods of expert assessment]. Kyiv, 36 p. [in Ukr.].
3. Kamyshyn, V. V., & Huliaev, K. D. (2011). Systemolohiia nevyznachenosti liudskoho chynnyku u navchalno-vykhovnomu protsesi [Systemology of the uncertainty of the human factor in the educational process]. *Modeliuvannia osobystisno-rozvyvalnoho seredovyshcha obdarovanoi dytyny* [Modeling the personal and developmental environment of a gifted child]. Kyiv, P. 190–206. [in Ukr.].
4. Tsyhanok, V. V., Kachanov, P. T., Andriichuk, O. V., & Homeniuk, H. A. (2012). Eksperymentalnyi analiz tekhnolohii ekspertnoho otsiniuvannia [Experimental analysis of expert evaluation technology]. *Reiestratsiia, zberihannia i obrobka danykh* [Registration, storage and processing of data]. *14* (1), 91–100. [in Ukr.].
5. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yarotskyi, S. V. (2021). Obgruntuvannia napriamiv vdoskonalennia ekspertnykh tekhnolohii v doslidzhenniakh liudskoho chynnyka [Justification of directions for improvement of expert technologies in human factor research]. *Suchasni informatsiini ta innovatsiini tekhnolohii na transporti (MINNT — 2021)* [Modern information and innovative technologies in transport (MINNT — 2021)]. Kherson, P. 49–54. [in Ukr.].
6. Beshelev, S. D., & Gurvich, F. G. (1980). Matematiko-statisticheskie metody ekspertnykh otsenok [Mathematical and statistical methods of expert assessments]. Moscow, 263 p. [in Russ.].
7. Utkin, V. F., & Kryuchkov, Y. V. (Eds.). (1988). Nadezhnost i effektivnost v tekhnike [Reliability and efficiency in technology]. Vol. 3. Moscow, 328 p. [in Russ.].
8. Vapakin, Ye. N., Zheludov, V. A., Bgantsov, V. N., & Ibneev, S. S. (1988). Prinyatie resheniy na osnove ekspertnogo otsenivaniya [Decision making based on expert assessment]. Leningrad, 88 p. [in Russ.].
9. Peregudov, F. I., & Tarasenko, F. P. (1989). Vvedenie v sistemnyj analiz [Introduction to system analysis]. Moscow, 367 p. [in Russ.].
10. Kozeleckij, Y., Biryukov, B. V. (Eds.), Minc, G. E., & Porus, V. N. (Trans.) (1979). Psihologicheskaya teoriya reshenij [Psychological decision theory]. Moscow, 504 p. [in Russ.].
11. Kotik, M. A. (1989). Psikhologiya i bezopasnost [Psychology and safety]. Tallin, 408 p. [in Russ.].
12. Zaniuk, S. S. (2002). Psykholohiia motyvatsii [Psychology of motivation]. Kyiv, 304 p. [in Ukr.].
13. Khekkhauzen, Kh. (2003). Motivatsiya i deyatelnost [Motivation and activity]. St. Peterbug, 860 p. [in Russ.].
14. Borisov, A. N., Alekseev, A. V., Vilyums, E. R., Slyadz, N. N., & Fomin, S. A. (2997). Intellektualnye sistemy prinyatiya proektnykh resheniy [Intelligent systems for making design decisions]. Riga, 317 p. [in Russ.].
15. Saymon, G. (2000). Teoriya prinyatiya resheniy v ekonomicheskoy teorii i nauke o povedenii [Decision theory in economics and behavioral science]. Vekhi ekonomicheskoy mysli [Milestones of economic thought]. Vol. 2. St. Peterburg, P. 54–72. [in Russ.].
16. Gerasimov, B. M., Grabovskiy, G. G., & Ryumshin, N. A. (2002). Nechetkie mnozhestva v zadachakh proektirovaniya, upravleniya i obrabotki informatsii [Fuzzy sets in problems of design, management and information processing]. Kyiv, 140 p. [in Russ.].
17. Voloshyn, O. F., & Mashchenko, S. O. (2010). Modeli ta metody pryiniattia rishen [Decision-making models and methods]. Kyiv, 336 p. [in Ukr.].
18. Larichev, O. I. (2000). Teoriya i metody prinyatiya resheniy, a takzhe Khronika sobytiy v Volshebnykh Stranakh [Theory and methods of decision making, as well as Chronicle of events in Magical Lands]. Moscow, 296 p. [in Russ.].
19. Zgurovskiy, M. Z., & Zaychenko, Yu. P. (2011). Modeli i metody prinyatiya resheniy v nechetkikh usloviyakh [Models and methods of decision making in fuzzy conditions]. Kyiv, 275 p. [in Russ.].
20. Orlov, A. I. (2011). Organizatsionno-ekonomicheskoe modelirovanie [Organizational and economic modeling]. Part 2. Moscow, 486 p. [in Russ.].
21. Kirillov, V. I. (2012). Kvalimetriya i sistemnyy analiz [Qualimetry and system analysis]. Minsk; Moscow, 440 p. [in Russ.].
22. Khemmond, Dzh., Kini, R., & Rayffa, G. (2018). Pravilnyy vybor. prakticheskoe rukovodstvo po prinyatiyu vzveshennykh resheniy [Right choice. a practical guide to making informed decisions]. Moscow, 240 p. [in Russ.].
23. Iaroshchuk, L. D. (Compiler). (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, 43 p. [in Ukr.].
24. Zhukovskiy, V. I., & Salukvadze, M. Ye. (2023). Otsenka riskov i mnogoshagovye pozitsionnye konflikty [Risk assessment and multi-step positional conflicts]. Moscow, 305 p. [in Russ.].
25. Kamyshyn, V. V., Reva, O. M., Makarenko, L. M., & Medvedenko, O. M. (2012). Protsedura fazyfikatsii / defazyfikatsii baliv shkal otsiniuvannia [The procedure of fuzzification / defuzzification of scores of rating scales]. *Elektronika ta systemy upravlinnia* [Electronics and control systems]. *3*, 53–62. [in Ukr.].
26. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yarotskyi, S. V. (2021). Aprobatsiia α-metodu poriv-

