

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

Л. А. САГАНОВСЬКА

ЗАСТОСУВАННЯ α -ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ УТОЧНЕННЯ УЗГОДЖЕНИХ СИСТЕМ ПЕРЕВАГ ЕКСПЕРТІВ

Резюме. Професійну діяльність експерта як людини, яка приймає рішення, доцільно досліджувати крізь призму впливу людського чинника. Серед відповідних показників такого впливу виділено і досліджуються системи переваг (індивідуальні та групові) на показниках і характеристиках об'єктів експертизи. Під системою переваг розумітимемо упорядкований ряд показників і характеристик досліджуваних об'єктів експертизи (у контексті наших досліджень — рис інвестиційної привабливості, спектр яких охоплює $n = 18$ рис): від більш вагомих, значущих, привабливих тощо до менш вагомих. Застосування показників значущості цих рис, особливо в поєднанні з визначенням їх виразності в конкретному об'єкті, сприяє, з одного боку, вирішенню задачі отримання інтегральної оцінки ступеня його інвестиційної привабливості, якій і лише якій притаманна системна властивість емерджентності, а з іншого — встановленню “компромісів” на цю виразність. Обидві задачі є багатокритеріальними, причому перша — однокрокова, а друга — багатокрокова.

Більш популярний метод побудови індивідуальних систем переваг — попарне порівняння та нормативне визначення частини від сумарної цінності порівнюваних альтернатив. Групові системи переваг зазвичай будуються шляхом застосування такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів. Однак наведена практика побудови систем переваг у шкалі упорядкування певним чином “загрубе” виміри, оскільки йдеться про лінійну зміну рангів. “Тонкість” і нелінійність вимірювань мають забезпечити нормовані вагові коефіцієнти рис. Визначення цих коефіцієнтів зараховано до одного з методів побудови індивідуальних систем переваг.

Виходячи з очевидного упорядкування рангів 18 рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи, включаючи “пов'язані”, та застосовуючи математичний метод розстановки пріоритетів, встановлені шукані коефіцієнти. Обґрунтовано прийнятність результатів III ітерації методу, оскільки, з одного боку, в такому випадку дійсно задовольняється вимога до нелінійності цих коефіцієнтів, а з іншого — забезпечується належна точність обчислень.

У дослідженнях взяли участь $m = 90$ фахівців, які залучаються до проведення в ДНУ “УкрІНТЕІ” різних експертиз. Результати їх випробувань (індивідуальні системи переваг на спектрі рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи) було спочатку оброблено з метою виявлення та відкидання маргінальних думок, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”. З вихідної вибірки випробуваних було виокремлено чотири підгрупи, у яких узгодженість групових думок задовольняє спектру системно-інформаційних критеріїв узгодженості на високому рівні значущості $\alpha = 1\%$. Обґрунтовано базову систему переваг, де ранги в індивідуальних системах переваг її членів замінені на нормовані вагові коефіцієнти. Визначено майже абсолютний (значно більший за 0.9) збіг отриманої α -групової системи переваг з базовою та її оптимізованими версіями. Окреслено шляхи подальшого розвитку α -технології експертних досліджень.

Ключові слова: риси інвестиційної привабливості об'єктів експертизи, системи переваг, нормовані коефіцієнти вагомості рис, α -технології експертних досліджень.

ВСТУП

Розбудова післявоєнної України неможлива без забезпечення як трансферу сучасних технологій, так і паралельного інвестування розвитку економіки та інфраструктури. Природно, що відповідні рішення мають прийматися після повного і всебічного, бажано проактивного, аналізу інвестиційних проектів, що неможливо здійснити, як показує світова практика, без застосування сучасних експертних технологій. Тому розвиток і вдосконалення цих технологій є актуальним науково-практичним завданням

[1–3 та ін.]. Однак, варто обов'язково враховувати не лише переваги, а й вади експертних оцінок (**табл. 1**).

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Доведено можливість уявлення експертної діяльності як безперервного ланцюга рішень, що розробляються та реалізуються в явних / неявних формах і під впливом багатьох чинників (зовнішніх / внутрішніх, об'єктивних / суб'єктивних), особливо ризиків стохастичного і нестохастичного характеру. Таким чином,

Позитиви та негативи експертних оцінок (не ранжируючи)

Експертні оцінки	
Позитиви	Негативи
1	2
Застосовність для аналізу та прогнозування розвитку будь-якої проблемної ситуації, навіть в умовах неповної інформації	Людському мисленню властиве надання порівняних якісних, а не кількісних оцінок
Оперативність проведення опитування	Суб'єктивність думок експертів та обмеженість їхніх суджень
Можливість проведення дистанційного опитування	Зайве захоплення “здоровим глуздом”
Адаптивність до зміни зовнішніх умов та директив	Складнощі формалізації процесів мислення, особливо евристичних
Креативність, тобто здатність вирішувати складні творчі завдання в процесі експертного оцінювання тощо	Обмеженість психофізіологічних можливостей експерта як людини, яка приймає рішення, щодо запам'ятовування та оперування певною кількістю об'єктів, особливо під час їх оцінювання тощо
Конструктивність мислення в процесі експертизи, а саме здатність надавати й обирати практично значущі оцінки тощо	

дослідження зазначеної діяльності та її результатів буде неповним, якщо не враховувати вплив людського чинника (ЛЧ) на прийняття рішень (ПР). Складові такого впливу наочно ілюструє **рис. 1** [2; 4–6 та ін.].



Рис. 1. Показники впливу людського чинника на прийняття експертних рішень

Особливістю встановлених нами складників впливу ЛЧ на ПР фахівцями експертами є те, що вони одночасно ілюструють ще й ставлення до показників і характеристик (ПХ) досліджуваних об'єктів експертизи (ОЕ) через їх відповідні виміри.

Далі розглядатимемо і досліджуватимемо блок 5 **рис. 1** “Системи переваг (СП)”. Під СП розумітимемо упорядкований ряд ПХ ОЕ, зокрема рис інвестиційної привабливості (РІП), перелік яких представлено в **табл. 2** [7].

У наших дослідженнях йдеться про упорядкування від більш значущих, вагомих, привабливих РІП — до менш значущих. Причому побудова індивідуальних СП (ІСП) відповідає властивостям людського мислення надавати порівняльні якісні, а не кількісні оцінки порівнюваним об'єктам, явищам, показникам тощо.

Актуальність досліджень СП фахівців, зокрема на встановленому нами спектрі характерних РІП (ХРІП) ОЕ (**табл. 2**), виходить з особливостей індивідуальних і групових думок людини під час проведення експертизи та полягає в такому.

По-перше, ІСП вказують на особливості сприйняття і ментального передбачення фахівцем ґрунтовності висновку щодо ступеня інвестиційної привабливості (СІП) ОЕ. Причому експерт враховує як значущість самих РІП, так і встановлені ним оцінки ступеня їх виразності (СВ), які, природно, також мають ієрархію, але вже нормативно визначену у відповідній шкалі [59]. Агрегація відповідних оцінок сприяє отриманню інтегрального показника, якому і

Таблиця 2

Перелік характерних рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи

РІП	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

лише якому притаманна системна властивість емерджентності [26; 56–58 та ін.]. Тому саме цей інтегральний показник дозволяє з єдиних позицій порівнювати різні ОЕ одного кластера.

По-друге, вищезазначене “сприйняття” обумовлюється як особистим досвідом проведення експертиз, так і особливостями, зокрема й негативними, професійної підготовки чи системи управління експертизами. Вивчення зазначених чинників є важливим для правильної організації та проведення експертного процесу.

По-третє, групі СП (ГСП) ілюструють особливості сформованої в конкретному соціумі колективної думки щодо значущості ПХ (РІП) ОЕ та особливостей проведення експертиз. Це може мати й негативний відтінок, зокрема як наслідок зрушення рівня ризику чи прояву певних деформацій, звичайних для групової діяльності [8–10 та ін.].

По-четверте, з аналізу праць [2; 11–24 та ін.] випливає, що “правильна” / “еталонна” ГСП дійсно може бути отримана для будь-яких упорядкованих альтернатив, зокрема й для РІП

ОЕ, перелічених у **табл. 2**. І саме таку “еталонну” ГСП має бути покладено в основу методу послідовних поступок (МПП) [25–30 та ін.] як одного з засобів вирішення багатокрокових і багатокритеріальних задач ПР (ЗПР). Адже саме завдяки МПП й встановлюються “компромиси” у вимогах до СВ РІП у досліджуваних ОЕ. Що є незвичайно важливим для практики проведення експертиз.

По-п'яте, ІСП та ГСП мають бути обов'язково враховані та змодельовані у розроблюваних засобах штучного інтелекту (ШІ), зокрема системах підтримки експертних рішень тощо.

Стосовно СП також варто зауважити, що вони вимірюються в шкалі упорядкування шляхом надання досліджуваним альтернативам, у нашому випадку — РІП ОЕ, відповідних рангів, що визначають значущість, цінність, прийнятність тощо цих рис. Однак, це висуває певні обмеження на математичні перетворення зазначених рангів [1–3; 15; 21; 26; 32–34; 56; 57 та ін.].

Рангова оціночна система є лінійною, що певним чином “загрубує” виміри і навіть може спровокувати статистичні похибки I–II роду. Адже більшу / меншу значущість однієї РІП ОЕ перед іншою визначає лише різниця в їх рангових місцях у побудованій СП. Тому неможливо здійснити повний кількісний аналіз значущості РІП ОЕ, зокрема встановити: у скільки разів одна з них є більш / менш вагома за іншу. Хоча саме таке співвідношення ПХ будь-яких порівнюваних об'єктів покладено в основу методу аналізу ієрархів (МАІ) [38], досить популярного в різних експертних дослідженнях [48–50 та ін.].

