



ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ ДУМОК ЕКСПЕРТІВ ПРИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ У ДИДАКТИЦІ

А Ураховуючи, що узгоджена групова система переваг – це найрозповсюдженіший спосіб здійснення об'єктивного вибору, та, орієнтуючись на встановлене мінімально-необхідне критеріальне значення коефіцієнта конкордації за Кендаллом, розроблена багатокрокова процедура послідовного відкидання маргінальних думок, виявлення яких відбувається методами теорії розпізнавання образів. Застосування процедури проілюстровано на побудові групової системи переваг студентів на множині характерних рис недисциплінованості.

Ключові слова: узгодженість групової системи переваг, критеріальне значення коефіцієнта конкордації, маргінальні думки, методи теорії розпізнавання образів.

Владимир Камышин. Технология повышения однородности мнений экспертов при принятии решений в дидактике.

А Учитывая, что согласованная групповая система предпочтений – это наиболее распространенный способ проведения объективного выбора, и, ориентируясь на установленное минимально-необходимое критеріальное значение коэффициента конкордации по Кендаллу, разработана многошаговая процедура последовательного отбрасывания маргинальных мнений, выявление которых осуществляется методами теории распознавания образов. Применение процедуры иллюстрировано на построении групповой системы предпочтений студентов на множестве характерных черт недисциплинированности.

Ключевые слова: согласованность групповой системы предпочтений, критеріальное значение коэффициента конкордации, маргинальные мнения, методы теории распознавания образов.

Volodymyr Kamyshyn. Uniformity increase technology of experts opinions at decision-making in didactics.

S Taking into consideration the fact that the concerted group preferences system is the most common way for making an objective choice, and focusing on the established minimum value according to Kendall's coefficient of concordance, a multistep procedure of consistent marginal opinions rejection is developed, where the theory of pattern recognition methods serves as their identification. The application of the procedure is illustrated on the example of construction of group preferences system for the set of typical traits of misbehavior of certain group of students.

Key words: concordance of group preferences system, coefficient of concordance criteria value, marginal opinions, theory of pattern recognition methods.

Вступ. У сучасному уявленні управління будь-яким об'єктом завжди виконує послідовні функції [1; 2]: прогнозування – планування – оцінка обстановки – прийняття рішень (ПР) – виконання рішень – контроль та облік. Серед перерахованих функцій управління саме ПР у процесі управління відіграє особливу роль, оскільки є узагальненим. Ця узагальненість полягає в тому, що будь-яку функцію управління можна уявити як низку (послідовність) рішень. Тому ПР можна розглядати як типову задачу, що вирішується під час реалізації різноманітних функцій управління. При цьому варто звернути особливу увагу на експертні процедури (ЕП) ПР, оскільки саме вони покладені в основу сучасних інтелектуальних систем підтримки рішень [3; 4]. Виходячи з наведеного, завдання вдосконалення ЕП варто вважати актуальним, особливо при виробленні групових рішень, які справедливо вважаються об'єктивнішими й обґрунтованішими, аніж індивідуальні [5; 7].

Аналіз досліджень і публікацій. Із результатів досліджень [1; 3–7] витікають наступні стратегії групових рішень: 1) простої більшості; 2) підсумовування та усереднення рангів; 3) такі, що базуються на класичних критеріях ПР (Вальда, Севіджа, Байеса, Лапласа, Гурвиця та ін.); 4) оптимального передбачення. Серед них «традиційно» демократичними вважаються перша та третя, які застосовують класичний критерій Севіджа, що мінімізує відхилення в думках як

меншості, так і більшості фахівців, які залучаються до експертизи. Друга стратегія вимагає визначення ступеня узгодженості думок, оскільки у процесі їхнього узагальнення можуть усереднюватися і суперечливі результати опитування. Четверта стратегія фактично орієнтована на застосування другої, тому не знайшла широкого розповсюдження [8].

Найпростіший спосіб ПР – це виявлення індивідуальних систем переваг (СП) і, спираючись на них, знаходження групових СП (ГСП). При цьому, під СП будемо розуміти будь-яку форму впорядкування (у контексті цієї публікації від найбільш до найменш значущої) досліджуваних альтернатив [5; 8–10]. І якщо сформована групова СП (ГСП), то ПР тривіальне, тому що спочатку має обиратися найкраща альтернатива з рангом № 1, якщо це неможливо з якихось формальних обставин – з рангом № 2 і т. д. Отже, якщо дійсно сформована ГСП, то необхідно визначитися зі ступенем її узгодженості, що зазвичай відбувається за допомогою коефіцієнту множинної рангової кореляції – коефіцієнта конкордації Кендалла [1; 3; 4; 6–16]:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m R_i} \quad (1) \quad S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2, \quad (2)$$

