

УДК 656.7.08.614.8

Ш.Ш. НАСІРОВ

Головний центр єдиної системи управління повітряним рухом, Баку, Азербайджан

ЩІЛОТНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМ ПЕРЕВАГ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ АЗЕРБАЙДЖАНУ НА ХАРАКТЕРНИХ ПОМИЛКАХ В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

Зважаючи те, що авіадиспетчери, як і пілоти, також віднесені ІСАО до "операторів переднього краю", які є "останнім рубежем оборони" у забезпеченні належного рівня безпеки польотів, у статті сформований спектр з $n=21$ характерних помилок, що можуть виникнути в процесі управління повітряним рухом. Їх зміст найбільш повно і всебічно стосовно відомих переліків враховує сучасні реалії автоматизації робочих місць авіадиспетчерів, а також авіаційні події і інциденти, що відбулись внаслідок їх проявлення. Використовуючи такий спосіб виявлення систем переваг, як попарне порівняння і частина сумарної інтенсивності, визначені індивідуальні пріоритети, тобто значущість помилок для $m=35$ авіадиспетчерів Азербайджану. Методами теорії розпізнавання образів виявлені маргінальні думки і побудована статистично вірогідна групова система переваг, яка розглядається як база знань інтелектуального модулю підтримки рішення інструктора тренажера.

Ключові слова: безпека польотів, людський чинник при управління повітряним рухом, значущість характерних помилок, системи переваг авіадиспетчерів.

Постановка проблеми

Враховуючи вплив людського чинника (ЛЧ) на процеси функціонування авіаційної транспортної системи (АТС) [1, 2], Міжнародна організація цивільної авіації (ІА) ІСАО віднесла до "операторів переднього краю" і авіадиспетчерів (А/Д) [3, 4], визнавши і їх "останнім рубежем оборони" у забезпеченні безпеки польотів (БП) повітряних суден (ПС) [5, 6]. Саме тому у числі інших був виданий ряд циркулярів, які охоплюють майже усі грані професійної діяльності А/Д у такому багатовимірному і багатокритеріальному процесі як обслуговування повітряного руху (ОПР) [7 – 9 та ін]. Ще більш пильну увагу приділяє відповідним процесам ЄВРОКОНТРОЛЬ [10 – 13 та ін]. І оскільки роль ЛЧ в АТС є "традиційно" сталою протягом кількох десятиріч [1, 14], то перманентно важливими є питання дослідження професійної діяльності авіаційних операторів, зокрема помилок А/Д під час управління повітряним рухом (УПР).

Аналіз досліджень і публікацій, узагальнених ІСАО по проблемам помилок авіаційних операторів

З аналізу наукових джерел витікає, що питаннями дослідження помилкових дій А/Д при УПР займаються: О.М. Рева, В.П. Харченко, А.М. Невиніцин, В.П. Колотуша, Г.М. Селезньов, С.І. Корж (Україна), С.Г. Райчев (Болгарія), П.Ш. Мухтаров, І.А. Гасанов (Азербайджан), К.М. Тумишев, А.А. Бекму-хамбетов (Казахстан) та ін.

Але ж найбільш цікавим є аналіз узагальнених рекомендацій ІСАО [1, 5, 15, 16], які сприяють системному дослідженню сформульованої проблеми. Насамперед, йдеться про модель SHEL, яка орієнтована саме на системне розуміння проблем ЛЧ і дозволяє виявити причини виникнення помилок у діяльності А/Д як нестикочки блоків моделі (рис. 1) [1, 5, 7 – 9].

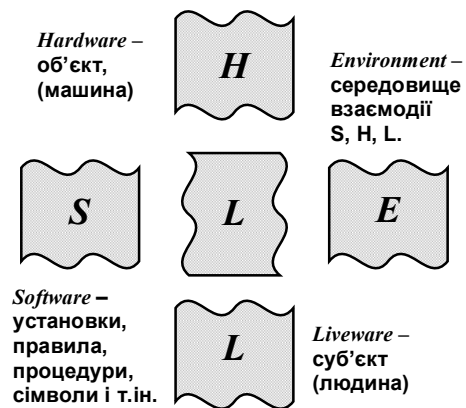


Рис. 1. Взаємодія інтерфейсів моделі SHEL

Розвиваючи методологію застосування моделі SHEL, ІСАО пропонує структуру ЛЧ (рис. 2), у якій акцент робиться на стикання / нестикання блоків "людина – процедури" [15].

Привертаючи увагу до того, що людині дійсно "властиво помилятися" [3, 16], акцентується увага на тому, що помилки людини-оператора (Л-О) в АТС є у переважній більшості випадків не наслідком аномальної поведінки, а природним побічним ефектом



Рис. 2. Схематичне уявлення структури людського чинника (ICAO)

професійної діяльності. При цьому вважається, що якщо навіть помилок Л-О неможливо уникнути, вони піддаються контролю шляхом застосування досконалої техніки, відповідної підготовки і належних правил і процедур. Однак на результати праці авіаційних операторів можуть суттєво вплинути організаційні, нормативні, культурологічні чинники і чинники виробничого середовища. На рис. 3 подані узагальнені ICAO деякі чинники, що сприяють виникненню помилок авіаційних операторів і, як наслідок, – авіаційних подій (АП) [16].

