



**Володимир Вікторович Камишин,**

кандидат технічних наук,  
лауреат Державної премії УРСР  
в галузі науки і техніки,  
лауреат Державної премії України  
в галузі освіти,  
директор Інституту обдарованої дитини  
НАПН України  
м. Київ, Україна

УДК 37.091.2:004.415.538:005.6

## КЛАСИЧНІ КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У НЕПАРАМЕТРИЧНОМУ ВСТАНОВЛЕННІ ГРУПОВОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ У ДИДАКТИЦІ

*Учитывая важность групповых решений и особенности человеческого мышления, адаптированы процедуры применения классических критериев принятия решений для непараметрического построения групповых систем предпочтений. Установлено, что критерий Вальда дает лишнюю риска систему предпочтений, критерий Севиджа – с минимизацией риска, Байеса-Лапласа – рискованную, степень которой можно количественно оценить при проверке эмпирического значения коэффициента конкордации Кендалла на статистическую достоверность. Введен и апробирован показатель неопределенности (неразличимости) альтернатив в системах предпочтений. Представлены результаты апробации предлагаемых процедур на примере построения групповых систем предпочтений студентов на множестве характерных черт недисциплинированности.*

**Ключевые слова:** эффективность группового выбора, система предпочтений, непараметрические методы, классические критерии принятия решений, неразличимость альтернатив.

*Considering the importance of group decisions and features of the human thinking, the adapted procedures of application classical criteria of decision-making for nonparametric construct of group systems of advantages. Established that the Wald criterion gives devoid of risk system of advantages, Savage criterion – with the minimizing the risk, Bayes-Laplace criterion risky, the degree of which can quantitatively estimate checking empirical meaning of coefficient of coordination Kendall on statistical probability. Introduced and tested indicator of uncertainty (indistinguishability) alternatives in the systems of advantages. The results of testing proposed procedures submitted on the example of building group systems of advantages of students on a set of characteristics of indiscipline.*

**Key words:** effectiveness of group choice, system of advantages, nonparametric methods, classical criteria decision making, indistinguishability of alternatives.

Враховуючи важливість групових рішень та особливості людського мислення, адаптовано процедури застосування класичних критеріїв прийняття рішень для непараметричної побудови групових систем переваг. Встановлено, що критерій Вальда забезпечує позбавлену ризику систему переваг, критерій Севіджа – з мінімізацією ризику, Байєса-Лапласа – ризиковану, ступінь якої можна кількісно оцінити під час перевірки емпіричного значення коефіцієнта конкордації Кендалла на статистичну вірогідність. Уведено й апробовано показник невизначеності (нерозрізненості) альтернатив в системах переваг. Показано результати апробації пропонованих процедур на прикладі побудови групових систем переваг студентів на множині характерних рис недисциплінованості.

У діяльності будь-якого індивіда чи установи прийняття рішень – це вид інтелектуальної діяльності,

що часто повторюється [1; 2]. До того ж процедура групового прийняття рішень групової системи переваг припускає узгодження думок членів групи на відміну від групової дискусії, що розглядається як фаза, передуюча прийняттю рішень. В окремих випадках групової системи переваг використовується в умовах обмеженого обміну інформацією, де члени групи можуть повідомити про первинні рішення.

Задача прийняття рішень з урахуванням рекомендацій роботи [3; 4] може бути охарактеризована кортежем

$$\langle \tilde{T}, E, S; P \rangle \quad (1)$$

де  $E$  – середовище задач прийняття рішень;  
 $S$  – система переваг особистості, яка прийняття рішень особистості, яка приймає рішення.



З формули (1), необхідно виконати певну дію (процедуру)  $P$  на множині альтернатив  $\tilde{T}$ : знайти альтернативу, відокремити множину невідомуючих альтернатив, лінійно впорядкувати множину допустимих альтернатив тощо. Система переваг особистості, яка приймає рішення виявляється сукупністю деяких множин (критеріїв, альтернатив, наслідків та ін.) з відношеннями переваг і є деякою емпіричною системою. Структуроване уявлення системи переваг особистості, яка приймає рішення у вигляді системи з перевагами називається *структурою переваг*. Структура переваг визначає процедуру порівняння оцінок  $K(x)$ , а вирішальне правило чи алгоритм – принцип вибору елементів з множини  $\tilde{T}$  на основі результатів порівняння відповідно до потрібної дії  $P$ . У контексті досліджень цієї статті систему (структуру) переваг згідно з [5–7] будемо розуміти як упорядкування альтернатив, за якими здійснюється вибір, від більш до менш привабливої для особистості, яка приймає рішення.

Побудова групової системи переваг на базі індивідуальних систем переваг та встановлення її узгодженості є важливою задачею, оскільки під час узагальнення думок окремих експертів, які залучаються до спільної діяльності, можуть об'єднуватися і суперечливі думки. Більшість рекомендацій з визначення маргінальних думок базується на методах визначення погрешностей кількісних технічних вимірювань [7–11], що є методологічно невірним, оскільки людському мисленню властиві порівняльні якісні (лінгвістичні чи рангові), а не кількісні оцінки [12; 13]. Адже «елементами мислення людини є не числа, а елементи деяких нечітких множин або класів об'єктів, для яких перехід від «належності» до «неналежності» не стрибкоподібний, а повільний» [14]. Із цього видно не менш актуальне питання непараметричної побудови групової системи переваг.

Серед учених та фахівців, які займаються груповою системою переваг, необхідно вказати на М. Шоу, який в одній з фундаментальних праць, присвячених процесам групової динаміки, використовуючи аналіз наукових джерел і власні дослідження, визначив основні напрями вивчення групових задач прийняття рішень: їх опис; побудова їхніх типологій; дімensionальний аналіз; з'ясування впливу характеристик завдання на процес групового прийняття рішень [15].

