http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-04
УДК 001.83-057.54

О. М. РЕВА, д-р техн. наук, проф.
В. В. КАМИШИН, д-р пед. наук, с. н. с., чл.-кор. НАПН України
К. В. КИРИЧЕНКО, канд. техн. наук
С. В. ЯРОЦЬКИЙ
Л. А. САГАНОВСЬКА

ФОРМУВАННЯ СПЕКТРА СИСТЕМНО-ІНФОМАЦІЙНИХ КРИТЕРІЇВ УЗГОДЖЕНОСТІ ЕКСПЕРТНИХ ДУМОК

Резюме. *Стаття присвячена розвитку системно-інформаційної методології встановлення узгодженості експертних думок, що узагальнюються. Адже в процесі проведення будь-яких досліджень, у яких виявляється експертна інформація, може виникнути парадоксальна ситуація, коли показник узагальненої групової думки, отриманий, спираючись на "ефект групової нормалізації", реально визначений, але немає жодної індивідуальної думки, що з ним би збігалася. Причому в контексті цієї публікації йдеться про узгодженість групових систем переваг фахівців. Під системою переваг розумітимемо упорядкований ряд показників, характеристик професійної діяльності чи об'єктів експертизи: від більш до менш прийнятної (важливої, вагомої тощо). І зрозуміло, що неузгодженість думок виникає саме під час агрегації індивідуальних систем переваг у групову. Визначено, що узгодженість групових думок має перевірятися за такими напрямами: 1) по кожній окремій альтернативі, що упорядковується. Напрям доцільно реалізувати після впровадження в практику експертних досліджень α-методології та диференціального методу встановлення частини сумарної значущості порівнюваних альтернатив; 2) збігу / не збігу індивідуальних систем переваг членів групи; 3) інтегрально — за допомогою коефіцієнта конкордації Кендалла; 4) комплексно. З огляду на досвід застосування багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок, усунення "систематичної похибки того, хто вижив", а також побудови "еталонної" групової системи переваг, було сформульовано комплекс відомих і нових системно-інформаційних критеріїв узгодженості думок експертів. Ідеться про вимоги до: вірогідності коефіцієнта конкордації Кендалла, що перевіряється за допомогою статистичного критерію перевірки гіпотез "хі-квадрат", та його мінімально прийнятного значення, що має дорівнювати W≥0,7; необхідності статистично-вірогідного збігу всіх індивідуальних систем переваг із груповою думкою в остаточній груповій системі переваг; необхідності збігу індивідуальної системи переваг із більшістю думок членів групи тощо. Причому останні два критерії реалізуються, спираючись на коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, а їх достовірність перевіряється за допомогою t-критерію перевірки гіпотез Стьюдента. Наведено відомості про ефективність зазначених критеріїв.*

Ключові слова: *експертні технології, системи переваг, узагальнення думок, системно-інформаційні критерії.*

ВСТУП

Будь-яку діяльність, зокрема й експертну, нескладно уявити як безперервний ланцюг рішень, що виробляються та реалізуються у явній / неявній формах і під впливом багатьох різноманітних чинників: зовнішніх / внутрішніх, об'єктивних / суб'єктивних, особливо ризиків стохастичної і не стохастичної природи [1–5 та ін.].

Причому під *прийняттям рішення* (ПР), спираючись на праці [1; 3; 4; 6 та ін.], розумітимемо цілеспрямований акт емоційно-вольового вибору однієї стратегії, альтернативи, наслідку, показника чи характеристики тощо з декількох шляхом перетворення вихідної інформації, коли проблемна ситуація невизначена.

У наведеній дефініції "ПР" головний акцент робиться не на добре відомій технології і процедурі формально-обчислювального характеру [7–10 та ін.], а саме на: прояві людського чинника (ЛЧ) [11–16 та ін.], особливості впливу якого на ПР і мають бути обов'язково враховані в організації процесу збору, сприйняття та обробки експертної інформації.

Завдяки унікальному особистісному досвіду людини, яка ПР (ЛПР), індивідуальний вибір може бути оптимальним, оскільки в загальному випадку він позбавлений багатьох процедурних проблем, є більш оперативним і персоніфікованим стосовно групових рішень. Однак, у складних проблемних ситуаціях (соціального, психологічного, соціально-психологічного характеру тощо) діяльності ЛПР "традиційно" доцільним стає звернення до групових рішень, хоча й вони мають певні недоліки (**табл. 1**) [8; 11; 17–19 та ін.].

Таблиця 1

Порівняльна характеристика позитивів / негативів прийняття групових рішень (не ранжуючи)

Позитиви групових рішень	Негативи групових рішень
Збільшується і розширюється спектр перспективних альтернатів, що виробляються в процесі аналізу проблемної ситуації	Витрачається більше часових і матеріальних ресурсів стосовно індивідуальних рішень
Груповий досвід і знання зазвичай більше індивідуального	“Дифузія” відповідальності за прийняте рішення
Прийняте рішення сприймається як своє “рідне”, а не нав’язане ззовні, тому ліпше реалізується	Домінантна роль “диктатора” (формального / неформального) лідера групи, що зумовлює примуск і тиск, а також побоювання “соціального покарання” за особисту думку
Здійснюється більш оптимальний вибір	Зрушення рівня ризику та групові деформації
Застосовується і переробляється значно більший обсяг інформації, що всебічно характеризує розв’язувану проблемну ситуацію	Збільшуються шанси прийняття компромісних рішень, що неповною мірою відповідають меті розв’язання проблемної ситуації
У процесі обговорення проблемної ситуації в групі зміцнюються комунікативні зв’язки між її членами	“Феномен групової поляризації”, коли члени групи з поміркованою, зваженою позицією вважаються другорядними, а групову думку формують представники крайніх (“поляризованих”) думок
Груповий спосіб прийняття рішень вважається більш демократичним	“Ефект групової нормалізації”, навпаки, показує, що група відкидає крайні (“поляризовані”) рішення і орієнтується на деяке “середнє (помірковане)” з індивідуальних тощо
Можливість проведення мозкового штурму (brainstorm) тощо	

Зауважимо, що вироблення групового рішення в обов’язковому порядку пов’язане з визначенням його узгодженості. Річ у тім, що може виникнути парадоксальна ситуація, коли групове рішення існує і навіть має певний кількісний показник, однак при цьому не існує жодної індивідуальної думки, агрегованої в групову, що з ним збігалася б (**рис. 1**).

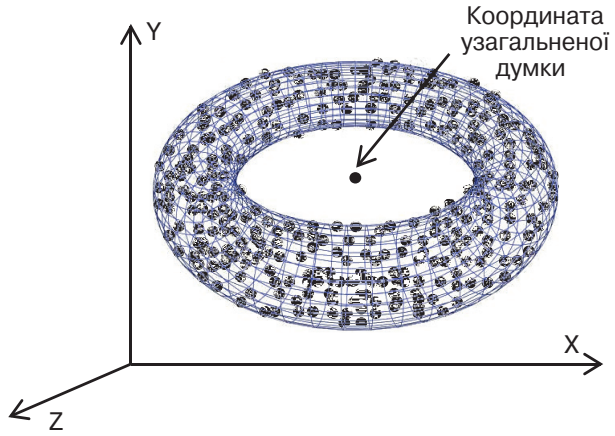

Рис. 1. Гіпотетичне уявлення різноманітності думок експертів у просторі середовища

Приклад на **рис. 1** наочно ілюструє гіпотетичну ситуацію, коли множина всіх експертних думок щодо певної проблеми створює в просторі середовища з визначеними координатами деякий “бублик” (тороїд), на якому “зернятка” — суть індивідуальні думки-рішення з певними кількісними показниками (координатами). Тоді проста агрегація індивідуальних думок згідно з “ефектом групової нормалізації” (**табл. 1**) дасть координати узагальненої групової думки, а саме середину “дірки від бублика”, що є нісенітницею.

Таким чином, дослідження технології отримання групового рішення, а отже, і оцінювання ступеня його узгодженості, є актуальною науково-практичною задачею.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У контексті наших досліджень розглядатимемо технології ПР через побудову індивідуальних та групових *систем переваг* (СП). Спираючись на праці [3; 4; 11; 16; 20–24 та ін.], під СП розумітимемо упорядкований ряд досліджуваних показників, характеристик певних об’єктів чи процесів, альтернатив чи стратегій ПР тощо: від більш до менш прийнятних, вагомих, значущих тощо.

