

О. М. РЕВА, д-р техн. наук, професор

В. В. КАМИШИН, д-р пед. наук, с. н. с.

С. П. БОРСУК, д-р техн. наук, доцент

А. М. НЕВИНИЦИН, канд. техн. наук, доцент

В. А. ШУЛЬГІН, канд. техн. наук, доцент

ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКІВ-НЕВИЗНАЧЕНОСТІ СИСТЕМ ПЕРЕВАГ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ НА НЕБЕЗПЕКАХ ХАРАКТЕРНИХ ПОМИЛОК

Резюме. З урахуванням впливу людського чинника на процеси прийняття рішень авіаційних операторів “переднього краю”, а отже, і на безпеку польотів, досліджено індивідуальні та групові системи переваг як формалізовані уявлення авіадиспетчерів про упорядкований за небезпеками спектр з $n = 21$ характерних помилок, що має яскраво виражений позитивний проактивний характер. Авіадиспетчери, експлікуючи свої думки, одночасно формують навички розрізнення, запам’ятовування і запобігання помилок у професійній діяльності: у процесі тренажерної підготовки випробувані припускалися на третину менше помилок у порівнянні з іншими авіадиспетчерами. Групові системи переваг дозволяють виявити особливості функціонування окремих соціумів (диспетчерських змін, можливі групові деформації), а також вплив на їх членів особливостей уявлення інструкторським персоналом специфіки виконання технологічних процедур. Індивідуальні системи переваг $m = 37$ авіадиспетчерів, залучених до випробувань, були побудовані шляхом попарного порівняння небезпек помилок і застосування диференційного способу розподілу показника їх сумарної небезпеки. Це сприяло здійсненню кожним випробуваним 420 попарних порівнянь небезпек помилок. Реалізація багатокрокової процедури виявлення і відкидання 10 маргінальних думок призвела до статистично узгодженої групової системи переваг: коефіцієнт конкордації Кендала дорівнює $W = 0,700$ і є статистично вірогідним на рівні значущості $\alpha = 1\%$. З індивідуальних систем переваг $m_A = 27$ авіадиспетчерів було сформовано матрицю рішень, яка за визначенням, є “матрицею витрат” і для вирішення якої реалізовано методологію коректного застосування класичних критеріїв прийняття рішень Вальда, Севіджа, Байєса–Лапласа, Гурвиця. Було виявлено ідентичність групових систем переваг, отриманих за допомогою критеріїв Вальда і Севіджа, а також критерію Байєса–Лапласа і такої стратегії групових рішень, як підсумовування й усереднення рангів. Емпіричні переваги загалом збігаються: значення коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена є надзвичайно високими ($R_S^{B-L-W/S} = 0,8922$, $R_S^{B-L-HW} = 0,9263$, $R_S^{W/S-HW} = 0,9477$) і статистично вірогідними для всіх порівнянь на високому для досліджень людського чинника рівні значущості $\alpha = 1\%$. Отримано такі значення нормованого показника ризику нерозрізненості небезпек помилок у групових системах переваг: $R_{BL}^* = 0$, $R_{HW}^* = 0,19 \cdot 10^{-2}$, $R_{W/S}^* = 5,58 \cdot 10^{-2}$. Значення цього показника для групи становить $R_g^* = 0,52 \cdot 10^{-2}$.

Ключові слова: безпека польотів, людський чинник, індивідуальні та групові системи переваг, характерні помилки авіадиспетчерів, класичні критерії прийняття рішень, міра ризику нерозрізненості небезпек помилок.

ВСТУП

На теперешній час диспетчери управління повітряним рухом (УПР) разом із членами льотного екіпажу справедливо вважаються авіаційними операторами (АО) “переднього краю” і “останнім рубежем оборони”, оскільки здійснюють безпосередній, як позитивний, так і, за статистикою, переважно негативний вплив на забезпечення належного рівня безпеки польотів (БП) [1–3].

Суттєве покращення надійності авіаційної техніки та радіотехнічних засобів УПР, упрова-

дження новітніх експлуатаційних інформаційних технологій і різноманітних програм професійної підготовки АО “переднього краю”, зокрема систем штучного інтелекту, поширення “золотих правил” додання небезпек, а також правил урахування “брудної дюжини” перешкоджаючих чинників тощо [4–6 та ін.], не призвело до значного зменшення кількості авіаційних подій (АП) і серйозних інцидентів (CI). Саме тому впродовж останніх 60–70 років щонайменше $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{4}$ зазначених подій виникло внаслідок саме негативно-го впливу людського чинника (ЛЧ) [6].

Також варто констатувати, що прогнозуючи розвиток повітряних перевезень [7], ICAO вимагає від авіаційних адміністрацій та авіакомпаній дієвого забезпечення комплексу безпечності, захищеності, ефективності й екологічного балансу умов польоту на глобальному, регіональному та національному рівнях [8].

Таким чином, дослідження проблем ЛЧ, особливо проактивні, і практична реалізація їх результатів, є важливішим чинником попередження АП і СІ.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Цілеспрямована та складна поліергатична система управління “льотний екіпаж — повітряне судно (ПС) — середовище — орган УПР” є гуманістичною. Згідно з визначенням одного з фундаторів нечіткої математики Л. Заде, “гуманістичні — це такі системи, на поведінку яких значний вплив мають судження, сприйняття або емоції людини... Сама людина (індивід) та процеси її мислення також можуть розглядатись як гуманістичні системи” [9]. Отже, гуманістичні — це будь-які системи, у складі яких є людина. Залежно від цілей, яких прагне досягти людина у гуманістичній системі, може бути виділена деяка множина класів гуманістичних систем. Спираючись на відповідні критерії, подані у праці [10], розглянуту авіаційну систему керування також варто вважати гуманістичною.

З наведеного випливає фактичне обґрунтування “права авіатора на помилку”, що закріплено у фундаментальних працях ICAO [1; 4; 11; 12 та ін.]. Причому цю помилку доцільно розглядати в контексті прийняття рішень (ПР), оскільки професійна діяльність АО “переднього краю” зазвичай розглядають як безперервний ланцюг рішень, що виробляються та реалізуються в явних і неявних формах, а також під впливом багатьох різноманітних чинників. Абсолютна більшість АП і СІ є наслідком саме хибних рішень. Причому варто зазначити, що часто помилок припускаються висококваліфіковані АО “переднього краю”, які аж ніяк не планували спровокувати своїми діями небезпечну ситуацію. Помилки не є деяким типом відхилень у поведінці, вони — природний продукт віртуальності всіх зусиль людини. Однак помилки в ПР АО “переднього краю” зазвичай не є “промахами” (“slip”) або “упущеннями” (“lapse”), а постають як “грубі помилки” (“mistake”). Інакше кажучи, проблема полягає не в неспроможності прийняти та реалізувати вірне рішення, а насамперед у прийнятті невірному чи неефективного рішення [1; 4; 11; 12].

Одну зі статистик, пов’язаних із ЛЧ та помилками АО “переднього краю”, ілюструє **рис. 1**.

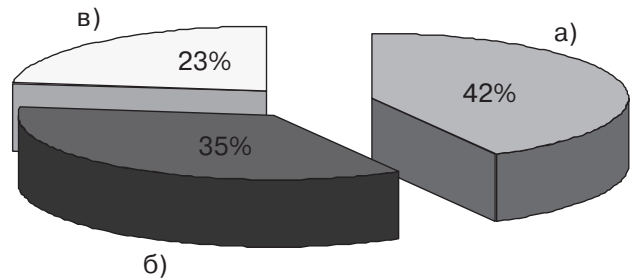


Рис. 1. Причини помилок, пов’язаних із людським чинником (Хьюїті і Фойл, 2006): а) помилки у прийнятті рішень; б) помилкові дії; в) помилкова інформація

Згадуючи відому латинську приказку “Praemonitus, praemunitus” (укр. — *Попереджений, — отже озброєний*), було б доцільно формувати в АО “переднього краю” навички розпізнавання, оцінювання небезпек, запам’ятовування, а отже, і запобігання помилкових дій і рішень у професійній діяльності, на що, до речі, й орієнтує ICAO [12]. І чому сприяє, як показує досвід досліджень [13–15 та ін.], виявлення індивідуальних і групових систем переваг (СП) АО “переднього краю” на показниках і характеристиках професійної діяльності, зокрема на небезпеках характерних помилок, яких вони можуть припуститися, виконуючи експлуатаційні процедури. Встановлено, що диспетчери УПР (ДУПР), які випадково були залучені до побудови такого роду індивідуальних СП (ІСП) перед проходженням тренажерної підготовки, припускалися в її процесі на третину менше помилок, ніж ті з них, які такою процедурою не були охоплені [6; 13; 20 та ін.].

Спираючись на праці [13–16], у контексті наших досліджень під СП будемо розуміти уявлення ДУПР про найбільш і найменш небезпечну помилку, а отже, і про весь упорядкований ряд помилок, яких вони можуть припуститися в професійній діяльності.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Привернемо увагу до визнаної ICAO базової моделі управління помилками, запропоновану професором Техаського університету, доктором Робертом Хельмрайхом (Robert L. Helmreich (**рис. 2**) [4]. Однак модель орієнтована на управління помилками пілотів і не враховує специфіки професійної діяльності ДУПР.

У праці [17] здійснено наукове обґрунтування та розроблено автоматизовану систему (АС) діагностики і запобігання помилок ДУПР. Однак помилкою вважається будь-яке відхилення від стандартних експлуатаційних процедур (SOP’s). Їх конкретний сенс не наводиться.

Методом попарного порівняння та таким способом виявлення переваг як нормативна частина сумарної небезпеки, у праці [18] побудовані

ІСП на спектрі характерних помилок з $n = 15$ найменувань. Зазначені ІСП поєднані в статистично узгоджену групову СП (ГСП) за допомогою такої стратегії ПР, як підсумовування й усереднення рангів. Застосовуючи метод розстановки пріоритетів [19], знайдено нормовані коефіцієн-

ти небезпеки помилок. Проте згаданий спектр помилок було сформовано раніше за відповідні рекомендації ICAO [14], тому не є актуальним повною мірою. Хоча застосовувана в праці [18] методологія отримання відповідних результатів заслуговує безумовної уваги.

