



**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 004.832.2:519.23

## ВИЗНАЧЕННЯ ГРУПОВОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ УЧАСНИКІВ НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОГО ПРОЦЕСУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕДІАНИ КЕМЕНІ

*Впервые в практике исследований в дидактике применена медиана Кемени, решающая задачу непараметрической оптимизации в минимизации отклонений мнений отдельных экспертов – студентов о значимости характерных черт недисциплинированности. Получено эмпирическое значение медианы имеет необыкновенно высокую степень совпадения (значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена почти идеальное:  $R_s=0,9984$ ) с согласованной (коэффициент конкордации по Кендаллу  $W=0,7988$  статистически достоверен на уровне значимости  $\alpha=0,2\%$ ) групповой системой предпочтений, построенной с помощью стратегий суммирования и усреднения рангов.*

**Ключевые слова:** характерные черты недисциплинированности групповая система предпочтений, степень согласованности мнений экспертов, непараметрическая оценка, медиана Кемени.

*Kemeny's median is applied for the first time in the practice of research in didactics. It solves the problem of non-parametric optimization in minimization the deviations from all-group opinion of individual expert-students' opinions on the importance of indiscipline characteristics. The resulting empirical median value has extremely high degree of coincidence (the Spearman rank correlation coefficient is almost perfect:  $R_s=0,9984$ ) with a consistent (a concordance coefficient by Kendall  $W=0,7988$  is statistically reliable at the level of significance  $\alpha=0,2\%$ ) with the group system of preferences, built through the strategy of summation and ranks averaging.*

**Key words:** characteristics of indiscipline, group benefits system, the degree of experts' opinion consistency, non-parametric estimation, the Kemeni median.

Прийняття рішень (ПР) – найбільш часто повторюваний вид інтелектуальної діяльності людини (за деякими підрахунками до 10000 (!) виборів/день [1]) [2; 3]. Згідно з [4], ПР – це емоційно-вольовий акт цілеспрямованого вибору однієї стратегії, альтернативи, результату, об'єкта з деякого їх числа шляхом перетворення початкової інформації, коли ситуація невизначена. Таким чином, якщо вибір здійснюється людиною, яка приймає рішення (ЛПР), то простий метод ПР – це знаходження системи переваг (СП) ЛПР, яку, враховуючи [5–7], будемо розуміти як будь-яку форму впорядкування (ранжування) досліджуваних альтернатив(у контексті цієї статті – від найбільш до найменш значущих). У цьому випадку вибір очевидний, оскільки найбільш важлива альтернатива знаходиться на першому місці, наступна за значимістю – на другому і т. д.

Не менш важливими є групові СП (ГСП), оскільки групове ПР традиційно вважається більш раціональним, аніж індивідуальне [5]. Проте в методах визначення індивідуальних і ГСП, а також ступені їх узгодженості зазвичай спостерігається поширена помилка, тому що відповіді експертів прагнуть «оцифрувати», приписуючи їхнім думкам чисельні значення-бали, що потім обробляють за допомогою методів прикладної статистики, нібито як результати звичайних фізико-технічних вимірів. Оскільки відповіді експертів зазвичай нечислові, а деякі об'єкти нечислової природи (градації якісних ознак, ранжування, розбиття, результати парних порівнянь, нечіткі переваги і т. д.), то для їхнього аналізу корисними є методи статистики об'єктів нечислової природи. Вищенаведене є цілком закономірним, оскільки ЛПР мислить не числами, і перехід від прийнятності до неприйнятності



якогось об'єкту чи явища відбувається не стрибкоподібно, а поступово [6; 8].

На основі вищезазначеного, необхідно вважати актуальною проблему вдосконалення процедур групового вибору.

З аналізу наукових джерел [6; 7; 9–13 та ін.] стає зрозумілим, що в абсолютній більшості випадків ГСП визначається за допомогою такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів індивідуальних СП (ІСП) учасників експертизи. Далі встановлюється статистична достовірність ГСП і, у разі позитивного результату, робиться висновок про її застосування у подальших дослідженнях проблемних ситуацій та процедурах ПР. При цьому виникає закономірне запитання: чи відображає отримана таким чином ГСП істинну думку експертів про переваги впорядкованих об'єктів? Відповідь на нього може дати застосування непараметричних методів ранжування, наприклад, класичних критеріїв ПР, апробація яких з вказаною метою проведена в роботах [7; 14; 15]. Отримані за їх допомогою ГСП мають міру ризику-невизначеності, адекватну відповідній характеристиці кожного із застосованих критеріїв (Вальда, Севіджа, Байєса–Лапласа, Гурвиця). Разом із тим, застосування класичних критеріїв не вичерпує всього різноманіття непараметричних методів знаходження ГСП, серед яких необхідно виокремити медіану Кемені [7; 11–13; 16].