Наведене вказує на протиріччя між мисленням людини, яке, за визначенням, є нелінійним, і результатами цього мислення, формалізованого через ранги упорядкованих РІП ОЕ. Причому під нелінійним мисленням (НМ), поняття якого вперше було введено Л. І. Мандельштамом, розуміють такий процес, що розглядає навколишній світ і людину як складні відкриті динамічні системи, спрямовані на виявлення системоутворювальних зв'язків і відношень, на необхідність і конструктивну природу хаосу, нестійкості та випадковості, раціонального й ірраціонального (інтуїтивного). Досліджуючи поведінку будь-яких об'єктів, НМ виходить з таких їх істотних параметрів, як: пороги, насичення, наявність зворотних зв'язків. Вважається, що вплив дійсно сприймається системою, якщо він перевершує певне граничне значення його сприйняття. Однак, при перевищенні впливом певної межі, система вже взагалі не буде на нього реагувати, а підсумковий відгук на кілька впливів не завжди буде сумою відгуків на кожен вплив окремо. З позицій НМ усі реальні систе-

ми — нелінійні та можуть вважатися лінійними лише наближено [8; 39–46 та ін.].

Таким чином, об'єктивно існує потреба застосування більш “тонких” кількісних вимірів значущості досліджуваних РІП ОЕ за допомогою деякої нелінійної шкали. З огляду на це, варто зробити загальне зауваження, що відомі методи побудови й аналізу ІСП і ГСП [26; 34–37 та ін.] хоча і виконують відведені їм функції, однак їх вдосконаленню і оновленню науковцями та фахівцями приділяється явно недостатньо уваги, що певним чином стримує розвиток і застосування експертних технологій у системному аналізі та методології теорії ПР, в інформаційних технологіях і проектному аналізі тощо.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Нині більш повно методи встановлення ІСП експертів розглядаються у працях [3; 15; 26; 33–36; 38 та ін.]. З них більш застосовуваним є метод попарного порівняння та нормативного визначення частини сумарної цінності (значущості) в кожній парі альтернатив:

$$c_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо риса } РІП_i \text{ має перевагу перед} \\ & РІП_j : РІП_i \succ РІП_j \\ 0, & \text{якщо навпаки : } РІП_i \prec РІП_j \\ 1, & \text{якщо риси } РІП_i \text{ і } РІП_j \text{ адекватні} \\ & \text{за значущістю : } РІП_i \approx РІП_j \end{cases} . \quad (1)$$

Застосування зазначеного методу призводить до отримання ІСП, у яких упорядковані альтернативи отримують відповідний їх значущості ранг. Що формально відповідає лінійній залежності рангу альтернативи-РІП ОЕ від її значущості. Порівняльна значущість альтернатив визначається, як зауважувалося вище, лише різницею в їх рангових місцях, що, відповідно до кваліметричних особливостей шкал упорядкування [21; 26; 34–36; 47 та ін.], не дає змоги (ще раз нагадаємо) встановити, у скільки разів одна альтернатива є більш / менш прийнятною за іншу.

Наведене слід віднести до вад ІСП, тим більше, що людському мисленню, як зауважувалося у попередній частині цієї публікації, властиве НМ, а отже і нелінійним має бути ставлення до ступеня прийнятності (важливості, вагомості тощо) упорядковуваних альтернатив, а отже нелінійною має бути відповідна формальна модель.

На практиці ГСП зазвичай будується за допомогою такої стратегії групових рішень як підсумовування та усереднення рангів [8; 21; 26; 34–36 та ін.]. Ідеться про адитивну агрегацію ІСП у групу. Тому природно, що “загрублені” виміри значущості упорядковуваних в ІСП альтернатив збільшують під час адитивної агрегації

в ГСП неточність виміру зазначеної значущості. Це є неприйнятним і дійсно потребує застосування більш “тонких” методів виміру значущості РІП ОЕ. До них належать методи так званої α -технології експертних процедур [2; 60–62], що базуються на дефазифікації рангових оцінок шляхом надання їм відповідних нормованих вагових коефіцієнтів (НВК). У такому випадку значно поширюється спектр математичних перетворень, що має здійснюватися вже в унікальній за своїми кваліметричними особливостями абсолютній шкалі.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Таким чином, відповідно до проведеного аналізу і з урахуванням, що застосування НВК зараховано до одного зі способів побудови СП [15; 26; 33–36; 38 та ін.], **метою** цієї публікації є уточнення узгодженої ГСП фахівців на спектрі РІП ОЕ за допомогою зазначених коефіцієнтів, тобто подальший розвиток α -технології експертних процедур. Для досягнення цієї мети необхідно:

- визначити “еталонну” ГСП на спектрі досліджуваних РІП ОЕ;
- встановити НВК РІП;
- переформатувати та перебудувати ІСП та ГСП, спираючись на знайдені НВК;
- оцінити ефективність запропонованої α -технології.

ВИЗНАЧЕННЯ “ЕТАЛОННОЇ” ГРУПОВОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ ЕКСПЕРТІВ НА МНОЖИНІ РИС ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ

До досліджень було залучено $m = 90$ досвідчених фахівців, які постійно залучаються до проведення різних експертиз в УкрІНТЕІ.

Застосовуючи попарне порівняння та нормативний спосіб виявлення частини сумарної значущості (цінності), спосіб порівнюваних альтернатив, визначений виразом (1), зазначені фахівці побудували ІСП на встановленому спектрі з $n = 18$ РІП ОЕ (**табл. 2**).

Агрегація отриманих у наведений спосіб ІСП у ГСП відбувалася за допомогою такої стратегії групових рішень, як підсумовування й усереднення рангів.

Далі було сформовано комплекс системно-інформаційних критеріїв (СІК) визначення узгодженості групових думок (УГД) [51; 52] та побудований і реалізований алгоритм виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”. Відповідну технологію вперше було апробовано в процесі досліджень ставлення авіадиспетчерів до небезпек помилок, яких вони припускаються

в процесі професійної діяльності, і представлене в працях [21; 53–55].

Застосовуючи зазначену технологію, з вихідної вибірки випробуваних, чисельністю $m = 90$ осіб, було виокремлено чотири підгрупи, у яких УГД повною мірою задовольняє запропонованому нами спектру СІК [51; 52] (табл. 3).

Визначено, що після виокремлення підгрупи m_T є недоцільними подальші ітерації, оскільки вони не призводять до виявлення якоїсь підгрупи з внутрішньо УГД, що повною мірою задовольняла б сформованому спектру СІК.

Зауважимо, що у графі 3 табл. 3 представлені отримані значення коефіцієнта конкордації

Таблиця 3

Результати виявлення і відсіювання маргінальних думок експертів та усунення “систематичної похибки того, хто вижив” у ставленні фахівців до значущості рис інвестиційної привабливості об’єктів експертизи (фрагмент)

№	m_k	W	$\chi^2_{emp.}$	{>,<=}	$\chi^2_{\alpha=1\%,k=m-1}$	$\bar{R}_S(ГСП_{m_k}, ІСП_{\gamma})$	$\bar{R}_I(ІСП_{\gamma}, ІСП_{\gamma})$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$m=90$	0,4772	730,059	>>	127,11	0,6640	0,4685
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
4	$m_C=30$	0,7683	390,944	>>	52,34	0,8432	0,7593
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	$m_H=12$	0,8289	169,089	>>	26,76	0,7405	0,8112
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
14	$m_M=11$	0,7361	139,059	>>	25,19	0,7389	0,7026
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
21	$m_T=6$	0,7077	72,189	>>	16,75	0,7341	0,6490
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

(згоди) Кендалла (КЗК). У графах 4–6 подано дані, що необхідні для здійснення перевірки статистичної гіпотези щодо значущості отриманого емпіричного значення КЗК за допомогою критерію “хі-квадрат”. У графі 7 табл. 3 представлено усереднені показники коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена (КРКС), що визначають збіг ІСП випробуваних — членів певної підгрупи з відповідною ГСП, а у графі 8 — усереднені показники збігу ІСП членів відповідної підгрупи поміж собою. Причому мінімально прийнятне емпіричне значення КРКС має дорівнювати: $\bar{R}_{S min}(\cdot) \geq 0.5897$.

Приймаємо, що ГСП підгрупи m_C ($ГСП_{m_C}$) є базовою для подальших досліджень, зокрема оптимізації, оскільки:

по-перше, зазначена підгрупа є чисельнішою з усіх виокремлених підгруп із внутрішньогруповою узгодженістю думок, що задовольняє спектру введених СІК такої узгодженості. Причому на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha = 1\%$;

по-друге, чисельність підгрупи m_C відповідає межі, з якої асимптотично стабілізується похибка середньогрупової оцінки (рис. 2) [356];

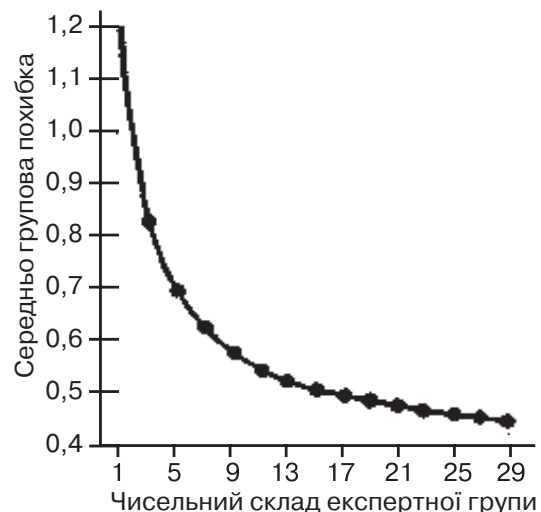


Рис. 2. Вплив чисельного складу на похибку групової оцінки (N. Dalkey)

по-третє, з попереднього випливає безумовна більша надійність і вірогідність ГСП саме підгрупи m_C .

Наведені аргументи й підтверджують прийнятність $ГСП_{m_C}$ в ролі базової. Її формальна модель має такий вид:

$$\begin{aligned}
 & PIP_{15} \succ_{m_c} PIP_5 \succ_{m_c} PIP_4 \succ_{m_c} PIP_{17} \succ_{m_c} PIP_3 \succ_{m_c} \\
 & \succ_{m_c} PIP_{18} \succ_{m_c} PIP_8 \succ_{m_c} PIP_2 \succ_{m_c} PIP_{11} \succ_{m_c} PIP_7 \succ_{m_c} \\
 & \succ_{m_c} PIP_{10} \succ_{m_c} PIP_{13} \succ_{m_c} PIP_{14} \succ_{m_c} PIP_6 \succ_{m_c} PIP_{16} \succ_{m_c} \\
 & \succ_{m_c} PIP_1 \succ_{m_c} PIP_{12} \succ_{m_c} PIP_9,
 \end{aligned} \tag{2}$$

де \succ_{m_c} — позначка переваги однієї РІП ОЕ перед іншою у $ГСЛ_{m_c}$, визначеною базовою.