niannia system perevah (na prykladi porivniannia system perevah aviadyspetcheriv na nebezpekakh kharakternykh pomylok) [Approbation of the α-method of comparing advantage systems (on the example of comparing the advantage systems of air traffic controllers on the dangers of characteristic errors)]. *Intelektualni systemy pryiniattia rishen i problemy obchysliuvalnoho intelektu* [Intelligent decision-making systems and problems of computational intelligence]. Kherson, P. 63–64. [in Ukr.].
27. Reva, O., Kamyshyn, V., Borsuk, S., & Nevynitsyn, A.; Senjyu, T., Mahalle, P.N., Perumal, T., Joshi, A. (Eds.) (2022). α-Method of Air Traffic Controllers' Preference System Specification Over Typical Mistakes Severities. *ICT with Intelligent Applications. Smart Innovation, Systems and Technologies.* 248 p. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4177-0_68.
28. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Borsuk, S. P., Yarotskyi, S. V., & Sahanovska, L. A. (2023). Zastosuvannia α-tekhnolohii dlia utochnennia uzghodzhenykh system perevah ekspertiv [Application of α-technology to clarify agreed systems of experts advantages]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. *3* (27), 30–47. https://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-3-04 [in Ukr.].
29. Krymskiy, S. B. (1974). Nauchnoe znanie i ego transformatsiya [Scientific knowledge and its transformation]. Kyiv, 207 p. [in Russ.].
30. Dobronravova, I. S. (1990). Synerhetyka: stanovlennia neliniinoho myslennia [Synergetics: the formation of non-linear thinking]. Kyiv, 152 p. [in Ukr.].
31. Khaken, G. (2001). Printsipy raboty golovnogo mozga: Sinergeticheskiy podkhod k aktivnosti mozga, povedeniyu i kognitivnoy deyatelnosti [Brain Principles: A Synergistic Approach to Brain Activity, Behavior, and Cognition]. Moscow, 353 p. [in Russ.].
32. Koptsik, V. A. (Ed.). (2002). Sinergeticheskaya paradigma. Nelineynoe myshlenie v nauke i iskusstve [Synergetic paradigm. Nonlinear thinking in science and art]. Moscow, 495 p. [in Russ.].
33. Kremen, V. H., & Ilin, V. V. (2012). Synerhetyka v osviti: kontekst liudynotsentryzmu [Synergetics in education: the context of human-centeredness]. Kyiv, 368 p. [in Ukr.].
34. Naumkina, O. A. (2015). Neliniine myslennia v suchasnomu shvydkoplynnomu sviti [Non-linear thinking in todays fast-paced world]. *Filosofiia nauky: tradytsii ta innovatsii* [Philosophy of science: traditions and innovations]. *2* (12), 13–18. [in Ukr.].
35. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Radetska, S. V., Malynovshevska, A. V., Burdelna, Ye. A., & Lypchanska, L. M. (2019). Metody i modeli kvalimetrii synerhetychnoho efektu u dydaktytsi [Methods and models of the quality measurement of the synergistic effect in didactics]. Kyiv, 235 p. [in Ukr.].
36. Iarotskyi, S. V. (2021). Pilotna otsinka stavlennia ekspertiv do znachushchosti kharakternykh rys innovatsiinoi pryvablyvosti obiektiv intelektualnoi vlasnosti [Pilot assessment of the attitude of experts to the significance of the characteristic features of the innovative attractiveness of intellectual property objects]. *Aviatsiino-kosmichna tekhnika ta tekhnolohiia* [Aerospace engineering and technology]. *4,* 112–121. https://doi.org/10.32620/aktt.2021.4sup2.15 [in Ukr.].
37. Samokhvalov, Yu. Ya., & Naumenko, Ye. M. (2007). Ekspertnoe otsenivanie: Metodicheskiy aspekt [Expert assessment: methodological aspect]. Kyiv, 362 p. [in Russ.].
38. Blyumberg, V. A., & Glushchenko, V. F. (1982). Kakoe reshenie luchshe? Metod rasstanovki prioritetov [What is the best solution? Prioritization Method]. Leningrad, 160 p. [in Russ.].
39. Reva, O., & Kamyshyn, V. (2022). Systemno-informatsiine obgruntuvannia kryteriiv uzghodzhenosti system perevah uchasnykiv osvitno-vykhovnoho protsesu [System and information substantiation of the criteria of consistency of preference systems of participants in the educational process]. *Pedahohichni innovatsii: idei, realii, perspektyvy* [Pedagogical innovations: ideas, realities, perspectives]. *1*, 70–78. https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(28)-70-78 [in Ukr.].
40. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Kyrychenko, K. V., Yarotskyi, S. V., & Sahanovska, L. A. (2023). Formuvannia spektru systemno-infomatsiinykh kryteriiv uzghodzhenosti ekspertnykh dumok [Formation of a spectrum of system-information criteria for the consistency of expert opinions]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. *2* (26), 26–39. http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-04/ [in Ukr.].
41. Zade, L. (1976). Ponyatie lingvisticheskoy peremennoy i ego primenenie k prinyatiyu priblizhennykh resheniy [The concept of a linguistic variable and its application to approximate decision making]. Moscow, 165 p. [in Russ.].
42. Sheridan, T. B., & Ferrel, U. R. (1980). Sistemy chelovek-mashina: Modeli obrabotki informatsii, upravleniya i prinyatiya resheniy chelovekom-operatorom [Human-machine systems: Models of information processing, control and decision-making by a human operator]. Moscow, 400 p. [in Russ.].
43. Mushik, E., & Myuller, P. (1990). Metody prinyatiya tekhnicheskih reshenij [Methods of making technical decisions]. Moscow, 208 p. [in Russ.].
44. Khemdi, A. (2007). Takha. Vvedenie v issledovanie operatsiy [Operations Research: An Introduction]. Moscow, 912 p. [in Russ.].
45. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Shulhin, V. A., & Nedbai, S. V. (2010). Nechitki modeli erhonomichnoi kvalimetrii tochnosti pilotuvannia [Fuzzy models of ergonomic piloting accuracy qualimetry]. Rivne, 106 p. [in Ukr.].
46. Biriukov, Yu. Yu. (2011). Klasychni kryterii pryiniattia rishen u vyznachenni hrupovykh perevah aviadyspetcheriv na chynnykakh bezpeky profesiinoi diialnosti [Classic criteria for decision-making in determining group preferences of air traffic controllers on factors of safety of professional activity]. *Aviatsiino-kosmichna tekhnika ta tekhnolohiia* [Aerospace engineering and technology]. *9,* 189–194. [in Ukr.].
47. Derlou, D. (2011). Kliuchovi upravlinski rishennia: Tekhnolohiia pryiniattia rishen [Key management decisions: Decision-making technology]. Kyiv, 242 p. [in Ukr.].
48. Kamyshyn, V. V., & Reva, O. M. (2012). Metody systemnoho analizu u kvalimetrii nav-chalno-vykhovnoho protsesu [Methods of system analysis in the quality measurement of the educational process]. Kyiv, 270 p. [in Ukr.].
49. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Borsuk, S. P., Nevynitsyn, A. M., & Shulhin, V. A. (2020). Liudskyi chynnyk: Metodolohiia proaktyvnoi kvalymetrii zahroz pomylok aviadyspetcheriv [Human factor: Methodology of proactive risk assessment of air traffic controllers error threats]. Kyiv, 126 p. [in Ukr.].
50. Reva, O., Nevynitsyn, A., Borsuk, S., Shulgin, V., & Kamyshyn, V. (2020). Air Traffic Controllers'