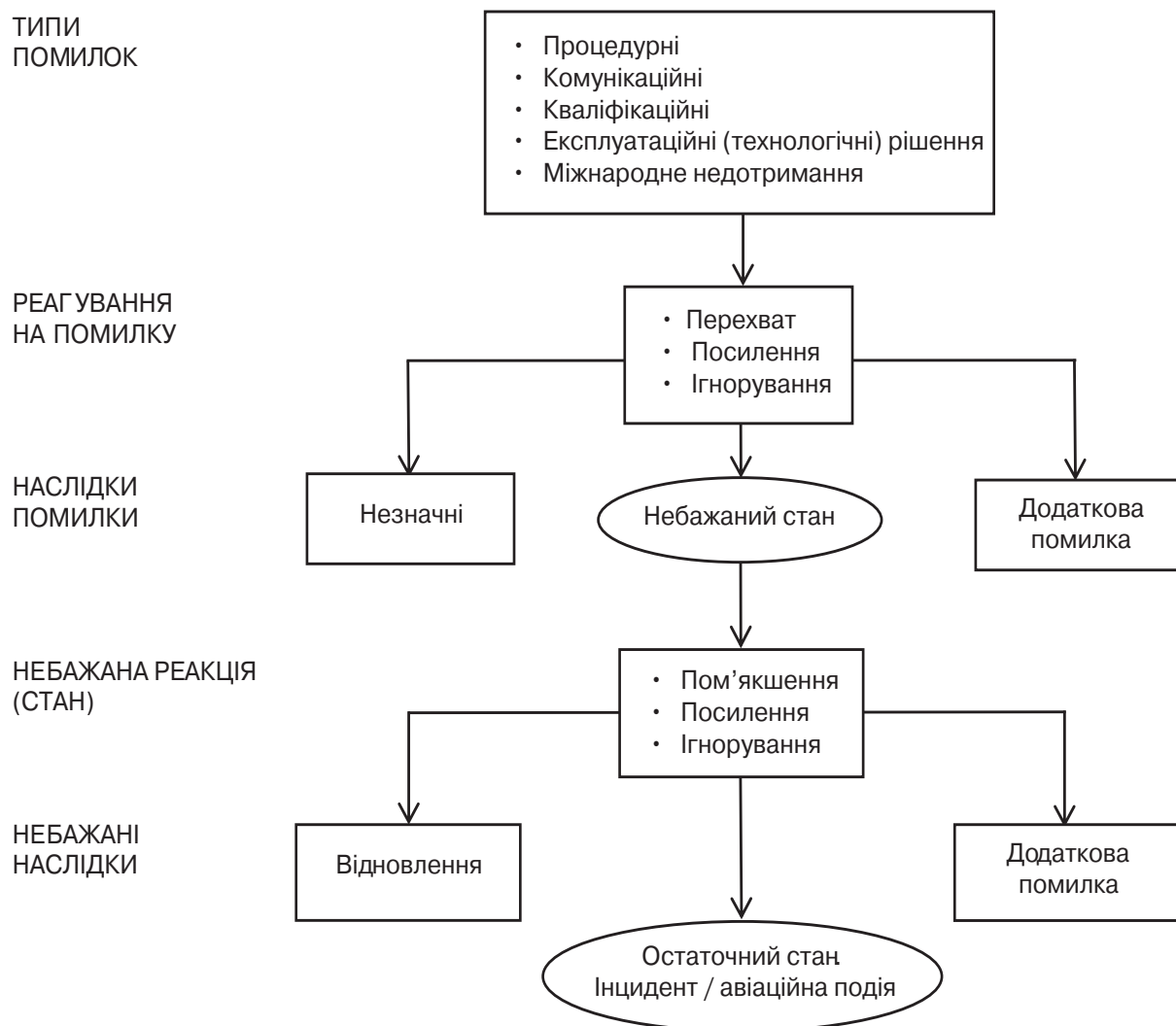


Рис. 2. Модель управління помилками авіаційних операторів (Р. Хельмрайх)

Суттєві дослідження ІСП і ГСП диспетчерського персоналу Азербайджану було проведено під керівництвом одного зі співавторів [13; 16; 20; 21 та ін.]. Зокрема, спираючись на рекомендації ICAO та статистику АП і СІ при УПР, на сьогодні сформульовано більш повний перелік характерних помилок ДУПР (**табл. 1**).

Реалізовано багатокрокову процедуру виявлення та відсіювання маргінальних думок; застосовано класичні критерії ПР для виявлення ГСП, введений показник оцінювання ступеня їх ризикованості (нерозрізненості альтернатив помилок); побудовано медіану Кемені як опти-

мізовану ГСП, що надає найбільш повне уявлення про істинне групове ранжирування помилок.

Під час встановлення ІСП було застосовано нормативний метод розподілу сумарної небезпеки помилок, що призвело до певного “огрубіння” рангових оцінок небезпек помилок як в ІСП, так і в ГСП. У процесі побудови ГСП не було застосовано класичний критерій Гурвиця.

У працях [15; 21–23 та ін.] досліджено ставлення вже українських ДУПР до небезпек помилок, перелічених у **табл. 1**. Уперше розроблено та реалізовано диференційний метод виявлення

частини сумарної небезпеки помилок, що призвело до отримання більш точних ІСП, а отже, і ГСП. Це сприяло збільшенню узгодженості помилок (коефіцієнт конкордації Кендала) одразу ж в 1,92 раза відносно його показника, обчисленого для ГСП, що були здобуті за допомогою узагальнення ІСП, отриманих традиційним методом нормативного розподілу сумарної не-

безпеки помилок. Реалізовано багатокрокову технологію виявлення та відсіювання маргінальних думок. Уперше було застосовано критерії небезпеки та частоти небажаних подій, запропонованих ІСАО [24], для інтегративної (цілісної, агрегованої) оцінки рівня небажаності помилок. Для отримання ГСП не було застосовано ані класичні критерії ПР, ані медіану Кемені.

Таблиця 1

Перелік характерних помилок диспетчерів управління повітряним рухом

Π_i	Характер помилок	Π_i	Характер помилок
Π_1	Порушення фразеології радіообміну	Π_{13}	Порушення ДУПР узгодженого часового рубежу передачі УПР
Π_2	Неузгодженість входу ПС в зону суміжного УПР	Π_{14}	Недбалість в нанесенні на стрип літерно-цифрової інформації (можливість двоякої інтерпретації)
Π_3	Порушення побіжних часових інтервалів	Π_{15}	Неекономічне УПР
Π_4	Порушення зустрічних часових інтервалів	Π_{16}	Порушення процедури прийому і здачі чергування
Π_5	Порушення інтервалів між ПС, що знаходяться на курсах, що перетинаються.	Π_{17}	Не відображення на стрипі виданих команд щодо зміни висоти або напрямку польоту
Π_6	Безадресна передача повідомлень ДУПР	Π_{18}	Спроба керувати ПС після спрацьовування на ньому системи TCAS режимі resolution advice
Π_7	Помилка у визначенні позивного ПС	Π_{19}	Помилки вводу інформації про ПС в АС.
Π_8	Помилка в ідентифікації ПС	Π_{20}	Порушення технології праці при особливих випадках у польоті
Π_9	Помилкове використання диспетчерського графіку	Π_{21}	Порушення в використанні повітряного простору
Π_{10}	Відсутність на стрипі позначки ДУПР про передачу управління суміжному диспетчерському пункту		
Π_{11}	Відсутність на стрипі позначки ДУПР щодо узгодження входу ПС в зону УПР суміжного диспетчерського пункту		
Π_{12}	Порушення ПС узгодженого географічного рубежу передачі УПР		

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Отже, з урахуванням впливу ЛЧ на БП, а також результатів аналізу досліджень СП українських ДУПР на небезпеках характерних помилок, метою цієї публікації є побудова ГСП за допомогою класичних критеріїв ПР, а також оцінка ступеня їх ризикованості з позицій розрізнення небезпек упорядковуваних помилок.

ФОРМУВАННЯ ТА ВИРІШЕННЯ МАТРИЦІ РІШЕНЬ

Методологія застосування класичних критеріїв ПР для вирішення прикладних технічних і економічних задач добре розкрита у працях [25–27 та ін.]. Проте рекомендації щодо врахування особливостей впливу ЛЧ на ПР, особливо в авіаційних системах, саме з застосуванням класичних критеріїв наявні в обмеженій кількості праць [28–31 та ін.]. З огляду на наведене, розглянемо відповідну технологію.

Нехай m респондентів-ДУПР упорядкували $n = 21$ характерних помилок з **табл. 1**. Їх ІСП на небезпеках цих помилок утворюють відповідну матрицю рішень (МР) так, як це показано в **табл. 2**. Одразу зауважимо, що йдеться про матрицю втрат, адже чим менше абсолютне значення рангу i -ї помилки в ІСП j -го експерта (r_{ij}), тим більше вона, на його думку, небезпечна.

Першочергове завдання вирішення МР виду полягає у визначенні такого показника r_{ik} (графа $m+2$ **табл. 2**), який найкращим чином характеризуватиме усю сукупність результатів — рангів, наданих усіма m експертами-ДУПР i -й помилці. Потім із множини значень r_{ik} за чітко визначеними правилами обирається найнебезпечніша помилка, яка отримує найбільший 1-й ранг. Далі за аналогією аналіз повторюється вже для $(n-1)$ помилок. Найбільш небезпечна з них буде другою за небезпекою і отримує вже 2-й ранг. Аналіз МР виду **табл. 2** має продовжуватися,

допоки всі досліджувані помилки не будуть упорядковані за безпекою.