З аналізу способів встановлення індивідуальних СП (ІСП) випливає, що більш популярний з них — це метод парного порівняння та нормативного визначення частини сумарної значущості в кожній парі альтернатив, що зіставляються. Водночас агрегація ІСП у групову здійснюється за допомогою стратегій групових рішень, з-поміж яких більш популярною є стратегія підсумовування та усереднення рангів [3; 4; 11; 16; 20–24 та ін.], що дублює застосування класичного критерію ПР Байєса–Лапласа [3; 4; 11; 22; 25–27 та ін.] і базується на вже згадуваному "ефекті групової нормалізації". Тому знову виникає проблема встановлення узгодженості думок.

Уявімо, що експертна група, чисельністю m осіб, упорядкувала n альтернатив. Причому стосовно якоїсь i-ї альтернативи думки групи поляризувалися: члени однієї половини групи, чисельністю $m/2$ осіб, віддали цій альтернативі абсолютну перевагу в ІСП з найвищим рангом "1". Тоді як члени іншої половини групи, також чисельністю $m/2$ осіб, навпаки, вважають її найгіршою серед усього спектра упорядкованих альтернатив, тому надали їй найгірший ранг "n", що наочно проілюстровано на **рис. 2** [4; 22].

З **рис. 2** стає зрозуміло, що, попри обчислений середній ранг певної i-ї упорядкованої в деякій віртуальній ГСП альтернативи, не існує жодної індивідуальної думки, яка б співпала з цим рангом, що в такому випадку є абсолютно неінформативним.

Наведені міркування на додаток до аналізу ситуації, поданої на **рис. 1**, ще раз ілюструють нагальну необхідність встановлювати узгодженість думок експертів у ГСП.z.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Відровідно до аналізу праць [4; 20–22; 28 та ін.], можливим уявляється визначення таких підходів до встановлення узгодженості ГСП.

1. Оцінювання ступеня узгодженості думок щодо окремих альтернатив. Якщо індивідуальні думки будуть узгоджені стосовно значущості кожної окремої упорядкованої альтернативи, то вважатиметься, що є узгодженою загалом і ГСП.

Для реалізації зазначеного підходу, спираючись на ІСП, необхідно обчислити ряд статистичних показників і встановити розподіл рангів за кожною ранжованою альтернативою. Якщо виявиться, що цей розподіл — нормальний, то вважатиметься що більшість (68 %) думок експертів групується біля середнього значення: $\overline{r_i} \pm \sigma_i$, а суперечливі думки становлять безумовну меншість [20; 29–31 та ін.].

Зауважимо, що ранги досліджуваних альтернатив встановлюються в шкалі упорядкування, у якій над якісними вимірами-рангами можна робити обмежені математичні перетворення [4; 20; 22; 32–34 та ін.]. Наприклад, спираючись на ранги, можна лише стверджувати, що одна з альтернатив є більш вагомою перед іншою, причому дозволяється цю "вагомість" визначати як різницю в рангових місцях, або ж порівнювані альтернативи адекватні за вагомістю, оскільки співпадають їх рангові місця. Однак неможливо стверджувати, у скільки разів одна альтернатива є більш / менш значущою за іншу.

Отже, для проведення бажаних статистичних обчислень варто дефазифікувати якісні рангові оцінки альтернатив [3; 4; 22; 35–40 та ін.], тобто здійснити перехід до відповідних нормованих коефіцієнтів "ваги" рангів цих альтернатив:

$$r_{A_i} \Rightarrow \alpha_{A_i}, \;\; 0 \le \alpha_{A_i} \le 1, \;\; \sum_{i=1}^{n} \alpha_{A_i} = 1, \qquad (1)$$

де $a_j\left(A_i\right)$ — нормований коефіцієнт значущості i-ї альтернативи в ІСП j-го експерта.

Оскільки вагові коефіцієнти альтернатив визначаються в абсолютній, унікальній за кваліметричними властивостями шкалі, то знімаються будь-які обмеження на їх математичну обробку. І якщо умову (1) дійсно виконано, то обчислюються і аналізуються відомі статистичні показники: середнє значення $\overline{\alpha}_{A_i}$, дисперсія D_{A_i}; середнє квадратичне відхилення σ_{A_i}; асиметрія As_{A_i}, ексцес Ex_{A_i}, коефіцієнт варіації υ_{A_i}. Якщо при цьому виконується умова:

$$\upsilon_{A_i} \le 33\%, \qquad (2)$$

то можна вважати справедливим припущення щодо нормального розподілу експериментальних даних без застосування більш складних процедур перевірки гіпотез за допомогою

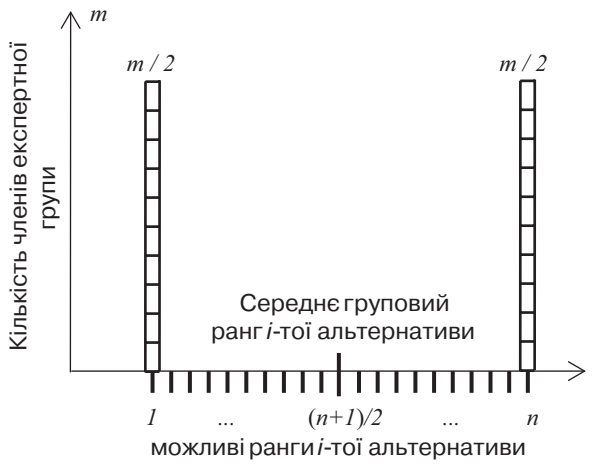

Рис. 2. Ілюстрація небезпеки простого усереднення суперечливих суджень експертів про важливість упорядкованої альтернативи

λ-критерію Колмогорова–Смірнова або критерію χ^2 (хі-квадрат) Пірсона [4; 20; 21; 29–31 та ін.].

Зауважимо, що здійснення дефазифікації рангів досліджуваних альтернатив, відповідно до виразу (1), — суть розроблюваної і впроваджуваної авторами так званої α-методології [3; 4; 22; 35–42 та ін.], що ґрунтується на застосуванні методу розстановки пріоритетів (МРП) [43; 44 та ін.] і сприяє практичній реалізації виразу (1).

Для застосування МРП досліджувана ІСП чи ГСП експертів розбиваються на парні порівняння альтернатив, що подаються у вигляді матриці $C=\|c_{ij}\|$, званої також матрицею особистих векторів Уея [28; 45; 46 та ін.]:

$$C=\begin{Vmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1i} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2i} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{i1} & c_{i2} & \dots & c_{ii} & \dots & c_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{ni} & \dots & c_{nn} \end{Vmatrix}. \qquad (3)$$

Значення елемента матриці c_{ij} визначається таким чином [20; 21; 28; 44; 45; 47–49 та ін.]:

$$c_{ij}=\begin{cases} 1+z & -\text{факт переваги } A_i \succ A_j \\ 1 & -\text{факт рівноцінності } A_i \approx A_j, \\ 1-z & -\text{факт переваги } A_j \succ A_i \end{cases} \qquad (4)$$

де z — кількісний показник ступеня пріоритету; c_{ij} — кількісний показник ступеня значущості альтернативи A_i в порівнянні з A_j.

У більшості випадків для зручності отримання практично застосовуваних показників c_{ij} приймається, що $z=1$, тоді вираз (4) перетворюється на такий:

$$c_{ij}=\begin{cases} 2 & -\text{факт переваги } A_i \succ A_j \\ 1 & -\text{факт рівноцінності } A_i \approx A_j, \\ 0 & -\text{факт переваги } A_j \succ A_i \end{cases} \qquad (5)$$

що й застосовується в МРП.

Однак принциповим є те, що вираз (5) базується на "нормативному" встановленні частини сумарної "цінності (значущості, вагомості тощо)" для кожної з порівнюваних у парах альтернатив, що не обґрунтовано нічим, окрім (ще раз зауважимо) "зручності" перетворення виразу (4). Тому, попри універсальність, зазначена "нормативність" дещо "загрубує" відповідні оцінки.

