

УДК 656.7.08.614.8

О.М. РЕВА¹, В.В. КАМИШИН², Ш.Ш. НАСІРОВ³¹ Кіровоградський національний технічний університет, Україна² Інститут обдарованої дитини НАПН України, Київ³ Головний центр єдиної системи управління повітряним рухом Азербайджанської Республіки, Azans, Баку

МЕДІАНА КЕМЕНІ ЯК ГРУПОВА СИСТЕМА ПЕРЕВАГ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ НА МНОЖИНІ ХАРАКТЕРНИХ ПОМИЛОК

Враховуючи сучасні концепції ІКАО щодо контролю чинників загроз і помилок, а також світову і регіональну статистику авіаційних пригод при обслуговуванні повітряного руху, розроблений перелік з $n = 21$ характерних помилок авіадиспетчерів, який на теперішній час найбільш повно і всебічно описує порушення інтерфейсу компонентів «людина – процедури (правила)» моделі SHEL, що рекомендується для визначення впливу людського чинника на безпеку авіаційних систем. За допомогою попарного порівняння і такого способу виявлення систем переваг, як частина сумарної інтенсивності, встановлені індивідуальні ранжирування $m = 65$ авіадиспетчерів азербайджанської аеронавігаційної системи AZANS. Вперше для формування групової системи переваг застосована так звана медіана Кемени, яка узагальнює індивідуальні думки авіадиспетчерів з мінімізацією їх відхилень. Встановлений також проактивний характер опитування: особи, які пройшли тестування до початку тренажерної підготовки, допустили під час тренувань на 34% менше помилок, ніж інші респонденти.

Ключові слова: спектр характерних помилок авіадиспетчерів, індивідуальні і групові переваги, медіана Кемени.

Постановка проблеми.

Вже тривалий час у міжнародній авіаційній спільноті однозначно визнано, що помилка людини є або головним чинником, або таким, що зазвичай сприяє абсолютній більшості авіаційних пригод (АП) [1]. Причому також зазначається, що дуже часто цих помилок допускається абсолютно нормальний і здоровий, достатньо кваліфікований, досвідчений персонал, який до того ж для здійснення професійних функцій має у своєму розпорядженні необхідне і надійне устаткування.

Коли йдеться про помилку, то зазвичай вважається, що людині властиво помилятися, тому помилкових дій припускаються усі. Причому нібито помилки не є результатом якогось типу неправильної поведінки (хоча справедливості постулатів «аварійників» К. Марбе переконливо доведена експертами фірми Boeing: 12% льотного персоналу є винуватцями 92% пригод [2], однак по даним досліджень [3, 4] удільна «вага» цих «аварійників» у загальному випадку зазвичай складає не більше 2 – 4% в будь-якій галузі діяльності людини) та є природним побічним продуктом практично всіх людських дій.

Правильне розуміння того, чому «нормальні» люди здійснюють помилки, є важливим елементом

врахування людського чинника (ЛЧ) в цивільній авіації (ЦА).

Іншими словами, для підвищення безпеки польотів (БП) необхідно добитися адекватного розуміння експлуатаційних і технологічних контекстів, що ведуть до здійснення помилок [5, 6].

Слід зазначити, що вказане «розуміння» було б актуально активно формувати, виявляючи ставлення, насамперед, авіаційних операторів «переднього краю» (авіадиспетчерів (А/Д), пілотів) як осіб, які своєю професійною діяльністю несуть основний тягар відповідальності за забезпечення БП [1, 4 – 8], до відповідних помилок, тобто виявляючи їх системи переваг. При цьому під системою переваг згідно [9 – 13] будемо розуміти будь-яку форму впорядкування (у контексті наших досліджень – від найбільш небезпечних – до найменш) помилок.

Вказаний підхід є цілком доцільним і справедливим, оскільки, з одного боку, переваги – це обов'язковий і головний чинник в процедурі прийняття рішення (ПР), тим більше, що, з іншого боку, професійна діяльність авіаційного оператора зазвичай уявляється як безперервний ланцюг рішень, що виробляються і реалізуються в явних і неявних формах і в умовах впливу різноманітних чинників, особливо різноманітних ризиків і небезпек стохастичного і нестохастичного характеру.

1. Аналіз досліджень і публікацій

Оскільки зниження частоти і тяжкості наслідків людських помилок є дійсно величезним потенціалом в справі підвищення БП, то надзвичайно цікавим в ракурсі вивчення впливу помилок авіаційних операторів на функціонування ЦА є досвід провідних авіакомпаній і наукових установ, що був узагальнений ІКАО у працях [1, 5, 6, 8 та ін.]. Серед них слід особливо виділити метод управління помилками, що був запропонований професором Техаського університету, доктором Робертом Хельмрайхом (рис. 1).

Модель починається із здійснення помилки. Ці помилки можуть бути процедурними, комунікаційними або кваліфікаційними, неправильними експлуатаційними рішеннями або навіть навмисними порушеннями авіаційних правил або експлуатаційних процедур авіакомпанії. Реакцією на помилку може бути її перехоплення (тобто її нейтралізація шляхом виправлення), посилювання, або навмисне чи ненавмисне її ігнорування. Результат цього початкового реагування може бути незначним, здатним створити або посилити небезпечні або небажані умови, або привести до додаткової помилки.

Якщо ж небезпечні або небажані умови, в яких діють авіаційні оператори, продовжуються (не усунуті), то екіпаж (чи А/Д) може зробити кроки щодо пом'якшення ситуації (наприклад, шляхом скорочення або знищення помилки), може посилити

її наслідки або ж продовжувати її ігнорувати. Можливими результатами таких дій можуть бути успішне позбавлення від помилки, продовження існування небезпечних умов, що можуть призвести до інцидентів або АП, або ж допущення подальших помилок, що відтворюють новий цикл їх виправлення.

Тим не менше, ефективне управління помилками має починатися з їх ідентифікації в процесі професійної діяльності, тобто формування в авіаційних операторів сталих навичок і вмінь розпізнавання, уявлення небезпеки конкретної помилки та подальшого її запобігання, що є однією з провідних концепцій ІКАО [6]. Тому, враховуючи відповідні рекомендації цієї поважної міжнародної організації, світову та регіональну статистику інцидентів і АП в аеронавігаційних системах, був сформований спектр з $n = 21$ характерних помилок А/Д (табл. 1), який відрізняється від відомих [6, 14, 15] тим, що більш повно і всебічно характеризує неправильну діяльність при управлінні повітряним рухом (УПР).