Attitude to the Mistakes Hazards during Their Professional Experience. Safety and Risk Assessment of Civil Aircraft during Operation, Longbiao Li, IntechOpen, P. 113–127. http//doi.org/10.5772/intechopen.91937.
51. Reva, O. M., Borsuk, S. P., & Kamyshyn, V. V. (2021). Tekhnolohiia usunennia statystychnoi pokhybky "toho, khto vyzhyv", vyznachenni u stavlenni aviadyspetcheriv do nebezpek pomylok [The technology for eliminating the statistical error of the "survivor" in determining the attitude of air traffic controllers to the dangers of errors]. *Aktualni problemy bezpeky na transporti, v enerhetytsi, infrastrukturi* [Actual problems of safety in transport, energy, infrastructure]. Kherson, P. 112–116. [in Ukr.].
52. Podinovskiy, V. V., & Gavrilov, V. M. (1975). Optimizatsiya po posledovatelno primenyaemym kriteriyam [Optimization based on consistently applied criteria]. Moscow, 192 p. [in Russ.].
53. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Sahanovska, L. A., & Yarotskyi, S. V. (2022). Teoretychni osnovy modeliuvannia "kompromisu" u vymohakh do vsebichnoho rozvytku obdarovanosti tykh, khto navchaietsia [Theoretical foundations of modeling the "compromise" in the requirements for the comprehensive development of the giftedness of those who study]. *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti* [Education and development of a gifted personality]. *3* (86), 20–27. [in Ukr.].
54. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yarotskyi, S. V. (2021). Teoretychni osnovy metodolohii intehratyvnoi otsinky stupenia investytsiinoi pryvablyvosti obiektiv 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. http//doi.org/2520-6524-2021-1-01 [in Ukr.].