Таблиця 2

Загальний вид матриці рішень

P_i	Експерти, j						r_{ik}
	1	2	...	j	...	m	
1	2	3	...	$j+1$	...	$m+1$	$m+2$
P_1	a_{11} r_{11}	a_{12} r_{12}	...	a_{1j} r_{1j}	...	a_{1m} r_{1m}	a_{1k} r_{1k}
P_2	a_{21} r_{21}	a_{22} r_{22}	...	a_{2j} r_{2j}	...	a_{2m} r_{2m}	a_{2k} r_{2k}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
P_i	a_{i1} r_{i1}	a_{i2} r_{i2}	...	a_{ij} r_{ij}	...	a_{im} r_{im}	a_{ik} r_{ik}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
P_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, наданий j -м експертом безпеці i -ї помилки в індивідуальній системі переваг; a_{ij} — по-казник ризику ("штрафу").

Згадані правила визначаються класичними критеріями ПР. Розглянемо їх більш детально.

Критерій Вальда (Abraham Wald) вважається критерієм граничного песимізму (обережності), оскільки його застосування сприяє отриманню гарантованого результату. Цей підхід є справедливим у контексті одного з головних принципів системного аналізу, відомого як "зняття невідомості" [32].

Процедури застосування критерію Вальда передбачають, що в кожному рядку МР (**табл. 2**) в ролі показника r_{ik} буде обрано найбільший за абсолютною величиною (найгірший) ранг з їх сукупності, визначеної експертами-ДУПР в ІСП. Формально наведене можна подати так:

$$r_{ik} = \max_j r_{ij}. \quad (1)$$

Далі показники r_{ik} мінімізуються за останньому стовпчику ($m+2$) **табл. 2**:

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

Саме за таким принципом визначається більш значуща за безпекою помилка, якій надається 1-й ранг у ГСП. Подальша процедура аналізу МР за допомогою критерію Вальда описана вище.

Критерій Вальда доцільно застосовувати за таких умов:

– рішення реалізується лише один раз. У більшості випадків це відповідає реаліям про-

ведення наукових досліджень. Навіть якщо відповідне опитування повторити на тій самій за персональним складом вибірці респондентів, то будемо мати справу вже з трохи іншими за розумовими здібностями, професійним і життєвим досвідом випробуваними і, як наслідок, — отримаємо результати, які лише певною мірою будуть повторювати попередні;

– варто виключити будь-який ризик (похибку) в упорядкуванні помилок;

– нічого не відомо про обізнаність респондентів про статистику АП і СІ при УПР, пов'язану з наслідками реального виникнення ранжируваних помилок, про ступінь їх здібностей до проактивного аналізу цих наслідків або можливість тренажерних засобів моделювати такого роду помилки під час тренувань диспетчерського персоналу;

– нічого не відомо про можливість залучення до експертної групи нових респондентів, з чим варто рахуватися.

Проте застосування критерію Вальда може привести до втрат дуже вдалого рішення (похибка I-го роду), тобто дійсно більш вагома помилка може отримати неадекватний її безпеці ранг. Це варто враховувати під час проведення досліджень.

З урахуванням переваг і вад розглянутого критерію Вальда, для побудови ГСП ДУПР на небезпеках характерних помилок варто на додаток до нього застосовувати й інші класичні критерії ПР.

Критерій Севіджа (Savage) зазвичай розглядається як розвиток і удосконалення критерію Вальда. Цей критерій вважається демократичним для прийняття групових рішень, тому що враховує думки як більшості, так і меншості експертів, залучених до спільної праці [28].

Згідно з критерієм Севіджа оптимальною вважається така стратегія (ГСП), яка забезпечує мінімальне загальне відхилення від неї індивідуальних думок респондентів у самій небажательній ситуації. Це відхилення традиційно називають *ризиком, жалем, штрафом, сумом*.

У процесі застосування критерію Севіджа спочатку визначають жалі (відхилення думок) кожного з експертів для ситуації, коли в ролі найнебезпечнішої помилки буде прийнята не та, якій він віддав найбільшу перевагу в особистій ІСП, а послідовно будь-яка з інших. Саме таким чином здійснюється перехід від елементів r_{ij} (базові елементи **табл. 2**) до наступної матриці, яку називають матрицею жалю, ризику, штрафів з елементами a_{ij} , що визначаються так:

$$a_{ij} = \left| \min_i r_{ij} - r_{ij} \right|. \quad (3)$$

Далі за рядками **табл. 2** (дані, які подані в правому верхньому куточку кожної клітинки) обирається найбільший “жаль (штраф, відхилення думок тощо)” для кожної помилки:

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

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

$$Z_S = \min_i \max_j a_{ij} = \min_i \max_j \left| \min_j r_{ij} - r_{ij} \right|. \quad (5)$$

Отже, спочатку визначається найважливіша за безпекою помилка, далі наступна за значущістю тощо. Зазначимо, що, з одного боку, з точки зору результатів матриці $\|r_{ij}\|$ критерій Севіджа пов'язаний з ризиком, а з позицій матриці $\|a_{ij}\|$ він від ризику вільний. Тому до умов застосування критерію Севіджа висуваються ті ж вимоги, що і у випадку критерію Вальда.

Критерій Байєса–Лапласа (Reverend Thomas Bayes & Pierre-Simon Laplace) є незвичайно простим і зводиться до отримання величини r_{ik} шляхом усереднення всіх рангів за рядками МР, а потім з їх сукупності обирається найменше значення, яке й відповідає найбільш небезпечній помилці. Помилки, що залишилися після цього, впорядковуються в порядку зростання відповідного їм середнього значення привласнених всіма респондентами-ДУПР рангів. Наведене відповідає застосуванню до даних **табл. 2** такої формули:

$$Z_{BL} = \min_i \bar{r}_i = \min_i \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij} \right). \quad (6)$$

де $\bar{r}_i$ – ранг i -ї помилки, отриманий шляхом підсумовування й усереднення думок (рангів) всіх m респондентів-ДУПР.

Вкажемо, що критерій Байєса–Лапласа фактично дублює таку стратегію групових рішень, як підсумовування й усереднення рангів. Тому отриману за його допомогою ГСП можна перевірити на узгодженість, застосовуючи коефіцієнт множинної рангової кореляції — коефіцієнт конкордації Кендала (Maurice George Kendall) [16; 35; 36 та ін.].

Наведене є важливим, адже якщо йдеться про усереднення думок, то може виникнути ситуація, що проілюстрована в **рис. 3**. Це сприяє отриманню ризикованого результату.

Дійсно, із **рис. 3** бачимо, що половина експертної групи ($m/2$) вважає деяку Π_i -ту помилку найнебезпечнішою, тому віддає їй абсолютний найвищий ранг 1. Водночас інша половина тієї ж групи має абсолютно протилежну думку щодо важливості та значущості цієї помилки. Таким чином, якщо характеризувати цю Π_i -ту помилку

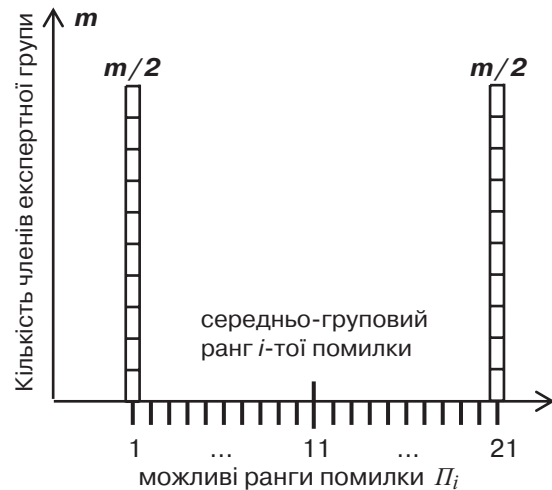


Рис. 3. Ілюстрація небезпечності простого усереднення суперечливих і протилежних думок щодо безпеки Π_i помилки

усередненим рангом у ГСП, то це не буде відповідати жодній думці жодного експерта-ДУПР, залученого до опитування.

Як бачимо, вихідна позиція ДУПР як людини, яка ПР, при застосуванні критерію Байєса–Лапласа, більш оптимістична, ніж у випадку критерію Вальда, однак припускає більш високий рівень інформованості та досить тривалі і часті реалізації. Тому цей критерій також називають критерієм *недостатнього обґрунтування*. Його рекомендується застосовувати, коли ситуація, у якій ПР характеризується такими обставинами:

- імовірності щодо думок експертів стосовно рангів помилок відомі та не залежать від часу;
- рішення реалізується (теоретично) безліч раз. За досить великої кількості реалізацій середнє значення поступово стабілізується. Тому за повної (безкінечної) реалізації будь-який ризик є практично виключеним;
- для невеликої кількості експертів, залучених до опитування, допускається деякий ризик, який варто обов'язково оцінити. Це оцінювання відбувається, виходячи з величини рівня значущості в процесі встановлення статистичної вірогідності отриманого емпіричного значення коефіцієнту конкордації Кендала, який, як зазначалося вище, обчислюється саме з метою оцінки ступеня узгодженості ГСП.

Критерій Гурвица (L. Hurwiz) засновано на прагненні посісти рівноважну позицію під час вибору показника r_{ik} . Для цього вводиться коефіцієнт оптимізму α ($0 \leq \alpha \leq 1$) та відповідний коефіцієнт песимізму $1 - \alpha$. Величина коефіцієнту визначається, відповідно до вихідної (більш оптимістичної чи песимістичної) позиції експерта. Приймається, що безпеку кожної помилки найкращим чином характеризує зважена сума

найбільшого та найменшого рангів, наданих їй у ІСП:

$$r_{ik} \Leftrightarrow c_i = \alpha \cdot \min_j r_{ij} + (1 - \alpha) \cdot \max_j r_{ij}. \quad (7)$$

Мінімізація цих сум c_i й визначає найнебезпечнішу помилку:

$$Z_{HW} = \min_i \left[\alpha \cdot \min_j r_{ij} + (1 - \alpha) \cdot \max_j r_{ij} \right]. \quad (8)$$

Далі помилки ранжують відповідно до зростання показника c_i .