Д. Хакмен і Ч. Морріс запропонували узагальнену класифікацію групових задач прийняття рішень, що охоплюють: 1) продуктивні задач прийняття рішень (їх рішення веде до отримання оригінальних творчих результатів, наприклад, до генерації нових творчих ідей); 2) дискусійні (вимагають від членів групи дискусії при виробленні узгодженого рішення з конкретного питання); 3) проблемні (потребують виявлення специфіки процесу, що розгортається з метою розв'язання деякої проблеми). Р. Хейст та Г. Хілл довели, що групова дія, якісно та кількісно переважає дії «середнього» індивіда і нерідко поступається в ефективності діям провідного фахівця. Ю. Козелецький

сформулював стратегії групового прийняття рішень та виявив зрушення в них ризику [12]. А. А. Карпов розробив рівні структурної організації процесу групового прийняття рішень [16]. О. М. Рева займається формально-обчислювальними питаннями непараметричної побудови групової системи переваг, а також дослідженнями їх узгодженості [7; 17; 18] тощо. У працях проф. О. М. Реви та його учнів можна знайти обґрунтування нагальної потреби побудови групової системи переваг непараметричними методами та певні результати з їх апробації, що потребують подальшого узагальнення.

Метою цієї статті є адаптація та розробка рекомендацій із застосування класичних критеріїв прийняття рішень, як непараметричних засобів побудови групової системи переваг та оцінки їх ризику-невизначеності.

#### *Адаптація процедур застосування класичних критеріїв для потреб досліджень*

Для застосування класичних критеріїв прийняття рішень з метою побудови групової системи переваг необхідно поєднати індивідуальної системи переваг експертів, які залучаються до опитування, у матрицю рішень (табл. 1).

Розглянемо загальний підхід до розв'язання матриці рішень, використовуючи класичні критерії прийняття рішень [7; 12; 19–21].

1. *Критерій Вальда* (A. Wald) вважають критерієм крайнього (межового, граничного) песимізму, адже при його застосуванні йдеться про гарантований результат упорядкування досліджуваних альтернатив, де про отриманні обережної групової системи переваг, такий підхід відомий як «зняття невизначеності» [7; 22]. Відповідні процедури передбачають, що у кожному рядку матриці рішень (табл. 1) в якості  $r_{ik}$  обрано найбільший за величиною (найгірший) ранг з їх сукупності, що привласнені конкретному показнику експертами. Наведене можна подати так:

$$r_{ik} = \max_j r_{ij} \quad (2)$$

Наступний крок передбачає, що ці величини буде мінімізовано:

$$Z_W = \min_i r_{ik} = \min_i \max_j r_{ij} \quad (3)$$

Так знаходиться значуща альтернатива. Потім процедура застосовується до  $(n-1)$  показників, що мають зайняти наступні місця у груповій системі переваг. Виявлений важливий показник буде мати другий ранг. Процедури повторюються поки не буде впорядковано  $n$  досліджуваних альтернатив. Критерій Вальда доцільно застосовувати за таких умов:

- рішення реалізується один раз. У більшості випадків це відповідає реаліям проведення наукових досліджень. Відповідне опитування повторити (за персональним складом вибірки експертів) і будемо мати справу з іншими випробуваними: за розумовими здібностями та життєвим досвідом, і як наслідок,



Таблиця 1

Загальний вид матриці рішень

Альтернативи $H_i$	Респонденти, $j$						$r_{ik}$
	1	2	...	$j$	...	$m$	
1	2	3	...	$j+1$	...	$m+1$	$m+2$
$H_1$	$a_{11}$ $r_{11}$	$a_{12}$ $r_{12}$	...	$a_{1j}$ $r_{1j}$	...	$a_{1m}$ $r_{1m}$	$a_{1k}$ $r_{1k}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
$H_2$	$a_{21}$ $r_{21}$	$a_{22}$ $r_{22}$	...	$a_{2j}$ $r_{2j}$	...	$a_{2m}$ $r_{2m}$	$a_{2k}$ $r_{2k}$
$H_i$	$a_{i1}$ $r_{i1}$	$a_{i2}$ $r_{i2}$	...	$a_{ij}$ $r_{ij}$	...	$a_{im}$ $r_{im}$	$a_{ik}$ $r_{ik}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
$H_n$	$a_{n1}$ $r_{n1}$	$a_{n2}$ $r_{n2}$	...	$a_{nj}$ $r_{nj}$	...	$a_{nm}$ $r_{nm}$	$a_{nk}$ $r_{nk}$

ПРИМІТКА:  $r_{ij}$  – ранг, що був привласнений  $j$ -м експертом ( $j=1, 2, \dots, m$ )  $i$ -тій альтернативі ( $i=1, 2, \dots, n$ ) в індивідуальній системі переваг;  $a_{ij}$  – відхилення думок для ситуації, коли найважливішою альтернативи буде прийнята не та, якій він віддав найбільшу перевагу в особистій системі переваг

отримаємо результати, що повторюють попередні, де необхідно;

- долучити будь-який ризик (помилку);
- врахувати те, що невідомо про обізнаність респондентів щодо предмету опитування, як і про можливість залучення до експертної групи нових респондентів.

Застосування критерію Вальда може призвести до втрати оптимального рішення. Тому, враховуючи його переваги та вади потрібно спробувати застосувати інші класичні критерії прийняття рішень для побудови групової системи переваг.

2. *Критерій Севіджа* запропоновано як удосконалення критерію Вальда. Цей критерій вважається демократичним для групового прийняття рішень, тому що враховує думки більшості і меншості експертів, залучених до спільної діяльності [7; 12]. Відповідно до критерію Севіджа, в якості оптимального обирається така стратегія групової системи переваг за якої загальна величина відхилень думок експертів приймає найменше значення у більш неблагополучній ситуації. Це відхилення традиційно називається *ризиком, жалем, штрафом, сумом*.