Отже, опираючись на поведінковому аналізі, метою статті є подальша розробка й адаптація процедур визначення ГСП шляхом непараметричного рішення оптимізаційної задачі мінімізації сумарної відстані від експерта-кандидата в «середні» до думок усіх інших експертів. Знайдену таким способом «середню» думку називають медіаною Кемені. При цьому, її визначення буде проілюстровано на характерних рисах недисциплінованості (ХРН) студентів.

Невипадковою є увага автора не лише до проблем інформаційних технологій та експертних процедур, але і до проблем недисциплінованості. Це пояснюється:

1) характером професійної діяльності, пов'язаної з навчанням і вихованням молодого покоління;

2) ознайомленням з цікавим документом ІКАО (міжнародна організація цивільної авіації, членом якої є Україна) [17], у якому наведено одинадцять ХРН і відповідні антидоти їх подолання в процесі професійної підготовки курсантів-пілотів. Оскільки проблема дисциплінованості характерна для будь-якої галузі людської діяльності, а найлегше її коригувати у процесі навчання, то нами застосовується більш повний перелік ХРН, складений з урахуванням досвіду ІКАО:

$H_1$  – 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 та провокує її;

$H_4$  – надмірно наполегливий, прагне будь-якою ціною, навіть за рахунок товаришів, виконати доручене, вищою мірою егоїстичний;

$H_5$  – базика, працює ліниво та повільно, не шкодує часу;

$H_6$  – боязкий, боїться своїх товаришів і викладачів; працює один; як правило, не просить допомоги і 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; простакуватий і балакущий;

$H_9$  – 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 спроби допомогти товаришам або викладачам;

$H_{14}$  – безвідповідальний, безтурботний, недбалий у використанні обладнання, неохайний, нетактовний;

$H_{15}$  – неуважний, думки завжди сконцентровані не на предметі вивчення, плутає реальне з вигадкою;

$H_{16}$  – імпульсивний, прагне якнайшвидше отримати результат, не замислюючись над його правильністю;

$H_{17}$  – несамостійний, йде на поводу в товаришів;

$H_{18}$  – систематично запізнюється на заняття;

$H_{19}$  – не виконує домашні завдання;

$H_{20}$  – не відвідує загальноінститутські, загально-факультетські заходи;

$H_{21}$  – несвоєчасно повертає книжки до бібліотеки;

3) явище недисциплінованості студентів визнане в Україні на державному рівні. Тому, одним з очікуваних позитивів приєднання вітчизняної освітньої системи до Болонських домовленостей є «підвищення мотивації до навчання та відвідування занять» [18].

**Визначення попередньої ГСП студентів на множині ХРН**

До досліджень було залучено 179 студентів-меджерів, які, застосовуючи попарне порівняння і такий спосіб виявлення індивідуальних переваг, як частина сумарної інтенсивності [6; 7], побудували відповідні ІСП, виходячи з особистого уявлення щодо негативного впливу ХРН на проведення занять.

Застосовуючи таку стратегію групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів, було отримано ГСП випробовуваних студентів на множині  $n=21$  ХРН. Для встановлення її узгодженості було обчислено коефіцієнт конкордації за Кендаллом і зроблено перевірку статистичної гіпотези його достовірності за допомогою критерію  $\chi^2$ . Установлено, що отримане емпіричне значення коефіцієнта конкордації  $W_{m=179}=0,2247$  є статистично достовірним, оскільки виконується умова:

$$\chi_{\text{факт.}}^2 = 804,3 \gg \chi_{20; 0,2\%}^2 = 45,31$$

Невелике абсолютне значення коефіцієнта конкордації пояснюється як значним об'ємом вибірки випробовуваних ( $m=179$ ), так і кількістю досліджуваних альтернатив-ХРН ( $n=21$ ), що, безумовно вплинуло на варіативність думок студентів і, у результаті, на