де r_{ij} – ранг, що був привласнений j -м експертом

($j = \overline{1, m}$) i -тій ($i = \overline{1, n}$) альтернативі в індивідуальній СП; \bar{r}_i – середньогруповий ранг i -тої альтернативи: $\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij}$, (3)

R_j – кількість однакових рангів, що надаються кожним j -тим студентом ХРН, що аналізуються:

$$R_j = \sum_j (r_j^3 - r_j). \quad (4)$$

Коефіцієнт конкордації змінюється у межах $W = [0, 1]$. Його високе значення свідчить про високий рівень узгодженості думок експертів у ГСП. Однак, чим більше фахівців залучається до експертизи та чим більше досліджуваних альтернатив ними упорядковуються, тим більша варіативність думок буде спостерігатися, що неминуче вплине на абсолютне значення коефіцієнта конкордації. Саме тому отримане емпіричне значення коефіцієнта конкордації W вважається статистично вірогідним, а ГСП узгодженою, якщо виконується умова [1; 3; 4; 6–16]:

$$\chi_{емп.}^2 = \frac{12 \cdot S}{(n+1) \cdot m \cdot n - \frac{1}{(n-1)} \sum_j R_j} \gg \chi_{\alpha; k}^2 \quad (5)$$

де $\chi_{\alpha; k}^2$ – теоретичне значення змінної «хі-квадрат» з $k = m - 1$ ступенями свободи на рівні межі дозволеного (значущості) α , який визначається зі спеціальної таблиці [13].

З іншого боку, накладається і критеріальне обмеження на абсолютне значення W :

$$W \geq 0,7 \dots 0,8. \quad (6)$$

Отже, ГСП варто вважати узгодженою, якщо одночасно виконуються умови (5) і (6).

Як витікає з виразів (1) – (5), у процесі побудови ГСП та оцінки ступеня її узгодженості дійсно можуть узагальнюватися суперечливі думки, що обов'язково вплине на значення величин, які визначаються виразами (1), (5), (6). Із аналізу наукових джерел [1; 3; 4; 7; 9; 11; 12; 15; 16] витікає, що для встановлення маргінальних думок експертів зазвичай застосовують методи для виявлення звичайних погрешностей технічних вимірювань [17; 18], що є методологічно неправильним, тому що людському мисленню властиві саме порівняльні якісні (ранги СП), а не кількісні оцінки [5; 19].

Завданням дослідження є розроблення і провадження процедур (за потреби – багатокрокових) непараметричного виявлення маргінальних думок експертів задля отримання ГСП, характеристики якої задовольняли б умови (5), (6).

Розроблення та реалізація багатокрокової процедури отримання статистично-вірогідної ГСП експертів. Усі методи, технології та процедури, що розробляються в цій публікації, будуть проілюстровані на побудові ГСП студентів на множині характерних рис недисциплінованості (ХРН). Такий вибір пояснюється наступним. По-перше, у будь-якій навчальній аудиторії завжди знайдеться людина, поведінка якої суттєво відрізняється від загальноприйнятої у конкретному навчальному соціумі і заважає викладачеві виконувати його професійні обов'язки. По-друге, діагностика та корекція недисциплінованості в молодих пілотів

визнана ІКАО одним із проактивних заходів попередження негативного впливу людського чиннику на безпеку польотів, тому в одному з її Керівництв подано перелік найпоширеніших типів недисциплінованості, їхніх індикаторів та відповідних антидотів [20]. Для проведення досліджень було сформовано найповніший перелік ХРН, що всебічно характеризує хибну поведінку (табл. 1):

Таблиця 1

Характерні риси недисциплінованості студентів в процесі навчання

Позначка риси, Нi	Опис прояву риси недисциплінованості
1	2
H1	Пропускає заняття без поважних причин
H2	Вважає, що все неправильно: критикує систему навчання, обладнання і взагалі все, що бачить
H3	Вороже налаштований, причепливий, завжди готовий до сварки та провокує її
H4	Надмірно наполегливий, прагне будь-що, навіть за рахунок товаришів, виконати доручене, найвищою мірою егоїстичний
H5	Марнотрат часу, балакун, працює ліниво та повільно
H6	Боязкий, боїться своїх товаришів і викладачів, працює один, як правило, не просить допомоги та не прагне до успіху
H7	Незацікавлений, завжди неуважний і швидкий
H8	Всезнайка, бачить мало користі від занять, сам собі викладач, «вважає, що його система підготовки краща», просторікуватий і балакучий
H9	Повільний, завжди бракує часу закінчити роботу, хоча завжди виконує те, що необхідно
H10	Не визнає колективних дій
H11	Ухиляється від роботи на заняттях
H12	Не виконує вказівок і все робить по-своєму
H13	Не робить спроб допомогти товаришам або викладачам
H14	Безвідповідальний, безтурботний, недбалий у використанні устаткування, неохайний, нетактовний
H15	Розсіяний, такий, у якого думки завжди сконцентровані не на предметі вивчення, плутає реальне з вимислом
H16	Імпульсивний, прагне якнайшвидше одержати результат, не задумуючись над його правильністю
H17	Несамостійний, йде на повіді у товаришів
H18	Систематично запізнюється на заняття
H19	Не виконує домашнє завдання
H20	Не відвідує загальноінститутські, загальнофакультетські заходи
H21	Несвоєчасно повертає літературу до бібліотеки