Застосовуючи критерій Севіджа, визначають жалі (відхилення думок) кожного з експертів для ситуації, де в якості альтернативи буде прийнята не та, якій він віддав перевагу в особистій системі переваг, а послідовно будь-яка з інших. Таким чином здійснюється перехід від елементів  $r_{ij}$  (табл. 1) до наступної матриці з елементами  $a_{ij}$ , що визначаються так:

$$a_{ij} = \left| \min_j r_{ij} - r_{ij} \right| \quad (4)$$

За рядками табл. 1 (йдеться про дані, що показані у правому верхньому куточку кожної клітинки) вибирається більший жалі (більше відхилення думок), який спостерігається для кожної досліджуваної альтернативи. Відповідну процедуру можна формально показати так:

$$a_{ir} = \max_i a_{ij} = \max_i \left| \min_i r_{ij} - r_{ij} \right| \quad (5)$$

У графі  $(m+2)$  табл. 1 здійснюється мінімізація максимальних відхилень, що відповідає такому формальному запису:

$$Z_S = \min_i \max_j a_{ij} = \min_i \max_j \left| \min_i r_{ij} - r_{ij} \right| \quad (6)$$

Отже, спочатку визначається важлива альтернатива, потім наступна за значущістю тощо. При цьому, з точки зору результатів матриці  $\| r_{ij} \|$  (основні дані табл. 1), критерій Севіджа пов'язаний з ризиком. Однак з позицій матриці  $\| a_{ij} \|$  (дані, показані у правому верхньому куточку табл. 1) він вільний від ризику. Тому до умов застосування критерію Севіджа для прийняття рішень щодо визначення групової системи переваг висуваються ті ж вимоги, що у випадку критерію Вальда.

3. *Критерій Байеса–Лангласа*. Це простий критерій зводиться до отримання величини  $r_{ik}$  шляхом усереднення рангів за рядками матриці рішень (табл. 1), а потім з їх сукупності вибирається менше значення, що й відповідає більш важливій з альтернатив. Інші  $(n-1)$  показники, що залишилися після цього, впорядковуються далі в порядку зростання відповідного середнього значення привласнених експертами рангів.

Наведене відповідає застосуванню до рядків табл. 1 формули

$$\bar{r}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij} \quad (7)$$

а потім їх мінімізації:

$$Z_{BL} = \min_i \bar{r}_i = \min_i \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij} \right). \quad (8)$$

де  $\bar{r}_i$  – ранг  $i$ -тої альтернативи, отриманий шляхом підсумовування і усереднення думок (рангів)  $m$  респондентів.

Йдеться про усереднення думок, може виникнути ситуація, що проілюстрована на рис. 1, що сприяє отриманню ризикованого результату.



Рис. 1. Небезпечність простого усереднення суперечливих думок експертів щодо важливості альтернатив

Виходячи з наведеного, критерій Байеса-Лапласа ще називають критерієм *недостатнього обґрунтування*. Його рекомендується застосовувати, де ситуація, у якій прийняття рішень, характеризується такими обставинами:

- імовірності щодо думок експертів стосовно рангів альтернатив відомі та не залежать від часу;
- рішення реалізується (теоретично) безліч разів. За достатньо великої кількості реалізацій середнє значення поступово стабілізується. Тому при повній (безкінечній) реалізації будь-який ризик практично виключений;
- для малої кількості реалізацій (чи невеликого обсягу експертної групи) допускається деякий ризик, який потрібно оцінити. Це оцінювання здійснюється за величиною рівня значущості у процесі встановлення статистичної вірогідності отриманого емпіричного значення коефіцієнту конкордації за Кендаллом, що обчислюється з метою оцінки ступеня узгодженості групової системи переваг.

Вихідна позиція особистості, яка приймає рішення, під час застосування критерію Байеса-Лапласа більш оптимістична, ніж у випадку критерію Вальда, але припускає більш високий рівень інформованості, достатньо тривалі та часті реалізації.

Застосування класичних критеріїв прийняття рішень для побудови групової системи переваг має відбуватися за алгоритмом, показаним на рис. 2 [21].

З вимог до розглянутих критеріїв витікає, що внаслідок суворих початкових позицій дані критерії можуть бути застосовані лише для ідеалізованих практичних рішень.