ГРУПОВІ СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ ДИСПЕТЧЕРІВ НА НЕБЕЗПЕКАХ ХАРАКТЕРНИХ ПОМИЛОК

До досліджень було залучено $m = 37$ професійних ДУПР, співробітників ДП “Укрерорух” та Льотної академії Національного авіаційного університету. Респонденти, застосовуючи метод попарного порівняння та диференційний

спосіб виявлення частини сумарної небезпеки помилок, побудували ІСП на їх характерному спектрі. Реалізуючи після цього так звану багатокрокову процедуру виявлення та відсіювання маргінальних думок [20, 23], вихідну вибірку було редуковано до $m_A = 27$ ІСП, потрібних для побудови відповідної МР (табл. 3). Застосування зазначеної стратегії групових рішень як підсумовування й усереднення рангів передбачало отримання такої ГСП:

$$\begin{aligned} & \Pi_{18} \succ_{m_A} \Pi_{20} \succ_{m_A} \Pi_5 \succ_{m_A} \Pi_{21} \succ_{m_A} \Pi_4 \succ_{m_A} \Pi_3 \succ_{m_A} \Pi_8 \succ_{m_A} \\ & \succ_{m_A} \Pi_{17} \succ_{m_A} \Pi_{13} \succ_{m_A} \Pi_2 \succ_{m_A} \Pi_{16} \succ_{m_A} \Pi_{19} \succ_{m_A} \Pi_6 \succ_{m_A} \Pi_{12} \succ_{m_A}; \\ & \succ_{m_A} \Pi_7 \succ_{m_A} \Pi_1 \succ_{m_A} \Pi_{14} \succ_{m_A} \Pi_{11} \succ_{m_A} \Pi_9 \succ_{m_A} \Pi_{10} \succ_{m_A} \Pi_{15} \end{aligned} \quad (9)$$

де $\succ_{m_A}$ – позначка переваги небезпеки однієї помилки перед іншою в ГСП (9), побудованою диференційним методом порівняння їх небезпек.

Таблиця 3

Матриця рішень для побудови групових систем переваг диспетчерів управління повітряним рухом на небезпеках характерних помилок (фрагмент)

Π_i	Експерти – диспетчера, j								Критерії прийняття рішень							
	1	2	3	4	5	...	26	27	W		S		BL		HW	
									r_{ij}^{max}	r_i^W	a_{ij}^{max}	r_i^S	$\sum_j r_{ij}$	r_i^{B-L}	c_i^{min}	r_i^{HW}
1	2	3	4	5	6	...	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Π_1	19 ¹⁸	14 ¹³	10 ⁹	12 ¹¹	9 ⁸	...	16 ¹⁵	19 ¹⁸	20	12	19	12	371	15	14,3	10
Π_2	10 ⁹	7 ⁶	8 ⁷	10 ⁹	10 ⁹	...	9 ⁸	7,5 ^{6,5}	17	7	16	7	275	7	13,7	8
Π_3	5 ⁴	6 ⁵	5 ⁴	6 ⁵	5 ⁴	...	8 ⁷	6 ⁵	10	5	9	5	151	6	7,6	5
Π_4	5 ⁴	1 ⁰	5 ⁴	4 ³	6 ⁵	...	2 ¹	1 ⁰	6	1	5	1	96,5	3	4,5	1
Π_5	5 ⁴	3 ²	5 ⁴	5 ⁴	4 ³	...	5 ⁴	2 ¹	8	3,5	7	3,5	114	5	6,2	4
Π_6	9 ⁸	12 ¹¹	11,5 ^{10,5}	13 ¹²	21 ²⁰	...	20 ¹⁹	12 ¹¹	21	17,5	20	17,5	355	14	17,1	17,5
Π_7	7,5 ^{6,5}	15 ¹⁴	11,5 ^{10,5}	11 ¹⁰	19 ¹⁸	...	20 ¹⁹	15,5 ^{14,5}	20,5	13	19,5	13	383,5	16	16,6	15
Π_8	7,5 ^{6,5}	8 ⁷	9 ⁸	9 ⁸	14 ¹³	...	17,5 ^{16,5}	15,5 ^{14,5}	19	11	18	11	287	8	14,5	12
Π_9	21 ²⁰	19 ¹⁸	21 ²⁰	20 ¹⁹	20 ¹⁹	...	10 ⁹	13,5 ^{12,5}	21	17,5	20	17,5	458	19	17,1	17,5
Π_{10}	14,5 ^{13,5}	20 ¹⁹	19,5 ^{18,5}	19 ¹⁸	11,5 ^{10,5}		14,5 ^{13,5}	20 ¹⁹	21	17,5	20	17,5	473,5	20	18,15	20,5
Π_{11}	14,5 ^{13,5}	18 ¹⁷	18 ¹⁷	18 ¹⁷	14 ¹³		12,5 ^{11,5}	21 ²⁰	21	17,5	20	17,5	432,5	18	16,8	16
Π_{12}	17 ¹⁶	17 ¹⁶	17 ¹⁶	8 ⁷	11,5 ^{10,5}		17,5 ^{16,5}	9 ⁸	17,5	8,5	16,5	8,5	341	12	14,35	11
Π_{13}	18 ¹⁷	11 ¹⁰	16 ¹⁵	7 ⁶	8 ⁷		3 ²	10 ⁹	18	10	17	10	299,5	9	13,5	7
Π_{14}	13 ¹²	21 ²⁰	19,5 ^{18,5}	17 ¹⁶	16 ¹⁵		14,5 ^{13,5}	13,5 ^{12,5}	21	17,5	20	17,5	418,5	17	18,15	20,5
Π_{15}	20 ¹⁹	10 ⁹	15 ¹⁴	14 ¹³	17 ¹⁶		20 ¹⁹	18 ¹⁷	21	17,5	20	17,5	511	21	17,7	19
Π_{16}	11 ¹⁰	13 ¹²	7 ⁶	21 ²⁰	18 ¹⁷		11 ¹⁰	17 ¹⁶	21	17,5	20	17,5	329	10	16,5	13,5
Π_{17}	16 ¹⁵	9 ⁸	13 ¹²	16 ¹⁵	14 ¹³		12,5 ^{11,5}	7,5 ^{6,5}	17,5	8,5	16,5	8,5	329,5	11	14,05	9
Π_{18}	2 ¹	2 ¹	1 ⁰	1 ⁰	1 ⁰		1 ⁰	3 ²	8	3,5	7	3,5	54	1	5,9	3
Π_{19}	12 ¹¹	16 ¹⁵	14 ¹³	15 ¹⁴	7 ⁶		7 ⁶	11 ¹⁰	21	17,5	20	17,5	354	13	16,5	13,5
Π_{20}	3 ²	5 ⁴	3 ²	2 ¹	3 ²		5 ⁴	5 ⁴	7	2	6	2	93,5	2	5,2	2
Π_{20}	1 ⁰	4 ³	2 ¹	3 ²	2 ¹		5 ⁴	4 ³	14	6	13	6	110	4	10,1	6

ГСП (9) є узгодженою, оскільки обчислене значення коефіцієнта множинної рангової кореляції — коефіцієнта конкордації Кендала (Maurice George Kendall) дорівнює $W=0,700$ і є статистично вірогідним на високому для практики досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha=1\%$.

Зауважимо, що вимірювальні властивості шкали впорядкування, яка застосовується для визначення рангів небезпек помилок, не дають змогу виконувати певні математичні перетворення з результатами цих вимірювань, що передбачені виразами 6–8. Тому під час застосування критерію Байєса–Лапласа ми обходилися простою сумою рангів, а під час застосування критерію Гурвиця припустили, що шкала є лінійною та кількісною.

З огляду на наведене, у подальших дослідженнях, застосовуючи рекомендації праць [22; 32–34 та ін.], варто провести дефазифікацію рангових оцінок помилок, перевіривши їх у зважені коефіцієнти небезпек.

У контексті табл. 3 і виразів 1–5, бачимо, що ГСП ДУПР на небезпеках характерних помилок виявилися однаковими при застосуванні критеріїв Вальда і Севіджа. Їх формальний опис має такий вигляд:

$$\begin{aligned} \Pi_4 \underset{W/S}{\succ} \Pi_{20} \underset{W/S}{\succ} \Pi_5 \underset{W/S}{\approx} \Pi_{18} \underset{W/S}{\succ} \Pi_3 \underset{W/S}{\succ} \Pi_{21} \underset{W/S}{\succ} \\ \underset{W/S}{\succ} \Pi_2 \underset{W/S}{\succ} \Pi_{12} \underset{W/S}{\approx} \Pi_{17} \underset{W/S}{\succ} \Pi_{13} \underset{W/S}{\succ} \Pi_8 \underset{W/S}{\succ} \Pi_1 \underset{W/S}{\succ} \\ \underset{W/S}{\succ} \Pi_7 \underset{W/S}{\succ} \Pi_6 \underset{W/S}{\approx} \Pi_9 \underset{W/S}{\approx} \Pi_{10} \underset{W/S}{\approx} \Pi_{11} \underset{W/S}{\approx} \Pi_{14} \underset{W/S}{\approx} \\ \underset{W/S}{\approx} \Pi_{15} \underset{W/S}{\approx} \Pi_{16} \underset{W/S}{\approx} \Pi_{19}. \end{aligned} \quad (10)$$

де $\underset{W/S}{\succ}$, $\underset{W/S}{\approx}$ — позначки порівняльної переваги та адекватності помилок за безпекою у ГСП, побудованих за допомогою класичних критеріїв Вальда / Севіджа.