Методика опитування передбачала застосування попарного порівняння, а також такого способу виявлення систем переваг, як частини сумарної інтенсивності [10, 11]. Опитуванням були охоплені послідовно спочатку 35 [12], а потім ще 15 А/Д-співробітників аеронавігаційної системи Азербайджанської Республіки [16]. На теперішній час загальний вихідний обсяг експериментальної вибірки доведений до величини $m=65$ (табл. 2).

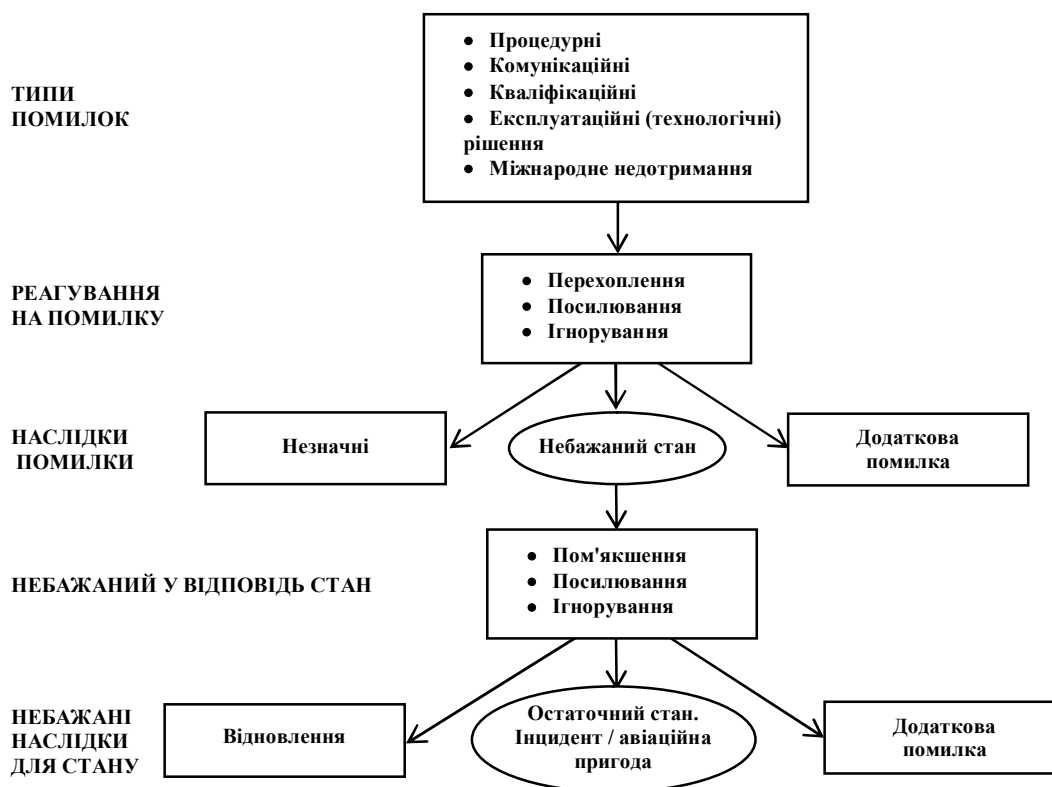


Рис. 1. Модель управління помилками авіаційних операторів (Р. Хельмрайх)

Таблиця 1

Характерні помилки авіадиспетчерів в процесі безпосереднього управління повітряним рухом

П _i	Зміст помилки
П ₁	Порушення фразеології радіообміну
П ₂	Неузгодженість входу повітряного судна в зону суміжного управління повітряним рухом
П ₃	Порушення побіжних часових інтервалів
П ₄	Порушення зустрічних часових інтервалів
П ₅	Порушення інтервалів між повітряними судами, які знаходяться на курсах, що перетинаються
П ₆	Безадресна передача повідомлень авіадиспетчером
П ₇	Помилка у визначенні позивного повітряного судна
П ₈	Помилка в ідентифікації повітряного судна
П ₉	Помилкове використання диспетчерського графіку
П ₁₀	Відсутність на стрипі позначки авіадиспетчера про передачу управління суміжному диспетчерському пункту
П ₁₁	Відсутність на стрипі позначки диспетчера щодо узгодження входу повітряного судна в зону управління повітряним рухом суміжного диспетчерського пункту
П ₁₂	Порушення авіадиспетчером узгодженого географічного рубежу передачі управління повітряним рухом
П ₁₃	Порушення авіадиспетчером узгодженого часового рубежу передачі управління повітряним рухом
П ₁₄	Недбалість в нанесенні на стрип літерно-цифрової інформації (можливість двоякої інтерпретації)
П ₁₅	Неекономічне управління повітряним рухом
П ₁₆	Порушення процедури прийому і здачі чергування
П ₁₇	Не відображення на стрипі виданих команд щодо зміни висоти або напрямку польоту
П ₁₈	Спроба керувати повітряним судном після спрацьовування на ньому системи TCAS режимі resolution advice
П ₁₉	Помилки вводу інформації про повітряне судно в автоматизовану систему
П ₂₀	Порушення технології праці при особливих випадках у польоті
П ₂₁	Порушення в використанні повітряного простору

Таблиця 2

Індивідуальні і групові системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок при управлінні повітряним рухом (фрагмент)