Вираз (5) нібито є прийнятним для порівняння будь-яких альтернатив з одного кластеру (фруктів, марок автомобілів, рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи чи характерних рис недисциплінованості, навчальних дисциплін за складністю тощо) і, дійсно, застосовується з зазначеною метою.

Водночас результати дослідження порівняльної небезпеки характерних помилок авіадиспетчерів, яких вони припускаються в професійній діяльності, за допомогою "диференціального" методу визначення частини сумарної "цінності" для кожної з пари порівнюваних альтернатив переконливо вказують на необхідність більш обережного ставлення до визначення показника c_{ij} в застосуванні МРП [50–52]:

$$c_{ij}=\begin{cases} 1{,}68 & -\text{факт переваги небезпеки помилки } \Pi_i \\ & \text{перед помилкою } \Pi_j : \Pi_i \succ \Pi_j \\ 1 & -\text{факт рівноцінності помилок} \\ & \text{за небезпекою } \Pi_i \approx \Pi_j \\ 0{,}32 & -\text{факт переваги небезпеки помилки } \Pi_j \\ & \text{перед помилкою } \Pi_i : \Pi_j \succ \Pi_i \end{cases}. \qquad (6)$$

Застосування "диференціального" методу починається на етапі побудови ІСП, де показник c_{ij} визначається таким чином [50–52]:

$$c_{ij}=\begin{cases} 51-100 & -\text{факт переваги } A_i \succ A_j \\ 50 & -\text{факт рівноцінності } A_i \approx A_j \\ 0-49 & -\text{факт переваги } A_j \succ A_i \end{cases}. \qquad (7)$$

Далі встановлюються межі зміни ступеня значущості в оцінюваних альтернативах, що фіксуються як відношення крайніх членів упорядкованого спектра альтернатив [20; 21; 28; 44 та ін.]:

$$\frac{C\left(A_i^{max}\right)}{C\left(A_j^{min}\right)}=K_p, \qquad (8)$$

де $C\left(A_i^{max}\right)$, $C\left(A_j^{min}\right)$ показники альтернатив відповідно до максимальної і мінімальної оцінки експертами їх сумарної "цінності":

$$C\left(A_i^{max}\right)=\max_i \sum_{j=1}^{m} c_{ij}; \quad C\left(A_i^{min}\right)=\min_i \sum_{j=1}^{m} c_{ij}. \qquad (9)$$

де, K_p — розрахунковий коефіцієнт.

За знайденими значеннями K_p знаходять шукані показники z [20; 21; 28; 44 та ін.]:

$$z=\left(\frac{K_p-1}{K_p+1}+\sqrt{\frac{0.05}{n}}\right), \qquad (10)$$

де n кількість ранжованих альтернатив.

Зауважимо, що введення "диференціального" способу виявлення частини сумарної "цінності" виду (7) для кожної з пари порівнюваних альтернатив на відміну від рангів дозволяє застосовувати вирази (8), (10) без порушень

відповідних кваліметричних вимог. Причому варто також вказати й на більш "тонкий" вимір ставлення експертів до значущості ранжованих альтернатив.

З іншого боку, хоча українська наука й має пріоритет у розробці та застосуванні зазначеного "диференціального" способу, практично його розвиває невелика когорта вчених, представників наукової школи одного зі співавторів цієї публікації. Тому реалізація розглянутого підходу до оцінювання узгодженості думок експертів стосовно кожної окремої ранжованої альтернативи недоцільно без широкого впровадження в практику експертних досліджень α-методології та "диференціального" методу встановлення частини сумарної значущості альтернатив.

2. Застосування коефіцієнта рангової кореляції Спірмена (КРКС) [3; 4; 16; 20; 21; 28; 49; 53 та ін.]. ІСП усіх випробуваних експертів порівнюються поміж собою і з ГСП згідно з формулою:

$$R_S = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^{n} \left(r_{ij} - r_{ik} \right)^2}{n^3 - n}, \qquad (11)$$

де r_{ij}, r_{ik} ранги значущості i-ї альтернативи в ІСП відповідно j-го і k-го експерта; кількість альтернатив, що упорядковуються в ІСП.

Коефіцієнт R_S змінюється в межах $[-1, +1]$. Його високе позитивне значення свідчить про більший ступінь збігу суджень експертів про значущість ранжованих альтернатив, а негативне — про незбіг думок.

Позитивний висновок про статистично-вірогідну близькість порівнюваних СП, робиться, якщо виконується умова:

$$t_{emp.} = R_S \sqrt{\frac{n-2}{1-R_S^2}} >> t_{табл.}, \qquad (12)$$

де $t_{emp.}$ — значення змінної Стьюдента, знайдене, спираючись на отримане емпіричне значення КРКС R_S; $t_{table} = t_{k=n-2,\ \alpha}$. теоретичне значення змінної Стьюдента, встановлене зі спеціальної таблиці, враховуючи кількість ступенів свободи $k = n-2$ і рівень значущості α [30].

Якщо буде встановлено, що КРКС R_S, обчислені при порівнянні ІСП усіх випробуваних експертів, будуть статистично вірогідними, тобто виконується умова (12):

$$\begin{cases} \forall ICП_j,\ j = \overline{1,m}, k = \overline{1,m-1},\ j \neq k: \\ R_S \left(ICП_j - ICП_k \right) > R_S^{min} \end{cases}, \qquad (13)$$

то можна вважати узгодженою й ГСП.

Можна було б також ввести вимогу, що враховує усереднений показник збігу ІСП з ГСП:

$$\begin{cases} \forall ICП_j,\ j = \overline{1,m} \\ \overline{R}_S \left(ICП_j - ГСП \right) > R_S^{min} \end{cases}. \qquad (14)$$

Однак, застосування критерію (14) без додаткових умов та обмежень може сприяти появі хибної риси "ефекту групової нормалізації", ілюстрованої **рис. 1** і **2**.

Проведені авторами дослідження з застосування багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок, усунення "систематичної похибки того, хто вижив", а також побудови "еталонної" ГСП [4; 16; 22; 53–55 та ін.], вимагають більшої "гнучкості" та досконалості зазначених вимог (13) щодо обов'язкового збігу всіх порівнюваних ІСП, або отримання прийнятного середнього значення збігу ІСП з ГСП згідно з виразом (14).

Перетворюючи формулу (12), вирішимо зворотну задачу, з'ясувавши, яким має бути мінімальне прийнятне статистично-вірогідне значення коефіцієнта R_S^{min}:

$$R_{S\,min} > \sqrt{\frac{t_{table}^2}{(n-2) + t_{table}^2}} \qquad (15)$$

що є остаточним критерієм позитивного висновку про статистичну вірогідність емпіричних значень КРКС R_S.

3. Застосування коефіцієнта множинної рангової кореляції — коефіцієнта конкордації (згоди) Кендалла (КЗК) [3; 4; 20–22; 49 та ін.]. Цей коефіцієнт дає змогу отримати узагальнену (інтегральну) оцінку ступеня узгодженості думок експертів у ГСП і обчислюється за такою відомою формулою:

$$W = \frac{12S}{m^2 \left(n^3 - n \right) - m \sum_{j=1}^{m} R_j}, \qquad (16)$$

де

$$S = \sum_{i=1}^{n} \left(\sum_{j=1}^{m} r_{ij} - \overline{r} \right)^2, \qquad (17)$$

$$\overline{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} r_{ij}, \qquad (18)$$

де R_j — показник нерозрізненості значущості альтернатив в ІСП j-го експерта.

$$R_j = \sum_{j} \left(r_{ij}^3 - r_j \right). \qquad (19)$$

Коефіцієнт конкордації змінюється в границях $W = [0, 1]$. Велике його значення свідчить про високий рівень узгодженості думок у ГСП.

Незалежно від величини отриманого емпіричного значення КЗК, його достовірність підтверджується за умов виконання такої статистичної гіпотези [3; 4; 20–22; 28; 30; 49 та ін.]:

$$\chi_{emp.}^2 = \frac{12 \cdot S}{(n+1) \cdot m \cdot n - \frac{1}{(n-1)} \sum_{j} R_j} >> \chi_{\alpha;\,k}^2, \qquad (20)$$

де $\chi^2_{\alpha;k}$ — табличне значення змінної "хі-квадрат" з $k=m-1$ ступенями свободи на рівні значущості α, що визначається зі спеціальної таблиці.