По-третє, одним із очікуваних позитивів від приєднання України до Болонських домовленостей є «збільшення мотивації на навчання та відвідування занять» [21], зміст якого також свідчить про державне розуміння проблем недисциплінованості.

До досліджень було залучено 179 студентів-менеджерів, які, застосовуючи попарне порівняння та такий спосіб виявлення переваг, як частину сумарної інтенсивності, побудували індивідуальні переваги на множині ХРН (табл. 2). Їх узагальнення за допомогою такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів дозволило отримати таку ГСП:

$$\begin{matrix} H_3 f & H_1 f & H_4 f & H_2 f & H_{19} f & H_{12} f & H_{16} f & H_{11} f & H_{18} f & H_8 f & H_{17} f \\ g & g & g & g & g & g & g & g & g & g & g \\ f & H_{15} f & H_{14} f & H_{10} f & H_{13} f & H_{17} f & H_6 f & H_5 f & H_9 f & H_{20} f & H_{21} \\ g & g & g & g & g & g & g & g & g & g & g \end{matrix}, \quad (7)$$

Індивідуальні системи переваг студентів групи, кількістю $m=172$ осіб (фрагмент)

Hi	Студент-респондент j										Σr_{ij}	\bar{r}_i	ri
	1	2	3	4	...	28	...	44	...	179			
1	2	3	4	5	...	28	...	44	...	173	174	175	176
H1	10	20	1,5	7,5	...	16	...	18	...	6	1357	7,89	2
H2	18,5	13,5	6	1	...	16	...	4	...	1	1434	8,34	3
H3	1	10	10	2,5	...	7	...	14,5	...	2	1004	5,84	1
H4	2	13,5	1,5	2,5	...	18	...	2	...	9,5	1443	8,39	4
H5	18,5	10	17	4,5	...	11,5	...	5	...	9,5	2207,5	12,83	18
H6	5	6,5	18	7,5	...	14	...	9,5	...	17	2024,5	11,77	17
H7	15,5	2,5	14	7,5	...	9,5	...	18	...	11	2010,5	11,69	15
H8	15,5	6,5	20,5	4,5	...	9,5	...	16	...	3	1712,5	9,96	10
H9	12,5	4,5	20,5	21	...	21	...	21	...	15	2794,5	16,25	19
H10	3	16,5	3,5	7,5	...	6	...	18	...	8	2003,5	11,65	13
H11	12,5	4,5	10	14	...	4	...	6,5	...	6	1630	9,48	8
H12	8	1	12	11	...	1,5	...	12	...	4	1483,5	8,63	5
H13	5	13,5	16	10	...	11,5	...	9,5	...	13,5	2011,5	11,69	16
H14	11	16,5	15	12	...	4	...	12	...	21	2005,5	11,66	14
H15	8	18,5	19	16	...	8	...	14,5	...	16	1970,5	11,46	12
H16	8	18,5	13	14	...	13	...	6,5	...	6	1629	9,47	7
H17	5	21	3,5	14	...	16	...	1	...	18,5	1856	10,79	11
H18	20	10	7,5	20	...	4	...	3	...	13,5	1692,5	9,84	9
H19	17	13,5	10	17	...	1,5	...	20	...	12	1499,5	8,72	6
H20	14	8	7,5	18,5	...	19	...	8	...	18,5	2947	17,13	20
H21	21	2,5	5	18,5	...	20	...	12	...	20	3016	17,53	21
Lj	121	179	104	114	...	83	...	141	...	79			
L*j	0,68	1	0,58	0,64	...	0,46	...	0,79	...	0,44			

де \succ_g – ознака групової переваги i -тої риси над j -тою.

Згідно з формулою (1) обчислено таке емпіричне значення коефіцієнта конкордації:

$$W = \frac{12 \cdot 5508002,5}{179^2(21^3 - 21) - 179 \cdot 10350} = 0,2247,$$

що свідчить про певну загальну узгодженість думок студентів щодо значущості та важливості ХРН студентів у ГСП (7). При цьому зазначимо, що саме великий обсяг вибірки ($m = 179$) та значна кількість ХРН ($n = 21$) сприяли значній варіативності думок, що й вплинуло на значення коефіцієнта конкордації. Щоб остаточно переконатись у вірогідності обчисленого значення W , необхідно перевірити відповідну статистичну гіпотезу – встановити, чи дійсно виконується умова (5).