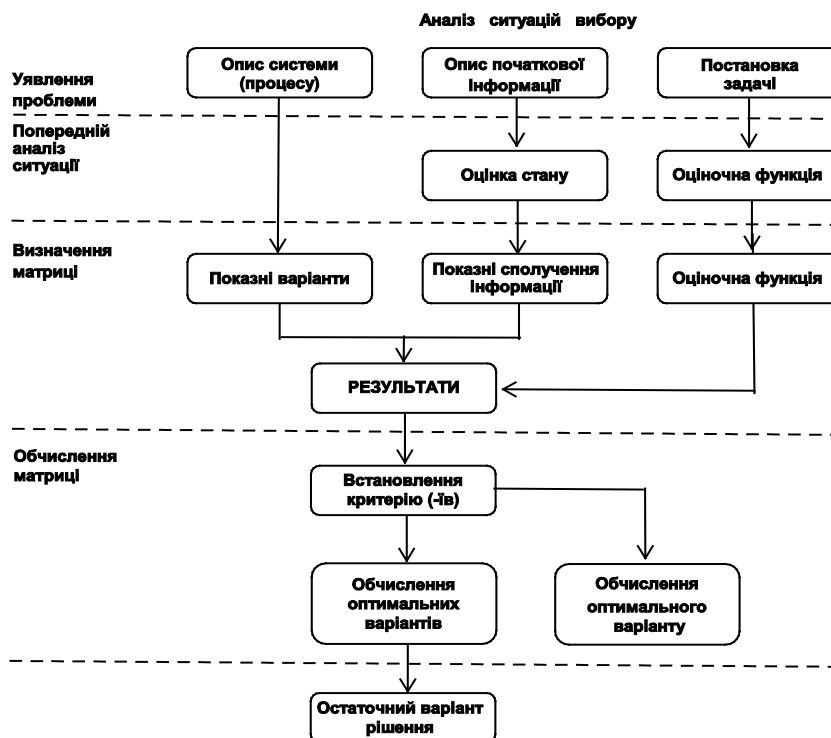


Рис. 2. Алгоритм прийняття рішень за класичними критеріями



У випадках, де потрібна ідеалізація, можна послідовно застосовувати різноманітні критерії. Після цього серед декількох варіантів, відібраних в якості оптимальних, доводиться вольовим вибором виділяти остаточне рішення [23]. Зазначений підхід дозволяє краще опанувати внутрішні зв'язки проблеми прийняття рішень і послаблює вплив суб'єктивного чинника.

Під час прийняття рішень можуть виникнути ситуації, за яких залежно від специфіки застосування критерію, кращими можуть виявитися різні рішення, або, незалежно від діючих умов і специфіки застосування критеріїв, кращим можуть бути одні і ті ж рішення.

*Реалізація процедур непараметричної побудови групової системи переваг за допомогою класичних критеріїв прийняття рішень*

Застосуємо класичні критерії прийняття рішень для побудови групової системи переваг студентів на множині характерних рис недисциплінованості. Такий вибір пояснюється наступним чином. *По-перше*, основним напрямом роботи автора. *По-друге*, у будь-якій навчальній аудиторії завжди знайдуться

порушники поведінки, що від загальноприйнятої у конкретному навчальному соціумі та заважає науково-педагогічному працівнику виконувати професійні обов'язки. *По-третє*, діагностика та корекція недисциплінованості серед молодих пілотів визнана ІКАО одним із проактивних заходів попередження негативного впливу людського чинника на безпеку польотів.

Тому в одному з її керівництв подано перелік більш поширених типів недисциплінованості, їхніх індикаторів та відповідних антидотів [24]. *По-четверте*, одним із очікуваних позитивів від приєднання України до Болонських домовленостей є «збільшення мотивації на навчання та відвідування занять» [25], зміст якого свідчить про державне розуміння проблем недисциплінованості.

Для проведення досліджень сформовано перелік характерних рис недисциплінованості, що характеризує хибну поведінку (табл. 2). До досліджень залучено 179 студентів-менеджерів, які, використовуючи парне порівняння та виявлення переваг, як частина сумарної інтенсивності, побудували індивідуальну систему переваг. Їх узагальнення за допомогою такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення

Таблиця 2

**Перелік характерних рис недисциплінованості студентів у процесі навчання**

Позначка риси, $H_i$	Опис прояву риси недисциплінованості
1	2
$H_1$	Пропускає заняття без поважних причин
$H_2$	Вважає, що все неправильно: критикує систему навчання, обладнання та взагалі все, що його оточує
$H_3$	Вороже ставиться до оточуючих, прискіпливий, завжди готовий до сварки і провокує її
$H_4$	Надмірно наполегливий, прагне за будь-яку ціну, навіть за рахунок товаришів, виконати доручене, найвищою мірою егоїстичний
$H_5$	Марнотрат часу, базіка, працює ліниво та повільно
$H_6$	Боязкий, боїться своїх товаришів і викладачів, працює один; як правило, не просить допомоги та не прагне до успіху
$H_7$	Незацікавлений, завжди неуважний та квапливий
$H_8$	Всезнайка, бачить мало користі від занять, сам собі викладач, «вважає, що його система підготовки краща», балакучий
$H_9$	Повільний, йому завжди бракує часу для завершення роботи, хоча завжди виконує те, що необхідно
$H_{10}$	Не визнає колективних дій
$H_{11}$	Ухиляється від роботи на заняттях
$H_{12}$	Не виконує вказівок і робить все по-своєму
$H_{13}$	Не робить спроб допомогти товаришам або викладачам
$H_{14}$	Безвідповідальний, безтурботний, недбалий у використанні устаткування, неохайний, нетактовний
$H_{15}$	Неуважний, такий, у якого думки завжди сконцентровані не на предметі вивчення, плутає реальне з вимислом
$H_{16}$	Імпульсивний, прагне якнайшвидше отримати результат, не замислюючись над його правильністю
$H_{17}$	Несамостійний, йде на повіді у товаришів
$H_{18}$	Систематично запізнюється на заняттях
$H_{19}$	Не виконує домашні завдання
$H_{20}$	Не відвідує загальноінститутські, загальнофакультетські заходи
$H_{21}$	Несвоєчасно повертає книги до бібліотеки



рангів, дозволило отримати відповідну групову систему переваг:

$$\begin{aligned} &H_3 \succ_g H_1 \succ_g H_4 \succ_g H_2 \succ_g H_{19} \succ_g H_{12} \succ_g H_{16} \succ_g \\ &\succ_g H_{11} \succ_g H_{18} \succ_g H_8 \succ_g H_{17} \succ_g H_{15} \succ_g H_{14} \succ_g H_{10} \succ_g \\ &\succ_g H_{13} \succ_g H_{17} \succ_g H_6 \succ_g H_5 \succ_g H_9 \succ_g H_{20} \succ_g H_{21} \end{aligned} \quad (9)$$

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

Обчислене значення коефіцієнта множинної рангової кореляції – коефіцієнта конкордації за Кендаллом, має абсолютну величину  $W_{m=179} = 0,2247$  і за формальними ознаками є статистично вірогідним, тому що виконується умова:

$$\chi_{емп.}^2 = \frac{12 S}{(n+1) m n} \gg \chi_{k; \alpha}^2 \quad 804,3 \gg \chi_{20; 0,2\%}^2 = 45,31 \quad (10)$$

де  $k=n-1$  – кількість ступенів свободи;  $\alpha$  – рівень значущості.