Однак, якщо отримане емпіричне значення КЗК виявиться статистично вірогідним, тобто буде виконуватися критерій (20), то необхідно ще врахувати й обмеження на його абсолютну величину [45]:

$$W \geq 0{,}7...,0{,}8. \qquad (21)$$

Тобто, ідеться про вимогу одночасного задоволення критеріїв (20) і (21).

4. Комплексний підхід до встановлення узгодженості ГСП охоплює критерії з усіх інших підходів, що були розглянуті, чи можуть бути додатково розроблені, а також дозволяє всебічно дослідити відповідну проблему. Тому будемо вважати, що позитивний висновок щодо дійсної узгодженості ГСП робиться лише за умов, що дійсно виконуються всі критерії.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Отже, згідно з проведеним аналізом наявних підходів до встановлення узгодженості ГСП, **метою** цієї публікації є розроблення нових системно-інформаційних критеріїв, що разом з існуючими дозволять більш ґрунтовно, повно і всебічно визначити зазначену узгодженість.

РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ КРИТЕРІЇВ УЗГОДЖЕНОСТІ ГСП

Під час аналізу другого підходу до встановлення ступеня узгодженості ГСП нами було висунуто припущення щодо необхідності розроблення більш "гнучких" і досконалих стосовно (13), (14) критеріїв застосування КРКС. Дійсно, вимога (13) щодо статистично вірогідного збігу ІСП між собою для всіх членів експертної групи, фактично нівелює індивідуальний досвід респондентів і не враховує їхнє ставлення до ГСП, що має бути усунено з урахуванням досвіду досліджень [53]. Водночас, як зауважувалося вище, застосування критерію (14) може сприяти виникненню хибних рис "ефекту групової нормалізації".

Уявимо, що на якійсь ітерації багатокрокового алгоритму виявлення та відсіювання маргінальних думок та усунення "систематичної похибки того, хто вижив" [3; 4; 22; 53; 54 та ін.] з вихідної вибірки респондентів, чисельністю m осіб, вдалося виокремити підгрупу, чисельністю m_k осіб, для якої виконуються критерії (20), (21).

У такому разі нові критерії узгодженості ГСП мають формулюватися, виходячи з таких міркувань.

По-перше, вимагатимемо, щоби ІСП кожного члена підгрупи m_k статистично вірогідно збігалася б з ГСП цієї підгрупи, що можна формально подати так:

$$\begin{cases} \forall ICП_j,\ j=\overline{1,m_k} \\ R_S\left(ICП_j,\ ГСП_{m_k}\right) > R_S^{min} \end{cases}. \qquad (22)$$

По-друге, якщо p — це кількість членів підгрупи m_k, з якими у j-го експерта статистично вірогідно збігаються думки (ІСП) щодо значущості упорядкованих альтернатив, то вона має перевищувати кількість представників цієї ж підгрупи q, з якими немає зазначеного збігу:

$$p\left(R_S\left(ICП_j, ICП_l\right) > R_{S\,min}\right)_{j=\overline{1,m_p},\ i\neq l} > q\left(R_S\left(ICП_j,\ ICП_l\right) < R_{S\,min}\right)_{j=\overline{(m_p+1),m_k},\ i\neq l}. \qquad (23)$$

Відомі критерії узгодженості ГСП, що було розглянуто, а також нові, розроблені нами, було застосовано в процесі реалізації багатокрокового алгоритму виявлення і відсіювання маргінальних думок у групі, чисельністю $m=90$ фахівців у ставленні до значущості $n=18$ характерних рис інвестиційної привабливості (РІП) об'єктів експертизи (ОЕ), а також усунення "систематичної похибки того, хто вижив".

Відповідні дані, наведені в **табл. 2** і вказують на логічність, доцільність і ефективність застосування комплексного підходу до встановлення шуканої узгодженості ГСП, а отже, і застосування саме всього спектра критеріїв зазначеної узгодженості.

З **табл. 2** (графи 4–6) бачимо, що для всіх ітерацій застосування зазначеної багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок експертів виконується критерій (20), що відображає природну вимогу щодо статистичної вірогідності отриманого емпіричного значення КЗК.

Разом із тим, досягнення умов критерію (21) дійсно вимагало додаткових ітерацій з виявлення та відсіювання маргінальних думок.

Бачимо також, що після другої ітерації, коли з основної групи випробуваних, чисельністю $m=90$ осіб, було виокремлено підгрупу m_B, чисельністю $m_B=47$ осіб, отримані статистичні показники узгодженості нібито задовольняють спектра відповідних критеріїв: КЗК є статистично вірогідним (графи 4–6 **табл. 2**) і за абсолютною величиною задовольняє критерію (21): $W_{m_B}=0{,}7015>W_{min}=0{,}7$. А всереднені показники збігу ІСП поміж собою та з ГСП також більші за мінімально прийнятне значення КРКС (графи 7, 8 **табл. 2**).

Таблиця 2

Результати застосування критеріїв узгодженості групових систем переваг у процесах виявлення і відсіювання маргінальних думок експертів для усунення «систематичної похибки того, хто вижив» у ставленні фахівців до значущості рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи

№	m_k	W	$\chi^2_{emp.}$	$\{>, <, =\}$	$\chi^2_{\alpha=1\%,\, k=m-1}$	$\bar{R}_S\left(ГСП_{m_k}, ICП_j\right)$	$\bar{R}_S\left(ICП_j, ICП_l\right)$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$m=90$	0,4772	730,059	>>	127,11	0,6640	0,4685
2	$m_A=69$	0,6423	753,406	>>	101,78	0,7714	0,6355
3	$m_B=47$	0,7015	560,462	>>	74,44	0,8064	0,6932
4	$m_C=30$	0,7683	390,944	>>	52,34	0,8432	0,7593
5	$m_D=60$	0,3744	381,886	>>	90,72	0,5743	0,3623
6	$m_E=46$	0,5749	449,557	>>	73,17	0,6909	0,5371
7	$m_F=34$	0,6090	352,003	>>	57,65	0,7134	0,5953
8	$m_G=21$	0,6909	248,480	>>	40	0,7042	0,6784
9	$m_H=12$	0,8289	169,089	>>	26,76	0,7405	0,8112
10	$m_I=48$	0,3197	250,846	>>	75,7	0,5328	0,3037
11	$m_J=35$	0,5108	303,929	>>	58,96	0,6686	0,4948
12	$m_K=24$	0,5751	218,504	>>	44,18	0,6869	0,5540
13	$m_L=17$	0,6507	188,060	>>	34,27	0,7174	0,6249
14	$m_M=11$	0,7361	139,059	>>	25,19	0,7389	0,7026
15	$m_N=37$	0,2537	159,552	>>	61,58	0,4715	0,2320
16	$m_O=24$	0,4597	187,550	>>	44,18	0,6363	0,4360
17	$m_P=18$	0,4938	151,103	>>	35,72	0,6640	0,4636
18	$m_Q=14$	0,5500	130,899	>>	29,82	0,6854	0,5154
19	$m_R=9$	0,6270	95,938	>>	21,95	0,7050	0,5804
20	$m_S=7$	0,6964	82,875	>>	18,55	0,7260	0,6453
21	$m_T=6$	0,7077	72,189	>>	16,75	0,7341	0,6490
22	$m_U=31$	0,2259	119,059	>>	53,67	0,4207	0,1991
23	$m_V=20$	0,4218	143,411	>>	38,58	0,5734	0,3912
24	$m_W=13$	0,5057	111,757	>>	28,29	0,6196	0,4667
25	$m_X=9$	0,6021	92,120	>>	21,95	0,6203	0,5470

Примітка: $R_{S\,min}$ для числа ступенів свободи $k=n-2=16$ і на рівні значущості $\alpha=1$ %.

Однак для запобігання вад "ефекту групової нормалізації" звернемося до більш досконалих критеріїв (22), (23).