абсолютну величину  $W$ . При цьому було встановлено, що сім випробовуваних є явними маргіналами, оскільки в ІСП поставили на 1–2-ге місце ХРН  $H_{20}$  і  $H_{21}$ , які хоча і характеризують недисциплінованість, але жодним чином не можуть безпосередньо негативно вплинути на проведення занять. При цьому навіть не беручи до уваги їхні думки, у новій ГСП, що об'єднує дані опитування вже  $m=172$  студентів, варіативність їхніх думок виявилася також надзвичайно високою. Тобто коефіцієнт конкордації виріс усього на 6 % та склав величину  $W_{m=172}=0,2379$ , хоча перевірка статистичної гіпотези підтвердила його значимість:

$$\chi_{емп.}^2 = 819,724 \gg \chi_{k=20; \alpha=0,2\%}^2 = 45,31$$

Як і у попередньому випадку, не виконується критерій достатності абсолютної величини коефіцієнта конкордації [19]:

$$W \geq 0,7 \dots, 0,8. \quad (1)$$

Таким чином, враховуючи, що в ГСП суперечливі думки студентів можуть бути усередненими (і дійсно були усередненими), для більш об'єктивного виявлення маргіналів було адаптовано методи теорії розпізнавання образів [7; 20]. Послідовне триразове ітераційне застосування цих методів дозволило редукувати початкову вибірку респондентів до  $m=36$  студентів (табл. 1). Застосовуючи до даних таблиці 1 ту ж саму стратегію підсумовування та усереднення рангів, отримаємо таку ГСП:

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

де  $\succ_{m=36}$  – позначення переваги однієї ХРН над іншою в ГСП, отриманою після відсіювання думок студентів-маргіналів.

Для ГСП (2) емпіричне значення коефіцієнта конкордації  $W_{m=36}=0,7988$  не лише задовольняє критерій (1), але і є статистично достовірним, оскільки виконується умова:

$$\chi_{емп.}^2 = 575,132 \gg \chi_{k=20; \alpha=0,2\%}^2 = 45,31$$

Тепер виникає питання: якщо ГСП (2) статистично-достовірно узгоджена, то яким має бути істинне групове рішення?

### Побудова медіани Кемені як остаточної ГСП студентів на ХРН

Обчислення медіани Кемені – завдання цілочисельного програмування. Для її визначення застосовують різні алгоритми дискретної математики, зокрема, використовують метод гілок і границь. Також застосовують алгоритми, що ґрунтуються на ідеї випадкового пошуку, оскільки для кожного бінарного відношення нескладно знайти множину його сусідів. Проте, як витікає з аналізу роботи [13], у контексті цілей дослідження найбільш прийнятним є евристичний алгоритм визначення медіани Кемені. При цьому для побудови медіани Кемені було застосовано ІСП

тих самих студентів (табл. 1), що покладені в основу статистично достовірної ГСП (2). Отже, кожен ІСП варто перетворити на відповідну квадратну матрицю, елементи якої визначаються так:

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } H_i \succ H_j \\ -1, & \text{якщо } H_i \prec H_j \\ 0, & \text{якщо } H_i \approx H_j \end{cases} \quad (3)$$

Далі від матриць попарних порівнянь переходимо до матриці втрат. Для її побудови визначається відстань від довільного ранжування до множини усіх інших ранжувань:

$$d_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } p_{ij} = 1 \\ 1, & \text{якщо } p_{ij} = 0 \\ 2, & \text{якщо } p_{ij} = -1 \end{cases} \quad (4)$$

Наступним кроком є визначення елементів узагальної матриці втрат згідно з такою формулою:

$$R_{ij} = \sum_{j=1}^m d_{ij}(p, p_v), \quad (5)$$

де  $p$  – довільне ранжування, в якому  $p_j=1$ .

При цьому зрозуміло, що діагональні елементи матриці втрат є рефлексивними:

$$R_{1-1} = R_{2-2} = \dots = R_{21-21}$$

Результати відповідних обчислень утворюють узагальнену матрицю втрат (табл. 2). Підраховуючи дані узагальнених втрат за рядками таблиці 2 і аналізуючи відповідні результати у графі 23, отримаємо, що  $S=S_{min}=148$ . Отже, найменшого відхилення в думках студентів буде досягнуто за умови надання ХРН  $H_3$  першого рангового місця в ГСП.