Отже:

$$\chi_{емп.}^2 = \frac{12 \cdot 5508002,5}{179 \cdot (21+1) \cdot 21 - \frac{1}{(21-1)} \cdot 10350} = 804,3 \gg \chi_{20; 0,02\%}^2 = 45,31.$$

це нібито свідчить про статистично вірогідну узгодженість ГСП (7). Однак, при цьому не виконується критерій (6):

$W_{m=179} = 0,2247 \ll 0,7$, тому потрібно застосувати спеціальні процедури з позбавлення маргінальних думок, появу яких можна пояснити: унікальністю особистого досвіду праці чи навчання у конкретному вищому навчальному закладі (ВНЗ); недостатньою обізнаністю експертів у застосуванні пропонованих методів виявлення їхніх думок; високою варіативністю думок внаслідок достатньо великої кількості ХРН, що ними впорядковуються; впливом зовнішніх і внутрішніх чинників об'єктивного та суб'єктивного характеру, стохастичної і нестохастичної природи; ухилянням певної частини студентів від правди-

вого висловлення думок, виходячи з побоювання можливого соціального покарання.

Зазначимо, що 7 респондентів поставили на 1–2 місця H_{20} і H_{21} , що є або явним ляпсусом, або нісенітницею, адже така поведінка хоча і свідчить про недисциплінованість, але ж найменшим чином заважає викладачеві ефективно здійснювати навчально-виховний процес (НВП). Позбавившись думок цих респондентів, отримуємо ГСП вже $m = 172$ випробуваних студентів, результати опитування яких й відображає табл. 2:

$$H_3 \succ_{m=172} H_1 \succ_{m=172} H_2 \succ_{m=172} H_4 \succ_{m=172} H_{19} \succ_{m=172} H_{12} \succ_{m=172} H_{16} \succ_{m=172} H_{11} \succ_{m=172} H_{18} \succ_{m=172} H_8 \succ_{m=172} H_{17} \succ_{m=172} H_{15} \succ_{m=172} H_{14} \succ_{m=172} H_{10} \succ_{m=172} H_{13} \succ_{m=172} H_7 \succ_{m=172} H_6 \succ_{m=172} H_5 \succ_{m=172} H_9 \succ_{m=172} H_{20} \succ_{m=172} H_{21} \quad (8),$$

де $\succ_{m=172}$ – позначка переваги i -тої ХРН перед j -тою у групі $m = 172$ студентів.

Емпіричне значення коефіцієнта конкордації Кендалла для ГСП (8) дорівнює величині $W_{m=172} = 0,2379$ і дещо більше попереднього значення (на 6 %) та статистично-вірогідним, тому що $\chi_{емп.}^2 = 819,724 \gg \chi_{k=20; \alpha=0,2\%}^2 = 45,31$. Однак, знову не виконується вимога (6). Таким чином, враховуючи наведене та досвід попередніх досліджень [8; 22], необхідно розробити і реалізувати методи збільшення однорідності думок експертів і позбавлення маргінальних результатів. Привабливість підходу, що розглядається у вказаних працях, полягає у встановленні компетентності експертів за їхніми оцінками об'єктів, тобто за впливом на групову думку. Нормальним вважається такий вплив суджень окремого додаткового експерта на групову оцінку, коли відхилення нової групової оцінки відрізняється від попередньої на 5–10 %. Такий вплив враховується при обґрунтуванні численості групи. При цьому приймається, що:

$$\begin{cases} 1,05 \leq C \leq 1,10, & \text{якщо } b > \bar{a}_m \\ 0,90 \leq C \leq 0,95, & \text{якщо } b < \bar{a}_m \end{cases}, (9)$$

$$C = \frac{\bar{a}_{m+1}}{\bar{a}_m}, (10)$$

де \bar{a}_m – середнє арифметичне оцінки групи, що складається з m осіб; \bar{a}_{m+1} – середнє арифметичне оцінки групи, що складається з $(m + 1)$ осіб; b – оцінка $(m + 1)$ -го експерта, який теоретично може бути залучений до роботи у групі.