Табл. 4 являє собою матрицю рішень (МР), утворену з ІСП членів підгрупи m_c .

Оптимізація ГСП (2) за допомогою класичного критерію ПР (ККПР) Севиджа (S) та медіани Кемені (МК) призвело до отримання таких ГСП:

$$\begin{aligned}
 & PIP_4 \approx_{m_c}^S PIP_5 \approx_{m_c}^S PIP_{15} \approx_{m_c}^S PIP_{17} \approx_{m_c}^S PIP_{18} \approx_{m_c}^S \\
 & \succ_{m_c}^S PIP_3 \succ_{m_c}^S PIP_2 \approx_{m_c}^S PIP_{11} \succ_{m_c}^S PIP_7 \succ_{m_c}^S PIP_8 \succ_{m_c}^S \\
 & \succ_{m_c}^S PIP_{10} \approx_{m_c}^S PIP_{14} \succ_{m_c}^S PIP_1 \approx_{m_c}^S PIP_6 \approx_{m_c}^S PIP_9 \approx_{m_c}^S
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \approx_{m_c}^S PIP_{12} \approx_{m_c}^S PIP_{13} \approx_{m_c}^S PIP_{16}, \\
 & \tag{3}
 \end{aligned}$$

де $\succ_{m_c}, \approx_{m_c}$ — позначки відповідно переваги та адекватності за значущістю РІП ОЕ у ГСП експертів — членів підгрупи m_c , побудованої за допомогою ККПР Севиджа (S);

$$\begin{aligned}
 & PIP_{15} \succ_{m_c}^{MK} PIP_5 \succ_{m_c}^{MK} PIP_4 \succ_{m_c}^{MK} PIP_{17} \succ_{m_c}^{MK} PIP_3 \succ_{m_c}^{MK} \\
 & \succ_{m_c}^{MK} PIP_{18} \succ_{m_c}^{MK} PIP_2 \succ_{m_c}^{MK} PIP_{11} \succ_{m_c}^{MK} PIP_8 \succ_{m_c}^{MK} PIP_{10} \succ_{m_c}^{MK} \\
 & \succ_{m_c}^{MK} PIP_7 \succ_{m_c}^{MK} PIP_{14} \succ_{m_c}^{MK} PIP_{13} \succ_{m_c}^{MK} PIP_{16} \succ_{m_c}^{MK} PIP_6 \succ_{m_c}^{MK} \\
 & \succ_{m_c}^{MK} PIP_1 \succ_{m_c}^{MK} PIP_{12} \succ_{m_c}^{MK} PIP_9, \\
 & \tag{4}
 \end{aligned}$$

де $\succ_{m_c}^{MK}$ — позначка переваги однієї РІП ОЕ перед іншою в МК-оптимізаційній моделі $ГСЛ_{m_c}$.

Таблиця 4

Матриця рішень, утворена з індивідуальних систем переваг членів підгрупи m_c на множині рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи (фрагмент)

РІП _i	Ранги рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи в індивідуальних системах переваг фахівців														Σ	r _i
	E ₅	E ₈	E ₉	E ₁₄	E ₂₂	E ₂₅	E ₂₆	E ₂₉	E ₃₀	E ₃₁	E ₃₂	...	E ₈₂	E ₈₃		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...	30	31	32	33
РІП ₁	7	8	9	10	11.5	12	12	12	12	12.5	13	...	18	18	425	16
РІП ₂	15	11.5	9	8	7.5	4	7	7	10	6	9	...	7	11	278	8
РІП ₃	5	5	2	5	6	6	4	4	6	9.5	2.5	...	5	2	148	5
РІП ₄	2	2.5	2	5	5	6	4	4	4	3	2.5	...	2	2	96.5	3
РІП ₅	4	2.5	2	5	1.5	6	4	4	5	2	2.5	...	3.5	2	93	2
РІП ₆	12	16	18	11.5	17	13	18	18	13	15	18	...	17	13.5	417	14
РІП ₇	13	11.5	9	11.5	16	10	9	9	11	7	16	...	13	13.5	321.5	10
РІП ₈	9	9.5	13	9	14	2	11	11	9	5	17	...	16	9	275	7
РІП ₉	14	17	16	17	18	16	17	17	17	17	15	...	12	16	483.5	18
РІП ₁₀	10.5	13	11.5	16	13	10	9	9	8	12.5	11	...	8	7.5	330	11
РІП ₁₁	8	9.5	11.5	15	7.5	10	9	9	7	9.5	10	...	10	7.5	288.5	9
РІП ₁₂	16.5	18	14	18	9.5	16	16	16	16	16	7	...	15	15	452.5	17
РІП ₁₃	10.5	15	7	7	9.5	18	13.5	13.5	18	11	8	...	14	12	378.5	12
РІП ₁₄	16.5	14	17	13	11.5	16	13.5	13.5	15	14	12	...	9	10	390	13
РІП ₁₅	1	6.5	5	1	3	1	1	1	1	1	2.5	...	1	4	56.5	1
РІП ₁₆	18	6.5	15	14	15	14	15	15	14	18	14	...	11	17	418	15
РІП ₁₇	3	2.5	4	3	1.5	3	2	2	2	4	5	...	3.5	5	108.5	4
РІП ₁₈	6	2.5	6	2	4	8	6	6	3	8	6	...	6	6	170	6

Результати порівняння $ГСП_{m_c}$ та двох її оптимізованих версій ($ГСП_{m_c}^S$ та $ГСП_{m_c}^{MK}$) за допомогою КРКС представлено в **табл. 5**.

Таблиця 5

Результати порівняння групової системи переваг підгрупи m_c та її оптимізованих версій

$ГСП_{m_c}$	$ГСП_{m_c}^S$	$ГСП_{m_c}^{MK}$	\bar{R}_S
1	2	3	4
$ГСП_{m_c}$		0.9561	0.9876
$ГСП_{m_c}^S$			0.9696
$ГСП_{m_c}^{MK}$			0.9786

Примітка: мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена дорівнює величині: $R_{S \min} \geq 0.5897$.

З **табл. 5** зрозуміло, що виявлено надзвичайно високий, майже абсолютний, збіг поміж собою всіх трьох досліджуваних ГСП. Що є цілком зрозумілим, оскільки йдеться про оптимізацію $ГСП_{m_c}$, отриману як результат реалізації багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок респондентів-експертів, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”. Причому черговий раз підкреслюємо, що УГД у підгрупі m_c не лише задовольняє спектру запропонованих нами СК, але ж статистична вірогідність цієї узгодженості відбувається на надзвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha = 1\%$. Тому вважатимемо мізерні відхилення між показниками графі 5 **табл. 5** (“максимальне” серед цих відхилень становить 1,63 %) цілком прийнятними.

Таким чином, упорядковуючи досліджувані ГСП за значущістю: $ГСП_{m_c}^{MK} > ГСП_{m_c} > ГСП_{m_c}^S$, приймаємо $ГСП_{m_c}^{MK}$ виду (4) як “еталонну”. На це ми будемо орієнтуватися в подальших дослідженнях.

ВИЗНАЧЕННЯ НОРМОВАНИХ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ РИС ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ОБ’ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ

Отже, маючи “еталонну” ГСП виду (4), яка, за своєю суттю є МК, тобто оптимізованою версією статистично-вірогідної $ГСП_{m_c}$, нескладно, застосовуючи відомий математичний метод розстановки пріоритетів (МРП) [2; 15; 21; 60-63 та ін.], отримати НВК для відповідних РІП ОЕ.

Виходячи з очевидного упорядкування рангів $n = 18$ РІП ОЕ, включаючи теоретично можливі

проміжні “пов’язані” (“міддл”), та застосовуючи математичний МРП, було побудовано квадратну матрицю суміжності (інцидентій) зазначених рангів (графи 1–36 **табл. 6**) та встановлено шукані НВК для чотирьох ітерацій МРП (графи 37–44 **табл. 6**).

Аналізуючи зміст граф 37–44, вважатимемо неприйнятними результати I та IV ітерації МРП, адже в першому випадку було отримано лінійні НВК, а в другому — НВК найгіршого рангу дорівнює 0 при прийнятій точності обчислень. Віддаємо перевагу результатам III ітерації, оскільки вони більш нелінійні в порівнянні з результатами II ітерації, тобто здійснюють більшу диференціацію досліджуваних ХРІП ОЕ за значущістю.

Результати III ітерації МРП для більш зручного користування було виокремлено в **табл. 7** та ілюстровано номограмою на **рис. 3**.

ПОБУДОВА α -ГСП НА МНОЖИНІ РИС ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ОБ’ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ

Отже, застосовуючи визначені НВК ХРІП ОЕ, переформатуємо ІСП випробуваних фахівців з **табл. 4** до виду, представленого в **табл. 8**.

Переформатування полягає в тому, що замість рангів у ІСП їм у відповідність ставиться відповідний НВК з **табл. 7**.

Застосовуючи ту саму стратегію підсумовування рангів, знаходимо в рядках **табл. 8** суму НВК кожного РІП_i (графа 32) і на їх підставі — відповідні ранги кожної риси в новій α -ГСП ($ГСП_\alpha$), що відображено у графі 33 **табл. 8**.

Зрозуміло, що чим більша сума НВК, тим більш значущою є досліджувана ХРІП ОЕ.

Отримана в наведений спосіб α -ГСП “базової” підгрупи m_c має такий формальний вид:

$$\begin{aligned}
 & РІП_{15}^{\alpha} > РІП_5^{\alpha} > РІП_4^{\alpha} > РІП_{17}^{\alpha} > РІП_3^{\alpha} \\
 & > РІП_{18}^{\alpha} > РІП_8^{\alpha} > РІП_2^{\alpha} > РІП_{11}^{\alpha} > РІП_7^{\alpha} \\
 & > РІП_{10}^{\alpha} > РІП_{13}^{\alpha} > РІП_6^{\alpha} > РІП_{14}^{\alpha} \\
 & > РІП_{16}^{\alpha} > РІП_1^{\alpha} > РІП_{12}^{\alpha} > РІП_9^{\alpha},
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

де $\frac{\alpha}{m_c}$ — позначка переваги однієї РІП ОЕ перед іншою у α -ГСП підгрупи m_c ($ГСП_{m_c}^{\alpha}$).