Видаляючи з таблиці 2 усі втрати, пов'язані з урахуванням ХРН (відповідний рядок і графу 4), для проведення другої ітерації отримаємо нову, зредуковану на один елемент, матрицю втрат (табл. 3), з якої виходить, що мінімуму відхилень думок експертів буде досягнуто за умови, що  $H_1$  ХРН займе друге рангове місце в ГСП, оскільки  $S_{min}^{(2)} = S_1 = 222$ .

Виконуючи послідовно аналогічні дії з редукацією вихідної розмірності матриці узагальнених втрат, на кожній новій ітерації визначаємо рангове місце для чергової за значимістю ХРН. Таким чином, отримуємо остаточної медіану Кемені, що є непараметричним рішенням оптимізаційної задачі з виявлення ГСП для в цілому узгоджених думок респондентів:

$$\begin{aligned} & H_{3 \frac{med}{med}} \succ H_{1 \frac{med}{med}} \succ H_{12 \frac{med}{med}} \succ H_{2 \frac{med}{med}} \succ H_{11 \frac{med}{med}} \succ H_{19 \frac{med}{med}} \succ H_{18 \frac{med}{med}} \succ \\ & \succ H_{8 \frac{med}{med}} \succ H_{4 \frac{med}{med}} \succ H_{16 \frac{med}{med}} \succ H_{10 \frac{med}{med}} \succ H_{13 \frac{med}{med}} \succ H_{7 \frac{med}{med}} \succ H_{15 \frac{med}{med}} \succ \\ & \succ H_{6 \frac{med}{med}} \succ H_{5 \frac{med}{med}} \approx H_{17 \frac{med}{med}} \succ H_{9 \frac{med}{med}} \succ H_{20 \frac{med}{med}} \succ H_{14 \frac{med}{med}} \succ H_{21 \frac{med}{med}} \end{aligned} \quad (6)$$

де  $\succ_{med}$  – позначення переваги однієї ХРН над іншою в ГСП, визначеною як медіана Кемені;

$\approx_{med}$  – позначення адекватності ХРН за важливістю в ГСП, визначеною як медіана Кемені.



Таблиця 1

## Індивідуальні системи переваг студентів на множині характерних 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>
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
Σ	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>il</sub>	2	4	1	9	15	16	13	8	18	11	5	3	12	20	14	10	17	7	6	19	21

Порівняльний аналіз ГСП (2) і (6), проведений за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена, показує їх майже абсолютний збіг ( $R_s=0,9984$ ), що свідчить про правильність вибраного непараметричного підходу до побудови ГСП за допомогою медіани Кемені.

#### Висновки

Підсумовуючи отримані та представлені в цій статті нові наукові результати, насамперед зазначимо, що вперше у практиці досліджень в дидактиці застосовано медіану Кемені, яка вирішує задачу непараметричної оптимізації в мінімізації відхилень думок окремих експертів-студентів про значущість ХРН від загальногрупової думки. Отримане емпіричне

значення медіани має надзвичайно високий ступінь збігу (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена має майже ідеальне емпіричне значення:  $R_s=0,9984$ ) з узгодженою (коефіцієнт конкордації за Кендаллом  $W_{m=36}=0,7988$  є статистично достовірним на рівні значущості  $\alpha=0,2\%$ ) ГСП, отриманою за допомогою стратегії підсумовування та усереднення рангів. Ці результати свідчать про правильність вибраного непараметричного підходу до побудови ГСП за допомогою медіани Кемені.

Подальші дослідження з поширення методів системного аналізу в дидактиці необхідно проводити шляхом розробки моделей взаємодії в діаді «викладач – недисциплінований студент» методами теорії ігор.