При цьому одразу зрозуміло, що

$$\begin{cases} C = 1, & \text{коли } \bar{a}_n = b \\ C > 1, & \text{коли } \bar{a}_n > b \\ C < 1, & \text{коли } \bar{a}_n < b \end{cases} (11)$$

Наведені міркування стосуються аналізу оцінок експертів щодо окремих досліджуваних показників, а також для вже визначених певним чином векторних (інтегральних) показників оцінок. Причому, йдеться про числові оцінки методів, хоча людському мисленню найбільш властиві якісні, у тому числі порівняльні рангові оцінки. Отже, у загальному випадку необхідно виявити методи та процедури виявлення компетентності експертів на множині показників, що ними оцінюються. Із аналізу праць [23–27] можна зробити висновок про можливість застосування методів теорії розпізнавання образів для визначення компетентності експертів.

Введемо поняття ризику розпізнавання – як математичне сподівання інформаційних втрат від помилок розпізнавання/не розпізнавання компетентних/не компетентних експертів:

$$r(\delta) = \int \sum_{i=1}^I L[i, k = \delta(x)] P(i) p(x/i) dx, (12)$$

де X – простір сигналів x (оціночних характеристик, що надаються експертами досліджуваним об'єктам), що розпізнаються; $i=1, 2, \dots, I$ – номери класів оцінок; $k=1, 2, \dots, K$ – номери варіантів розпізнавання $\delta(x)$; $L(i, k)$ – інформаційні втрати при віднесенні оцінки класу i до класу k ; $P(i)$ – відомі апіорні ймовірності класів; $p(x/i)$ – відомі апіорні щільності ймовірності кожного класу.

Отже, йдеться про визначення відстаней між точками у просторі зображень. Належність даної реалізації до того або іншого класу визначається відстанню між еталонною точкою і тією, яку було подано для класифікації. Реалізації, що належать до одного класу, створюють компакту область у просторі параметрів системи. У ролі узагальненої відстані застосовується показник:

$$L = \sum_{i=1}^n |x_i - x_i^*|, \quad i = \overline{1, n}, (13), \text{ де } i - \text{номер ознаки};$$

x_i – числова величина i -тої ознаки; x_i^* – числова величина i -тої ознаки для еталонного експерта.

Величину L можна пронормувати, таким чином

$$L_j^* = \frac{L_j}{L_{\max j}} (14),$$

що робить її аналіз зручнішим.

Далі, враховуючи (9), введемо критерій визначення прийнятності думок випробуваних:

$$L_j^* \leq 1,1 \cdot \bar{L}^*, (15), \text{ де } \bar{L}^* - \text{середньогрупова похибка: } \bar{L}^* = \frac{\sum_{j=1}^m L_j^*}{m}. (16)$$

Розглянутий підхід було адаптовано для визначення однорідності думок експертів у педагогічних, економічних і технічних галузях досліджень [8; 22; 23]. І якщо для будь-якої вибірки експертів згідно з формулами (13) – (16) визначити осіб з маргінальними думками, обчислити коефіцієнт конкордації за Кендаллом, позбавившись їх, а також перевірити його на статистичну вірогідність, то ці процедури варто послідовно ітераційно повторювати для кожної нової редукованої за критерієм (15) вибірки, доки не буде виконуватися умова (6). Наведене відповідає алгоритму, що подано на рис. 1:



Рис. 1. Багатокроковий ітераційний алгоритм виявлення групової системи студентів на множині характерних рис недисциплінованості

Отже, застосовуючи процедури (13) – (16) та індивідуальні СП $m = 172$ студентів, отримуємо таке перетворення зазначених формул:

$$L_j = \sum_{i=1}^n |x_{ij} - x_i|, (17)$$

$$L_j^* = \frac{L_j}{L_{\max j} = L_2 = 175}. (18)$$

Результати обчислень згідно з формулами (17), (18) подані у передостанньому та останньому рядку табл. 2. З них витікає, що $\bar{L}^* = 0,57$. Тоді критерій (15) прийнятності думок респондентів буде мати такий вигляд:

$$L_j^* \leq 1,1 \cdot 0,5757 = 0,63, (19)$$

На рис. 2 подано гістограму, що дає наочне уявлення про розподіл нормованих відхилень думок студентів щодо значущості ХРН від середньогрупової думки.

За підсумками проведених розрахунків встановлено, що кількість студентів з маргінальними думками становить $m_{\text{marg}} = 66$ осіб, і тому вони були виключені з подальшого розгляду. Уже для

Таблиця 3

Динаміка реалізації багатокрокової процедури виявлення маргінальних думок студентів щодо значущості характерних рис недисциплінованості

Ітерації	Основна група			Маргінальна група		
	Кількість, <i>m</i>	Коефіцієнт конкордації, <i>W</i>	$\chi^2_{емп.}$	Кількість, <i>m</i>	Коефіцієнт конкордації, <i>W</i>	$\chi^2_{емп.}$
1	2	3	4	5	6	7
I	172	0,2383	819,724	136	0,1803	490,414
II	106	0,4281	907,624	97	0,3030	587,8
III	57	0,6550	746,724	71	0,3920	556,695
IV	36	0,7988	575,132	51	0,4833	492,986
V	-	-	-	34	0,5532	376,154
VI	-	-	-	26	0,6102	317,316
VII	-	-	-	20	0,6567	262,661
VIII	-	-	-	15	0,6924	207,712
IX	-	-	-	8	0,7786	124,571