Доповнюючи **табл. 5** результатами оцінки збігу $ГСП_{m_c}^{\alpha}$ з $ГСП_{m_c}$, $ГСП_{m_c}^S$, $ГСП_{m_c}^{MK}$ отримуємо таке (**табл. 9**).

Таблиця 6

Матриця суміжності рангів характерних рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи та результати її вирішення методом розстановки пріоритетів (фрагмент)

r_k	I ітерація		II ітерація		III ітерація		IV ітерація				
	Σ	α	Σ	α	Σ	α	Σ	α			
1	2	3	4	5	6	7	8	...	16	17.5	18
1	1	2	2	2	2	2	2	...	2	2	2
1.5	0	1	2	2	2	2	2	...	2	2	2
2	0	0	1	2	2	2	2	...	2	2	2
2.5	0	0	0	1	2	2	2	...	2	2	2
3	0	0	0	0	1	2	2	...	2	2	2
3.5	0	0	0	0	0	1	2	...	2	2	2
4	0	0	0	0	0	0	1	...	2	2	2
4.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
5.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
6	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
6.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
7	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
7.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
8	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
8.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
9	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
9.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
10	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
10.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
11	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
11.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
12	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
12.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
13	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
13.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
14	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
14.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
15	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
15.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
16	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
16.5	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
17	0	0	0	0	0	0	0	...	2	2	2
17.5	0	0	0	0	0	0	0	...	1	2	2
18	0	0	0	0	0	0	0	...	0	1	2
											Σ
											-1225
											1.000000
											28595
											1.000000
											501043
											1.000000
											7032029
											1.000000

Таблиця 7

Нормовані вагові коефіцієнти рангів, отримані на III ітерації методу розстановки пріоритетів

r_k	a_k	r_k	a_k
1	2	3	4
1	0.10939	10	0.012009
1.5	0.100157	10.5	0.009961
2	0.091459	11	0.008161
2.5	0.08328	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	0.04421	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	0.01432		

З табл. 9 зрозуміло, що побудована $ГСП_{m_c}^\alpha$ має надзвичайно високий збіг як з базовою $ГСП_{m_c}$, так і з її оптимізаційними версіями, а саме $ГСП_{m_c}^S$ та $ГСП_{m_c}^{MK}$. Це підтверджує правильність вибору саме нелінійних НВК для більш поглибленого дослідження ГСП. Про це свідчить й найбільший збіг $ГСП_{m_c}^\alpha$ з базовою $ГСП_{m_c}$ в порівнянні з іншими її оптимізаційними версіями:

$$R_S ГСП_{m_c}^\alpha, ГСП_{m_c} = R_{S max} = 0.9979. \quad (6)$$

Однак α -технологію було нами застосовано на кінцевому етапі досліджень ставлення фахівців до ХРІП ОЕ, тобто після реалізації багатокрокового алгоритму і технології виявлення та відсіювання маргінальних думок та усунення “систематичної похибки того, хто вижив”, хоча має безпосередній інтерес застосування зазначеної технології на всіх етапах відповідних досліджень. Нелінійність отриманих НВК ХРІП ОЕ дає змогу здійснити більш “тонке” вимірювання ГСП. Причому, безумовно, мають бути відповідним чином переформатовані і СІК УГД, і зазначений багатокроковий алгоритм.

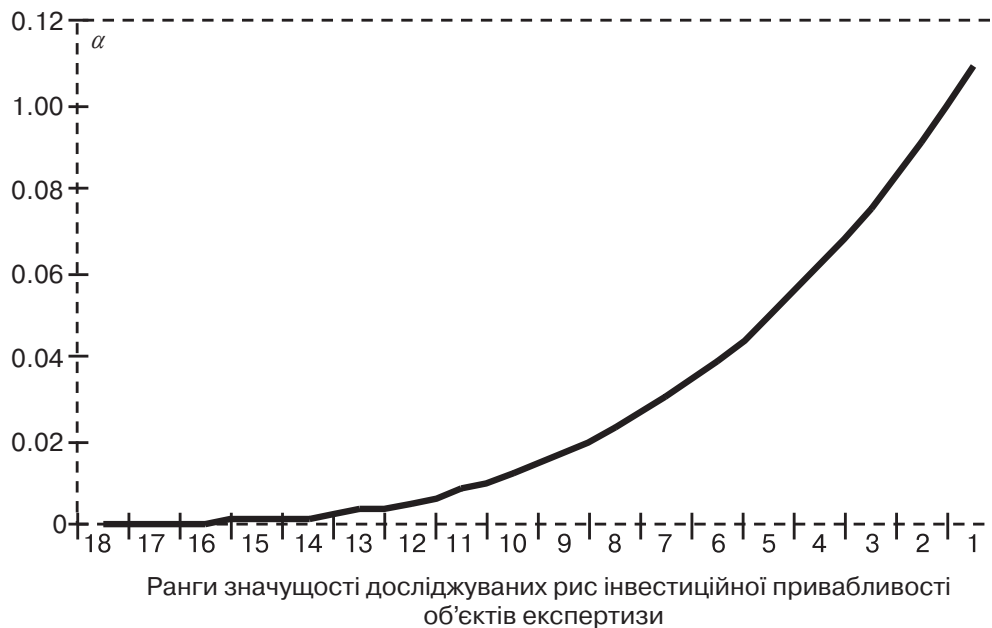


Рис. 3. Номограма відповідності рангової і кількісної значущості рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи

Таблиця 8

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

РІІІ _i	Нормовані вагові коефіцієнти рангів рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи в індивідуальних системах переваг фахівця E _j																		Σ	r_{ij}
	E ₅	E ₈	E ₉	E ₁₄	E ₂₂	E ₂₅	E ₂₆	E ₂₉	E ₃₀	E ₃₁	...	E ₈₂	E ₈₃							
1	0.030387	0.02303	0.016911	0.012009	0.006592	0.005239	0.005239	0.005239	0.004085	11	...	30	31	32	33					
РІП ₁	0.030387	0.02303	0.016911	0.012009	0.006592	0.005239	0.005239	0.005239	0.004085	0.004085	...	0.000002	0.000002	0.129646	16					
РІП ₂	0.000752	0.006592	0.016911	0.02303	0.026519	0.061697	0.030387	0.030387	0.039216	0.039216	...	0.030387	0.008161	0.544714	8					
РІП ₃	0.049611	0.049611	0.091459	0.049611	0.039216	0.039216	0.061697	0.061697	0.01432	0.01432	...	0.049611	0.091459	1.602558	5					
РІП ₄	0.091459	0.08328	0.091459	0.049611	0.049611	0.039216	0.061697	0.061697	0.075604	0.075604	...	0.091459	0.091459	2.226615	3					
РІП ₅	0.061697	0.08328	0.091459	0.049611	0.100157	0.039216	0.061697	0.061697	0.091459	0.091459	...	0.068415	0.091459	2.261784	2					
РІП ₆	0.005239	0.000257	0.000002	0.006592	0.000049	0.003116	0.000002	0.000002	0.000752	0.000752	...	0.000049	0.002313	0.169624	13					
РІП ₇	0.003116	0.006592	0.016911	0.006592	0.000257	0.012009	0.016911	0.016911	0.030387	0.030387	...	0.003116	0.002313	0.400707	10					
РІП ₈	0.016911	0.01432	0.003116	0.016911	0.001663	0.091459	0.008161	0.008161	0.049611	0.049611	...	0.000257	0.016911	0.682619	7					
РІП ₉	0.001663	0.000049	0.000257	0.000049	0.000002	0.000257	0.000049	0.000049	0.000049	0.000049	...	0.005239	0.000257	0.020571	18					
РІП ₁₀	0.009961	0.003116	0.006592	0.000257	0.003116	0.012009	0.016911	0.016911	0.04085	0.04085	...	0.02303	0.026519	0.342389	11					
РІП ₁₁	0.02303	0.01432	0.006592	0.000752	0.026519	0.012009	0.016911	0.016911	0.01432	0.01432	...	0.012009	0.026519	0.499121	9					
РІП ₁₂	0.000126	0.000002	0.001663	0.000002	0.01432	0.000257	0.000257	0.000257	0.000257	0.000257	...	0.000752	0.000752	0.065107	17					
РІП ₁₃	0.009961	0.000752	0.030387	0.030387	0.01432	0.000002	0.002313	0.002313	0.008161	0.008161	...	0.001663	0.005239	0.252032	12					
РІП ₁₄	0.000126	0.001663	0.000049	0.003116	0.006592	0.000257	0.002313	0.002313	0.001663	0.001663	...	0.016911	0.012009	0.15794	14					
РІП ₁₅	0.10939	0.034614	0.049611	0.10939	0.075604	0.10939	0.10939	0.10939	0.10939	0.10939	...	0.10939	0.061697	2.873089	1					
РІП ₁₆	0.000002	0.034614	0.000752	0.001663	0.000752	0.001663	0.000752	0.000752	0.000002	0.000002	...	0.008161	0.000049	0.14662	15					
РІП ₁₇	0.075604	0.08328	0.061697	0.075604	0.100157	0.075604	0.091459	0.091459	0.061697	0.061697	...	0.068415	0.049611	2.056325	4					
РІП ₁₈	0.039216	0.08328	0.039216	0.091459	0.061697	0.02303	0.039216	0.039216	0.02303	0.02303	...	0.039216	0.039216	1.381438	6					

Таблиця 9

Результати порівняння групової системи переваг підгрупи m_C та її оптимізованих версій

$ГСП_{m_k}$	$ГСП_{m_C}$	$ГСП_{m_C}^S$	$ГСП_{m_C}^{MK}$	$ГСП_{m_C}^\alpha$
1	2	3	4	5
$ГСП_{m_C}$		0.9561	0.9876	0.9719
$ГСП_{m_C}^S$			0.9696	0.9629
$ГСП_{m_C}^{MK}$				0.9786
$ГСП_{m_C}^\alpha$				

Примітка: мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена дорівнює величині $R_S \min \geq 0.5897$.