Серед членів підгрупи m_B було виявлено особу (експерт з умовною позначкою E_{55}), у якої думки щодо значущості характерних РІП (ХРІП) ОЕ не збігаються з більшістю (68,09 %) членів групи, тобто не виконується критерій (23). При цьому ще в 11-х членів підгрупи m_B (експерти E_4, E_{23}, E_{24}, E_{27}, E_{28}, E_{35}, E_{42}, E_{53}, E_{85}, E_{86}, E_{88}) показник не збігу думок з іншими членами цієї підгрупи помітний (не менше третини) і становить у середньому 38,68 %.

Наведене стало підставою для додаткової ітерації технології виявлення й усунення маргінальних думок і виокремлення з групи mm нової підгрупи m_C, чисельністю $m_C=30$ осіб, для яких показники узгодженості повністю задовольняють спектр відповідних критеріїв (15), (20)–(23).

Усунення "систематичної похибки того, хто вижив", відбувалося відповідно до накопиченого авторами досвіду з певних досліджень [3; 4; 16; 22; 54; 56 та ін.] і полягає в тому, що виокремивши з базової групи фахівців, залучених до випробувань, склад підгрупи $m_C=30$, отримуємо нову підгрупу умовних "маргіналів", чисельністю

$m_D = m - m_C = 60$ осіб, до яких було застосовано чергову ітерацію технології виявлення та відсіювання маргінальних думок.

Як бачимо з **табл. 2**, з вихідної вибірки, чисельністю $m = 90$ осіб, саме наведеним чином вдалося виокремити чотири підгрупи, з відповідною чисельністю: $m_C = 30$ осіб, $m_H = 12$ осіб, $m_M = 11$ осіб, $m_T = 6$ осіб, у яких внутрішньо групова узгодженість думок щодо значущості упорядкованих ХРІП ОЕ повністю задовольняє критеріям (15), (20)–(23).

Ітерації багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок та усунення "систематичної похибки того, хто вижив", здійснюються, поки не будуть проаналізовані всі можливі варіанти редукування вихідної кількості експертів і виявлення підгруп з внутрішньо груповою узгодженістю думок, що задовольняють критеріям (15), (20)–(23). Це і було зроблено після опрацювання ІСП експертів-членів підгрупи m_X. По-перше, тому, що не виконується критерій (21): $W_{m_X} = 0{,}6021 > W_{min} = 0{,}7$, а по-друге, для чотирьох (44,44 % від кількісного складу підгрупи m_X) випробуваних (експерти E_2, E_{48}, E_{62}, E_{79}) не виконується критерій (22):

$$\begin{cases} R_S\left(ИСП_{E_2}, ГСП_{m_X}\right) = 0{,}5332 < R_{S\,min} = 0{,}5897 \\ R_S\left(ИСП_{E_{48}}, ГСП_{m_X}\right) = 0{,}4762 < R_{S\,min} = 0{,}5897 \\ R_S\left(ИСП_{E_{62}}, ГСП_{m_X}\right) = 0{,}4997 < R_{S\,min} = 0{,}5897 \\ R_S\left(ИСП_{E_{79}}, ГСП_{m_X}\right) = 0{,}5883 < R_{S\,min} = 0{,}5897 \end{cases}.$$

По-третє, $^2/_3$ членів підгрупи m_X мають статистично вірогідний незбіг думок щодо значущості ХРІП ОЕ з більшістю цієї підгрупи (середній показник незбігу думок встановлює 72,23 %).

ВИСНОВКИ

Узагальнюючи отримані та подані в цій публікації нові наукові результати з розширення методології експертних процедур, зокрема з формування спектра системно-інформаційних критеріїв визначення узгодженості ГСП, вкажемо на такі більш важливі положення (не ранжуючи).

1. Визначені підходи до оцінювання ступеня узгодженості думок експертів у ГСП, серед яких більш ефективним варто вважати "комплексний підхід", що зорієнтований на застосування всіх критеріїв, відомих і розроблюваних, для реалізації інших підходів.

2. Обґрунтовано, що оскільки α-методологія експертних технологій і диференціальний метод розподілу сумарної значущості між порівнюваними в парі альтернативами ще не знайшли належного поширення в практиці експертних досліджень, недоцільно визначати ступінь узгодженості думок щодо значущості окремих ранжованих альтернатив.

3. Сформований спектр з п'ятьох системно-інформакційних критеріїв, які визначають узгодженість ГСП. Серед них два нових, що базуються на КРКС і визначають:

- обов'язковий статистично-вірогідний збіг ІСП і ГСП;
- вимогу щодо збігу окремої ІСП з більшістю думок інших членів групи.

Визначено, що позитивний щодо збігу думок у ГСП дається лише за умов одночасного задоволення всіх прийнятих критеріїв згоди.

4. Ефективність сформованого спектра критеріїв узгодженості ГСП перевірено під час реалізації технології виявлення та відсіювання маргінальних думок фахівців щодо значущості ХРІП ОЕ та усунення "систематичної похибки того, хто вижив".

5. Таким чином, виходячи з наведеного, можна дійти узагальненого висновку щодо реального досягнення мети цієї публікації.

Подальші дослідження з розвитку експертних технологій і процедур автори бачать у (не ранжуючи):

- застосуванні "диференційного" методу для уточнення показника розподілу частини сумарної значущості між порівнюваними в парах альтернативами;
- встановлення чітких і нечітких ентропійних показників ступеня розрізнення значущості порівнюваних і ранжованих показників тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Перегудов Ф. И.* Введение в системный анализ: учеб. пособ. / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. — М. : Высшая школа, 1989. — 367 с.
2. *Ходаков В. Є.* Вступ до комп'ютерних наук : навч. посіб. / В. Є. Ходаков, Н. В. Пилипенко, Н. А. Соколова ; за ред. В. Є. Ходакова. — Київ : Центр навчальної літератури, 2005. — 496 с.
3. *Рева О. М.* Рішення на кожному кроці і … з посмішкою: посібник для допитливих / О. М. Рева. — Кіровоград : Поліграфічні послуги, 2007. — 308 с.
4. *Камишин В. В.* Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу : монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. — Київ : Інформ. сист., 2012. — 270 с.
5. *Кушлик-Дивульська О. І.* Основи теорії прийняття рішень / О. І. Кушлик-Дивульська, Б. Р. Кушлик. — Київ, 2014. — 94 с.
6. *Эдвардс У.* Принятие решений / У. Эдвардс // Человеческий фактор: в 6-ти т. — Т. 3. Моделирование деятельности, профессиональное обучение и отбор операторов. — Ч. І. — Модели психической деятельности. — М. : Мир, 1991. — С. 5–89.
7. *Мушик Э.* Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер ; пер. с нем. В. М. Ивановой. — М. : Мир, 1990. — 208 с.
8. *Эддоус М.* Методы принятия решений [пер. с англ.] / М. Эддоус, Р. Стенсфилд. — М. : Аудит, ЮНИТИ, 1997. — 590 с.