Однак робити висновок про узгодженість групової системи переваг (9) було б передчасно, тому що абсолютне значення коефіцієнта конкордації не задовольняє критеріальну умову [26]:

$$W \geq 0,7 \dots, 0,8 \quad (11)$$

Тому для знаходження маргінальних думок з вихідних результатів виключено думки 7 студентів, які в індивідуальній системі переваг поставили на 1–2 місця характерні риси недисциплінованості  $H_{20}$  і  $H_{21}$ , що свідчать про недисциплінованість (табл. 2), але ж ніяким чином не заважають науково-педагогічному працівнику виконувати професійні обов'язки ні іншим студентам вчитися. Для  $m=172$  студентів, які залишилися, побудовано нову групову систему переваг, для якої встановлено наступне: емпіричне значення коефіцієнта конкордації Кендалла дорівнює величині  $W_{172} = 0,2379$  і дещо більше попереднього значення (на 6%), тому що  $\chi_{емп.}^2 = 819,724 \gg \chi_{k=20; \alpha=0,2\%}^2 = 45,31$ . Якщо умова (10) виконується, то умова (11) – ні.

Отже, враховуючи досвід досліджень [7], методи теорії пізнання образів, реалізовано покрокову процедуру збільшення однорідності думок експертів і позбавлення маргінальних результатів. Це призвело до редукції вибірки опитуваних до  $m=36$  осіб (табл. 3).

Використовуючи дані табл. 3 та застосовуючи ту ж стратегію підсумовування та усереднення рангів, отримуємо таку групову систему переваг:

$$\begin{aligned} &H_3 \succ_{m=36} H_1 \succ_{m=36} H_{12} \succ_{m=36} H_2 \succ_{m=36} H_{11} \succ_{m=36} H_{19} \succ_{m=36} H_{18} \succ_{m=36} \\ &\succ_{m=36} H_8 \succ_{m=36} H_4 \succ_{m=36} H_{16} \succ_{m=36} H_{10} \succ_{m=36} H_{13} \succ_{m=36} H_7 \succ_{m=36} H_{15} \succ_{m=36} \\ &\succ_{m=36} H_5 \succ_{m=36} H_6 \succ_{m=36} H_{17} \succ_{m=36} H_9 \succ_{m=36} H_{20} \succ_{m=36} H_{14} \succ_{m=36} H_{21} \end{aligned} \quad (12)$$

де  $\succ_{m=36}$  – позначка переваги однієї характерної риси недисциплінованості перед іншою на думку студентів остаточної за чисельністю групи.

Групові системи переваг (12) є статистично узгодженою, оскільки задовольняє критеріальне обмеження на абсолютне значення коефіцієнта конкордації (11):  $W_m = 36 = 0,7988 > 0,7$ , і критерій  $\chi^2$  статистичної перевірки гіпотези про вірогідність отриманого емпіричного значення коефіцієнта конкордації (10):  $\chi_{емп.}^2 = 575,132 \gg \chi_{20; 0,2\%}^2 = 45,31$ .

Оскільки система переваг описується за допомогою рангів характерної риси недисциплінованості, то табл. 3 є матрицею витрат. Отже, якщо застосовувати критерій Вальда, то згідно з (2) кожному альтернативу-характерної риси недисциплінованості краще характеризує найгірший ранг серед їх сукупності в індивідуальних системах переваг студентів. Мінімізуючи їх, спираючись на формулу (3), отримуємо, позиції межі обережності і прагнучи позбавитися будь-якого ризику.

За аналогією можемо впорядкувати й інші характерні риси недисциплінованості, що призвело до такої групової системи переваг:

$$\begin{aligned} &H_3 \succ_w H_{19} \succ_w H_2 \succ_w H_{18} \succ_w H_{12} \approx_w H_{16} \succ_w H_1 \succ_w \\ &\succ_w H_8 \succ_w H_7 \approx_w H_{11} \approx_w H_{13} \succ_w H_4 \succ_w H_{15} \succ_w H_{10} \succ_w \end{aligned} \quad (13)$$

$$\succ_w H_{17} \succ_w H_6 \succ_w H_5 \approx_w H_9 \approx_w H_{14} \approx_w H_{20} \approx_w H_{21}$$

де  $\succ_w, \approx_w$  – позначки переваги й адекватності, визначені за допомогою критерію Вальда.

Як можна побачити з (13), 10 з 21 (61,9 %) характерних рис недисциплінованості викликають труднощі під час їх пізнання, а саме: одна діада ( $H_{12}$  і  $H_{16}$ ), одна триада ( $H_7, H_{11}$  і  $H_{13}$ ) і одна пента рис ( $H_5, H_9, H_{14}, H_{20}$  і  $H_{21}$ ), що мають однакові (міддл) ранги. Звідси постає питання кваліметрії невизначеності думок експертів під час побудови групової системи переваг. Його розв'язання полягає у наступному [27]. Відома формула обчислення коефіцієнта множинної рангової кореляції Кендалла [5–9; 27]

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m R_i} \quad (14)$$

містить показник, що оцінює ступінь невизначеності думок респондентів через кількість нерозрізнених (міддл) рангів:

$$R_j = \sum_j (r_j^3 - r_j) \quad (15)$$

Узявши його за основу, отримуємо такий нормований показник невизначеності будь-якої системи переваг:

$$R^* = \frac{R}{R_{max}} \quad (16)$$

де  $R_{max}$  – максимальна (абсолютна) невизначеність, що встановлюється за умов, що у система переваг впорядковані альтернативи є нерозрізненими, тобто,