ПРИМІТКА: $\chi^2_{емп.} \gg \chi^2_{табл.} = \chi^2_{20; 0,2\%} = 45,31$ конкордації

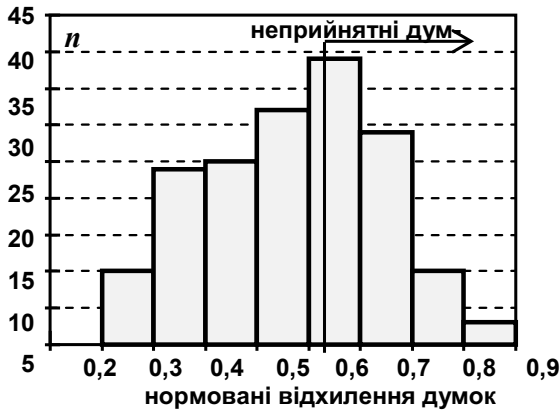


Рис. 2. Гістограма розподілу нормованих відхилень думок студентів щодо значущості характерних рис недисциплінованості відносно середньогрупової думки

$m = 106$ студентів, що залишилися, було повторено всі попередні процедури.

Обчислене емпіричне значення коефіцієнта конкордації для цієї редукованої вибірки не задовольняє вимозі (6): $W_{m=106} = 0,4292 < 0,7$, тому ітераційні процедури з визначення однорідних думок щодо значущості ХРН для студентів продовжуються. Графи 2, 3 табл. 3 дають наочне уявлення про динаміку реалізації алгоритму, що поданий на рис. 1. Таким чином, вихідна вибірка випробуваних редукована до $m = 36$ осіб, думки яких щодо значущості ХРН при узагальненні створюють статистично-вірогідну ГСП, узгодженість

якої задовольняє умові (6):

$$\begin{aligned}
 &H_{3 \atop m=36} \succ H_{1 \atop m=36} \succ H_{12 \atop m=36} \succ H_{2 \atop m=36} \succ H_{11 \atop m=36} \succ H_{19 \atop m=36} \succ H_{18 \atop m=36} \succ \\
 &\succ H_{8 \atop m=36} \succ H_{4 \atop m=36} \succ H_{16 \atop m=36} \succ H_{10 \atop m=36} \succ H_{13 \atop m=36} \succ H_{7 \atop m=36} \succ H_{15 \atop m=36} \succ \dots (20) \\
 &\succ H_{5 \atop m=36} \succ H_{6 \atop m=36} \succ H_{17 \atop m=36} \succ H_{9 \atop m=36} \succ H_{20 \atop m=36} \succ H_{14 \atop m=36} \succ H_{21 \atop m=36}
 \end{aligned}$$

де $m=36$ – позначка переваги однієї ХРН над іншою в узагальнених думках студентів основної групи.

При цьому (табл. 3) думки 136 студентів спочатку були віднесені до маргінальних. Застосовую-