П _i	Індивідуальні системи переваг												Групова система переваг, що утворюється:	
	А/Д ₁	А/Д ₂	А/Д ₃	А/Д ₄	А/Д ₅	А/Д ₆	А/Д ₇	А/Д ₈	А/Д ₉	...	А/Д ₆₄	А/Д ₆₅	підсумовуванням рангів	медіаною Кемені
1	2	3	4	5	6	7	8	9		...	65	66	67	68
П ₁	19	21	21	16	13,5	13	19	15,5		...	2	10,5	15	15
П ₂	8	8	11,5	4	8	9	9,5	9		...	19	7,5	7	8
П ₃	4	4	8,5	21	5,5	2,5	17,5	20		...	4	3,5	5	5
П ₄	4	2	4	8	1	2,5	7,5	2,5		...	2	2	3	3
П ₅	4	3	2	5	2,5	2,5	2	2,5		...	2	1	2	2
П ₆	20	19	18	14	18	19	5	5,5		...	16	10,5	19	18,5
П ₇	12,5	6,5	6	11	11	16	5	5,5		...	9	12	11	11
П ₈	10	5	3	13	12	17,5	11,5	7		...	11	7,5	10	10
П ₉	12,5	19	19,5	10	19	21	9,5	13,5		...	13	14	18	17
П ₁₀	16	13	10	18	17	17,5	13,5	19		...	13	18,5	20	18,5
П ₁₁	15	19	19,5	16	13,5	15	3	17,5		...	16	16	16	16
П ₁₂	9	10	7	6,5	10	11	7,5	12		...	16	18,5	12	12
П ₁₃	6	11,5	11,5	6,5	7	10	15	11		...	13	18,5	8	7
П ₁₄	17	17	17	19,5	20	7	11,5	17,5		...	20	13	17	20
П ₁₅	21	11,5	13	12	21	20	21	21,2		...	21	21	21	21
П ₁₆	18	16	16	19,5	5,5	8	17,5	8		...	10	15	14	14
П ₁₇	11	15	15	9	9	12	5	10		...	8	6	9	9
П ₁₈	1	1	1	1	2,5	2,5	20	1		...	5,5	5	1	1
П ₁₉	14	14	14	16	16	14	16	15,5		...	18	18,5	13	13
П ₂₀	2	6,5	5	3	4	5	1	4		...	5,5	3,5	4	4
П ₂₁	7	9	8,5	2	15	6	13,5	13,5		...	7	9	6	6

При цьому підкреслимо, що таке наше прагнення охопити опитуванням якомога більше А/Д не є випадковим і пояснюється необхідністю забезпечення належного рівня БП при УПР, тому що особи, які випадково пройшли наше випробування до початку тренажерної підготовки, допускали під час тренувань на 34% менше помилок, ніж інші респонденти. Таким чином, сам експеримент має яскраво виражені проактивні риси формування в А/Д навичок розпізнавання і запобігання помилкових дій і рішень при УПР, що відповідає концепції ІСАО в напрямку контролю і урахування чинників загроз і помилок [6].

Безумовно, наступним кроком має стати розробка науково-методичних рекомендацій з організації особистісно-орієнтованої тренажерної підготовки А/Д, яка враховує їх переваги на помилкових діях. Однак, в контексті цієї статті ми орієнтовані на виявлення групової системи переваг, яка у загальному випадку вважається більш об'єктивною і досконалою, ніж будь-яка індивідуальна [9, 11, 17–19].

Групова система переваг звичайно будується шляхом застосування такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів [9 – 12, 16 – 19 та ін.]. Однак, останнім часом з'явилися дослідження, результати яких доводять, що у гуманістичних системах (у визначенні Л. Заде [20]) можливо застосовувати з зазначеною метою ще і класичні критерії ПР [9, 13, 18, 21 – 23], тим більше, що критерій Байєса-Лапласа фактично дублює зазначену стратегію підсумовування та усереднення рангів, а критерій Севиджа взагалі вважається «демократичним», тому що мінімізує відхилення у думках як умовної «більшості» опитуваних, так і умовної «меншості», яку з різних причин достатньо часто називають «маргальною» [24].

Слід особливо зазначити, що перше, найголовніше питання, яке виникає під час побудови групової системи переваг, стосується визначення ступеня її узгодженості. На теперішній час найбільш розповсюджені три методи, які пов'язані з визначенням [10 – 12, 17 – 19, 24 – 29 та ін.]:

– коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для усієї сукупності (в нашому випадку):

$$N = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{21(21-1)}{2} = 210$$

попарних порівнянь індивідуальних переваг. І якщо кожне обчислене значення коефіцієнта буде статистично-вірогідним на прийнятому рівні значущості α і при визначеному числі ступенів свободи $k = n - 2$, то групову систему переваг слід вважати узгодженою;

– коефіцієнтів варіації думок по кожній альтернативі-помилці, що впорядковуються, якщо значення кожного з $n = 21$ коефіцієнтів буде менше за критеріально встановлену величину

$$v_i \leq 33\%,$$

то закон розподілу думок буде вважатися гаусівським, а самі думки – узгодженими і по кожній з альтернатив, що впорядковуються, і по усій їх сукупності в цілому;

– коефіцієнта множинної рангової кореляції – коефіцієнта конкордації по Кендаллу; якщо його емпіричне значення статистично-вірогідно на прийнятому рівні значущості α і при визначеному числі ступенів свободи $k = n - 1$, то робиться висновок про узгодженість групової системи переваг.

Для нашого конкретного випадку, котрий ілюструють данні графі 67 табл. 2, отримане емпіричне значення коефіцієнта конкордації дорівнює величині $W = 0,529$ і є статистично-вірогідним, оскільки виконується умова:

$$\chi_{\text{емп.}}^2 = 687,416 \gg \chi_{\alpha=1\%; n=n-1=19}^2 = 40,00.$$

Тому вихідну групову систему переваг $m = 65$ А/Д слід вважати узгодженою і можна подати у такому наочному вигляді:

$$\begin{aligned} &P_{18} \underset{m=65}{>} P_5 \underset{m=65}{>} P_4 \underset{m=65}{>} P_{20} \underset{m=65}{>} \\ &\underset{m=65}{>} P_3 \underset{m=65}{>} P_{21} \underset{m=65}{>} P_2 \underset{m=65}{>} P_{13} \underset{m=65}{>} \\ &\underset{m=65}{>} P_{17} \underset{m=65}{>} P_8 \underset{m=65}{>} P_7 \underset{m=65}{>} P_{12} \underset{m=65}{>} \\ &\underset{m=65}{>} P_{19} \underset{m=65}{>} P_{16} \underset{m=65}{>} P_1 \underset{m=65}{>} P_{11} \underset{m=65}{>} \\ &\underset{m=65}{>} P_{14} \underset{m=65}{>} P_9 \underset{m=65}{>} P_6 \underset{m=65}{>} P_{10} \underset{m=65}{>} \\ &\underset{m=65}{>} P_{15}, \end{aligned} \quad (1)$$

де $\underset{m=65}{>}$ – позначка більшої переваги (небезпеки)

однієї помилки перед іншою в груповій системі переваг, що утворена підсумовуванням і усередненням даних індивідуальних ранжирувань $m = 65$ А/Д.