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи отримані та представлені в цій публікації нові наукові результати з розвитку експертних технологій побудови та аналізу СП, звернемо увагу на такі важливі з-поміж них (не ранжируючи та не прив'язуючись до архітектоники представлення матеріалу).

1. Професійну діяльність експертів пропонується розглядати як безперервний ланцюг рішень. Визначено складники впливу ЛЧ на ці рішення (основні доміанти ПР, рівні домагань, нечіткі оцінки СІП, небезпечні стратегії ПР, СП), що водночас ілюструють ставлення фахівця до ПХ ОЕ.

2. Серед складників вищезазначеного впливу виокремлено СП фахівців на ПХ (РІП) ОЕ та визначено спектр позитивів від застосування ІСП та ГСП в експертній діяльності.

3. З огляду на властивості для людини НМ, визначено, що рангові оцінки досліджуваних альтернатив, зокрема РІП ОЕ, з одного боку, “загрубують” виміри значущості зазначених рис, оскільки є лінійними, тому можуть навіть спровокувати виникнення похибок I–II роду, а з іншого — обмежують можливості математичних перетворень цих рангів.

4. Визначено, що більш “тонкий” і нелінійний вимір значущості ХРІП ОЕ в унікальній за своїми кваліметричними особливостями абсолютній шкалі забезпечують НВК рис. Це важливо, оскільки їх застосування віднесено до одного з методів побудови СП.

5. Виходячи з того, що спектр досліджуваних ХРІП ОЕ досягає $n = 18$ найменувань, а перелік їх можливих рангів, включаючи “пов’язані”, у ІСП та ГСП очевидний, за допомогою МРП встановлено відповідність цих рангів і НВК.

6. Реалізуючи технологію виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”, з вихідної вибірки $m = 90$ фахівців, залучених до випробування, було виокремлено чотири підгрупи з УГД, що задовольняють спектру встановлених СІК на надзвичайно високому рівні значущості $\alpha = 1\%$. Обґрунтовано, що одну з цих підгруп, чисельністю $m_C = 30$ осіб, варто вважати базовою. Тому її було оптимізовано за допомогою ККПР Севиджа та МК.

7. Отримані НВК можливих рангів досліджуваних ХРІП ОЕ застосовано для переформатування ІСП членів підгрупи m_C та побудови відповідної $ГСП_{m_C}^\alpha$. Встановлено, що ця ГСП в порівнянні з оптимізаційними версіями $ГСП_{m_C}^S$ та $ГСП_{m_C}^{MK}$ має максимальний збіг із базовою $ГСП_{m_C}$: $R_S ГСП_{m_C}^\alpha, ГСП_{m_C} = R_S \max = 0.9979$, що вказує на ефективність застосованої α -технології побудови ГСП.

8. Подальші дослідження з розвитку α -технологій експертних процедур варто проводити в таких напрямках:

- застосування диференціального методу визначення частини сумарної цінності порівнюваних альтернатив;
- уточнення СІК УГД з урахуванням застосування НВК;
- уточнення алгоритму та технології виявлення та відсіювання маргінальних думок, також усунення “систематичної похибки того, хто вижив” тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грабовецький Б. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія / Б. Грабовецький. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 171 с.
2. 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 (364).
3. Експертні методи в автоматизованих системах керування: Формування та напрями використання експертних знань: навч. посіб. / уклад.: Л. Д. Ярошук. — 2-ге вид., допов. — Київ : КП ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 43 с.
4. Системно-інформаційна методологія проактивної кваліметрії впливу людського чинника на прийняття рішень в аеронавігаційних системах: монографія / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, В. Д. Пархоменко, В. О. Липчанський; за наук. ред. О. М. Реви. — Київ : УкрІНТЕІ, 2019. — 166 с.
5. Air Traffic Controllers’ Attitude to the Mistakes Hazards during Their Professional Experience / O. Reva, A. Nevyntsyn, S. Borsuk, V. Shulgin and V. Kamyshyn // Safety and Risk Assessment of

- Civil Aircraft during Operation, Longbiao Li, IntechOpen. — 2020. — P. 113–127. — <https://doi.org/10.5772/intechopen.91937>.
6. Рева О. М. Системні основи кваліметрії впливу людського чинника на прийняття рішень у судноводінні / О. М. Рева, А. П. Бень, В. Г. Ляшенко // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT — 2019) : зб. матеріалів XI Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 28–30 трав. 2019 р.). — Херсон : ХДМА, 2019. — С. 69–72.
 7. 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. — Харків : Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "ХАІ", 2021. — № 4. — С. 112–121. — <https://doi.org/10.32620/aktt.2021.4sup2.15>.
 8. 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.
 9. Основи соціальної психології: підруч. для закл. вищ. освіти / П. П. Горностай, П. І. Бублик, М. О. Литвин, М. М. Слюсаревський, В. О. Татенко, Т. М. Титаренко, Н. В. Хазратова ; М. М. Слюсаревського. — Київ : Талком, 2018. — 578 с.
 10. Майерс Д. Социальная психология / Д. Майерс; пер. з англ. — СПб. : Питер, 2019. — 793 с.
 11. Кемени Дж. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения / Дж. Кемени, Дж. Снелл ; пер. с англ. — М. : Советское радио, 1972. — 192 с.
 12. Bury H. Application of Kemeny's median for group decision support / H. Bury, D. Wagner // Applied Decision Support with Soft Computing. Series: Studies in Fuzziness and Soft Computing. Vol. 124. — Springer, Berlin, Heidelberg, 2003. — P. 235–262. — https://doi.org/10.1007/978-3-540-37008-6_10.
 13. Granger C. W. J. Improved methods of combining forecasts / C. W. J. Granger & R. Ramanathan // Journal of Forecasting. — 1984. — Vol. 3. — P. 197–204. — <https://doi.org/10.1002/for.3980030207>.
 14. Davenport A. A computational study of the Kemeny Rule for preference aggregation proceeding / A. Davenport, J. Kalagnanam // AAAI'04 Proc. of the 19th National Conference on Artificial Intelligence. — San Jose, California, 2004. — P. 697–702.
 15. Камишин В. В. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу: монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. — Київ : Інформаційні системи, 2012. — 270 с.
 16. Камишин В. В. Процедура побудови медіани Кемени як остаточної групової системи переваг / В. В. Камишин // Наукоємні технології. — 2013. — Т. 19. — № 3. — С. 273–279.
 17. Бухарин С. Н. Выбор результирующего ранжирования в процессе научно-технической экспертизы инновационных проектов / С. Н. Бухарин, Н. А. Дивуева, Е. А. Марышев // Инноватика и экспертиза. — 2014. — Вып. 1. — С. 114–120.
 18. Каратанов А. В. Информационные технологии экспертного оценивания проектных решений при формировании единого информационного пространства / А. В. Каратанов, Е. А. Дружинин // Моделирование в экономике та управління проектами : зб. наук. пр. Харківського університету Повітряних Сил. — 2014. — Вып. 3. — С. 155–160.
 19. Болтенков В. А. Анализ медианных методов консенсусного агрегирования ранговых предпочтений / В. А. Болтенков, В. И. Куваева, А. В. Позняк // Информатика та математичні методи в моделюванні. — 2017. — Т. 7. — № 4. — С. 307–317.
 20. Апробація медіани Кемени для непараметричної оптимізації групової системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок / О. М. Рева, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін, В. В. Камишин // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT — 2020) : зб. матеріалів XII Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 27–29 трав. 2020 р.). — Херсон : ХДМА, 2020. — С. 18–21.
 21. 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. — <http://doi.org/10.35668/978-966-479-120-2>.
 22. Системний аналіз: медіана Кемени як оптимізаційна модель групової системи переваг авіадиспетчерів на небезпеках характерних помилок / О. М. Рева, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, А. М. Невиніцин // Наука, технології, інновації. — 2020. — № 3. — С. 55–64. — <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2020-3-06>.
 23. Методи вдосконалення групових систем переваг / О. М. Рева, С. В. Яроцький, С. В. Засанська, В. В. Камишин // XXVI Міжнародний конгрес двигунобудівників: тези допов. (Лазурне, 6–11 верес. 2021 р.). — Харків : Нац. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2021. — С. 83–84.
 24. Встановлення "еталонної" системи переваг авіадиспетчерів на спектрі характерних помилок / О. М. Рева, С. П. Борсук, С. О. Завгородній, Л. А. Сагановська, С. В. Засанська, Ш. Ш. Насіров // Проблеми сталого розвитку морського транспорту PSDMI-21 : тези допов. Першої Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 3–5 листоп. 2021 р.). — Херсон : ХДМА, 2021. — С. 75–80.
 25. Подиновский В. В. Оптимизация по последовательно применяемым критериям / В. В. Подиновский, В. М. Гаврилов. — М. : Сов. радио, 1975. — 192 с.
 26. 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.
 27. 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 допов. — Київ : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. — 336 с.
 28. Малярець Л. М. Вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі методів багатокритеріальної оптимізації / Л. М. Малярець, О. В. Міненко // Проблеми економіки. — 2017. — № 1. — С. 421–427.
 29. Марко М. Я. Використання методу послідовного введення обмежень для розв'язання однієї двокритеріальної задачі планування виробництва / М. Я. Марко, Г. Г. Цегелик, Н. В. Грипинська // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. — 2017. — № 1. — С. 95–99.
 30. Файзільберг Л. С. Теорія прийняття рішень: підручник / Л. С. Файзільберг, О. А. Жуковська, В. С. Якимчук. — Київ : Освіта України, 2018. — 246 с.
 31. 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. — [https://doi.org/10.32405/2309-3935-2022-3\(86\)-20-27](https://doi.org/10.32405/2309-3935-2022-3(86)-20-27).
32. 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.
 33. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: Теория, синтез, эффективность / В. А. Тарасов, Б. М. Герасимов, И. А. Левин, В. А. Корнейчук. — Київ : МАКИС, 2007. — 336 с.
 34. Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание: методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. — Киев : ДУКТ, 2007. — 362 с.
 35. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. — М. : Статистика, 1980. — 263 с.
 36. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование. Экспертные оценки: учебник в 3-х ч. / А. И. Орлов. — Ч. 2: Экспертные оценки. — М. : Изд-во МТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — 486 с.
 37. Кількісні методи експертного оцінювання: наук.-метод. розробка / уклад.: В. П. Новосад, Р. Г. Селіверстов, І. І. Артим. — Київ : НАДУ, 2009. — 36 с.
 38. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий : [перекл. с англ.] / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 314 с.
 39. Крымский С. Б. Научное знание и его трансформация / С. Б. Крымский. — Киев : Наукова думка, 1974. — 207 с.
 40. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. — М. : Прогресс, 1986. — 426 с.
 41. Добронравова І. С. Синергетика: становлення нелінійного мислення / І. С. Добронравова. — Київ : Либідь, 1990. — 152 с.
 42. Хакен Г. Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности / Г. Хакен. — М. : ПЕР СЭ, 2001. — 353 с.
 43. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве / сост. и отв. редактор В. А. Копчик. — М. : Прогресс, 2002. — 495 с.
 44. Кремень В. Г. Синергетика в освіті: контекст людиноцентризму / В. Г. Кремень, В. В. Ільїн. — Київ : Пед. думка, 2012. — 368 с.
 45. Наумкіна О. А. Нелінійне мислення в сучасному швидкоплинному світі / О. А. Наумкіна // Філософія науки: традиції та інновації. — 2015. — № 2 (12). — С. 13–18.
 46. Методи і моделі кваліметрії синергетичного ефекту у дидактиці: монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, С. В. Радецька, А. В. Малиновська, Є. А. Бурдельна, Л. М. Липчанська. — Київ : ІОД НАПН України, 2019. — 235 с.
 47. Азгальдов Г. Г. Кваліметрія для всіх: учеб. пособ. / Г. Г. Азгальдов, А. В. Костин, В. В. Садовов. — М. : ИнформЗнание, 2012. — 165 с.
 48. Нісфоян С. С. Розвиток методу аналізу ієрархій як механізму вибору інвестиційного проекту на підприємстві / С. С. Нісфоян, Н. П. Сисолина, Г. В. Савеленко // Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки. — 2020. — Вип. 5 (38). — С. 228–237. JEL Classification: O22, O14, C02. — [https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.5\(38\).228-237](https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.5(38).228-237).
 49. Оптимізаційні методи та моделі в підприємницькій діяльності: навч. посіб. / Л. О. Волонтир, Н. А. Потапова, І. М. Ушкаленко, І. А. Чіков. — Вінниця : ВНАУ, 2020 — 404 с.
 50. Вартанян В. М. Застосування методу аналізу ієрархій для побудови стратегії управління знаннями високотехнологічних проектів / В. М. Вартанян, Д. О. Штейнбрехер // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. — 2019. — № 2 (90). — С. 118–126. — <http://doi.org/10.32620/reks.2019.2.11>.
 51. 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](https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(28)-70-78).
 52. 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>.
 53. Насіров Ш. Ш. Багатокрокова процедура виявлення статистично-узгодженої системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок їх діяльності / Ш. Ш. Насіров // Комунальне господарство міст. — 2012. — Вип. 105. — С. 461–475. (Серія “Технічні науки і архітектура”).
 54. Багатокрокова процедура прийняття рішень щодо узгодженості групових систем переваг авіадиспетчерів / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, С. В. Радецька // Технічне регулювання, метрологія, інформаційні та транспортні технології: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 14–15 листоп. 2019 р.). — Одеса : ОДАТРЯ, 2019. — С. 147–152.
 55. Рева О. М. Технологія усунення статистичної похибки “того, хто вижив”, визначенні 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 I Міжнар. наук.-практ. конф. (Лазурне, 8–11 верес. 2021 р.). — Херсон : Морський інститут імені контр-адмірала Ф. Ф. Ушакова, 2021. — С. 112–116.
 56. Перегудов Ф. И. Введение в системный анализ: учеб. пособ. / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. — М. : Высшая школа, 1989. — 367 с.
 57. Анфилатов В. С. Системный анализ в управлении: учеб. пособ. / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин. — М. : Финансы и статистика, 2002. — 368 с.
 58. Гурочкіна В. В. Емерджентність — феномен складних економічних систем / В. В. Гурочкіна // Вісник Хмельницького національного університету. — 2019. — № 6. — Т. 1. — С. 60–68. — <http://doi.org/10.31891/2307-5740-2019-276-6-63-71>.
 59. 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/10.35668/2520-6524-2021-1-01>.
 60. 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.
 61. 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 при-

інняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту — ISDMCI'2021 : матеріали Міжнар. наук. конф. (Залізний Порт, 24–28 трав. 2021 р.). — Херсон : ФОР Вишемирський В. С., 2021. — С. 63–64.

62. Qualitative Indexes of Air Traffic Controllers Attitude Toward Mistakes Hazard / O. Reva, V. Kamyshyn, S. Borsuk, V. Shulgin & A. Nevynitsyn // *Advances in Human Factors and Ergonomics 2021: 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences (AHFE 2021)*, (July, 25–29, Florida), USA. — Springer, 2021. — P. 618–624.
63. Блюмберг В. А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блюмберг, В. Ф. Глуценко. — Л. : Лениздат, 1982. — 160 с.

REFERENCES

- Hrabovetskyi, B. (2010). Metody ekspertnykh ot-sinok: teoriia, metodolohiia, napriamky vykorys-tannia [Methods of expert evaluations: theory, methodology, directions of use]. *Vynnytsia*, 171 p. [in Ukr.].
- Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yar-otskyi, S. V. (2021). Obgruntuvannia napriamiv vdoskonalennia ekspertnykh tekhnolohii v doslidz-henniakh liudskoho chynnyka [Justification of di-rections for improvement of expert technologies in human factor research]. *Suchasni informatsiini ta innovatsiini tekhnolohii na transporti (MINNT — 2021)* [Modern information and innovative tech-nologies in transport (MINNT — 2021)]. Kherson, P. 49–54. [in Ukr.].
- Yaroshchuk, L. D. (Comp.). (2022). Ekspertni me-tody 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.].
- Reva, O. M., Borsuk, S. P., Kamyshyn, V. V., Shul-hin, V. A., Parkhomenko, V. D., & Lypchanskyi, V. O. (2019). Systemno-informatsiina metodolohiia proaktyvnoi kvalimetrii vplyvu liudskoho chynnyka na pryiniattia rishen v aeronavhatsiinykh systemakh [System-informational methodology of proactive qualitative measurement of the influence of the human factor on decision-making in air navigation systems]. Kyiv, 166 p. [in Ukr.].
- Reva, O., Nevynitsyn, A., Borsuk, S., Valerii Shulgin, V., & Kamyshyn, V. (2020). Air Traffic Controllers' Attitude to the Mistakes Hazards during Their Pro-fessional Experience. Safety and Risk Assessment of Civil Aircraft during Operation, Longbiao Li, In-techOpen, P. 113–127. <http://doi.org/10.5772/intechopen.91937>.
- Reva, O. M., Ben, A. P., & Liashenko, V. H. (2019). Systemni osnovy kvalimetrii vplyvu liudskoho chynnyka na pryiniattia rishen u sudnovodinni [Systemic bases of qualitative measurement of human factor influence on decision-making in ship-driving]. *Suchasni informatsiini ta innovatsiini tekhnolohii na transporti (MINNT — 2019)* [Modern information and innovative technologies in transport (MINNT — 2019)]. Kherson, P. 69–72. [in Ukr.].
- Iarotskyi, S. V. (2021). Pilotna otsinka stavlennia ekspertiv do znachushchosti kharakternykh rys innovatsiinoi pryvablyvosti obektiv intelektualnoi vlasnosti [Pilot assessment of the attitude of ex-perts to the significance of the characteristic fea-tures of the innovative attractiveness of intellectual property objects]. *Aviatsiino-kosmichna tekhnika ta tekhnolohiia* [Aerospace engineering and tech-nology]. 4, 112–121. <http://doi.org/10.32620/akt.2021.4sup2.15> [in Ukr.].
- Kozeleckij, Yu.; Biryukov B. V. (Eds.) (1979). Psiho-logicheskaya teoriya reshenij [Psychological theory of decisions]. Moscow, 504 p. [in Russ.].
- Hornostai, P. P., Bublyk, P. I., Lytvyn, M. O., Sliu-sarevskyi, M. M., Tatenko, V. O., Tytarenko, T. M., & Khazratova, N. V.; Sliusarevskyi, M. M. (Ed.). (2018). Osnovy sotsialnoi psykholohii [Basics of social psychology]. Kyiv, 578 p. [in Ukr.].
- Majers, D. (2019). Social'naya psihologiya [Social psychology]. St. Petersburg, 793 p. [in Russ.].
- Kemeni, Dzh., & Snell, Dzh. (1972). Kibernetich-eskoe modelirovanie: Nekotorye prilozheniya [Cy-bernetetic modeling: Some applications]. Moscow, 192 p. [in Russ.].
- Bury, H., & Wagner, D. (2003). Application of Ke-meny's median for group decision support. *Ap-plied Decision Support with Soft Computing. Series: Studies in Fuzziness and Soft Computing*. Vol. 124. Springer, Berlin, Heidelberg, P. 235–262. https://doi.org/10.1007/978-3-540-37008-6_10.
- Granger, C. W. J., & Ramanathan, R. (1984). Im-proved methods of combining forecasts *Journal of Forecasting*. 3, 197–204. <https://doi.org/10.1002/for.3980030207>.
- Davenport, A., & Kalaganam, J. (2004). A com-putational study of the Kemeny Rule for preference aggregation proceeding. *AAAI'04 Proc. of the 19th National Conference on Artificial Intelligence*. San Jose, California, P. 697–702.
- Kamyshyn, V. V., & Reva, O. M. (2012). Metody sys-temnoho analizu u kvalimetrii navchalno-vykhovno-ho protsesu [Methods of system analysis in the quality measurement of the educational process]. Kyiv, 270 p. [in Ukr.].
- Kamyshyn, V. V. (2013). Protsedura pobudovy me-diany Kemeni yak ostatochnoi hrupovoi systemy perevah [The procedure for constructing the Ke-meny median as a final group preference system]. *Naukoiemni tekhnolohii* [Scientific technologies]. 19 (3), 273–279. [in Ukr.].
- Buharin, S. N., Divueva, N. A., & Maryshev, E. A. (2014). Vybory rezul'tiruyushchego ranzhirovaniya v processe nauchno-tekhnicheskoy ekspertizy in-novatsionnykh proektov [The choice of the resulting ranking in the process of scientific and technical expertise of innovative projects]. *Innovatika i ek-spertiza* [Innovation and expertise]. 1, 114–120. [in Russ.].
- Karatanov, A. V., & Druzhynyn, E. A. (2014). Infor-macionnye tekhnologii ekspertnogo ocenivaniya proektnykh reshenij pri formirovanii edinogo infor-macionnogo prostranstva [Information technolo-gies for expert evaluation of design solutions in the formation of a single information space]. *Modeliu-vannia v ekonomitsi ta upravlinnia proektamy* [Mod-eling in economics and project management]. 3, 155–160. [in Russ.].
- Boltenkov, V. A., Kuvaeva, V. I., & Poznyak, A. V. (2017). Analiz mediannykh metodov konsensusnogo agregirovaniya rangovykh predpochtenij [Analysis of Median Methods for Consensus Aggregation of Rank Preferences]. *Informatyka ta matematychni metody v modeliuванні* [Informatics and mathematical meth-ods in modeling]. 7 (4), 307–317. [in Russ.].
- Reva, O. M., Nevynitsyn, A. M., Shulhin, V. A., & Kamyshyn, V. V. (2020). Aprobatsiia mediany Ke-meni dlia neparametrychnoi optymizatsii hrupovoi systemy perevah aviadiyspetcheriv na mnozhyni