9. *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 : Київ. ун-т, 2010. — 336 с.
10. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : навч. посіб. / уклад. : І. Б. Гевко, О. Л. Ляшук, І. В. Луциків, У. М. Плекан, В. М. Клендій. — Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. — 276 с.
11. *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.
12. *Корнилова Т. В.* Психология риска и принятия решений. — М. : Аспект Пресс, 2003. — 288 с.
13. *Канеман Д.* Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения / Д. Канеман, П. Словик, А. Тверски; [пер. с англ.]. — Харьков : Гум. центр, 2005. — 632 с.
14. *Рева О. М.* Сучасні проблеми людського чинника в авіації : навч. посіб. / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. А. Шульгін ; под ред. О. М. Реви. — Київ : УкрІНТЕІ, 2018. — 124 с.
15. 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.
16. 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.
17. *Миркин Б. Г.* Проблема группового выбора / Б. Г. Миркин. — М. : Наука, 1974. — 256 с.
18. *Ковальчук О. С.* Особливості прийняття управлінських рішень в умовах організаційного розвитку / О. С. Ковальчук // Актуальні проблеми психології: зб. наук. пр. Інституту психології ім. Г. С. Костюка НАПН України. — Київ : А.С.К., 2011. — Т. 1. Організаційна психологія. Економічна психологія. Соціальна психологія; за ред. С. Д. Максименка, Л. М. Карамушки. — 2011. — Вип. 30. — С. 168–174.
19. *Сафонов Ю. М.* Методи прийняття управлінських рішень : навч. посіб. / Ю. М. Сафонов, Н. В. Шандова, С. І. Масленніков. — Одеса : Прес-кур'єр, 2015. — 172 с.
20. 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.
21. *Самохвалов Ю. Я.* Экспертное оценивание: Методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. — Київ : ДУІКТ, 2007. — 362 с.
22. 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.
23. Розвиток технології проактивного встановлення систем переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок / О. М. Рева, А. М. Невиніцин, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, С. П. Борсук // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2020) : зб. наук. пр. XV Міжнар. наук. конф. (Залізний Порт, 25–29 трав. 2020 р.). — Херсон : ФОП Вишемирський В. С. — С. 140–142.
24. *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. https://doi.org/10.32620/aktt.2021.4sup2.15.
25. *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.
26. Эмпирические модели оценки риска-неопределенности групповых систем предпочтений авиадиспетчеров / А. Н. Рева, Б. М. Мирзоев, Ш. Ш. Насиров, С. В. Недбай // Elmi məcmuələr : Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasinin. — 2012, iyul — sentyabr. — Т. 14, № 3. — С. 46–60.
27. Застосування класичних критеріїв прийняття рішень для визначення ризиків-невизначеності групових систем переваг авіадиспетчерів на небезпеках характерних помилок / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, С. П. Борсук, В. А. Шульгін // Наука, технології, інновації. — Київ : УкрІНТЕІ, 2020. — № 2 (14). — С. 57–64.
28. *Герасимов Б. М.* Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / Б. М. Герасимов, М. М. Дивизинюк, И. Ю. Субач. — Севастополь, 2004. — 320 с.
29. *Вентцель Е. С.* Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. — М. : Наука, 1969. — 576 с.
30. *Мюллер П.* Таблицы по математической статистике / П. Мюллер, П. Нойман, Р. Шторм. — М. : Финансы и статистика, 1982. — 278 с.
31. *Бронштейн И. Н.* Справочник по математике (для инженеров и учащихся вузов) / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев ; пер. с нем. ; под ред.: Г. Гроше, В. Циглера. — Лейпциг : Тойбнер ; М. : Наука, 1981. — 719 с.
32. *Супес П.* Основы теории измерений / П. Супес, Р. Зинес // Психологические измерения. — М. : Мир, 1967. — С. 9–110.
33. *Циба В. Т.* Основи теорії кваліметрії : навч. посіб. / В. Т. Циба. — Київ : ІЗМН, 1997. — 160 с.
34. *Геворкян Е. С.* Основи кваліметрії: Конспект лекцій. — Харків : УкрДУЗТ, 2022. — 84 с.
35. *Рева О. М.* Застосування коефіцієнтів важливості альтернатив для встановлення маргинальності думок експертів / О. М. Рева, О. Б. Павлів // Формування ринкової економіки. — 2010. — Вип. 24. — С. 531–535.
36. *Рева О. М.* Кількісна і лінгвістична відповідність рівнів сформованості компетентності студентів / О. М. Рева, В. В. Камишин, О. В. Тімець // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія і практика. — 2010. — Вип. 14. — С. 88–101.
37. *Рева О. М.* Лінгвістично-статистичний підхід до формування відповідей респондентів на тестові завдання / О. М. Рева, Л. М. Макаренко, Р. П. Бідненко // Людський чинник у транспортних системах : матеріали II Міжнар. наук. конф. (ЛЧТС) (Київ, 2–3 черв. 2010 р.). — Київ, 2010. — С. 51–52.
38. 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.
39. Дефаззификация лингвистических показателей нежелательных событий для получения их интегративной оценки (на примере характерных

ошибок авиадиспетчеров) / А. Н. Рева, Ш. Ш. Насиров, Б. М. Мирзоев, С. В. Недбай // XXIII Міжнар. конгрес двигуно-будівників : тези допов. (Коблево, 4–9 верес. 2018 р.). — Харків : Харк. авіац. ін-т, 2018. — С. 74.
40. *Насиров Ш. Ш.* Визначення коефіцієнтів важливості характерних помилок авіадиспетчерів в процесі управління повітряним рухом / Ш. Ш. Насиров // Авіаційно-космічна техніка і технологія. — 2011. — № 9. — С. 195–201.
41. Апробація а-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.
42. α-Method of Air Traffic Controllers' Preference System Specification Over Typical Mistakes Severities. ICT with Intelligent Applications. Smart Innovation / O. Reva, V. Kamyshyn, S. Borsuk, A. Nevynitsyn; T. Senjyu, P. N. Mahalle, T. Perumal, A. Joshi (Eds.) // Syste ms and Technologies, 2022. — Vol. 248. — P. 679–685. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4177-0_68.
43. *Берж К.* Теория графов и ее применение / К. Берж ; пер. с. франц. — М. : ИЛ, 1962. — 320 с.
44. *Блюмберг В. А.* Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блюмберг, В. Ф. Глущенко. — Л. : Лениздат, 1982. — 160 с.
45. 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.
46. *Медиковський М. О.* Дослідження ефективності методів визначення вагових коефіцієнтів важливості / М. О. Медиковський, О. Б. Шуневич // Вісник Хмельницького національного університету. — 2011. — № 5. — С. 176–182.
47. *Дэвид Г.* Метод парных сравнений / Г. Дэвид ; пер. с англ. — М. : Статистика, 1978. — 144 с.
48. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 314 с.
40. *Рева О. М.* Прийняття рішень шляхом виявлення системи пріоритетів (переваг) авіаспеціаліста : методичні вказівки з курсу "Основи теорії прийняття рішень" / О. М. Рева. — Кіровоград : ДЛАУ. 1997. — 18 с.
50. Апробація диференціального підходу до визначення небезпек помилок авіадиспетчерів у професійній діяльності / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін // Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування СЕУТТОО-2019 : матеріали 10-ї Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 12–13 верес. 2019 р.) — Херсон : ХДМА, 2019. — С. 304–307.
51. Диференціальний метод встановлення порівняльної небезпеки помилок авіадиспетчерів / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін // Наука, технології, інновації. — 2019. — № 3 (11). — С. 70–82. http://doi.org/10.35668/2520-6524-2019-3-08.
52. Застосування диференційного підходу до вдосконалення технології оцінювання небезпек помилок авіадиспетчерів / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін // Матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. кафедри СЕУ і ТЕ Одеського національного морського університету (Одеса, квіт. 2021 р.). — Харків : Видво Іванченко І. С., 2021. — С. 401–411.
53. *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. — С. 70–78. https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(28)-70-78.
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. 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.
56. *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 контрадмірала Ф. Ф. Ушакова, 2021. — С. 112–116.

REFERENCES

1. Peregudov, F. I., & Tarasenko, F. P. (1989). Vvedenie v sistemnyj analiz [Introduction to system analysis]. Moscow, 367 p. [in Russ.].
2. Khodakov, V. Ye., Pylypenko, N. V., & Sokolova, N. A. (2005). Vstup do kompiuternykh nauk [Introduction to computer science]. Kyiv, 496 p. [in Ukr.].
3. Reva, O. M. (2007). Rishennia na kozhnomu krotsi i … z posmishkoiu [Solutions at every step and … with a smile: A guide for the curious]. Kirovohrad, 308 p. [in Ukr.].
4. Kamyshyn, V. V., & Reva, O. M. (2012). Metody systemnoho analizu u kvalimetrii navchalno-vykhovnoho protsesu [Methods of system analysis in the quality measurement of the educational process]. Kyiv, 270 p. [in Ukr.].
5. Kushlyk-Dyvulska, O. I., & Kushlyk, B. R. (2014). Osnovy teorii pryiniattia rishen [Basics of decision-making theory]. Kyiv, 94 p. [in Ukr.].
6. Edvards, U. (1991). Prinyatie reshenij. Chelovecheskij faktor [Making decisions. The human factor]. Moscow. Vol. 3, Part. I. P. 5–89. [in Russ.].
7. Mushik, E., & Myuller, P. (1990). Metody prinyatiya tekhnicheskih reshenij [Methods of making technical decisions]. Moscow, 208 p. [in Russ.].
8. Eddous, M., & Stensfild, R. (1997). Metody prinyatiya reshenij [Decision-making methods]. Moscow, 590 p. [in Russ.].
9. Voloshyn, O. F., & Mashchenko, S. O. (2010). Modeli ta metody pryiniattia rishen [Decision-making models and methods]. Kyiv, 336 p. [in Ukr.].
10. Hevko, I. B., Liashuk, O. L., Lutsykiv, I.V., Plekan, U. M., & Klendii, V. M. (2021). Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannia inzhenernykh rishen na STO ta ATP [Technical and economic substantiation of engineering solutions at service stations and ATP]. Ternopil, 276 p. [in Ukr.].