Таблиця 3

**Формування матриці рішень для застосування класичних критеріїв прийняття рішень і знаходження групових систем переваг студентів на множині рис недисциплінованості**

j	Ранги характерних рис недисциплінованості в індивідуальних системах переваг студентів																				
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>9</sub>	H <sub>10</sub>	H <sub>11</sub>	H <sub>12</sub>	H <sub>13</sub>	H <sub>14</sub>	H <sub>15</sub>	H <sub>16</sub>	H <sub>17</sub>	H <sub>18</sub>	H <sub>19</sub>	H <sub>20</sub>	H <sub>21</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
13	1	6	2,5	8,5	21	16,5	11	6	15	10	6	8,5	13	20	14	12	16,5	2,5	4	18,5	18,5
16	10	5	4	3	14	19,5	11	6	17,5	17,5	2	8	12	21	13	9	15,5	7	1	15,5	19,5
20	1	2,5	5,5	2,5	17	15	12,5	8	18	11	5,5	9,5	14	21	12,5	9,5	16	5,5	5,5	20	19
22	5,5	4	11	7,5	21	13	17	9,5	16	12	2	1	14,5	18,5	14,5	7,5	9,5	3	5,5	18,5	20
23	2	3,5	1	9,5	17	14,5	13	5,5	17	12	5,5	3,5	11	17	14,5	9,5	19	7	8	20	21
24	3	9,5	4	7	16	20,5	15	11	20,5	13	5,5	5,5	9,5	19	12	14	8	2	1	17	18
28	2	9,5	3,5	3,5	17,5	14,5	13	7,5	16	11	5,5	7,5	12	21	14,5	9,5	17,5	1	5,5	19	20
30	5,5	7,5	2,5	1	12	16	13,5	7,5	18	10,5	2,5	9	13,5	20,5	16	10,5	16	4	5,5	20,5	19
32	2	12,5	1	5	9,5	17	12,5	9,5	18	5	9,5	14,5	3	19	14,5	9,5	16	7	5	20,5	20,5
33	2	3	1	17,5	12	15	12	8	17,5	10	4,5	4,5	14	19	12	6,5	16	6,5	9	20,5	20,5
34	2,5	8,5	1	5,5	18	14	13	5,5	15,5	11	5,5	2,5	12	21	15,5	5,5	18	10	8,5	20	18
37	3	11,5	1,5	4	16	17	15	1,5	18	13,5	8,5	5	13,5	20	11,5	8,5	7	10	6	21	19
86	1	2	5	10	15	12,5	12,5	9	16,5	11	7,5	7,5	14	19	18	6	16,5	3,5	3,5	20,5	20,5
88	3,5	3,5	1	10	13	14,5	11	5,5	16	9	5,5	7,5	12	20,5	18	14,5	17	2	7,5	19	20,5
91	1	2	3	10,5	15,5	18	17	5,5	12	14	5,5	4	9	19	13	10,5	15,5	7,5	7,5	20	21
94	2,5	7,5	7,5	10	13	14,5	14,5	9	16	11	2,5	4	6	20,5	18	12	17	5	1	19	20,5
121	10	5	1,5	5	15	14	11,5	1,5	16,5	11,5	8,5	5	13	20	16,5	3	18	7	8,5	19	21
127	2	3	1	16	4	15	13	5,5	17,5	12	7	5,5	14	20,5	10,5	8	17,5	10,5	9	20,5	19
128	1	9,5	2	4,5	15,5	13,5	12	9,5	17,5	11	4,5	3	15,5	21	13,5	7	17,5	7	7	19,5	19,5
133	3	8	1	3	16	11,5	13,5	5	20,5	6,5	17	6,5	11,5	18,5	15	3	13,5	9,5	9,5	20,5	18,5
134	3	13	1,5	5	19	11	15	9,5	21	9,5	8	4	13	20	16	1,5	13	6,5	6,5	17	18
135	2,5	2,5	1	12,5	6,5	14	11	8,5	18,5	18,5	5	4	12,5	16,5	16,5	8,5	15	6,5	10	20	21
136	8,5	8,5	4	4	13,5	15	13,5	10	18	16	6,5	1	17	20	11,5	6,5	11,5	4	2	21	19
137	4,5	9,5	1	9,5	19	16,5	13	2	18	14	6,5	4,5	16,5	11	12	3	15	6,5	8	20	21
140	1	2,5	2,5	10	15	18	16,5	4	16,5	13	5,5	7	11	20	14	9	12	5,5	8	20	20
141	3,5	2	1	5	14	17	13	9,5	18	12	6	3,5	11	21	15,5	7	15,5	8	9,5	19	20
142	5	7,5	1	13	14	11,5	11,5	3	19	16	7,5	2	16	16	4	7,5	18	7,5	10	20	21
144	2	6,5	1	9	12,5	17	11	15,5	18	10	5	6,5	12,5	21	15,5	8	14	3	4	19,5	19,5
145	15	5	1	2,5	16	11,5	9	6	10	17,5	4	7	13	19	14	11,5	17,5	8	2,5	20	21
147	1,5	4	1,5	8	17	16	11,5	9	18	13,5	5	3	11,5	19,5	13,5	7	15	6	10	21	19,5
152	2	1	6	3,5	16	14,5	14,5	3,5	13	8	12	6	11	20,5	17	6	18	10	9	19	20,5
154	10	5	4	3	15,5	18,5	11	6,5	15,5	17	1	8	12	18,5	13	9	14	6,5	2	20	21
167	3	1	2	7	15,5	15,5	17	7	12	11	5	4	10	19,5	14	13	18	9	7	19,5	21
169	1,5	3	1,5	6	17,5	17,5	15,5	7	14	11	9,5	4	12	19,5	13	9,5	15,5	8	5	19,5	21
171	2	8	2	2	20	14,5	13	4	17	12	6	5	9,5	21	14,5	9,5	18,5	11	7	16	18,5
172	6	1	2	9,5	9,5	17	11	3	15	8	6	4	13,5	21	16	6	18,5	13,5	12	18,5	20
W	15	13	11	17,5	21	20,5	17	15,5	21	18,5	17	14,5	17	21	18	14,5	19	13,5	12	21	21
r <sub>w</sub>	7	3	1	12	19	16	10	8	19	14	10	5,5	10	19	13	5,5	15	4	2	19	19
a <sub>i</sub>	14	11,5	10	16,5	20	19,5	16	14,5	19,5	17,5	16	13,5	16	20	17	13,5	18	12,5	11	20	20
r <sub>s</sub>	7	3	1	12	19,5	16,5	10	8	16,5	14	10	5,5	10	19,5	13	5,5	15	4	2	19,5	19,5
B-L	134,5	203,5	93,5	253	538,5	551	470,5	244	601	429,5	219	195,5	439	700	507	298	556,5	237	230,5	699	715,5
r <sub>B-L</sub>	2	4	1	9	15	16	13	8	18	11	5	3	12	20	14	10	17	7	6	19	21