При цьому слід зауважити таке. При виявленні ступеня узгодженості думок за допомогою коефіцієнта конкордації Кендалла перевіряється нульова гіпотеза, згідно якої ранжування незалежні і рівномірно розподілені на множині всіх ранжувань. Якщо ця гіпотеза приймається, то звичайно, ні про яку узгодженість думок експертів говорити не можна. А якщо відхиляється? Теж не можна. Наприклад, може бути два (або більше) центри, біля яких групуються відповіді експертів. В нашому випадку йдеться, скажімо, про вплив на певні групи А/Д досвідченіших представників інструкторського складу, які проводять з ними відповідні тренування, мають, хоча і близькі, але ж неоднакові думки щодо безпеки помилок. Нульова гіпотеза нібито відхиляється. Але хіба можна говорити про узгодженість?

Зауважимо також, що, з одного боку, велика кількість альтернатив, що впорядковуються, і велика кількість А/Д, які були залучені до випробувань,

суттєвим чином вплинули на варіативність думок, що й відбилося на абсолютній величині коефіцієнта конкордації, критеріальне значення якого має дорівнювати величині [30]:

$$W \geq 0,7 \dots 0,8. \quad (2)$$

З іншого боку, виникає важливіше питання: яким саме має бути групове ранжирування, коли думки експертів узгоджені?

2. Постановка завдання досліджень

В методах визначення групової системи переваг та ступеня її узгодженості, що були розглянуті, спостерігається поширена помилка, яка полягає в тому, що відповіді експертів прагнуть розглядати як числа, дослідники займаються «оцифруванням» їх думок, приписуючи цим думкам чисельні значення – бали, які потім обробляють за допомогою методів прикладної статистики нібито як результати звичайних фізико-технічних вимірювань.

І оскільки відповіді А/Д в процедурах експертного опиту, що були ним запропоновані, – не числа, а такі об'єкти нечислової природи, як градації якісних ознак, ранжування, розбиття, результати парних порівнянь, нечіткі переваги тощо, то для їх аналізу виявляються корисними методи статистики об'єктів нечислової природи. Це є цілком закономірним, оскільки людина міркує не числами і перехід від прийнятності до неприйнятності якогось об'єкта чи явища відбувається не стрибкоподібно, а повільно [10, 20].

Таким чином, внаслідок наведеного **метою статті** є знаходження остаточної групової системи переваг шляхом непараметричного вирішення оптимізаційної задачі мінімізації сумарної відстані від А/Д-кандидата в «середні» до думок всіх інших експертів. Знайдену у такий спосіб «середню» думку називають «медіаною Кемені» [31, 32].

3. Виявлення медіани Кемені як групової системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок

Обчислення медіани Кемені – завдання цілочисельного програмування. Зокрема, для її знаходження використовується різні алгоритми дискретної математики, зокрема, такі, що засновані на методі гілок і границь. Застосовують також алгоритми, засновані на ідеї випадкового пошуку, оскільки для кожного бінарного відношення нескладно знайти множину його сусідів. Однак, як витікає з аналізу праць [32, 33], стосовно цілей досліджень цієї статті найбільш прийнятним є евристичний алгоритм знаходження медіани Кемені. При цьому для побудови медіани Кемені були застосовані індивідуальні системи переваг тих самих $m = 65$ А/Д (табл. 2), які покладені в основу

системи ранжування помилок (1).

Під час опитування експерти здійснювали попарне порівняння усіх $n = 21$ помилок, що досліджуються (табл. 1), яким при обробці надавалися такі порівняльні оцінки ступеня їх небезпеки:

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } P_i \succ P_j; \\ -1, & \text{якщо } P_i \prec P_j; \\ 0, & \text{якщо } P_i \approx P_j. \end{cases} \quad (3)$$

Наведене сприяло отриманню 65-ти індивідуальних матриць попарних порівнянь, побудова яких є тривіальною, тому в цій статті не подана.

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

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

Зразок формування індивідуальної матриці втрат, отриманої згідно виразу (4), поданий у табл. 3.

Наступним кроком є визначення елементів узагальненої матриці втрат згідно такої формули:

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

де P – довільне ранжування, в якому $p_i = 1$.

При цьому зрозуміло, що діагональні елементи рефлексивні:

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

Результати відповідних обчислень утворюють узагальнену матрицю втрат (табл. 4).

Підраховуючи дані узагальнених втрат по рядках табл. 4 і аналізуючи відповідні результати у графі 23, отримуємо, що $S_{\min} = S_{18} = 398$. Отже, найменше відхилення у думках експертів-А/Д буде досягнуто за умови надання помилці P_{18} першого рангового місця у груповій системі переваг.

Видаляючи з табл. 4 усі втрати, пов'язані із урахуванням помилки P_{18} (відповідний рядок і графу 19), отримуємо нову, редуковану на один елемент, матрицю втрат (табл. 5), з якої витікає, що мінімум відхилень в думках експертів буде досягнутий за умови, що вже помилка P_5 посідає друге рангове місце у груповій системі переваг.

Виконуючи послідовно аналогічні дії з редукції вихідної розмірності матриці узагальнених втрат, на кожній новій ітерації знаходимо чергове рангове місце для чергової за небезпекою помилки.

Саме таким чином й отримується медіана Кемені, яка є непараметричним вирішенням оптимізаційної задачі з виявлення групової системи переваг для в цілому узгоджених думок респондентів-А/Д (графа 68 табл. 2).

Таблиця 3

Зразок формування індивідуальної матриці втрат за даними опитування авіадиспетчера № 1

П _i	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈	П ₉	П ₁₀	П ₁₁	П ₁₂	П ₁₃	П ₁₄	П ₁₅	П ₁₆	П ₁₇	П ₁₈	П ₁₉	П ₂₀	П ₂₁
П ₁	0	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2
П ₂	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	2
П ₃	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
П ₄	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
П ₅	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
П ₆	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2
П ₇	0	2	2	2	2	0	0	2	1	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	2	2
П ₈	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	2	2
П ₉	0	2	2	2	2	0	1	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	2	2
П ₁₀	0	2	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	0	0	2	2	2	2	2
П ₁₁	0	2	2	2	2	0	2	2	2	0	0	2	2	0	0	0	2	2	2	2	2
П ₁₂	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	2
П ₁₃	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
П ₁₄	0	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2	2	2	2
П ₁₅	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2
П ₁₆	0	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2
П ₁₇	0	2	2	2	2	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	2	2
П ₁₈	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
П ₁₉	0	2	2	2	2	0	2	2	2	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	2	2
П ₂₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
П ₂₁	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0

Таблиця 4

Узагальнена матриця втрат (перша ітерація)