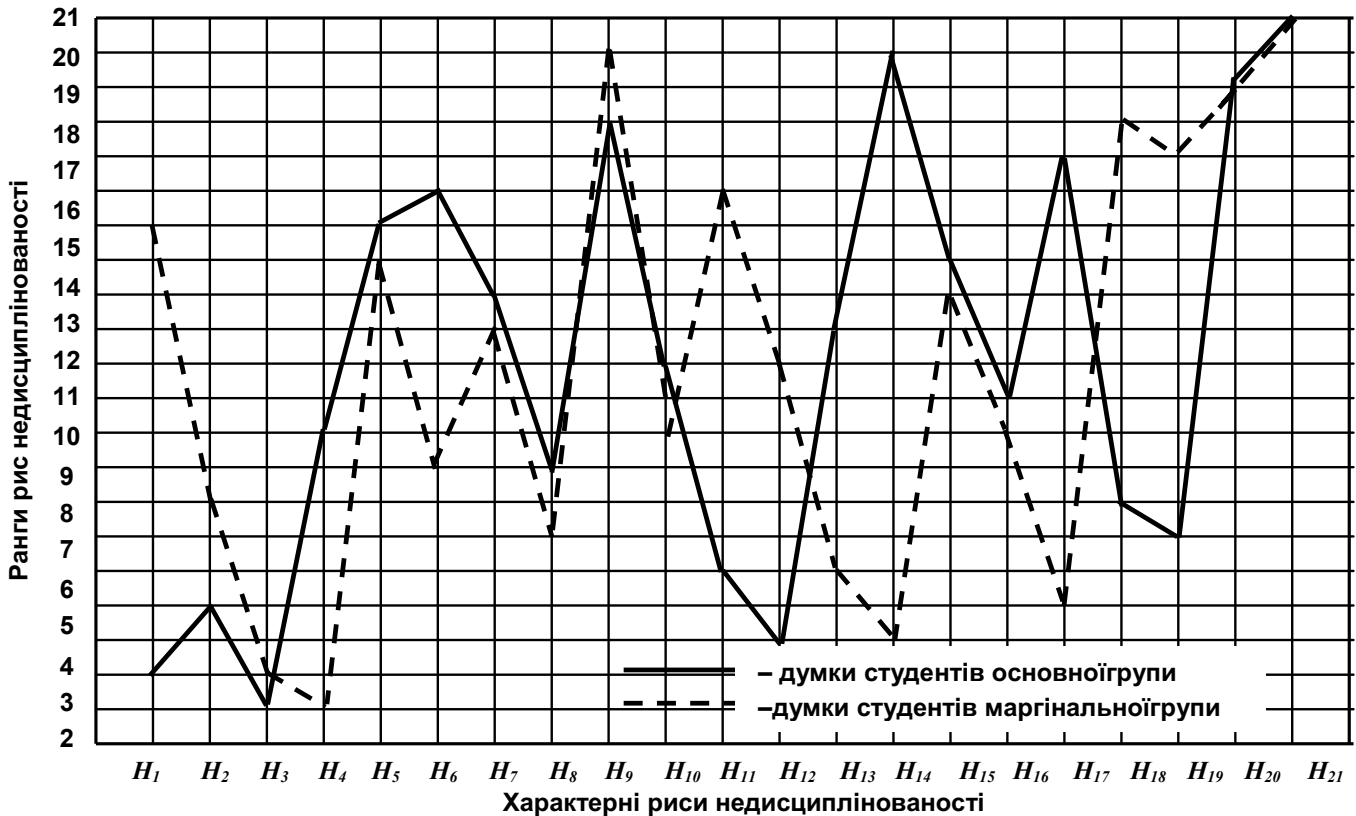


Рис. 3. Порівняння узагальнених переваг студентів основної та маргінальної груп на характерних рисах недисциплінованості

чи до них ті самі процедури, що передбачаються алгоритмом на рис. 1, було проведено дев'ять послідовних ітерацій, що дало змогу редукувати зазначену вибірку студентів-маргіналів до $m = 8$ осіб. Саме для них отримано таку статистично вірогідну ГСП, що задовольняє умові (6):

$$\begin{aligned} & H_4 \succ_{m=8} H_3 \succ_{m=8} H_{14} \succ_{m=8} H_{17} \succ_{m=8} H_{13} \succ_{m=8} H_8 \succ_{m=8} H_2 \succ_{m=8} \\ & \succ_{m=8} H_6 \succ_{m=8} H_{16} \succ_{m=8} H_{10} \succ_{m=8} H_{12} \succ_{m=8} H_7 \succ_{m=8} H_{15} \succ_{m=8} H_5 \succ_{m=8} \quad (21) \\ & \succ_{m=8} H_1 \succ_{m=8} H_{11} \succ_{m=8} H_{19} \succ_{m=8} H_{18} \succ_{m=8} H_{20} \succ_{m=8} H_9 \succ_{m=8} H_{21} \end{aligned}$$

де $\succ_{m=8}$ – позначка групової переваги у СП студентів-маргіналів.

Рис. 3 дає наочне уявлення про збіг/незбіг думок студентів основної та маргінальної груп щодо значущості ХРН. Оскільки отримане емпіричне значення коефіцієнту рангової кореляції Спірмена $R_s = 0,187$ не є статистично вірогідним, то йдеться про різні ГСП, у яких саме збіг думок (однаковість чи близькість величин рангів ХРН) є випадковістю, а незбіг закономірністю. Причому з'ясування питання, яка ж з них є «правильною» можливе тільки після їх порівняння з ГСП викладачів. Отримання статистично вірогідних ГСП студентів основної (20) і маргінальної (21) груп відкриває перспективи для застосування класичних критеріїв ПР задля оцінки ступеня ризикованості рішень щодо остаточних СП.

Висновки. Підсумовуючи отримані та подані у цій статті нові наукові результати, вкажемо на найсуттєвіші положення.

1. Розроблена процедура непараметричного виявлення маргінальних думок експертів, що базується на методах теорії розпізнавання образів. Процедура покладена в основу багатокрокової процедури отримання статистично вірогідної ГСП експертів, узгодженість якої відповідає критеріальному значенню коефіцієнта конкордації Кендалла.