ПРИМІТКА: W – умовна позначка критерію Вальда, S – Севіджа, B-L – Байсса-Лапласа

мають однаковий усереднений ранг. У нашому випадку  $n=21$  характерної риси недисциплінованості, тому маємо таке:

$$R_{max} = n^3 - n = R_{max}^{n=21} = 21^3 - 21 = 9240 \quad (17)$$

R – показник невизначеності (нерозрізненості) альтернатив, що впорядковуються, обчислюється з (15). У нашому випадку, використовуючи групову систему переваг (13), маємо:

$$R_w = (2^3 - 2)3 + (3^3 - 3) + (5^3 - 5) = 150 \quad (18)$$

Тоді згідно з формулою (16) отримуємо:

$$R_w^* = \frac{R_w}{R_{max}} = \frac{150}{9240} = 0,0162 \quad (19)$$

Зрозуміло, що показник невизначеності альтернатив (16) змінюється у межах  $R^* = [0,1]$



Чим більше його значення, тим гірша розрізненість альтернатив у системі переваг. Емпіричне значення показника невизначеності становить менше 2% від його абсолютної величини.

У табл. 4 показано оцінки показників невизначеності (нерозрізненості) характерної риси недисциплінованості за умов, що критерій Вальда застосовано для формування групової системи переваг і вихідної вибірки  $m=179$  студентів. З аналізу видно, що невизначеність альтернатив-характерної риси недисциплінованості в груповій системі переваг (9), оцінювана за показником (16), зменшилася у (13) майже в 53,3 разів, що свідчить про ефективність застосованої покрокової процедури виявлення та відкидання маргінальних думок респондентів.

Таблиця 4.

**Порівняні показники невизначеності групових систем переваг при застосуванні класичних критеріїв прийняття рішень**

Характеристика вибірки	Показник невизначеності групової системи переваг, визначеної за допомогою критерію		
	Вальда	Севіджа	Байєса-Лапласа
1	2	3	4
Вихідна, $m=179$	0,8636	0,7403	0
Остаточна, $m=35$	0,0162	0,0104	0

Як зазначено вище, при застосуванні критерію Севіджа отримується така групова система переваг, де мінімізуються відхилення в думках респондентів. Для цього за формулою (4) обчислюються елементи матриці ризику, де для кожної альтернативи характерної риси недисциплінованості за формулою (5) вибирається найбільший ризик (див. рядок табл. 3, що позначено літерою  $a$ ), мінімізація якого дозволяє визначити більш значущу характерну рису недисциплінованості –  $H_3$ . Повторюючи такі процедури  $n-2$  разів, отримуємо відповідну групову систему переваг:

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

де  $\succ_S, \approx_S$  – позначки переваги й адекватності характерної риси недисциплінованості у груповій системі переваг, що визначена за допомогою критерію Севіджа.

Вона (20) у 1,56 разів є більш визначеною за показником (16), ніж система переваг (13), отримана за допомогою критерію Вальда (табл. 4). При цьому показник невизначеності, отриманий для вихідної вибірки обстежених студентів ( $m=179$ ) покращився у

71,2 рази. Причому порівняння системи переваг (13) і (20) за допомогою коефіцієнту рангової кореляції Спірмена ( $R_S^{W-S} = 0,9951$ ) вказує на їх близькість.

Для застосування критерію Байєса-Лапласа необхідно знайти сумарну рангову цінність кожної альтернативи-характерної риси недисциплінованості за стовпчиками табл. 3 (див. рядок, позначений  $B-L$ ), а потім усереднити ці суми чи спираючись на них, привласнити характерній рисі недисциплінованості відповідні ранги (див. рядок, позначений  $r_{B-L}$ ). Нескладно перекоонатися, що відповідна групова система переваг повторює ту, що отримано за допомогою стратегії підсумовування та усереднення рангів. При цьому встановлено високий збіг групової системи переваг (12) з тими, що отримані за допомогою критерію Вальда ( $R_S^{W/B-L} = 0,8958$ ) та Севіджа ( $R_S^{S/B-L} = 0,8935$ ). Це дозволяє зробити висновок, що системи переваг (13) та (20) є статистично вірогідними.

Таким чином, узагальнюючи отримані нові наукові результати, необхідно констатувати факт розширення методології експертної процедури шляхом застосування класичних критеріїв прийняття рішень для непараметричної побудови групової системи переваг, що відкриває можливість оцінки їх ризику-невизначеності. До окремих частинних результатів потрібно віднести наступні.