Таблиця 2

Формування узагальненої матриці втрат для побудови медіани Кемені

$H_i$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$	$H_5$	$H_6$	$H_7$	$H_8$	$H_9$	$H_{10}$	$H_{11}$	$H_{12}$	$H_{13}$	$H_{14}$	$H_{15}$	$H_{16}$	$H_{17}$	$H_{18}$	$H_{19}$	$H_{20}$	$H_{21}$	$\Sigma$
$H_1$	35	19	45	14	0	2	2	14	2	0	15	17	2	0	4	15	0	20	16	0	0	222
$H_2$	51	35	56	31	2	2	1	23	0	6	36	31	6	0	3	20	5	29	33	0	0	370
$H_3$	25	14	35	15	0	0	0	6	0	0	10	7	2	0	0	4	2	13	15	0	0	148
$H_4$	56	39	55	35	6	6	8	31	1	7	40	46	11	0	6	27	2	35	41	0	0	452
$H_5$	70	68	70	64	35	36	52	63	24	56	65	66	56	7	47	63	31	67	66	8	9	1023
$H_6$	68	68	70	64	34	35	58	70	19	62	68	70	54	5	43	68	30	70	70	4	3	1033
$H_7$	68	69	70	62	18	12	35	68	11	53	68	68	36	2	24	64	16	70	70	0	0	884
$H_8$	56	47	64	39	7	0	2	35	0	5	44	38	8	0	1	23	5	37	36	0	0	447
$H_9$	68	70	70	69	46	51	59	70	35	62	70	70	68	13	54	66	41	70	70	9	6	1137
$H_{10}$	70	64	70	63	14	8	17	65	8	35	64	67	30	5	23	57	17	64	65	2	0	808
$H_{11}$	55	34	60	30	5	2	2	26	0	6	35	43	6	0	4	18	4	30	31	0	0	391
$H_{12}$	53	39	63	24	4	0	2	32	0	3	27	35	2	0	1	14	0	24	25	0	0	348
$H_{13}$	68	64	68	59	14	16	34	62	2	40	64	68	35	3	17	57	11	66	68	0	0	816
$H_{14}$	70	70	70	70	63	65	68	70	57	65	70	70	67	35	67	70	64	70	70	36	36	1323
$H_{15}$	66	67	70	64	23	27	46	69	16	47	66	69	53	3	35	66	25	67	68	0	0	947
$H_{16}$	55	50	66	43	7	2	6	47	4	13	52	56	13	0	4	35	4	47	45	0	0	549
$H_{17}$	70	65	68	68	39	40	54	65	29	53	66	70	59	6	45	66	35	68	70	3	2	1041
$H_{18}$	50	41	57	35	3	0	0	33	0	6	40	46	4	0	3	23	2	35	34	0	0	412
$H_{19}$	54	37	55	29	4	0	0	34	0	5	39	45	2	0	2	25	0	36	35	0	0	402
$H_{20}$	70	70	70	70	62	66	70	70	61	68	70	70	70	34	70	70	67	70	70	35	23	1326
$H_{21}$	70	70	70	70	61	67	70	70	64	70	70	70	70	34	70	70	68	70	70	47	35	1356

Таблиця 3

Матриця втрат для побудови медіани Кемені, зредукована після першої ітерації

$H_i$	$H_1$	$H_2$	$H_4$	$H_5$	$H_6$	$H_7$	$H_8$	$H_9$	$H_{10}$	$H_{11}$	$H_{12}$	$H_{13}$	$H_{14}$	$H_{15}$	$H_{16}$	$H_{17}$	$H_{18}$	$H_{19}$	$H_{20}$	$H_{21}$	$\Sigma$
$H_1$	35	19	14	0	2	2	14	2	0	15	17	2	0	4	15	0	20	16	0	0	222
$H_2$	51	35	31	2	2	1	23	0	6	36	31	6	0	3	20	5	29	33	0	0	370
$H_4$	56	39	35	6	6	8	31	1	7	40	46	11	0	6	27	2	35	41	0	0	452
$H_5$	70	68	64	35	36	52	63	24	56	65	66	56	7	47	63	31	67	66	8	9	1023
$H_6$	68	68	64	34	35	58	70	19	62	68	70	54	5	43	68	30	70	70	4	3	1033
$H_7$	68	69	62	18	12	35	68	11	53	68	68	36	2	24	64	16	70	70	0	0	884
$H_8$	56	47	39	7	0	2	35	0	5	44	38	8	0	1	23	5	37	36	0	0	447
$H_9$	68	70	69	46	51	59	70	35	62	70	70	68	13	54	66	41	70	70	9	6	1137
$H_{10}$	70	64	63	14	8	17	65	8	35	64	67	30	5	23	57	17	64	65	2	0	808
$H_{11}$	55	34	30	5	2	2	26	0	6	35	43	6	0	4	18	4	30	31	0	0	391
$H_{12}$	53	39	24	4	0	2	32	0	3	27	35	2	0	1	14	0	24	25	0	0	348
$H_{13}$	68	64	59	14	16	34	62	2	40	64	68	35	3	17	57	11	66	68	0	0	816
$H_{14}$	70	70	70	63	65	68	70	57	65	70	70	67	35	67	70	64	70	70	36	36	1323
$H_{15}$	66	67	64	23	27	46	69	16	47	66	69	53	3	35	66	25	67	68	0	0	947
$H_{16}$	55	50	43	7	2	6	47	4	13	52	56	13	0	4	35	4	47	45	0	0	549
$H_{17}$	70	65	68	39	40	54	65	29	53	66	70	59	6	45	66	35	68	70	3	2	1041
$H_{18}$	50	41	35	3	0	0	33	0	6	40	46	4	0	3	23	2	35	34	0	0	412
$H_{19}$	54	37	29	4	0	0	34	0	5	39	45	2	0	2	25	0	36	35	0	0	402
$H_{20}$	70	70	70	62	66	70	70	61	68	70	70	70	34	70	70	67	70	70	35	23	1326
$H_{21}$	70	70	70	61	67	70	70	64	70	70	70	70	34	70	70	68	70	70	47	35	1356