- kharakternykh pomylok [Approbation of the Kemeny median for non-parametric optimization of the group system of preferences of air traffic controllers on a set of characteristic errors]. *Suchasni informatsiini ta innovatsiini tekhnologii na transporti (MINNT – 2020)* [Modern information and innovative technologies in transport (MINNT – 2020)]. Kherson, P. 18–21. [in Ukr.].
21. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Borsuk, S. P., Nevyntsyn, A. M., & Shulhin, V. A. (2020). Liudskiy chynnyk: Metodolohiia proaktyvnoi kvalymetrii zahroz pomylok aviadyspetcheriv [Human factor: Methodology of proactive risk assessment of air traffic controllers error threats]. Kyiv. 126 p. <http://doi.org/10.35668/978-966-479-120-2> [in Ukr.].
 22. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Shulhin, V. A., & Nevyntsyn, A. M. (2020). Systemnyi analiz: mediana Kemeni yak optymizatsiina model hrupovoi systemy perevah aviadyspetcheriv na nebezpekakh kharakternykh pomylok [System analysis: the Kemeny median as an optimization model of the group system of air traffic controllers' preferences on the dangers of characteristic errors]. *Nauka, tekhnologii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. 3, 55–64. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2020-3-06> [in Ukr.].
 23. Reva, O. M., Yarotskyi, S. V., Zasanska, S. V., & Kamyshyn, V. V. (2021). Metody vdoskonalennia hrupovykh system [Methods of improving group systems]. *XXVI Mizhnar. konhres dvyhunobudivnykiv* [XXVI Mizhnar. congress of engine builders]. Kharkiv, P. 83–84. [in Ukr.].
 24. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zavhorodnii, S. O., Sahanovska, L. A., Zasanska, S. V., & Nasirov, Sh. Sh. (2021). Vstanovlennia "etalonnoi" systemy perevah aviadyspetcheriv na spektri kharakternykh pomylok [Establishing a "reference" system of preferences of air traffic controllers on the spectrum of characteristic mistakes]. *Problemy staloho rozvytku morskoho transportu PSDMI-21* [Problems of sustainable development of maritime transport PSDMI-21]. Kherson, P. 75–80. [in Ukr.].
 25. Podinovskiy, V. V., & Gavrilov, V. M. (1975). Optimizatsiya po posledovatel'no primenyaemym kriteriyam [Optimization according to consistently applied criteria]. Moscow, 192 p. [in Russ.].
 26. Utkin, V. F. & Kryuchkov, Yu. V. (Eds.) (1988). Nadezhnost' i effektivnost' v tekhnike : [Reliability and efficiency in engineering The efficiency of technical systems]. Moscow, Vol. 3, 328 p. [in Russ.].
 27. Voloshyn, O. F., & Mashchenko, S. O. (2010). Modeli ta metody pryiniattia rishen [Decision-making models and methods]. Kyiv, 336 p. [in Ukr.].
 28. Maliarets, L. M., & Minienkova, O. V. (2017). Vy-rishennia problem bahatokryterialnosti v otsintsi diialnosti pidpryyemstva na osnovi metodiv bahatokryterialnoi optymizatsii [Solving the problems of multicriteria in the assessment of enterprise activity based on multicriteria optimization methods]. *Problemy ekonomiky* [Problems of the economy]. 1, 421–427. [in Ukr.].
 29. Marko, M. Ya., Tsehelyk, H. H., & Hrypynska, N. V. (2017). Vykorystannia metodu poslidoynoho vvedennia obmezhen dlia rozviazannia odniiei dvokryterialnoi zadachi planuvannia vyrobnytstva [Using the method of sequential introduction of constraints to solve one two-criterion problem of production planning]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky* [Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Economic sciences]. 1, 95–99. [in Ukr.].
 30. Faizilberh, L. S., Zhukovska, O. A., & Yakymchuk, V. S. (2018). Teoriia pryiniattia rishen [Decision-making theory]. Kyiv, 246 p. [in Ukr.].
 31. 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). P. 20–27. [in Ukr.]. [https://doi.org/10.32405/2309-3935-2022-3\(86\)-20-27](https://doi.org/10.32405/2309-3935-2022-3(86)-20-27).
 32. Borisov, A. N., Alekseev, A. V., Vilyums, E. R., Slyadzh', N. N., & Fomin, S. A. (1997). Intellectualnye sistemy prinyatiya proektnykh reshenij [Intelligent systems for making design decisions]. Riga, 317 p. [in Russ.].
 33. Tarasov, V. A., Gerasimov, B. M., Levin, I. A., & Kornejchuk, V. A. (2007). Intellectual'nye sistemy podderzhki prinyatiya reshenij: Teoriya, sintez, effektivnost' [Intelligent Decision Support Systems: Theory, Synthesis, Efficiency]. Kyiv, 336 p. [in Russ.].
 34. Samohvalov, Yu. Ya., & Naumenko, E. M. (2007). Ekspertnoe ocenivanie: Metodicheskij aspekt [Expert assessment: methodological aspect]. Kyiv, 362 p. [in Russ.].
 35. Beshelev, S. D., & Gurvich, F. G. (1980). Matematiko-statisticheskie metody ekspertnykh ocenok [Mathematical and statistical methods of expert assessments]. Moscow, 263 p. [in Russ.].
 36. Orlov, A. I. (2011). Organizacionno-ekonomicheskoe modelirovanie. Ekspertnye ocenki [Organizational and economic modeling. Expert assessments]. P. 2. Moscow, 486 p. [in Russ.].
 37. Novosad, V. P., Seliverstov, R. G., & Artim, I. I. (Compilers) (2009). Kil'kisni metodi ekspertnogo ocinyuvannya [Quantitative methods of expert assessment]. Kyiv, 36 p. [in Ukr.].
 38. Saati, T. (1993). Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij [Hierarchy Analysis Method]. Moscow, 314 p. [in Russ.].
 39. Krymskij, S. B. (1974). Nauchnoe znanie i ego transformatsiya [Scientific knowledge and its transformation]. Kyiv, 207 p. [in Russ.].
 40. Prigozhin, I., & Stengers, I. (1986). Poryadok iz haosa: Novyj dialog cheloveka s prirodoy [Order out of chaos: A new dialogue between man and nature]. Moscow, 426 p. [in Russ.].
 41. Dobronravova, I. S. (1990). Synerhetyka: stanovlennia neliniinoho myslennia [Synergetics: the formation of non-linear thinking]. Kyiv, 152 p. [in Russ.].
 42. Haken, G. (2001). Principy raboty golovnogo mozga: Sinergeticheskij podhod k aktivnosti mozga, povedeniyu i kognitivnoj deyatel'nosti [How the Brain Works: A Synergistic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition]. Moscow, 353 p. [in Russ.].
 43. Dobronravova, I. S. (1990). Synerhetyka: stanovlennia neliniinoho myslennia [Synergetics: the formation of non-linear thinking]. Kyiv, 495 p. [in Russ.].
 44. Kremen, V. H., & Ilin, V. V. (2012). Synerhetyka v osviti: kontekst liudynotsentryzmu [Synergetics in the world: the context of people-centrism]. Kyiv, 368 p. [in Ukr.].
 45. Naumkina, O. A. (2015). Neliniine myslennia v suchasnomu shvydkoplynnomu sviti [Non-linear thought in the modern swedkoplin world]. *Filosofia*