Певним чином відрізняються від наведеної ГСП ті, що отримані за допомогою критеріїв Байєса–Лапласа і Гурвиця:

$$\begin{aligned} \Pi_{18} \underset{BL}{\succ} \Pi_{20} \underset{BL}{\succ} \Pi_4 \underset{BL}{\succ} \Pi_{21} \underset{BL}{\succ} \Pi_5 \underset{BL}{\succ} \Pi_3 \underset{BL}{\succ} \Pi_2 \underset{BL}{\succ} \\ \underset{BL}{\succ} \Pi_8 \underset{BL}{\succ} \Pi_{13} \underset{BL}{\succ} \Pi_{16} \underset{BL}{\succ} \Pi_{17} \underset{BL}{\succ} \Pi_{12} \underset{BL}{\succ} \Pi_{19} \underset{BL}{\succ} \Pi_6 \underset{BL}{\succ}, \\ \underset{BL}{\succ} \Pi_1 \underset{BL}{\succ} \Pi_7 \underset{BL}{\succ} \Pi_{14} \underset{BL}{\succ} \Pi_{11} \underset{BL}{\succ} \Pi_9 \underset{BL}{\succ} \Pi_{10} \underset{BL}{\succ} \Pi_{15}, \end{aligned} \quad (11)$$

де $\underset{BL}{\succ}$ — позначка переваги безпеки однієї помилки перед іншою в ГСП, побудованою за допомогою критерію Байєса–Лапласа;

$$\begin{aligned} \Pi_4 \underset{HW}{\succ} \Pi_{20} \underset{HW}{\succ} \Pi_{18} \underset{HW}{\succ} \Pi_5 \underset{HW}{\succ} \Pi_3 \underset{HW}{\succ} \Pi_{21} \underset{HW}{\succ} \\ \underset{HW}{\succ} \Pi_{13} \underset{HW}{\succ} \Pi_2 \underset{HW}{\succ} \Pi_{17} \underset{HW}{\succ} \Pi_1 \underset{HW}{\succ} \Pi_{12} \underset{HW}{\succ} \\ \underset{HW}{\succ} \Pi_8 \underset{HW}{\succ} \Pi_{16} \underset{HW}{\approx} \Pi_{19} \underset{HW}{\succ} \Pi_7 \underset{HW}{\succ} \Pi_{11} \underset{HW}{\succ} \\ \underset{HW}{\succ} \Pi_6 \underset{HW}{\approx} \Pi_9 \underset{HW}{\succ} \Pi_{15} \underset{HW}{\succ} \Pi_{10} \underset{HW}{\approx} \Pi_{14}, \end{aligned} \quad (12)$$

де $\underset{HW}{\succ}$, $\underset{HW}{\approx}$ — відповідні позначки порівняльної переваги й адекватності небезпек помилок у ГСП, отриманої за допомогою критерію Гурвиця.

З порівняльного аналізу ГСП (вирази 9, 10) також нескладно перекоонатися в їх ідентичності.

Отримані емпіричні ГСП (вирази 10–12) варто порівняти за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена [16, 35, 36 та ін.]:

$$R_S = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^{n=21} (r_{ij} - r_{ik})^2}{n \cdot (n^2 - 1)}, \quad (13)$$

де r_{ij} , r_{ik} — ранги i -ї помилки у ГСП, становлених за допомогою j -го і k -го класичного критерію ПР.

Застосування виразу 13 для порівняння ГСП (вирази 10–12) дозволило отримати такі емпіричні значення коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена:

$$R_S^{BL-W/S} = 0,8922, \quad R_S^{BL-HW} = 0,9263, \\ R_S^{W/S-HW} = 0,9477$$

Це дає змогу дійти висновку про незвичайно високий збіг ГСП, отриманих за допомогою різних класичних критеріїв ПР. Причому найкращі показники цього збігу має ГСП, отримана за допомогою критерію Гурвиця. Щоб остаточно перекоонатися у збігу отриманих ГСП проводиться статистична перевірка відповідної гіпотези [16; 35; 36 та ін.]:

$$t_{emp.} = R_S \sqrt{\frac{n-2}{1-R_S^2}} \gg t_{табл.}, \quad (14)$$

де $t_{emp.}$ — фактичне значення змінної Стюдента, що обчислене, спираючись на емпіричне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена;

$t_{табл.} = t_{k=n-2, \alpha, \%}$ — теоретичне значення змінної Стюдента, що встановлене з відповідної таблиці [35] для кількості ступенів свободи $k = n - 2 = 21 - 2 = 19$ і рівня межі дозволеного (рівня значущості) $\alpha = 1\%$. Для нашого випадку матимемо: $t_{табл.} = t_{k=19-2, \alpha=1\%}$.

Провівши необхідні обчислення, маємо:

$$t_{emp.}^{BL-W/S} = 8,611 \gg 2,861;$$

$$t_{emp.}^{BL-H} = 10,716 \gg 2,861;$$

$$t_{emp.}^{W/S-HW} = 12,943 \gg 2,861.$$

Наведений результат дає змогу дійти висновку, що йдеться про ГСП, які статистично-вірогідно збігаються на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha = 1\%$. Це означає, що збіги рангів небезпек помилок у ГСП (вирази 10–12) є закономірністю, а не збіги – випадковістю.

Відповідно до наявності / відсутності пов'язаних рангів у отриманих ГСП (вирази 10–12), уявляється можливим обчислити такі нормовані показники ступеня розрізненості / нерозрізненості небезпек помилок у них:

$$R^* = \frac{T}{T_{max}} = \frac{\sum_{\gamma=1}^n (t_{\gamma}^3 - t_{\gamma})}{n^3 - n}, \quad (15)$$

де T — показник наявності пов'язаних рангів у ГСП, що визначається з формули обчислення коефіцієнта конкордації Кендала [16, 35, 36 та ін.]. Має сенс поправочного коефіцієнту, що обчислюється в усіх k “випадках” нерозрізненості упорядковуваних об'єктів-помилки. Причому t_{γ} — кількість нерозрізнених помилок одного “випадку”.

T_{max} — показник максимальної нерозрізненості помилок, коли всі упорядковані помилки умовно вважаються однаковими за безпекою:

$$\begin{aligned} \Pi_1 = \Pi_2 = \Pi_3 = \dots = \Pi_n &\Leftrightarrow r_{\Pi_1} = r_{\Pi_2} = r_{\Pi_3} = \dots r_{\Pi_{21}} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow T_{max} = n^3 - n = 21^3 - 21 = 9240. \end{aligned} \quad (16)$$

$n = 21$ — кількість помилок, що ранжуються.

Якщо умова 16 дійсно виконується, то показник нерозрізненості помилок у ГСП є максимальним і дорівнює: $R^* = R_{max}^* = 1$. Якщо ж навпаки, усі помилки суворо упорядковані, тобто в ГСП немає пов'язаних (“middle”) рангів, то цей показник мінімальний: $R^* = R_{min}^* = 0$.

Застосовуючи формули (вирази 15–16) до даних **табл. 3** та ГСП (вирази 10–12), отримуємо: $R_{BL}^* = 0$, що цілком закономірно, оскільки в ГСП (вираз 11), що була отримана за допомогою критерію Байєса–Лапласа, немає пов'язаних рангів.

Досліджуваний показник досягає максимального (серед отриманих) значення $R_{W/S}^* = 5,58 \cdot 10^{-2}$ для ГСП (вираз 10), побудованої за допомогою критеріїв Вальда / Севіджа. Це у 29 разів більше, ніж для ГСП (вираз 12), побудованої за допомогою критерію Гурвиця: $R_{HW}^* = 0,19 \cdot 10^{-2}$.

Зауважимо, що хоча абсолютні величини встановлених емпіричних показників R^* невеликі, отримані результати все таки дають уявлення про порівняльну ефективність застосованих класичних критеріїв ПР для оцінювання ризику — невизначеності нерозрізненості небезпек помилок у них.

Для оцінювання ступеня розрізненості небезпек помилок експертною групою загалом вираз 15 перетворюється на такий:

$$\begin{aligned} R_g^* &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m R_j^* = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{\sum_{\gamma=1}^n (t_{\gamma j}^3 - t_{\gamma j})}{n^3 - n} = \\ &= \frac{1}{m(n^3 - n)} \sum_{j=1}^m \sum_{\gamma=1}^n (t_{\gamma j}^3 - t_{\gamma j}), \end{aligned} \quad (17)$$

де R_j^* — показник ризику нерозрізненості небезпек помилок в ІСП j -го експерта-ДУПР;

$t_{\gamma j}$ — кількість нерозрізнених помилок одного “випадку” в ІСП j -го експерта-ДУПР.

Відповідно до формули 17 і даних **табл. 3**, встановлюємо, що $R_g^* = 0,52 \cdot 10^{-2}$. Цей показник майже ідентичний до результату, отриманого для ГСП (вираз 12), що побудована за допомогою критерію Гурвиця.

ВИСНОВКИ

Згідно з отриманими і поданими в цій публікації новими науковими результатами, варто констатувати факт дійсного вирішення проблеми коректного застосування спектру класичних критеріїв ПР (Вальда, Севіджа, Байєса–Лапласа, Гурвиця) для побудови ГСП українських ДУПР на характерних помилках, яких вони припускаються в професійній діяльності. До окремих частинних результатів варто зарахувати такі.

З порівнювання отриманих ГСП слідує адекватність ранжирувань — результатів застосування критеріїв Вальда і Севіджа, а також критерію Байєса–Лапласа і такої стратегії групових рішень, як підсумовування й усереднення рангів.

Усі отримані ГСП збігаються, що підтверджують надзвичайно високі за абсолютною величиною позитивні значення коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена, статистично вірогідні на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha = 1\%$.

Введений нормований коефіцієнт ризику — невизначеності нерозрізненості альтернатив-помилки, що базується на одній зі складових формули визначення коефіцієнта конкордації Кендала. Мінімальний ризик нерозрізненості спостерігається в ГСП, отриманої за допомогою критерію Байєса–Лапласа ($R_{BL}^* = 0$), максимальний, — за умов застосування критеріїв Вальда / Севіджа ($R_{W/S}^* = 5,58 \cdot 10^{-2}$). Деяке проміжне місце займають результати застосування критерію Гурвиця ($R_{HW}^* = 0,19 \cdot 10^{-2}$). Водночас показник нерозрізненості небезпек помилок для експертної групи загалом досягає величини $R_g^* = 0,52 \cdot 10^{-2}$ і наближений до показника, обчисленого для ГСП, визначеної за допомогою критерію Гурвиця.