11. 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.].
12. Kornilova, T. V. (2023). Psihologiya riska i prinyatiya reshenij [Psychology of risk and decision making]. Moscow, 288 p. [in Russ.].
13. Kaneman, D., Slovik, P., & Tverski, A. (2005). Prinyatie reshenij v neopredelennosti: Pravila i predubezhdeniya [Decision Making under Uncertainty: Rules and Bias]. Kharkiv, 632 p. [in Russ.].
14. Reva, O. M., Borsuk, S. P., & Shulhin, V. A. (2018). Suchasni problemy liudskoho chynnyka v aviatsii [Modern problems of the human factor in aviation]. Kyiv, 124 p. [in Ukr.].
15. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Kamyshyn, V. V., Shulhin, V. A., Parkhomenko, V. D., & Lypchanskyi, V. O. (2019). Systemno-informatsiina metodolohiia proaktyvnoi kvalimetrii vplyvu liudskoho chynnyka na pryiniattia rishen v aeronavihatsiinykh systemakh [System-informational methodology of proactive qualitative measurement of the influence of the human factor on decision-making in aeronautical systems]. Kyiv, 166 p. [in Ukr.].
16. 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.].
17. Mirkin, B. G. (1974). Problema gruppovogo vybora [Group choice problem]. Moscow, 256 p. [in Russ.].
18. Kovalchuk, O. S. (2011). Osoblyvosti pryiniattia upravlinskykh rishen v umovakh orhanizatsiinoho rozvytku [Peculiarities of managerial decision-making in the conditions of organizational development]. *Aktualni problemy psykholohii* [Actual problems of psychology]. *Vol. 1. 30*, P. 168–174. [in Ukr.].
19. Safonov, Yu. M., Shandova, N. V., & Maslennikov, S. I. (2015). Metody pryiniattia upravlinskykh rishen [Methods of making managerial decisions]. Odesa, 172 p. [in Ukr.].
20. 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.].
21. Samokhvalov, Yu. Ya., & Naumenko, Ye. M. (2007). Ekspertnoe otsenivanie: Metodicheskiy aspekt [Expert assessment: methodological aspect]. Kyiv, 362 p. [in Russ.].
22. 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.].
23. Reva, O. M., Nevynitsyn, A. M., Kamyshyn, V. V., Shulhin, V. A., & Borsuk, S. P. (2020). Rozvytok tekhnolohii proaktyvnoho vstanovlennia system perevah aviady-spetcheriv na mnozhyni kharakternykh pomylok [Development of the technology of proactive installation of air traffic control system advantages on a set of characteristic errors]. *Intelektualni systemy pryiniattia rishen i problemy obchysliuvalnoho intelektu (ISDMCI2020)* [Intelligent decision-making systems and problems of computational intelligence (ISDMCI2020)]. Kherson, P. 140–142. [in Ukr.].
24. 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.].
25. 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.].
26. Reva, A. N., Mirzoev, B. M., Nasirov, Sh. Sh., & Nedbay, S. V. (2012). Empiricheskie modeli otsenki riska-neopredelennosti gruppovykh sistem predpochteniy aviadispetcherov [Empiical models for risk-uncertainty assessment of group preference systems for air traffic controllers]. *Elmi məcmuələr : Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasinin. 14* (3), 46–60. [in Russ.].
27. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Nevynitsyn, A. M., Borsuk, S P., & Shulhin, V. A. (2020). Zastosuvannia klasychnykh kryteriiv pryiniattia rishen dlia vyznachennia ryzykiv-nevyznachenosti hrupovykh system perevah aviadyspetcheriv na nebezpekakh kharakternykh pomylok [The application of classical decision-making criteria for determining the risks-uncertainty of group systems of the advantages of air traffic controllers on the dangers of characteristic errors]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. *2* (14), 57–64. [in Ukr.].
28. Gerasimov, B. M., Divizinyuk, M. M., & Subach, I. Yu. (2004). Sistemy podderzhki prinyatiya resheniy: proektirovanie, primenenie, otsenka effektivnosti [Decision support systems: design, application, performance evaluation]. Sevastopol, 320 p. [in Russ.].
29. Venttsel, Ye. S. (1969). Teoriya veroyatnostey [Probability theory]. Moscow, 576 p. [in Russ.].
30. Myullep, P., Noyman, P., & Shtopm, R. (1982). Tablitsy po matematicheskoy statistike [Mathematical statistics tables]. Moscow, 278 p. [in Russ.].
31. Bronshteyn, I. N., & Semendyaev, K. A.; Groshe G., Tsigler V. (Eds.) (1981). Spravochnik po matematike (dlya inzhenerov i uchashchikhsya vuzov) [Handbook of Mathematics (for engineers and university students)]. Moscow, 719 p. [in Russ.].
32. Supes, P., & Zines, R. (1967). Osnovy teorii izmereniy [Fundamentals of the theory of measurements]. *Psikhologicheskie izmereniya* [Psychological measurements]. Moscow, P. 9–110. [in Russ.].
33. Tsyba, V. T. (1997). Osnovy teorii kvalimetrii [Fundamentals of the theory of qualimetry]. Kyiv, 160 p.
34. Hevorkian, E. S. (2022). Osnovy kvalimetrii [Fundamentals of qualimetry]. Kharkiv, 84 p. [in Ukr.].
35. Reva, O. M., & Pavliv, O. B. (2010). Zastosuvannia koefitsiientiv vazhlyvosti alternatyv dlia vstanovlennia marhynalnosti dumok ekspertiv [Application of coefficients of importance of alternatives to establish the marginality of experts opinions]. *Formuvannia rynkovoi ekonomiky* [Formation of market economy]. *24*, 531–535. [in Ukr.].
36. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., & Timets, O. V. (2010). Kilkisna i linhvistychna vidpovidnist rivniv sformovanosti kompetentnosti studentiv [Quantitative and