П _i	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈	П ₉	П ₁₀	П ₁₁	П ₁₂	П ₁₃	П ₁₄	П ₁₅	П ₁₆	П ₁₇	П ₁₈	П ₁₉	П ₂₀	П ₂₁	Σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
П ₁	65	105	118	126	126	54	91	95	57	53	58	90	102	68	41	71	92	124	82	124	122	1864
П ₂	25	65	105	116	118	26	56	67	23	18	22	35	66	20	12	43	55	118	36	112	86	1224
П ₃	12	25	65	107	99	14	24	29	14	15	17	20	23	15	4	19	25	84	18	73	41	743
П ₄	4	14	23	65	71	7	17	16	10	10	9	11	12	11	3	10	18	82	11	47	21	472
П ₅	4	12	31	59	65	4	16	14	8	7	6	6	10	8	4	8	16	77	12	49	21	437
П ₆	76	104	116	123	126	65	109	103	68	66	68	91	108	63	37	74	104	126	86	120	120	1953
П ₇	39	74	106	113	114	21	65	72	37	30	34	54	74	32	17	40	73	118	52	111	88	1364
П ₈	35	63	101	114	116	27	58	65	32	29	38	56	65	30	17	43	67	114	42	100	88	1300
П ₉	73	107	116	120	122	62	93	98	65	47	58	106	112	65	40	77	114	123	89	120	116	1923
П ₁₀	77	112	115	120	123	64	100	101	83	65	93	110	112	65	37	87	112	126	96	125	127	2050
П ₁₁	72	108	113	121	124	62	96	92	72	37	65	98	110	63	34	77	109	124	81	125	118	1901
П ₁₂	40	95	110	119	124	39	76	74	24	20	32	65	95	37	18	55	74	120	50	115	117	1499
П ₁₃	28	64	107	118	120	22	56	65	18	18	20	35	65	28	6	42	57	117	36	109	104	1235
П ₁₄	62	110	115	119	122	67	98	100	65	65	67	93	102	65	36	70	102	126	88	122	116	1910
П ₁₅	89	118	126	127	126	93	113	113	90	93	96	112	124	94	65	103	113	126	104	122	125	2272
П ₁₆	59	87	111	120	122	56	90	87	53	43	53	75	88	60	27	65	93	123	80	116	114	1722
П ₁₇	38	75	105	112	114	26	57	63	16	18	21	56	73	28	17	37	65	121	45	117	89	1293
П ₁₈	6	12	46	48	53	4	12	16	7	4	6	10	13	4	4	7	9	65	14	38	20	398
П ₁₉	48	94	112	119	118	44	78	88	41	34	49	80	94	42	26	50	85	116	65	120	119	1622
П ₂₀	6	18	57	83	81	10	19	30	10	5	5	15	21	8	8	14	13	92	10	65	28	598
П ₂₁	8	44	89	109	109	10	42	42	14	3	12	13	26	14	5	16	41	110	11	102	65	885

Таблиця 5

Узагальнена матриця втрат (друга ітерація)

П _i	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈	П ₉	П ₁₀	П ₁₁	П ₁₂	П ₁₃	П ₁₄	П ₁₅	П ₁₆	П ₁₇	П ₁₈	П ₁₉	П ₂₀	П ₂₁	Σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
П ₁	65	105	118	126	126	54	91	95	57	53	58	90	102	68	41	71	92	82	124	122	1864	

Закінчення табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
П ₂	25	65	105	116	118	26	56	67	23	18	22	35	66	20	12	43	55	36	112	86	1224
П ₃	12	25	65	107	99	14	24	29	14	15	17	20	23	15	4	19	25	18	73	41	743
П ₄	4	14	23	65	71	7	17	16	10	10	9	11	12	11	3	10	18	11	47	21	472
П ₅	4	12	31	59	65	4	16	14	8	7	6	6	10	8	4	8	16	12	49	21	437
П ₆	76	104	116	123	126	65	109	103	68	66	68	91	108	63	37	74	104	86	120	120	1953
П ₇	39	74	106	113	114	21	65	72	37	30	34	54	74	32	17	40	73	52	111	88	1364
П ₈	35	63	101	114	116	27	58	65	32	29	38	56	65	30	17	43	67	42	100	88	1300
П ₉	73	107	116	120	122	62	93	98	65	47	58	106	112	65	40	77	114	89	120	116	1923
П ₁₀	77	112	115	120	123	64	100	101	83	65	93	110	112	65	37	87	112	96	125	127	2050
П ₁₁	72	108	113	121	124	62	96	92	72	37	65	98	110	63	34	77	109	81	125	118	1901
П ₁₂	40	95	110	119	124	39	76	74	24	20	32	65	95	37	18	55	74	50	115	117	1499
П ₁₃	28	64	107	118	120	22	56	65	18	18	20	35	65	28	6	42	57	36	109	104	1235
П ₁₄	62	110	115	119	122	67	98	100	65	65	67	93	102	65	36	70	102	88	122	116	1910
П ₁₅	89	118	126	127	126	93	113	113	90	93	96	112	124	94	65	103	113	104	122	125	2272
П ₁₆	59	87	111	120	122	56	90	87	53	43	53	75	88	60	27	65	93	80	116	114	1722
П ₁₇	38	75	105	112	114	26	57	63	16	18	21	56	73	28	17	37	65	45	117	89	1293
П ₁₉	48	94	112	119	118	44	78	88	41	34	49	80	94	42	26	50	85	65	120	119	1622
П ₂₀	6	18	57	83	81	10	19	30	10	5	5	15	21	8	8	14	13	10	65	28	598
П ₂₁	8	44	89	109	109	10	42	42	14	3	12	13	26	14	5	16	41	11	102	65	885

$$\begin{aligned}
 & \overset{\text{med}}{P_{18}} > \overset{\text{med}}{P_5} > \overset{\text{med}}{P_4} > \overset{\text{med}}{P_{20}} > \overset{\text{med}}{P_3} > \overset{\text{med}}{P_{21}} > \overset{\text{med}}{P_{13}} > \overset{\text{med}}{P_2} > \overset{\text{med}}{P_{17}} > \overset{\text{med}}{P_8} > \overset{\text{med}}{P_7} > \overset{\text{med}}{P_{12}} > \overset{\text{med}}{P_{19}} > \overset{\text{med}}{P_{16}} > \overset{\text{med}}{P_1} > \overset{\text{med}}{P_{11}} > \overset{\text{med}}{P_9} > \overset{\text{med}}{P_6} \approx \overset{\text{med}}{P_{10}} > \overset{\text{med}}{P_{14}} > \overset{\text{med}}{P_{15}}, \\
 & \text{де } \overset{\text{med}}{>}_{m=65} - \text{позначка більшої переваги (небезпеки)}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

однієї помилки перед іншою в груповій системі переваг, що утворена медіаною Кемені, як непараметричною оптимізацією індивідуальних ранжирувань $m=65$ А/Д;

$\overset{\text{med}}{\approx}_{m=65}$ – позначка адекватності помилок за безпекою в груповій системі переваг, що утворена медіаною Кемені, як непараметричною оптимізацією індивідуальних ранжирувань $m=65$ А/Д.