Наведена методологія застосування класичних критеріїв ПР є універсальною та може бути застосованою для побудови ГСП для досліджень у будь-якій галузі людської діяльності.

Відповідно до наведеного, варто констатувати факт розширення методології експертних процедур у дослідженнях ЛЧ. Подальші дослідження потрібно проводити в таких напрямках (не ранжуючи):

– дефазифікації рангів помилок і знаходження їх нормованих коефіцієнтів їх небезпек;

- побудови медіани Кемені як оптимізаційної ГСП ДУПР на спектрі характерних помилок;
- здійснення порівняльного аналізу ефективності методів побудови ГСП ДУПР на небезпеках спектру характерних помилок;
- з'ясування можливого впливу крос-культурних чинників на ставлення ДУПР до небезпек характерних помилок тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fundamental Human Factors Concept // Human Factors Digest No. 1. — Cir. ICAO 216 — AN / 131. — Montreal, Canada, 1989.
2. Давиденко М. Ф. Последний рубеж обороны (Человеческий Бекмухамбетов ; науч. ред. А. Н. Рева, К. М. Тумышев. — Алматы, 2006. — 42 с.
3. Рева А. Н. Человеческий фактор и безопасность полетов: (Проактивное исследование влияния) : монография / А. Н. Рева, К. М. Тумышев, А. А. Бекмухамбетов ; науч. ред. А. Н. Рева, К. М. Тумышев. — Алматы, 2006. — 42 с.
4. Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual : Doc. ICAO. Doc 9806 AN/763. — Montreal, 2002. — 138 p.
5. Материалы международного семинара по сокращению количества авиационных происшествий при заходе на посадку и посадке (ALAR Tool Kit — Руководство ALAR). — (Россия, Москва, 29–30 июля 2003 г.). — М., 2003.
6. Рева О. М. Сучасні проблеми людського чинника в авіації : навч. посіб. / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. А. Шульгін; за ред. О. М. Реви. — Київ : УкрІНТЕІ, 2018. — 124 с.
7. Прогноз развития воздушного транспорта до 2025 года : Cir. ICAO 313 — AT / 134. — Монреаль, Канада, 2007.
8. Глобальный план обеспечения безопасности полетов (2017–2019): Doc. ICAO 10104. — Монреаль, Канада, 2016.
9. 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.
10. Губинский А. И. Надежность и качество функционирования эргатических систем / А. И. Губинский. — Л. : Наука, 1982. — 270 с.
11. Accident prevention manual : Doc. ICAO 9422-AN/923. — Montreal, Canada, 1984.
12. Контроль факторов угрозы и ошибок (КУО) при управлении воздушным движением : Cir. ICAO 314-AN/178. — Montreal, Canada, 2008.
13. Эмпирические модели оценки риска-неопределенности групповых систем предпочтений авиадиспетчеров / А. Н. Рева, Б. М. Мирзоев, Ш. Ш. Насиров, С. В. Недбай // Elmi məstüelər : Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasinin. — Baki, iyul — sentyabr 2012. — Т. 14. — № 3. — С. 46–60.
14. Рева А. Н. Эффективность методов определения групповых систем предпочтений диспетчеров на опасности характерных ошибок, совершаемых в процессе управления воздушным движением / А. Н. Рева, Ш. Ш. Насиров, Б. М. Мирзоев // Авіаційно-космічна техніка і технологія. — 2018. — № 6. — С. 93–103.
15. Дифференціальний метод встановлення порівняльної небезпеки помилок авіадиспетчерів / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін // Наука, технології, інновації. — 2019. — № 3. — С. 70–82.
16. Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. — Т. 3. Эффективность технических систем / под общ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крюкова. — М. : Машиностроение, 1988. — 328 с.
17. Райчев С. Г. Вплив помилок авіадиспетчера на рівень безпеки порвітряного руху Болгарії: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.22.13 / С. Г. Райчев. — Київ : НАУ, 2008.
18. Рева О. М. Людський фактор: помилки авіадиспетчерів та безпека польотів / О. М. Рева, Г. М. Селезньов, В. П. Колотуша // Проблеми аеронавігації. — Вип. III: Удосконалення процесів діяльності та професійної підготовки авіаційних операторів. — Кіровоград: ДЛАУ, 1997. — Ч. II. — С. 60–66.
19. Блюмберг В. А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блюмберг, В. Ф. Глущенко. — Л. : Лениздат, 1982. — 160 с.
20. Насиров Ш. Ш. Багатокрокова процедура виявлення статистичноузгодженої системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок їх діяльності / Ш. Ш. Насиров // Комунальне господарство міст. — Вип. 105. — Харків : ХНАМГ, 2012. — С. 461–475. — Серія “Технічні науки і архітектура”.
21. Рева О. М. Медіана Кемені як групова система переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок / О. М. Рева, В. В. Камишин, Ш. Ш. Шасіров // Авіаційно-космічна техніка і технологія. — 2012. — № 4. — С. 106–115.
22. Превентивне оцінювання комплексної значущості характерних помилок / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, С. В. Недбай // Авіаційно-космічна техніка та технологія. — 2019. — № 5. — С. 72–81.
23. Багатокрокова процедура прийняття рішень щодо узгодженості групових систем переваг авіадиспетчерів / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, С. В. Радецька // Технічне регулювання, метрологія, інформаційні та транспортні технології : матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 14–15 листопада 2019 р.). — Одеса : ОДАТРЯ, 2019. — С. 147–152.
24. Safety Management Manual (SMM): DOC ICAO 9859 — AN/474. — Montreal, Canada, 2018.
25. Мушик Э. Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер ; пер. с нем. В. М. Ивановой. — М. : Мир, 1990. — 208 с.
26. Таха Х. А. Введение в исследование операций = Operations Research: An Introduction. / Х. А. Таха. — 7-е изд. — М. : Вильямс, 2005. — 912 с.
27. Goodwin P. Decision Analysis for Management Judgment / P. Goodwin, G. Wright // 5 edition. — Chichester: Wiley, 2014. — 496 p.
28. 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.
29. Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування : монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, С. В. Недбай; за ред. О. М. Реви. — Рівне : Овід, 2010. — 106 с.
30. Теоретические модели групповых систем предпочтений авиадиспетчеров, базирующиеся на классических критериях принятия решений / А. Н. Рева, В. В. Камишин, Ш. Ш. Насиров, Д. С. Алексеев // Elmi məstüelər : Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasinin. — 2012. — Т. 14. — № 3. — С. 37–45.

31. Харченко В. П. Система управління ризиками авіаційної діяльності / В. П. Харченко, О. М. Алексєєв; за ред. В. П. Харченка. — Київ : НАУ-друк, 2018. — 300 с.
32. Системно-інформаційна методологія проактивної кваліметрії впливу людського чинника на прийняття рішень в аеронавігаційних системах : монографія / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, В. Д. Пархоменко, В. О. Липчеський ; за наук. ред. О. М. Реви. — Київ : УкрІНТЕІ, 2019. — 166 с.
33. Процедура фазифікації / дефазифікації балів шкал оцінювання / В. В. Камишин, О. М. Рева, Л. М. Макаренко, О. М. Медведенко // Електроніка та системи управління. — Київ : НАУ, 2012. — № 3. — С. 53–62.
34. Reva O. Multiplication of Air Accidents Frequency and Hazard Desirability Coefficients for ICAO Safety Risk Tolerability Matrix Solution / O. Reva, S. Borsuk, V. Kharchenko // Logistics and Transport. — 2015. — No. 1 (25). — P. 63–69.
35. Мюллер П. Таблицы по математической статистике: пер. с нем. В. М. Ивановой / П. Мюллер, П. Нойман, Р. Шторм. — М. : Финансы и статистика, 1982. — 278 с.
36. Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание: Методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. — Київ : ДУИКТ, 2007. — 362 с.