- nauky: tradytsii ta innovatsii* [Philosophy of science: traditions and innovations]. 2 (12), 13–18. [in Ukr.].
46. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Radetska, S. V., Malynovshevska, A. V., Burdelna, Ye. A., & Lypchanska, L. M. (2019). Metody i modeli kvalimetrii synergetychnoho efektu u dydaktytsii [Methods and models of the quality measurement of the synergistic effect in didactics]. Kyiv, 235 p. [in Ukr.].
 47. Azgal'dov, G. G., Kostin, A. V., & Sadovov, V. V. (2012). Kvalimetriya dlya vsekh [Qualimetry for all]. Moscow, 165 p. [in Russ.].
 48. Nisfoian, S. S., Sysolina, N. P., & Savelenko, H. V. (2020). Rozvytok metodu analizu ierararkhii yak mekhanizmu vyboru investytsiynoho proiektu na pidpriemstvi [Development of the method of analysis of hierarchies as a mechanism for choosing an investment project at the enterprise]. *Tsentrálnoukraiynskyyi naukovyyi visnyk. Ekonomichni nauky* [Central Ukrainian scientific bulletin. Economic sciences]. 5 (38), 228–237. JEL Classification: O22, O14, C02. [https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.5\(38\).228-237](https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.5(38).228-237) [in Ukr.].
 49. Volontyr, L. O., Potapova, N. A., Ushkalenko, I. M., & Chikov, I. A. (2020). Optyimizatsiyni metody ta modeli v pidpriemnytskii diialnosti [Optimization methods and models in entrepreneurial activity]. Vinnytsia, 404 p. [in Ukr.].
 50. Vartanian, V. M., & Shteynbrekher, D. O. (2019). Zastosuvannya metodu analizu ierararkhii dlia pobudovy stratehii upravlinnia znanniamy vysokotekhnolohichnykh proektiv [Application of the method of analysis of hierarchies to build a knowledge management strategy of high-tech projects]. *Radioelektronni i kompiuterni systemy* [Radioelectronic and computer systems]. 2 (90), 118–126. <https://doi.org/10.32620/reks.2019.2.11>. [in Ukr.].
 51. Reva, O., & Kamyshyn, V. (2022). Systemno-informatsiine obgruntuvannya kryteriyiv uzgodzhenosti system perevah uchasykiv osvithno-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 (28), 70–78 (118). [https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1\(28\)-70-78](https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(28)-70-78) [in Ukr.].
 52. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Kyrychenko, K. V., Yarotskyi, S. V., & Sahanovska, L. A. (2023). Formuvannya spektru systemno-informatsiynykh kryteriiv uzgodzhenosti ekspertnykh dumok [Formation of the spectrum of system and information criteria for 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.].
 53. Nasirov, Sh. Sh. (2012). Bahatokrokovaya protsedura vyivlennia statystychno-uzgodzhenoi systemy perevah aviadyspetcheriv na mnozhyni kharakternykh pomylk yikh diialnosti [A multi-step procedure for identifying a statistically consistent system of advantages of air traffic controllers based on a set of characteristic errors of their activity]. *Komunalne hospodarstvo mist. Tekhnichni nauky i arkhitektura* [Communal management of cities. Technical sciences and architecture]. 105, 461–475. [in Ukr.].
 54. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Nevnitsyn, A. M., & Radetska, S. V. (2019). Bahatokrokovaya protsedura pryiniattia rishen shchodo uzgodzhenosti hrupovykh system perevah aviadyspetcheriv [A multi-step decision-making procedure for the consistency of group preference systems of air traffic controllers]. *Tekhnichne rehuliuвання, metrolohiia, informatsiini ta transportni tekhnolohii* [Technical regulation, metrology, information and transport technologies]. Odesa. P. 147–152. [in Ukr.].
 55. Reva, O. M., Borsuk, S. P., & Kamyshyn, V. V. (2021). Tekhnolohiia usunennia statystychnoi pokhybky “toho, khto vyzhyv”, vyznachenni u stavlenni aviadyspetcheriv do nebezpek pomylk [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.].
 56. Peregudov, F. I., & Tarasenko, F. P. (1989). Vvedenie v sistemnyy analiz [Introduction to system analysis]. Moscow, 367 p. [in Russ.].
 57. Anfilatov, V. S., Emel'yanov A. A., & Kukushkin, A. A. (2022). Sistemnyy analiz v upravlenii [System analysis in management]. Moscow, 368 p. [in Russ.].
 58. Hurochkina, V. V. (2019). Emerdzhentnist — fenomen skladnykh ekonomichnykh system [Emergence is a phenomenon of complex economic systems]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu* [Bulletin of the Khmelnytskyi National University]. 6 (1), 60–68. <http://doi.org/10.31891/2307-5740-2019-276-6-63-71> [in Ukr.].
 59. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yarotskyi, S. V. (2021). Teoretychni osnovy metodolohii intehratyvnoi otsinky stupenia investytsiynoi pryvlyvosti obektiv 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/10.35668/2520-6524-2021-1-01> [in Ukr.].
 60. Kamyshyn, V. V., Reva, O. M., Makarenko, L. M., & Medvedenko, O. M. (2012). Protsedura fazyfikatsii / defazyfikatsii baliv shkal otsiniuvannya [The procedure of fuzzification / defuzzification of scores of rating scales]. *Elektronika ta systemy upravlinnia* [Electronics and control systems]. 3, 53–62. [in Ukr.].
 61. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yarotskyi, S. V. (2021). Aprobatsiia α -metodu porivniannia system perevah (na prykladi porivniannia system perevah aviadyspetcheriv na nebezpekh kharakternykh pomylk) [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 obchysluvalnoho intelektu* [Intelligent decision-making systems and problems of computational intelligence]. Kherson, P. 63–64. [in Ukr.].
 62. Reva, O., Kamyshyn, V., Borsuk, S., Shulgin, V., & Nevnitsyn, A. (2021). Qualitative Indexes of Air Traffic Controllers Attitude Toward Mistakes Hazard. *Advances in Human Factors and Ergonomics 2021: 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences (AHFE 2021)*. Springer, P. 618–624.
 63. Blyumberg, V. A., & Glushchenko, V. F. (1982). Kakoe reshenie luchshe? Metod rasstanovki priortetov [What is the best solution? Prioritization Method]. Leningrad, 160 p. [in Russ.].

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. YAROTSKIY

L. A. SAHANOVSKA

APPLICATION OF α -TECHNOLOGY TO CLARIFY AGREED SYSTEMS OF EXPERTS' ADVANTAGES

Abstract. *It is expedient to study the professional activity of an expert as a person making a decision through the prism of the influence of the human factor. Among the relevant indicators of such influence, systems of advantages (individual and group) are identified and studied on the indicators and characteristics of objects of expertise. Under the system of advantages, we mean an ordered series of indicators and characteristics of the studied objects of expertise (in the context of our research, features of investment attractiveness, the spectrum of which covers $n = 18$ features): from more weighty, significant, attractive, etc., to less weighty. The use of indicators of the significance of these features, especially in combination with the determination of their expressiveness in a particular object, contributes, on the one hand, to the solution of the problem of obtaining an integral assessment of the degree of its investment attractiveness, which and only to which the system property of emergence is inherent, and on the other hand, — establishing “compromises” on this expressiveness. Both tasks are multi-criteria, with the first being one-step and the second being multi-step.*

A more popular method for constructing individual advantage systems is pairwise comparison and normative determination of a part of the total value of the compared alternatives. Group preference systems are usually constructed by applying group decision strategies such as summing and averaging ranks. However, the practice of constructing systems of preferences in the ordering scale is given in a certain way, measurements are “loaded”, since we are talking about a linear change in ranks. The “fineness” and non-linearity of measurements should be ensured by the normalized weight coefficients of features. The definition of these coefficients is related to one of the methods for constructing personal preference systems. measurements.

Based on the obvious compilation of ranks of 18 features of the investment attractiveness of objects of expertise, including “related”, and using the mathematical method of prioritization, the required coefficients are established. The acceptability of the results of the third iteration of the method is substantiated, since, on the one hand, in this case, the requirement for the non-linearity of these coefficients is really satisfied, and on the other hand, the proper accuracy of calculations is ensured.

$m = 90$ specialists involved in conducting various examinations at the SSI “UkrISTEI” took part in the research. The results of their tests (individual systems of advantages on the spectrum of features of the investment attractiveness of objects of expertise) were initially processed in order to identify and reject marginal thoughts, as well as eliminate “the systematic error of the survivor”. From the initial sample of subjects, four subgroups were identified, in which the coherence of group thoughts satisfies the spectrum of system-information criteria of coherence at a high level of significance $\alpha = 1\%$. The basic system of advantages is substantiated, where the ranks in the individual preference systems of its members are replaced by normalized weight coefficients. An almost absolute (significantly greater than 0,9) agreement of the obtained α -group system of advantages with the basic and its optimized versions is determined. The ways of further development of α -technology of expert research are outlined.

Keywords: *features of investment attractiveness of objects of expertise, systems of advantages, normalized weight coefficients of features, α -technologies of expert research.*

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

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

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; greystone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

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

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

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 Avenue, Kyiv, Ukraine, 03058; +38 (067) 238-31-77; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

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

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; greystone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

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

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



<http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-3-05>

УДК 061.2; 061.27; 336.5

С. В. ЗАСАНСЬКА, канд. екон. наук, доц., ст. н. с

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ЕКСПЕРТИЗИ НАУКОВИХ ПРОЄКТІВ І ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ЇХ ФІНАНСУВАННЯ

Резюме. Європа вважається одним із лідерів у галузі наукових досліджень та інновацій, тому аналіз її підходів до експертизи та фінансування може допомогти іншим країнам покращити свої практики. Вивчення особливостей експертизи та фінансування наукових проєктів є надзвичайно важливим для розвитку науково-дослідницької сфери. Стаття присвячена вивченню та аналізу особливостей експертизи, що використовується в Європі для оцінки наукових проєктів, а також механізмів прийняття рішень стосовно їх фінансування. Проаналізовано основні підходи та критерії до експертної оцінки наукових проєктів у Європі, схарактеризовано особливості їх фінансування. Досліджено найбільш успішні стратегії та механізми, що сприяють ефективному прийняттю рішень стосовно розподілу коштів між науковими проєктами. Наукова стаття має на меті збагатити знання та розуміння процесів, що пов'язані з експертизою та фінансуванням наукових досліджень, а також отримати теоретико-методологічні дані, які можуть слугувати для подальшого покращення систем управління науково-дослідними проєктами і бути використані у сфері управління науковою та науково-технічною експертизою. Результати цього дослідження можуть бути корисними для наукових організацій, університетів, урядових структур та інших зацікавлених сторін, які мають безпосередній вплив на науковий розвиток і систему наукової експертизи.

Ключові слова: експертиза наукових проєктів, фінансування наукових досліджень, інструменти фінансування, прийняття рішень, дослідницька інфраструктура, європейський науковий фонд.

ВСТУП

У науковій сфері є безліч дискусійних питань щодо принципів і швидкого прийняття ефективних рішень щодо: фінансування проєктів; бюрократичних аспектів процедури експертизи та розподілу коштів; використання найадекватніших критеріїв для експертної оцінки проєктів, зокрема міжгалузевих і мультидисциплінарних;

об'єктивності та високої якості експертизи; відкритості та прозорості експертизи; зворотного зв'язку з експертами тощо.

Європейський досвід є важливим джерелом інформації, яка допомагає зрозуміти, яким чином витрачаються кошти на наукові дослідження та які процедури експертної оцінки забезпечують прийняття рішень щодо фінансування