Порівнюючи системи переваг (1) і (6) за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена, отримуємо незвичайно високе його значення $R_s=0,9912$, що свідчить про майже абсолютну їх адекватність. Причому незначні розбіжності в рангах помилок можна вважати випадковістю. Однак, в подальших дослідженнях слід орієнтуватися все ж на систему ранжирувань (6), оскільки медіана Кемені знайдена саме як непараметричне вирішення оптимізаційної задачі.

Ще раз повернемося до даних табл. 2, з яких витікає, що в процесі отримання групової оцінки за допомогою такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів, узагальнювалися, у тому числі, і суперечливі думки. Тому, хоча емпіричне значення коефіцієнта множинної рангової кореляції по Кендаллу $W = 0,529$, що було обчислене для системи переваг (1), і є статистично-вірогідним для числа ступенів свободи $k = 20$ і на достатньо високому рівні значущості $\alpha = 1\%$, але ж не задовольняє умові (2). Ось чому були проведені спеціальні дослідження з виявлення і відокремлення маргінальних думок випробуваних А/Д. З цією метою були застосовані методи теорії розпізнавання образів, що пройшли добру апробацію при аналізі експертних оцінок в гуманістичних системах [7, 12, 13, 16 та ін.]. Внаслідок реалізації наведеного остаточною вибіркою випробуваних, результати якої будуть розглядатися далі, склала величину $m = 43$.

Застосовуючи ту саму стратегію підсумовування та усереднення рангів для цих А/Д була отримана така групова система переваг:

$$\begin{aligned}
 & \overset{\text{med}}{P_{18}} > \overset{\text{med}}{P_5} > \overset{\text{med}}{P_4} > \overset{\text{med}}{P_{20}} > \overset{\text{med}}{P_3} > \overset{\text{med}}{P_{21}} > \overset{\text{med}}{P_2} > \overset{\text{med}}{P_{13}} > \overset{\text{med}}{P_8} > \overset{\text{med}}{P_{17}} > \overset{\text{med}}{P_7} > \overset{\text{med}}{P_{12}} > \overset{\text{med}}{P_{16}} > \overset{\text{med}}{P_{19}} > \overset{\text{med}}{P_1} > \overset{\text{med}}{P_{14}} > \overset{\text{med}}{P_6} > \overset{\text{med}}{P_{11}} > \overset{\text{med}}{P_9} > \overset{\text{med}}{P_{10}} > \overset{\text{med}}{P_{15}}, \\
 & \text{де } \overset{\text{med}}{>}_{m=43} - \text{позначка більшої переваги (небезпеки)}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

однієї помилки перед іншою в груповій системі пе-

реваг, що утворена підсумовуванням і усередненням даних індивідуальних ранжирувань $m = 43$ А/Д, які утворюють остаточну основну групу випробуваних.

Обчислене емпіричне значення коефіцієнта конкордації по Кендаллу $W = 0,709$ є не тільки статистично-вірогідним для числа ступенів свободи $k = 20$ і рівня значущості $\alpha = 1\%$, тому що виконується умова:

$$\chi_{\text{емп.}}^2 = 610,129 \gg \chi_{k=20; \alpha=1\%}^2 = 40,00,$$

але ж ще й задовольняє умові (2).

Застосовуючи ті самі процедури (3) – (5), що і у попередньому випадку, отримуємо таке наочне подання шуканої медіани Кемені:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{med} & & \text{med} & & \text{med} & & \text{med} \\ \text{Пом.}_{18} & \succ & \text{Пом.}_5 & \succ & \text{Пом.}_4 & \succ & \text{Пом.}_{20} \\ m=43 & & m=43 & & m=43 & & m=43 \\ \\ \text{med} & & \text{med} & & \text{med} & & \text{med} \\ \succ & \text{Пом.}_3 & \succ & \text{Пом.}_{21} & \succ & \text{Пом.}_2 & \succ & \text{Пом.}_{13} \\ m=43 & & m=43 & & m=43 & & m=43 & & m=43 \\ \\ \text{med} & & \text{med} & & \text{med} & & \text{med} & & \text{med} \\ \succ & \text{Пом.}_8 & \succ & \text{Пом.}_{17} & \succ & \text{Пом.}_7 & \succ & \text{Пом.}_{12} & \succ \\ m=43 & & m=43 & & m=43 & & m=43 & & m=43 \\ \\ \text{med} & & \text{med} & & \text{med} & & \text{med} & & \text{med} \\ \succ & \text{Пом.}_{19} & \succ & \text{Пом.}_{16} & \succ & \text{Пом.}_1 & \succ & \text{Пом.}_{14} & \succ \\ m=43 & & m=43 & & m=43 & & m=43 & & m=43 \\ \\ \text{med} & & \text{med} & & \text{med} & & \text{med} & & \text{med} \\ \succ & \text{Пом.}_{11} & \succ & \text{Пом.}_6 & \succ & \text{Пом.}_9 & \succ & & \\ m=43 & & m=43 & & m=43 & & m=43 & & \\ \\ & & \text{med} & & \text{med} & & & & \\ & & \succ & \text{Пом.}_{10} & \succ & \text{Пом.}_{15} & & & \\ & & m=43 & & m=43 & & & & \end{array} \quad (8)$$

де med – позначка більшої переваги (небезпеки)

однієї помилки перед іншою в груповій системі переваг, що утворена медіаною Кемені, як непараметричною оптимізацією індивідуальних ранжирувань $m = 43$ А/Д.

Як можна побачити, відкидання маргінальних думок сприяло не тільки виходу величини коефіцієнта конкордації на мінімально достатнє критеріальне значення, але ж і суворому ранжуванню помилок в медіані Кемені (8), де на відміну від попередньої (6) вже немає помилок з так званими «пов'язаними» (однаковими, «міддл») рангами.