2. Застосування процедури проілюстровано на прикладі формування ГСП студентів на множині ХРН. Встановлено, що вихідна їх вибірка з $m = 172$ студентів має бути редукованою до кількісного складу з $m = 36$ осіб. Із числа $m = 136$, які були умовно віднесені до маргіналів, шляхом

реалізації дев'яти послідовних ітераційних процедур було встановлено, що усього $m_{\text{marg}} = 8$ осіб зі статистично узгодженою ГСП. Причому зазначені ГСП не збігаються між собою, оскільки коефіцієнт рангової кореляції Спірмена має невелике абсолютне значення $R_s = 0,187$ і не є статистично вірогідним.

3. Подальші дослідження з удосконалення ЕП необхідно проводити у напрямках застосування класичних критеріїв ПР для знову ж непараметричного виявлення ГСП експертів.

Література

- Евланов Л. Г. Экспертные оценки в управлении / Л. Г. Евланов, В. А. Кутузов. – М.: Экономика, 1978. – 133 с.
- Новиков Д. А. Теория управления организационными системами / Д. А. Новиков. – М.: МПСИ, 2005. – 584 с.
- Герасимов Б. М. Интеллектуальні системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. / Б. М. Герасимов, В. М. Локазюк, О. Г. Оксіюк, О. В. Поморова. – К.: Вид-во Європейського ун-ту, 2007. – 335 с.
- Тарасов В. А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: теория, синтез, эффективность / В. А. Тарасов, Б. М. Герасимов, И. А. Левин, В. А. Корнейчук. – К.: МАКИС, 2007. – 336 с.
- Козелецкий Ю. Психологическая теория решений: пер. с польск. Г. Е. Минца, В. Н. Поруца / под ред. Б. В. Бирюкова. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с.
- Рева О. М. Колективні рішення у невеликій групі авіаційних операторів: конспект лекцій з курсу «Основні теорії прийняття рішень» / О. М. Рева. – Кіровоград: ДЛАУ, 1998. – 34 с.
- Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование. Экспертные оценки: учебник в 3 ч. / А. И. Орлов. – М.: Изд-во МТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – Ч. 2. Экспертные оценки. – 2011. – 486 с.
- Камишин В. В. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу: монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. – К.: Інформаційні системи, 2012. – 270 с.
- Надёжность 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.
- Рева О. М. Прийняття рішень шляхом виявлення системи пріоритетів (переваг) авіаспеціаліста: методич. вказівки з курсу «Основні теорії прийняття рішень» / О. М. Рева. – Кіровоград: ДЛАУ, 1997. – 18 с.
- Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гуравич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
- Блюмберг В. А. Каное решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блюмберг, В. Ф. Глущенко. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.
- Мюллер П. Таблицы по математической статистике [Текст] / П. Мюллер, П. Нойман, Р. Штурм. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 278 с.
- Рабочая книга по прогнозированию / ред. И. В. Бестужев-Лада. – М.: Мысль, 1982. – 430 с.
- Варакин Е. Н. Принятие решений на основе экспертного оценивания: метод. пособие / Е. Н. Варакин, В. А. Желудов, В. Н. Бганцов, С. С. Ибнеев. – Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1988. – 88 с.
- Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание: методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. – К.: ДУИКТ, 2007. – 362 с.
- Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок: пер. с англ. / Дж. Тейлор. – М.: Мир, 1985. – 272 с.
- Львовский Б. Н. Статистические методы построения эмпирических формул / Б. Н. Львовский. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
- Трофімов Ю. Л. Психологія: підручник / Ю. Л. Трофімов, В. В. Рибалка, П. А. Гончарук та ін.; за ред. чл.-кор. АПН України Ю. Л. Трофімова. – К.: Либідь, 2005. – 560 с. TrainingManual.Doc. ICAO 7192-AN/857. – Part A-1. General Considerations. – Montreal, Canada, 1975. – 58 p.
- Модернізація вищої освіти України і Болонський процес / уклад. М. Ф. Степко, Я. Я. Болюбаш, К. М. Левківський, Ю. В. Сухарніков; Відп. ред. М. Ф. Степко. – К.: Освіта України, 2004. – 60 с.
- Насиров Ш. Ш. Багатокрокова процедура виявлення статистично-узгодженої системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок їх діяльності / Ш. Ш. Насиров // Коомунальне господарство міст: науково-технічний збірник. – Вип. 105. – Харків: ХНАМГ, 2012. – С. 461–475. – (Серія: «Технічні науки і архітектура»).
- Чув В. И. Прогнозирование количественных характеристик процессов / В. И. Чув, Ю. Б. Михайлов, В. И. Кузьмин. – М.: Советское радио, 1975. – 400 с.