## Використані літературні джерела

1. *Ходаков В. С.* Вступ до комп'ютерних наук: Навч. посібн. / В. С. Ходаков, Н. В. Пилипенко, Н. А. Соколова; За ред. В. С. Ходакова. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 496 с.
2. *Шеридан Т. Б.* Системы человек-машина: модели обработки информации, управления и принятия решений человеком-оператором: Пер. с англ. / Т. Б. Шеридан, У. Р. Феррел; Под ред. К. В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1980. – 400 с.
3. *Эдвардс У.* Принятие решений / У. Эдвардс // Человеческий фактор: В 6-ти т. – Т. 3.: Моделирование деятельности, профессиональное обучение и отбор операторов. – Ч. 1. – Модели психической деятельности. – М.: Мир, 1991. – С. 5–89.
4. *Рева О. М.* Проблеми та важливість прийняття рішень в гуманістичних системах (Вступ): Конспект лекції з курсу «Основи теорії прийняття рішень». Для студентів денної форми навчання спеціальності 7.050108 «Маркетинг» / О. М. Рева. – Кіровоград: КІК, 2001. – 23 с.
5. *Козелецкий Ю.* Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий; Пер. с польск. Г. Е. Минца, В. Н. Поруса; Под ред. Б. В. Бирюкова. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с.
6. *Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. /* Подобщ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова // Эффективность технических систем. – М.: Машиностроение, 1988. – Т. 3. – 328 с.
7. *Камишин В. В.* Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу: Монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. – К.: Інформаційні системи, 2012. – 270 с.
8. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; Под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского; Пер. с англ. Н. И. Ринго. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
9. *Панкова Л. А.* Организация экспертизы и анализ экспертной информации / Л. А. Панкова, А. М. Петровский, М. В. Шнейдерман. – М.: Наука, 1984. – 117 с.
10. *Варакин Е. Н.* Принятие решений на основе экспертного оценивания: Метод. пособ. / Е. Н. Варакин, В. А. Желудов, В. Н. Бганцов, С. С. Ибнеев. – Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1988. – 88 с.
11. *Герасимов Б. М.* Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / Б. М. Герасимов, М. М. Дивизинюк, И. Ю. Субач. – Севастополь, 2004. – 320 с.
12. *Самохвалов Ю. Я.* Экспертное оценивание: методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. – К.: ДУИКТ, 2007. – 362 с.
13. *Орлов А. И.* Организационно-экономическое моделирование. Экспертные оценки: Учеб. в 3 ч. – М.: Изд-во МТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – Ч. 2. – 2011. – 486 с.
14. *Мушик Э.* Методы принятия технических решений: пер. с нем. В.М. Ивановой / Э. Мушик, П. Мюллер. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
15. *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 // Elmiməstüələr: Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasinin. – Bakı, iyul – sentyabr 2012. – Cild. 14. – № 3. – С. 37–45.
16. *Кемени Дж.* Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения / Дж. Кемени, Дж. Снелл. – М.: Советское радио, 1972. – 192 с.
17. *Training Manual. Doc. ICAO 7192-AN/857. Part A-1. General Considerations.* – Montreal, Canada, 1975. – 58 p.
18. *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.
19. *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.
20. *Васильев В. И.* Распознающие системы: Справочник / В. И. Васильев. – К.: Наук. думка, 1983. – 423 с.