REFERENCE

1. Fundamental Human Factors Concept (1989). *Human Factors Didest* N0 1. Cir. ICAO 216 —AN / 131. Montreal, Canada.
2. Davydenko, M. F., & Reva, A. N. (1995). Poslednyi rubezh oborony (Chelovecheskiy faktor: fundamentalnye kontseptsyy YKAO) [The Last Frontier of Defense (Human Factor: ICAO Fundamental Concepts)]. *Avyakompanyia* [Airlines]. P. 23–28.
3. Reva, A. N., Tummyhev, K. M., & Bekmukhambetov, A. A. (2006). Chelovecheskiy faktor y bezopasnost poletov: (Proaktyvnoe yssledovanye vliyaniya) [Human factor and safety of flights: (Proactive influence study)]. Almaty. 242 p.
4. Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual : Doc. ICAO. Doc 9806 AN/763. Montreal, 2002. 138 p.
5. Materialy mezhdunarodnogo seminaru po sokrasheniju kolichestva aviacionnyh proisshestvij pri zahode na posadku i posadke (ALAR Tool Kit — Rukovodstvo ALAR) [Proceedings of the International Landing and Landing Accident Reduction Workshop]. (2003). Moscow.
6. Reva, A. N., Borsuk, S. P., & Shulhin, V. A. (2018). Suchasni problemy liudskoho chynnyka v aviatsii [Modern Problems of the Human Factor in Aviation]. Kyiv. 124 p.
7. Prognoz razvitiya vozdušnogo transporta do 2025 goda : Cir. ICAO 313 — AT / 134 [Forecast of air transport development until 2025: Cir. ICAO 313 - AT / 134]. (2007). Monreal.
8. Global'nyj plan obespechenij bezopasnosti poletov (2017–2019): Doc. ICAO 10104 [Global Safety Plan (2017–2019): Doc. ICAO 10104] (2016). Monreal.
9. Zade, L. (1976). Ponjatie lingvisticheskoy peremennoj i ego primenenie k prinjatiju priblizhennyh reshenij [The concept of linguistic variable and its application to the adoption of approximate solutions]. Moscow. 165 p.
10. Gubinskij, A. I. (1982). Nadezhnost' i kachestvo funkcionirovaniya jergaticheskikh sistem [Reliability and quality of functioning of ergatic systems]. St.Peterburg. 270 p.
11. Accident prevention manual (1984) : Doc. ISAO 9422-AN/923. Montreal.
12. Kontrol faktorov uhrozy y oshybok (KUO) pry upravleny vozdushnym dvizhenyem [[Threat and error management (CLC) for air traffic control]] (2008). Cir. ICAO 314-AN/178. Montreal.
13. Reva, A. N., Mirzoev, B. M., Nasirov, Sh. Sh., & Nedbaj, S. V. (2012). Jempiricheskie modeli ocenki riskaneopredelennosti gruppovyh sistem predpochtenij aviadyspetcherov [Empirical models for assessing the risk-uncertainty of group systems of preferences of air traffic controllers]. *Elmi tæcmuæler : Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasinin*, Vol. 14. 3. P. 46–60.
14. Reva, A. N., Nasirov, Sh. Sh., & Mirzoev, B. M. (2018). Jefferektivnost' metodov opredelenija gruppovyh sistem predpochtenij dispetcherov na opasnosti harakternyh oshibok, sovershaemyh v processe upravlenija vozdushnym dvizheniem [The efficiency of methods for determining group systems of dispatchers' preferences on the danger of characteristic errors made in the process of air traffic control]. *Aviatsiino-kosmichna tekhnika i tekhnolohiia* [Aero-space engineering and technology]. 6. P. 93–103.
15. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Nevynitsyn, A. M., & Shulhin, V. A. (2019). Dyferentsialnyi metod vs-tanovlennia porivnialnoi nebezpeky pomylok aviadyspetcheriv [Differential method of establishing the comparative danger of errors of aviadis-petchers]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technologies, innovations] 3. P. 70–82. <https://doi.org/10.35668/2520-6524-2019-3-08>
16. Utkin, V. F. & Krjuchkov, Ju. V. (in Ed.) (1988). Nadezhnost' i jefferektivnost' v tehnikе [Reliability and efficiency in technology]. Moscow. Vol. 3. 328 p.
17. Raichev, C. H. (2008). Vplyv pomylok aviadyspetchera na riven bezpeky porvitrianoho rukhu Bolharii [Influence of air traffic controller errors on the level of air traffic safety in Bulgaria]. Kyiv: NAU.
18. Reva, O. M., Seleznov, H. M., & Kolotusha, V. P. (1997). Liudskiy faktor: pomylyki aviadyspetcheriv ta bezpeka polotiv [Human factor: errors of air traffic controllers and flight safety]. *Problemy aeronavi-hatsii* [Problems of aeronautics]. 2. P. 60–66.
19. Bljumberg, V. A., & Glushhenko, V. F. (1982). Kakoe reshenie luchshe? Metod rasstanovki prioriteto [Which solution is better? Method of setting priorities]. St.Peterburg. 160 p.
20. Nasirov, Sh. Sh. (2012). Bahatokrokovu protsedura vyialvniia statystychnouzghodzhenoii systemy perevah aviadyspetcheriv na mnozhyni kharakternykh pomylok yikh dialnosti [Multistep procedure for identifying a statistically consistent system of preferences of air traffic controllers on a set of characteristic errors of their activities]. *Komunalne hospodarstvo mist* [Municipal Economy]. Vol. 105. 461–475.
21. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., & Shasirov, Sh. Sh. (2012). Mediana Kemeni yak hrupova systema perevah aviadyspetcheriv na mnozhyni kharakternykh pomylok [Mediana Kemeni as a group systemtheme of preferences of air traffic controllers on a set of characteristic errors]. *Aviatsiino-kosmichna tekhnika i tekhnolohiia* [Aviation and space technology]. 4. 106–115.
22. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Nevynitsyn, A. M., & Nedbai, S. V. (2019). Preventyvne otsiniuvannia kompleksnoi znachushchosti kharakternykh pomylok [Preventive assessment of complex significance of characteristic errors]. *Aviatsiino-kos-michna tekhnika i tekhnolohiia* [Aviation and space technology]. 5. 72–81.

23. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Nevynitsyn, A. M., & Radetska, S. V. (2019). Bahatokrokovaya protsedura pryiniattia rishen shchodo uzgodzhenosti hrupovykh system perevah aviadyspetcheriv [Multistep decisionmaking procedure regarding the consistency of group systems of preferences of air traffic controllers]. *Tekhnichne rehulivannia, metrolohiia, informatsiini ta transportni tekhnolohii* [Technical regulation, metrology, information and transport. technologies]. Odesa. P. 147–152.
24. Safety Management Manual (SMM): DOC ICAO 9859 — AN/474. (2018). Montreal.
25. Mushik, Je., & Mjuller, P. (1990). Metody prinjatija tehniceskikh reshenij [Methods of technical solutions]. Moscow. 208 p.
26. Taha, H. A. (2005). Vvedenie v issledovanie operacij [Operations Research: An Introduction]. Moscow. 912 p.
27. Goodwin, P., & Wright, G. (2014). Decision Analysis for Management Judgment. 5th ed. Chichester: Wiley. 496 p.
28. Kozeleckij, Ju. (1979). Psihologicheskaja teorija reshenij [Psychological theory of decisions]. Moscow. 504 p.
29. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Shulhin, V. A., & Nedbai, S. V. (2010). Nechitki modeli erhonomichnoi kvalimetrii tochnosti pilotuvannia [Fuzzy models of ergonomic quality of piloting accuracy]. Rivne. 106 p.
30. Reva, A. N., Kamyshyn, V. V., & Alekseev, D. S. (2012). Teoreticheskie modeli gruppovykh sistem predpochtenij aviadyspetcherov, bazirujushhiesja na klassicheskikh kriterijah prinjatija reshenij [Theoretical models of group systems of preferences of air traffic controllers based on classical decision-making criteria]. *Elmi mæcnuælær : Juornal Milli Aviasiya Akademiyasinin*. 3. P. 37–45.
31. Kharchenko, V. P., & Aliksieiev, O. M. (2018). Sistema upravlinnia ryzykamy aviatsiinoi diialnosti [System of risk management of aviation activity]. Kyiv. 300 p.
32. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Kamyshyn, V. V., Shulhin, V. A., Parkhomenko, V. D., & Lypchynskyi V. O. (2019). Systemno-informatsiina metodolohiia proaktyvnoi kvalimetrii vplyvu liudskoho chynnyka na pryiniattia rishen v aeronavihatsiinykh systemakh [System-information methodology of proactive quality of human factor influence on decision-making in aeronautical systems]. Kyiv. 166 p.
33. Kamyshyn, V. V., Reva, O. M., Makarenko, L. M., & Medvedenko, O. M. (2012). Protседura fazyfikatsii / defazyfikatsii baliv shkal otsiniuvannia [Fascification / defasification of scoring scales]. *Elektronika ta systemy upravlinnia* [Electronics and control systems]. Kyiv. 3. 53–62.
34. Reva, O. Borsuk, S., & Kharchenko, V. (2015). Multiplication of Air Accidents Frequency and Hazard Desirability Coefficients for ICAO Safety Risk Tolerability Matrix Solution. *Logistics and Transport*. Wroclaw. 1. 63–69.
35. Mjuller, P., Nojman, P., & Shtorm, R. (1982). Tablicy po matematicheskoi statistike [ables on mathematical statistics]. Moscow. 278 p.
36. Samohvalov, Ju. Ja., & Naumenko, E. M. (2007). Jekspertnoe ocenivanie [Expert assessment]. Kyiv. 362 p.

O. M. REVA, D. Sc. in Engineering, Professor

V. V. KAMYSHYN, D. Sc. in Pedagogy, Senior Researcher

S. P. BORSUK, D. Sc. in Engineering, Associate Professor

A. V. NEVYNITSYN, PhD in Engineering, Associate Professor

V. A. SHULGIN, PhD in Engineering, Assistant Professor

THE CLASSICAL CRITERIA APPLICATION FOR THE DECISION-MAKING UNCERTAINTY RISK DETERMINATION OF THE PREFERENCES SYSTEM BY THE AIR TRAFFIC CONTROLLERS ON THE CHARACTERISTIC ERRORS HAZARDS

Abstract. Given the influence of the human factor on decision-making processes by aviation operators of the “leading edge”, therefore, — of the flight safety, individual and group preference systems as formalized representations of air traffic controllers about a number of spectrum ordered by danger have been investigated from $n=21$ of characteristic errors. That has a pronounced positive proactive character. Explicating their opinions, the air traffic controllers simultaneously form discriminating, memorizing skills, therefore, — avoidance of mistakes in a professional activity: the subjects made one third fewer errors in comparison with other air traffic controllers in the process of simulator training. Group preference systems allow identifying the features of the functioning of individual societies — dispatch shifts, possible group deformations, as well as the impact on their members of the presentation features of the performing technological procedures specifics by instructors. $m=37$ individual preference systems of the air traffic controllers, which were involved in research, were built by pairwise comparison of the danger of errors and the application of a differential method of distributing the indicator of their total danger. That contributed to conducting of 420 pairwise error hazard comparisons. The implementation of a multi-step procedure for identifying and screening out 10 marginal opinions has led to a statistically consistent group system of preferences: Kendall's concordance coefficient equals is $W=0,700$ and it became statistically significant at a high level of significance of $\alpha = 1\%$. The decision matrix was formed from $m_4=27$ individual preference systems of the air traffic controllers, which, by the definition, is a “cost matrix” and for the solution of which a methodology for the correct application of the classical decision criteria by Wald, Savage, Bayes-Laplace, Hurwitz has been implemented. It revealed the identity of the group systems of preferences obtained by Wald and Savage criterion, as well as the Bayes-Laplace criterion and such a strategy of group decisions as summation and averaging of ranks. The empirical preferences are generally the same: Spearman's rank correlation coefficients are unusually high ($R_S^{B-L-W/S}=0,8922$, $R_S^{B-L-HW}=0,9263$, $R_S^{W/S-HW}=0,9477$) and statistically gullible at a high level of significance for human factor studies. The following values of the normative indicator of the not distinguishing dangers of error risk in the group preference systems are obtained: $R_{BL}^*=0$, $R_{HW}^*=0,19 \cdot 10^{-2}$, $R_{W/S}^*=5,58 \cdot 10^{-2}$. The value of this indicator for the group is $R_g^*=0,52 \cdot 10^{-2}$.