linguistic correspondence of the levels of formation of students competence]. *Navchannia i vykhovannia obdarovanoi dytyny: teoriia i praktyka* [Education and upbringing of a gifted child: theory and practice]. *14*, 88–101. [in Ukr.].
37. Reva, O. M., Makarenko, L. M., & Bidnenko R. P. (2010). Linhvistychno-statystychnyi pidkhid do formuvannia vidpovidei respondentiv na testovi zavdannia [A linguistic-statistical approach to the formation of respondents answers to test tasks]. *Liudskyi chynnyk u transportnykh systemakh* [The human factor in transport systems]. Kyiv, P. 51–52. [in Ukr.].
38. 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.].
39. Reva, A. N., Nasirov, Sh. Sh., Mirzoev, B. M., & Nedbay, S. V. (2018). Defazzifikatsiya lingvisticheskikh pokazateley nezhelatelnykh sobytiy dlya polucheniya ikh integrativnoy otsenki (na primere kharakternykh oshibok aviadispetcherov) [Defuzzification of linguistic indicators of undesirable events to obtain their integrative assessment (on the example of characteristic errors of air traffic controllers)]. *KhKhIII Mizhnar. kongres dvigunobudivnikiv* [XXIII International congress of engine builders]. Kharkiv, P. 74. [in Russ.].
40. Nasyrov, Sh. Sh. (2011). Vyznachennia koefitsiientiv vazhlyvosti kharakternykh pomylok aviadyspetcheriv v protsesi upravlinnia povitrianym rukhom [Determination of coefficients of importance of characteristic errors of air traffic controllers in the process of air traffic control]. *Aviatsiino-kosmichna tekhnika i tekhnolohiia* [Aviation and space engineering and technology]. *9*, 195–201. [in Ukr.].
41. 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 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.].
42. Reva, O., Kamyshyn, V., Borsuk, S., & Nevynitsyn, A. (2022). α-Method of Air Traffic Controllers' Preference System Specification Over Typical Mistakes Severities. *ICT with Intelligent Applications. Smart Innovation, Systems and Technologies*, Vol 248. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4177-0_68.
43. Berzh, K. (1962). Teoriya grafov i ee primenenie [Graph Theory and Its Applications]. Moscow, 320 p. [in Russ.].
44. 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.].
45. Tarasov, V. A., Gerasimov, B. M., Levin, I. A., & Korneychuk, V. A. (2007). Intellektualnye sistemy podderzhki prinyatiya resheniy: Teoriya, sintez, effektivnost [Intelligent Decision Support Systems: Theory, Synthesis, Efficiency]. Kyiv, 336 p. [in Russ.].
46. Medykovskyi, M. O., & Shunevych, O. B. (2011). Doslidzhennia efektyvnosti metodiv vyznachennia vahovykh koefitsiientiv vazhlyvosti [Research on the effectiveness of methods for determining weighting coefficients of importance]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu* [Bulletin of the Khmelnytskyi National University]. *5*, 176–182. [in Ukr.].
47. Devid, G. (1978). Metod parnykh sravneniy [Pairwise Comparison Method]. Moscow, 144 p. [in Russ.].
48. Saati, T. (1993). *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy [Making decisions. Hierarchy Analysis Method]*. Moscow, 314 p. [in Russ.].
49. Reva, O. M. (1997). Pryiniattia rishen shliakhom vyiavlennia systemy priorytetiv (perevah) aviaspetsialista : metodychni vkazivky z kursu "Osnovy teorii pryiniattia rishen" [Making decisions by identifying the system of priorities (advantages) of an aviation specialist: methodological instructions from the course "Fundamentals of decision-making theory"]. Kirovohrad, 18 p. [in Ukr.].
50. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Nevynitsyn, A. M., & Shulhin, V. A. (2019). Aprobatsiia dyferentsialnoho pidkhodu do vyznachennia nebezpek pomylok aviadyspetcheriv u profesiinii diialnosti [Approbation of the differential approach to determining the dangers of air traffic controllers errors in their professional activities]. *Suchasni enerhetychni ustanovky na transporti, tekhnolohii ta obladnannia dlia yikh obsluhovuvannia SEUTTOO-2019* [Modern energy installations on transport, technologies and equipment for their maintenance SEUTTOO-2019]. Kherson, P. 304–307. [in Ukr.].
51. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Nevynitsyn, A. M., & Shulhin, V. A. (2019). Dyferentsialnyi metod vstanovlennia porivnialnoi nebezpeky pomylok aviadyspetcheriv [Differential method of establishing the comparative risk of air traffic controllers errors]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. *3* (11), 70–82. http://doi.org/10.35668/2520-6524-2019-3-08 [in Ukr.].
52. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Kamyshyn, V. V., Nevynitsyn, A. M., & Shulhin, V. A. (2021). Zastosuvannia dyferentsiinoho pidkhodu do vdoskonalennia tekhnolohii otsiniuvannia nebezpek pomylok aviadyspetcheriv [The application of a differential approach to the improvement of the technology of evaluating the air traffic controllers errors]. *Materialy III Mizhnar. nauk.-prakt. konf. kafedry SEU i TE Odeskoho natsionalnoho morskoho universytetu* [Materials of the III International science and practice conf. Department of SEU and TE of Odessa National Maritime University]. Kharkiv, P. 401–411. [in Ukr.].
53. 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.].
54. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Nevynitsyn, A. M., & Radetska, S. V. (2019). Bahatokrokova protsedura pryiniattia rishen shchodo uzghodzhenosti hrupovykh system perevah aviadyspetcheriv [A multistep decisionmaking procedure regarding the consistency of group systems of air traffic controllers preferences]. *Tekhnichne rehuliuvannia, 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., 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 errors]. *Problemy staloho rozvytku morskoho transportu PSDMI-21* [Problems of sustainable development of maritime transport PSDMI-21]. Kherson, P. 75–80. [in Ukr.].

56. 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.].

O. M. REVA, D. Sc. in Engineering, Professor
V. V. KAMYSHYN, D. Sc. in Pedagogy, Senior Researcher, Corresponding Member of the NAES of Ukraine
K. V. KYRYCHENKO, PhD in Engineering
S. V. YAROTSKYI
L. A. SAHANOVSKA

FORMATION OF A SPECTRUM OF SYSTEM-INFORMATION CRITERIA FOR THE CONSISTENCY OF EXPERT OPINIONS

Abstract. *The article is devoted to the development of a system-information methodology for establishing the consistency of generalized expert opinions. After all, in the process of conducting any research in which expert information is revealed, a paradoxical situation may arise when the indicator of a generalized group opinion, usually obtained based on the “group normalization effect”, is actually determined, but there is no individual opinion that would coincide with it. Moreover, in the context of this publication, we are talking about the consistency of group systems of specialists' advantages. Under the system of benefits, we mean an ordered series of indicators, characteristics of professional activity or objects of expertise: from more acceptable (important, significant, etc.) to less acceptable. And it is clear that the inconsistency of opinions arises precisely when individual preference systems are aggregated into a group one. It is determined that the consistency of group opinions should be checked in the following areas: 1) for each individual alternative, which is ordered. It is advisable to implement the direction after the introduction into practice of expert research — the methodology and the differential method for establishing a part of the total significance of the compared alternatives; 2) coincidence/non-coincidence of individual systems of preferences of group members; 3) integrally — using the Kendall concordance coefficient; 4) complex. Based on the experience of using a multi-step technology for identifying and screening out marginal thoughts, eliminating the “systematic error of the survivor”, as well as building a “reference” group system of advantages, a set of known and new system-information criteria for the consistency of expert opinions is formulated. We are talking about the requirements for: the probability of the Kendall concordance coefficient, tested using the statistical criterion for testing hypotheses "xi-square", and its minimum acceptable value, which should be equal to $W \geq 0,7$; the need for statistically probable matching of all individual preference systems with group thought in the final group preference system; the need to match the individual system of preferences with the majority opinions of group members etc. Moreover, the last two criteria are implemented based on the Spearman rank correlation coefficient, and their reliability is checked using Student's t-test. Information about the effectiveness of these criteria is provided.*

Keywords: *expert technologies, systems of preferences, generalization of opinions, system-information criteria.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Рева Олексій Миколайович — д-р техн. наук, проф., гол. н. с., ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03680; +38 (044) 521-00-10; 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, 03680; +38 (044) 521-00-10; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

Кириченко Костянтин Володимирович — канд. техн. наук, старший викладач, Херсонська державна морська академія; просп. Ушакова, 20, м. Херсон, Україна, 73000; +38 (0552) 49-54-73; kvklecturer@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0974-6904

Яроцький Станіслав Володимирович — начальник відділу, 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, Principal Researcher of Ukrainian Institute for Scientific Tecnical Expertise and Information, Antonovycha Str., 180, Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (044) 521-00-10; 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, Antonovycha Str., 180, Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (044) 521-00-10; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

Kyrychenko K. V. — PhD in Engineering, Senior Lecturer at the Department of the Kherson State Maritime Academy, Ushakova Ave. 20, Kherson, Ukraine, 73000; +38 (0552) 49-54-73; kvklecturer@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0974-6904

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

Saganovska 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, Stepan Choban Str., 1, Kropyvnytskyi, Kirovohrad region, Ukraine, 25005; lora-sag@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2560-4383

ДО УВАГИ АВТОРІВ:

До друку приймаються статті українською та англійською мовами.

Відповідальність за достовірність поданих даних несуть автори матеріалів.

Редакція може не поділяти думки авторів, викладені у статтях.

У разі передруку матеріалів — посилання на журнал “Наука, технології, інновації” обов’язкове.

Адреса редакції: вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150.

Контакти редакції: тел.: +38 (044) 521-00-39.

e-mail: journal@uintei.kiev.ua

Умови для публікації викладено на сайті: http://nti.ukrintei.ua.

З питань придбання та розміщення реклами: тел. +38 (044) 521-00-39.
e-mail: uintei.ua@gmail.com або sale@uintei.kiev.ua