O. M. REVA, D. Sc. in Engineering, Professor
S. P. BORSUK, D. Sc. in Engineering, Associate Professor
V. V. KAMYSHYN, D. Sc. in Pedagogy, Senior Researcher, Corresponding Member of the NAES of Ukraine
L. A. SAHANOVSKA, Senior Lecturer
S. V. YAROTSKYI, Head of Department

CONSTRUCTION OF GROUP SYSTEMS OF EXPERT ADVANTAGES USING THE α-TECHNOLOGY OF APPLYING CLASSICAL DECISION-MAKING CRITERIA

Abstract. *Decision making is a more important system-forming characteristic of expert activity. Therefore, studying the specifics of the relevant choices and their optimization, especially from the perspective of the influence of the human factor, is an urgent scientific and practical task. Among the components of this influence, which simultaneously determine the attitude of specialists to the indicators and characteristics of the objects of examination, in particular the features of investment attractiveness, systems of advantages are identified, by which we mean an ordered series of these features: from the most significant, acceptable, weighty, etc. — to less significant. The qualimetry of the significance of the features of the investment attractiveness of objects of examination in the ordering scale is linear, therefore it makes the corresponding measurements "rough" and can even provoke statistical errors of the I-II kind when moving from individual systems of preferences to group ones.*

The research involved m = 90 specialists who are constantly involved by SSI "UkrISTEI" in conducting various examinations and who, using our methodology, built individual systems of advantages on a spectrum of n = 18 characteristic features of the investment attractiveness of the objects of examination. Using a multi-step technology for identifying and filtering out marginal thoughts, as well as eliminating "survivor bias", four subgroups were identified from the original sample, m_C = 30 people, m_H = 12 people, m_M = 11 people, m_T = 6 people, with consistency group opinions satisfies the range of system-information consistency criteria we introduced at a high level of significance α = 1 %. It is substantiated that the mC subgroup is the basic.

A decision matrix has been constructed, where the ranks of investment attractiveness features are defuzzified by the corresponding normalized weight coefficients determined by the method of prioritization. To solve this matrix, classical decision-making criteria (Wald, Savage, Bayes-Laplace, Hurwitz) were applied and group systems of advantages were obtained, characterized by the features of these criteria. A high statistically probable coincidence of the advantages of group systems obtained by this method has been established and ways for further development of α-technology have been outlined.