Keywords: flight safety, human factor, individual and group preference systems, typical errors of air traffic controllers, classic decision-making criteria, a measure of the risk of not distinguishing the dangers of error.

А. Н. РЕВА, д. т. н., професор
В. В. КАМЫШИН, д. п. н., с. н. с.
С. П. БОРСУК, д. т. н., доцент
А. Н. НЕВИНИЦЫН, к. т. н., доцент
В. А. ШУЛЬГИН, к. т. н., доцент

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКОВ-НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СИСТЕМ ПРЕДПОЧТЕНИЙ АВИАДИСПЕТЧЕРОВ НА ОПАСНОСТЯХ ХАРАКТЕРНЫХ ОШИБОК

Резюме. Учитывая влияние человеческого фактора на процессы принятия решений авиационными операторами “переднего края”, а следовательно, и на безопасность полетов, были исследованы индивидуальные и групповые системы предпочтений как формализованные представления авиадиспетчеров об упорядоченном по опасностям спектре из $n = 21$ характерных ошибок, что имеет ярко выраженный позитивный проактивный характер. Авиадиспетчеры, эксплицируя свои мнения, одновременно формируют навыки различения, запоминания, и избегания ошибок в профессиональной деятельности: в процессе тренажерной подготовки испытуемые допускали на треть меньше ошибок в сравнении с другими авиадиспетчерами. Групповые системы предпочтений позволяют выявить особенности функционирования отдельных социумов (диспетчерских смен, возможные групповые деформации), а также влияние на их членов особенностей представления инструкторским персоналом специфики выполнения технологических процедур. Индивидуальные системы предпочтений $m = 37$ авиадиспетчеров, привлеченных к исследованиям, были построены путем попарного сравнения опасности ошибок и применения дифференциального способа распределения показателя их суммарной опасности. Что способствовало проведению 420 попарных сравнений опасности ошибок. Реализация многошаговой процедуры выявления и отсеивания 10 маргинальных мнений привела к статистически согласованной групповой системе предпочтений: коэффициент конкордации Кендалла равняется $W = 0,700$ и является статистически достоверным на высоком уровне значимости $\alpha = 1\%$. Из индивидуальных систем предпочтений $m_d = 27$ авиадиспетчеров была сформирована матрица решений, которая, по определению, является “матрицей расходов” и для решения которой реализована методология корректного применения классических критериев принятия решений Вальда, Севиджа, Байеса–Лапласа, Гурвица. Была выявлена идентичность групповых систем предпочтений, полученных с помощью критериев Вальда и Севиджа, а также критерия Байеса–Лапласа и такой стратегии групповых решений, как суммирование и усреднение рангов. Эмпирические предпочтения в целом совпадают: значения коэффициентов ранговой корреляции Спирмена являются необыкновенно высокими ($R_S^{B-L-W/S} = 0,8922$, $R_S^{B-L-HW} = 0,9263$, $R_S^{W/S-HW} = 0,9477$) и статистически достоверными на высоком для исследований человеческого фактора уровне значимости $\alpha = 1\%$. Получены такие значения нормативного показателя риска неразличения опасности ошибок в групповых системах предпочтений: $R_{BL}^* = 0$, $R_{HW}^* = 0,19 \cdot 10^{-2}$, $R_{W/S}^* = 5,58 \cdot 10^{-2}$. Значение этого показателя для группы составляет $R_g^* = 0,52 \cdot 10^{-2}$.

Ключевые слова: безопасность полетов, человеческий фактор, индивидуальные и групповые системы предпочтений, характерные ошибки авиадиспетчеров, классические критерии принятия решений, мера риску неразличения опасностей ошибок.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Рева Олексій Миколайович — д-р техн. наук, професор, головний науковий співробітник ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03680; +38 (044) 521-00-10; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

Камышин Володимир Вікторович — д-р пед. наук, с. н. с., в. о. директора ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03680; +38 (044) 521-00-10; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

Борсук Сергій Павлович — д-р техн. наук, доцент, науковий співробітник Університету Веньчжоу, науково-технічний парк № 19, Третя дорога Бінхай, вул. Юнсінь, округ Лонгван, Веньчжоу, Чжецзян, Китай, 325024; greyone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

Невиницин Андрій Миколайович — канд. техн. наук, доцент, декан факультету обслуговування повітряного руху Льотної академії Національного авіаційного університету, вул. Добровольського, 1, м. Кропивницький, Україна, 25005; nevatse@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7000-4929

Шульгін Валерій Анатолійович — канд. техн. наук, доцент, декан факультету льотної експлуатації Льотної академії Національного авіаційного університету, вул. Добровольського, 1, м. Кропивницький, Україна, 25005; VAShulgin@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7938-8383

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Reva O. M. — D. Sc. in Engineering, Professor, Principal Researcher of State Institution “Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information”, Antonovycha str., 180, Kyiv, Ukraine, 03680; +38 (044) 521-00-10; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

Kamyshyn V. V. — D. Sc. in Pedagogy, Senior Researcher, Acting Director of State Institution “Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information”, Antonovycha str., 180, Kyiv, Ukraine, 03680; +38 (044) 521-00-10; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

Borsuk S. P. — D. Sc. in Engineering, Associate Professor, Postdoctoral researcher at Wenzhou University, Ocean Science and Technology Innovation Park, No. 19 Binhai 3rd Road, Yongxing Street, Longwan District, Wenzhou, Zhejiang, China. 325024; greystone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

Nevynitsyn A. V. — PhD in Engineering, Associate Professor, Dean of the Faculty of Air Traffic Services Flight Academy of the National Aviation University; Dobrovol'skoho str., 1, Kropyvnytskyi, Ukraine, 25005; nevatse@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7000-4929

Shulgin V. A. — PhD in Engineering, Assistant Professor, Dean of the Flight Operation Faculty, Flight Academy of the National Aviation University; Dobrovol'skoho str., 1, Kropyvnytskyi, Ukraine, 25005; VAShulgin@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7938-8383

ІНФОРМАЦІЯ ОБ АВТОРАХ

Рева А. Н. — д. т. н., професор, головний научний співробітник ГНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”; ул. Антоновича, 180, г. Київ, 03680; +38 (044) 521-00-10; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

Камышин В. В. — д. п. н., с. н. с., і. о. директора ГНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, ул. Антоновича, 180, г. Київ, 03680; +38 (044) 521-00-10; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

Борсук С. П. — д. т. н., доцент, научний співробітник Університета Веньчжоу, науково-технічний парк № 19 Третя дорога Бінхай, ул. Юнсин, округ Лонгван, Веньчжоу, Чжэцзян, Китай, 325024; greystone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

Невиницын А. Н. — к. т. н., доцент, декан факультета обслуговування повітряного руху Летної академії Національного авіаційного університету, ул. Добровольського, 1, г. Кропивницький, 25005; nevatse@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7000-4929

Шульгин В. А. — к. т. н., доцент, декан факультета літної експлуатації Летної академії Національного авіаційного університету, ул. Добровольського, 1, г. Кропивницький, 25005; VAShulgin@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7938-8383



<http://doi.org/10.35668/2520-6524-2020-2-08>

УДК 330.342; 342.95

О. О. ПУНДА, д-р юрид. наук, доцент

Д. А. АРЗЯНЦЕВА, канд. екон. наук, доцент

Н. П. ЗАХАРКЕВИЧ, канд. екон. наук, доцент

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ МЕДИЧНОЇ РЕФОРМИ

Резюме. Пропонована увазі стаття присвячена питанням проблематики інформатизації сфери охорони здоров'я в умовах проведення медичної реформи в Україні. Наголошено, що сервісна складова медичної реформи має відкрити вільний доступ пацієнтам до інформації. З огляду на це, в Україні запроваджується система eHealth (електронної системи охорони здоров'я). eHealth забезпечує обмін медичною інформацією та реалізацію програми медичних гарантій населення. Обґрунтовано, що з метою ефективної реалізації державної інформаційної політики в медичній сфері необхідна розробка та прийняття нормативно-правового документа, наприклад, Закону України “Про функціонування електронної системи охорони здоров'я в Україні”. Завданням такого акту має бути визначення суб'єктів здійснення інформаційної політики у цій сфері, повноваження окремих органів і недержавних організацій або суб'єктів господарської комерційної діяльності, які залучені до розроблення та функціонування електронної системи охорони здоров'я. Важливим елементом нормативного регулювання має стати вирішення питання забезпечення кібербезпеки під час використання eHealth і визначення відповідальності конкретних суб'єктів за можливі порушення або створення загрози системі. Визначено, що eHealth має охопити всі сфери надання медичних послуг, зокрема сферу “військової” та “відомчої медицини”. Наголошено, що важливим елементом надійного функціонування eHealth має стати підготовка медичного персоналу до роботи з базами даних. Водночас, має бути враховано положення щодо можливості надання “хмарних” послуг, що пов'язані з функціонуванням електронної системи охорони здоров'я, під час розроблення законопроекту “Про хмарні послуги”. Вимагає своєї оцінки можливість використання “хмарного” збереження даних медичного характеру та вимог щодо використання “хмарних” інформаційних сервісів, які надаються з територій іншої юрисдикції, ніж національна.

Ключові слова: медична реформа, електронної системи охорони здоров'я, “хмарні” послуги, інформаційні реєстри, персональні дані.