1. Групові системи переваг, побудовані за допомогою класичних критеріїв прийняття рішень, мають якісну характеристику ризикованості за допомогою:

- критерію Вальда – позбавлені ризику;
- критерію Севіджа – мають мінімізований ризик;

• критерію Байєса-Лапласа – ризиковані. У цьому випадку є можливість оцінити ступінь узгодженості групової системи переваг шляхом обчислення коефіцієнту конкордації за Кендаллом та виявлення його статистичної вірогідності на заданому рівні значущості.

Обчислені значення коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена свідчать, що групова система переваг, побудована за допомогою критерію Вальда та Севіджа, мають високий ступінь збігу, так і з груповою системою переваг, побудованою за допомогою критерію Байєса-Лапласа, що дозволяє розповсюдити висновок про узгодженість групової системи переваг.

2. Введено нормований показник оцінки ступеня невизначеності (нерозрізненості) альтернатив у груповій системі переваг. Показники зменшилися в десятки разів унаслідок реалізації покрокової процедури виявлення та позбавлення від маргінальних думок.

3. Попередні висновки базуються на результатах досліджень з виявлення групової системи переваг студентів і підтверджуються ними.

4. Подальші дослідження з непараметричного визначення групової системи переваг експертів необхідно провести в напрямі застосування з відповідною метою медіани Кемені.





### Використані літературні джерела

1. *Эдвардс У.* Принятие решений / У. Эдвардс // Человеческий фактор: В 6-и т. – Т. 3: Моделирование деятельности, профессиональное обучение и отбор операторов. – Ч. I: Модели психической деятельности. – М.: Мир, 1991. – С. 5–89.
2. *Ходаков В. Є.* Вступ до комп'ютерних наук: Навч. посібн. / В. Є. Ходаков, Н. В. Пилипенко, Н. А. Соколова; За ред. В. Є. Ходакова. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 496 с.
3. *Шапиро Д. И.* Принятие решений в системах организационного управления: Использование расплывчатых категорий / Д. И. Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 184 с.
4. *Борисов А. Н.* Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьева и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
5. Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. / Под общ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова // Эффективность технических систем. – М.: Машиностроение, 1988. – Т. 3. – 328 с.
6. *Рева О. М.* Прийняття рішень шляхом виявлення системи пріоритетів (переваг) авіаспеціаліста: Методичні вказівки з курсу «Основи теорії прийняття рішень» / О. М. Рева. – Кіровоград: ДЛАУ, 1996. – 18 с.
7. *Камишин В. В.* Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу: Монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. – К.: ІОД НАПН України, 2012. – 270 с.
8. *Бешелев С. Д.* Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
9. *Блумберг В. А.* Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блумберг, В. Ф. Глущенко. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.
10. *Тейлор Дж.* Введение в теорию ошибок: Пер. с англ. / Дж. Тейлор. – М.: Мир, 1985. – 272 с.
11. *Львовский Б. Н.* Статистические методы построения эмпирических формул / Б. Н. Львовский. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
12. *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.
13. *Трофімов Ю. Л.* Психологія: Підручн. / 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.
14. *Заде Л.* Понятие лингвистической перемной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; Под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского; Пер. с англ. Н. И. Ринго. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
15. *Shaw M.* Group dynamics: the psychology of small group behavior / M. Shaw. – New York: McGraw-Hill, 1981.
16. *Карпов А. В.* Методологические основы психологии принятия решений: Монография / А. В. Карпов. – М.: ИП РАН, 1999. – 210 с.
17. *Рева О. М.* Комплексна оцінка узгодженості групової системи переваг викладачів на множині характерних рис недисциплінованої поведінки студентів-юристів / О. М. Рева, І. А. Добрянський, А. А. Чабак // Наук. записки Кіровоградського державного педагогічного університету ім. Володимира Винниченка. – Кіровоград: КДПУ, 2004. – Вип. 55. – С. 315–325.
18. *Рева А. Н.* Теоретические модели групповых систем предпочтений авиадиспетчеров, базирующиеся на классических критериях принятия решений / А. Н. Рева, В. В. Камышин, Ш. Ш. Насиров, Д. С. Алексеев // Elmi məstuaələr: Jurnal Milli Aviasiya Akademi-yasinin, – Bakı, iyul–sentyabr 2012. – Cild. 14. – № 3. – С. 37–45.
19. *Льюис Р. Д.* Игры и решения: Введение и критический обзор: Пер. с англ. / Р. Д. Льюис, Х. Райфа; Под ред. Д. Б. Юдина. – М.: И-Л., 1961. – 642 с.
20. *Вентцель Е. С.* Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
21. *Мушик Э.* Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер; Пер. с нем. В. М. Ивановой. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
22. *Губанов А. А.* Введение в системный анализ: Учеб. пособ. / А. А. Губанов, В. В. Захаров, А. Н. Коваленко; Науч. ред. Л. А. Петросян. – Л.: ЛГУ, 1988. – 288 с.
23. *Беляев Л. С.* Решение сложных оптимизационных задач в условиях неопределенности / Л. С. Беляев. – Новосибирск: Наука, 1978. – 126 с.
24. Training Manual. Doc. ICAO 7192-AN/857. Part A-1. General Considerations. – Montreal, Canada, 1975. – 58 p.
25. 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.
26. *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.
27. *Рева А. Н.* Эмпирические модели оценки риска–неопределенности групповых систем предпочтений авиадиспетчеров / А. Н. Рева, Б. М. Мирзоев, Ш. Ш. Насиров, С. В. Недбай // Elmi məstuaələr: Jurnal Milli Aviasiya Akademi-yasinin, – Bakı, iyul–sentyabr 2012. – Cild. 14. – № 3. – С. 46–60.