Порівняльний аналіз систем переваг (7) і (8) знову ж призвів до отримання незвичайно високого значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена: $R_s = 0,9974$. Однак, знову ж зазначимо, що знаходження медіани Кемені – суть непараметричне вирішення оптимізаційної задачі. Тому в подальших дослідженнях будемо орієнтуватися саме на неї.

Висновки

1. Підсумовуючи отримані і подані в цій статті нові наукові результати, насамперед вкажемо, що уперше в практиці дослідження систем переваг авіаційних операторів застосована медіана Кемені, яка

вирішує задачу непараметричної оптимізації у мінімізації відхилень думок окремих експертів-А/Д щодо значущості (небезпечності) конкретних помилок в професійній діяльності від загальногрупової думки. Ця медіана має незвичайно високий ступінь збігу з узгодженою (коефіцієнт конкордації за Кендаллом $W = 0,709$ є статистично вірогідним на рівні значущості $\alpha = 1\%$) груповою системою переваг, отриманою за допомогою стратегії підсумовування та усереднення рангів: коефіцієнт рангової кореляції Спірмена має майже абсолютне значення $R_s = 0,9974$, однак є більш прийнятною для подальшого застосування тому, що є рішенням саме оптимізаційної задачі.

2. Збільшення вибірки опитуваних до $m = 65$ осіб сприяло подальшому проактивному впливу на БП в аеронавігаційній системі Азербайджану, оскільки сприяє формуванню в випробуваних сталих навичок розрізнення, запам'ятовування і запобігання помилок в професійній діяльності. Встановлено, що А/Д, які випадково пройшли опитування до проведення планової тренажерної підготовки, припустили під час тренувань на 34% менше помилок, ніж інші випробувані.

3. Наступним кроками в подальших дослідженнях помилкових дій А/Д мають стати:

- збільшення вибірки опитуваних і доведення її до 100% кількісного складу А/Д аеронавігаційної системи Азербайджану, надання цій процедурі систематичного характеру;
- вдосконалення переліку характерних помилок з урахуванням сучасних світових і регіональних реалій;
- розробка науково-методичних рекомендацій з організації особистісно-орієнтованої тренажерної підготовки, яка враховує індивідуальні переваги.

Література

1. Изучение роли человеческого фактора при авиационных происшествиях и инцидентах [Текст] // Человеческий фактор: Сборник материалов № 7. – Циркуляр ИКАО 240-AN/144. – Монреаль, Канада, 1993. – 76 с.
2. Плотников, Н.И. Зарубежная практика профессиональной подготовки летного персонала [Текст] / Н.И. Плотников. – М.: ЦНТИ ГА, 1989. – 42 с.
3. Рева, О.М. Оцінка небезпечних властивостей поведінки, оперативного мислення та прийняття рішень у майбутніх юристів [Текст] / О.М. Рева, О.В. Михайлов // Проблеми пенітенціарної теорії і практики: Бюлетень Київського ін-ту внутр. справ. – К.: КІВС, 1999. – № 4. – С.193–196.
4. Рева, А.Н. Человеческий фактор и безопасность полетов: Проактивное исследование влияния

[Текст]: монография / А.Н. Рева, К.М. Тумышев, А.А. Бекмухамбетов; науч. ред. А.Н. Рева, К.М. Тумышев. – Алматы, 2007. – 242 с.

5. Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по проведению проверок безопасности полетов [Текст]: Док. ICAO 9806–AN/763. – Монреаль, Канада, 2002.

6. Контроль факторов угрозы и ошибок (КВО) при управлении воздушным движением [Текст]: Циркуляр ИКАО 314–AN/178. – Монреаль, Канада, 2008.

7. Безпека авіації [Текст] / В.П. Бабак, В.П. Харченко, В.О. Максимов та ін.; за ред. В.П. Бабака. – К.: Техніка, 2004. – 504 с.

8. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) [Текст]. – Изд-е второе. – Док. ICAO AN/474. – Монреаль, Канада, 2009.

9. Козелецкий, Ю. Психологическая теория решений [Текст]: пер. с польск. Г.Е. Минца, В.Н. Поруса / Под ред. Б.В. Бирюкова. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с.

10. Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. – Т.3. Эффективность технических систем [Текст] / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.

11. Рева, О.М. Прийняття рішень шляхом виявлення системи пріоритетів (переваг) авіаспеціаліста [Текст]: методич. вказівки з курсу “Основи теорії прийняття рішень” / О.М. Рева. – Кіровоград: ДЛАУ, 1997. – 18 с.

12. Насіров, Ш.Ш. Пілотне визначення систем переваг авіадиспетчерів Азербайджану на характерних помилках в процесі управління повітряним рухом [Текст] / Ш.Ш. Насіров // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2010. – № 7. – С. 124–134.

13. Бірюков, Ю.Ю. Класичні критерії прийняття рішень у визначенні групових переваг авіадиспетчерів на чинниках безпеки професійної діяльності [Текст] / Ю.Ю. Бірюков // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2011. – № 9. – С. 189–194.

14. Рева, О.М. Людський фактор: помилки авіадиспетчера та безпека польотів [Текст] / О.М. Рева, Г.М. Селезньов, В.П. Колотуша // Проблеми аеронавігації: Тематич. зб. наук. пр. – Вип. II “Удосконалення процесів діяльності та професійної підготовки авіаційних операторів”. – Кіровоград: ДЛАУ, 1997. – С. 60–66.

15. Райчев, С.Г. Вплив помилок авіадиспетчера на рівень безпеки повітряного руху Болгарії [Текст]: Автореф. дис ... канд. техн. наук за спеціальністю 05.22.13 – “Навігація і управління повітряним рухом”. – К.: НАУ, 2008. – 20 с.

16. Насіров, Ш.Ш. Визначення коефіцієнтів важливості характерних помилок авіадиспетчерів в процесі управління повітряним рухом [Текст] / Ш.Ш. Насіров // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2011. – № 9. – С. 195–201.

17. Миркин, Б.Г. Проблема группового выбора

[Текст] / Б.Г. Миркин. – М.: Наука, 1974. – 256 с.

18. Китаев, Н.Н. Групповые экспертные оценки [Текст] / Н.Н. Китаев. – М.: Знание, 1975. – 64 с.

19. Рева, О.М. Колективні рішення у невеликій групі авіаційних операторів [Текст]: Конспект лекцій з курсу “Основи теорії прийняття рішень” / О.М. Рева. – Кіровоград: ДЛАУ, 1998. – 33 с.

20. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст]: пер. с англ. Н.И. Ринго / Под ред. Н.Н. Моисеева, С.А. Орловского. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

21. Рева, О.М. Класичні критерії прийняття рішень у визначенні групових систем переваг суддів на множині обставин, що пом'якшують та обтяжують покарання [Текст] / О.М. Рева, О.М. Медведченко, Д.Г. Радов // Вісник Одеського інституту внутрішніх справ. – Одеса: ОЮІ НУВС. – 2004. – №2. – С. 105–115.

22. Рева, О.М. Застосування класичних критеріїв прийняття рішень для визначення групової системи переваг викладачів на множині характерних рис недисциплінованої поведінки студентів [Текст] / О.М. Рева, А.А. Чабак // Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету ім. В. Винниченка. – Сер. Пед. науки. – Вип. 60. – Кіровоград: КДПУ, 2005. – Ч.2. – С. 317–324.

23. Рева, О.М. Коректне застосування класичних критеріїв прийняття рішень для визначення пріоритетів студентів на рисах їхньої недисциплінованості [Текст] / О.М. Рева, О.П. Максимова // Нові технології навчання: Наук.-метод. зб. – К.: Ін-т інноваційних технологій і змісту освіти МОН України, 2008. – Вип. 52. – С. 3–11.

24. Блюмберг, В.А. Какое решение лучше? Метод постановки приоритетов [Текст] / В.А. Блюмберг, В.Ф. Глуценко. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.

25. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок [Текст] / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

26. Литвак, Б.Г. Экспертная информация: методы получения и анализа [Текст] / Б.Г. Литвак. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.

27. Принятие решений на основе экспертного оценивания [Текст]: метод. пособ. / Е.Н. Варакин, В.А. Желудов, В.Н. Бганцов, С.С. Ибнеев. – Л.: ВИКИ им. А.Ф. Можайского, 1988. – 88 с.

28. Самохвалов, Ю.Я. Экспертное оценивание: Методический аспект [Текст] / Ю.Я. Самохвалов, Е.М. Науменко. – К.: ДУИКТ, 2007. – 362 с.

29. Рева, О.М. Комплексна оцінка узгодженості групової системи переваг викладачів на множині характерних рис недисциплінованої поведінки студентів-юристів [Текст] / О.М. Рева, І.В. Добрянський, А.А. Чабак // Наук. записки Кіровоградського державного педагогічного університету ім. В. Винниченка. – Сер. Педагогічні науки. – Кіровоград: КДПУ, 2004. – Вип. 55. – С. 315–325.

30. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: Теория, синтез, эффективность

[Текст] / В.А. Тарасов, Б.М. Герасимов, И.А. Левин, В.А. Корнейчук. – К.: МАКИС, 2007. – 336 с.

31. Кемени, Дж. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения [Текст] / Дж. Кемени, Дж. Снелл. – М.: Сов. радио, 1972. – 192 с.

32. Орлов, А.И. Организационно-экономическое

моделирование. Экспертные оценки [Текст]: учебник в 3 ч. – Ч.2. Экспертные оценки/ А.И. Орлов. – М.: Изд-во МТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.

33. Орлов, А.И. Теория принятия решений [Текст]: учеб. пособ. / А.И. Орлов. – М.: Экзамен, 2006. – 576 с.

Надійшла до редакції 1.06.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри проектування авіаційних двигунів С.В. Єпіфанов, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", Харків.

МЕДИАНА КЕМЕНИ КАК ГРУППОВАЯ СИСТЕМА ПРЕДПОЧТЕНИЙ АВИАДИСПЕТЧЕРОВ НА МНОЖЕСТВЕ ХАРАКТЕРНЫХ ОШИБОК

А.Н. Рева, В.В. Камышин, Ш.Ш. Насыров

Учитывая современные концепции ИКАО по контролю факторов угроз и ошибок, а также мировую и региональную статистику авиационных происшествий при обслуживании воздушного движения, разработан перечень из $n = 21$ характерных ошибок авиадиспетчеров, который на настоящее время наиболее полно и всесторонне описывает нарушения интерфейса компонентов «человек – процедуры (правила)» модели SHEL, рекомендуемой для определения влияния человеческого фактора на безопасность авиационных систем. С помощью попарного сравнения и такого способа выявления систем предпочтений, как часть суммарной интенсивности, установлены индивидуальные ранжирования $m = 65$ авиадиспетчеров азербайджанской аэронавигационной системы AZANS. Впервые для формирования групповой системы предпочтений применена так называемая медиана Кемени, которая обобщает индивидуальные мнения авиадиспетчеров с минимизацией их отклонений. Установлен также проактивный характер опроса: лица, прошедшие тестирование до начала тренажерной подготовки, допустили во время тренировок на 34% меньше ошибок, чем другие респонденты.

Ключевые слова: спектр характерных ошибок авиадиспетчеров, индивидуальные и групповые предпочтения, медиана Кемени.

KEMENY'S MEDIAN AS GROUP SYSTEM OF PREFERENCES OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS ON GREAT NUMBER OF CHARACTERISTIC ERRORS

O.M. Reva, V.V. Kamyshin, Sh.Sh. Nasyrov

Taking into account modern ICAO concept regarding control of threats and errors factors, and also world and regional statistics of aviation accidents and incidents at air traffic control, a list from $n=21$ characteristic errors of air traffic controllers was drawn. This list fully and comprehensively describes interface violations between "livewire - software" components of SHEL model, which is recommended for determination of human factor influence on safety of the aviation systems. By means of pairwise comparison and by such method of exposure of the systems of preferences, as part of summarized intensity, the individual ranging of $m=65$ of air traffic controllers of the Azerbaijan aeronautical system AZANS was set. For the first time for forming of the group system of preferences the so-called Kemeny median, that summarizes individual opinions of air traffic controllers with minimization of their rejections, is applied. Proactive character of survey was identified: persons, who had been participating in the experiment prior to beginning of simulator training, made errors by 34 % less than others.

Key words: spectrum of characteristic errors of air traffic controllers, individual and group preferences, Kemeny's median.

Рева Олексій Миколайович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри автоматизації виробничих процесів Кіровоградського національного технічного університету, e-mail: ran54@meta.ua.

Камишин Володимир Вікторович – канд. техн. наук, директор Інституту обдарованої дитини НАПН України, e-mail: kvv@iod.gov.ua.

Насіров Шахін Шахвелі-огли – начальник диспетчерської зміни Головного центру єдиної системи управління повітряним рухом Азербайджанської Республіки, e-mail: shahin.s@mail.ru.