Keywords: *individual and group systems of advantages, the significance of the characteristic features of the investment attractiveness of objects of examination, normalized weighting coefficients, decision matrix, classical decision-making criteria.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Рева Олексій Миколайович — д-р техн. наук, проф., завсектору електронного врядування відділу управління та адміністрування, Національний авіаційний університет, просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, Україна, 03058; +38 (067) 238-31-77; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

Борсук Сергій Павлович — д-р техн. наук, доц., голов. н. с., ДНУ "Український інститут науково-технічної експертизи та інформації", вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (044) 521-00-10; greyone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

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 (044) 521-00-10; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

Сагановська Лариса Анатоліївна — старший викладач кафедри фізико-математичних дисциплін та інформаційних технологій в авіаційних системах, Льотна академія Національного авіаційного університету, вул. Степана Чобану, 1, м. Кропивницький, Кіровоградська обл., Україна, 25005; lora-sag@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2560-4383

Яроцький Станіслав Володимирович — начальник 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

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Reva O. M. — D. Sc. in Engineering, Professor, Head of the electronic government department in the management and administration division of National Aviation University, 1, Lubomir Guzar Ave, Kyiv, Ukraine, 03058; +38 (067) 238-31-77; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

Borsuk S. P. — D. Sc. in Engineering, Associate professor, Head researcher, Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; greyone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

Kamyshyn V. V. — D. Sc. in Pedagogy, Corresponding Member of the NAES of Ukraine, Director of Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (044) 521-00-10; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

Sahanovska L. A. — Senior Lecturer of the Department of Physical and Mathematical Disciplines and Information Technologies in Aviation Systems of the Flight Academy of the National Aviation University, 1, Stepan Choban Str., Kropyvnytskyi, Kirovohrad region, Ukraine, 25005; lora-sag@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2560-4383

Yarotskyi S. V. — Head of Department in the Management and Administration Division of National Aviation University, 1, Lubomir Guzar Ave, Kyiv, Ukraine, 03058; +38 (067) 238-31-77; stas_gas@ua.fm; ORCID: 0000-0003-3934-4647

http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-4-07
УДК 37.01:001.891-021.465-047.44:004

О. В. НЕСТЕРЕНКО, д-р техн. наук, проф.

С. С. ЖАРІНОВ, директор

В. Б. ПОЛІЩУК, канд. техн. наук, пров. н. с.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЦІНЮВАННЯ НАУКОВИХ УСТАНОВ, ЯКИМ НАДАЄТЬСЯ ПІДТРИМКА ДЕРЖАВИ

Резюме. *У статті розкрито стан і перспективи розвитку процесів оцінювання наукових установ, яким надається підтримка держави, у Європі та Україні. Показано, що ефективність процесів оцінювання може бути суттєво підвищена шляхом використання сучасних інформаційних технологій і засобів цифрових комунікацій. На основі здійсненого аналізу процесів оцінювання наукових установ у європейських країнах і факторів впливу на провадження оцінювання науково-технічної діяльності запропоновано рекомендації щодо застосування інформаційних технологій для сприяння розвитку процесів оцінювання наукових установ. Для залучення українських учених до науково-технічного простору країни, зокрема з метою вдосконалення процесів оцінювання наукової діяльності, доцільним є використання спеціалізованої національної інформаційної системи, що представлена розвиненим інтернет-порталом. З урахуванням багатокритеріальності оцінювання та неоднозначності трактувань багатьох показників, що характеризують діяльність наукової установи, для вирішення таких завдань різної інформаційної складності запропоновано застосування інтеграційного методу підтримки прийняття рішень, який охоплює експертні методи ранжування альтернативних варіантів, зокрема метод схвального голосування, метод аналізу ієрархій, метод аналітичних мереж, а також онтологічне представлення даних предметної сфери для формування ієрархії та векторів критеріїв для оцінювання альтернатив і застосування теорії графів для оптимізації процесів експертної діяльності шляхом візуалізації парного порівняння альтернатив. За результатами здійсненого дослідження сформовано рекомендації щодо забезпечення цифровізації процесу оцінювання діяльності наукових установ для підвищення його ефективності.*

Ключові слова: *науково-технічна діяльність, портал, науково-дослідницький простір, інформаційні технології, підтримка прийняття рішень.*