Розглядаючи типи помилок, ICAO вважає, що вони можуть виникнути як на етапі планування, так і під час реалізації плану. *Погрішності планування* відносяться до помилок, адже Л-О або виконує неналежну процедуру при вирішенні стандартної проблеми, або планує неналежний порядок дій для вирішення виниклої нової проблемної ситуації.

І навіть у випадку правильного планування погрішності можуть виникнути при виконанні плану. При цьому звичайно мається на увазі розходження між *промахами* і *упущеннями*. Вважається, що *промахом* є дія, котра виконана всупереч плану і тому промах завжди можна виявити. *Упущення* являє собою відмову пам'яті, і воно обов'язково буде очевидним для оточуючих, крім особи, з якою це трапилося.

Погрішності (помилки) планування виникають, коли в Л-О спрацьовує так званий *мотив зручності* [2, 17 – 20], коли застосовуються правила, технології і процедури розв'язання певних ситуацій, які вже застосовувалися раніше і нібито є придатними і для даної проблеми. В такому випадку помилки можуть виникнути або за рахунок застосування правила, яке не відповідає даній ситуації (не спрацьовує *критерій вибору*, як один з *критеріїв цілеспрямованої поведінки систем вироблення рішень* [21, 22]), так і за рахунок правильного застосування недосконалого правила, технології, процедури.

Помилки виконання (промахи і упущення) виникають навіть в досвідченого і кваліфікованого персоналу, переважним чином, коли він діє в автоматичній манері без контролю свідомості. Їх виникненню сприяють такі причини:

- *промахи, обумовлені неухважністю*, є наслідком відсутності контролю ходу виконання тієї чи іншої стандартної операції в деякій критичній точці. Імовірність такої ситуації особливо висока, коли запланований порядок дій схожий на стандартну процедуру, але не ідентичний їй. Якщо увага розсіяна, чи Л-О відволікається в критичній точці виконання процедури, де потрібна дія відрізняється від звичайної, у результаті може виникнути ситуація, коли А/Д виконує звичайну процедуру, а не ту, що адекватна ситуації, яка склалася;
- *упущення пам'яті* відбувається у випадках, коли Л-О забуває, що саме планувалося здійснити, або коли упускається яка-небудь ланка з запланованої послідовності дій;

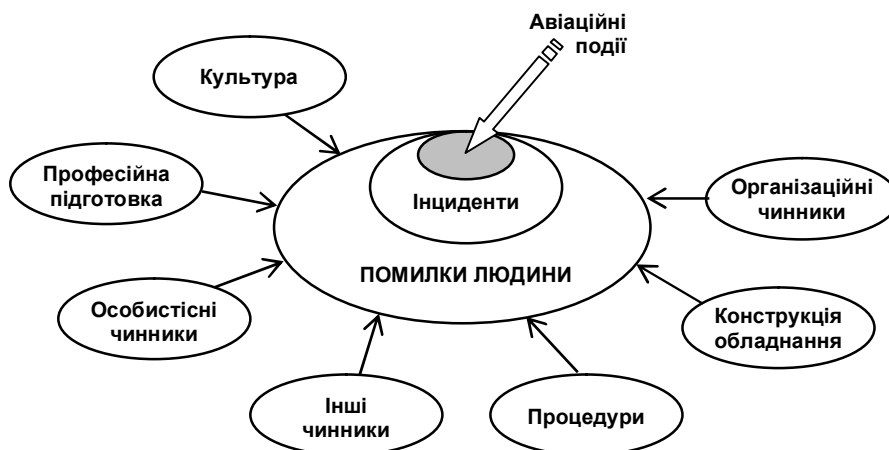


Рис. 3. Чинники, що сприяють виникненню помилок людини в авіаційних системах (ICAO)

– помилки сприйняття – це помилки розпізнавання (особливо важливі і часто зустрічаються у професійній діяльності А/Д), коли Л-О вважає, що бачила чи чула дещо таке, що відрізняється від фактично отриманої інформації.

Як було зазначено вище, помилка у загальному випадку є нормальним явищем в діяльності Л-О в АТС, адже вона є ненавмисною, тому радикальним чином відрізняється від порушення, яке розглядається саме як навмисний вчинок. Розглянемо для ілюстрації нібито звичайну ситуацію УПР, в якій А/Д дозволяє екіпажу ПС (ЕПС) виконати зниження з перетинанням ешелону крейсерського (горизонтального) польоту іншого літака, коли дистанція DME між ними складає 18 миль, в той час, як мінімальним нормативно встановленим інтервалом є відстань у 20 миль. При цьому, якщо А/Д випадково неправильно розрахував різницю у відстанях DME, яку й повідомив льотному екіпажу, то це буде помилкою. Якщо ж відстань була обчислена вірно і, тим не менше, цей А/Д свідомо дає ЕПС, яке знижається, дозвіл на продовження польоту з перетинанням ешелону крейсерсько-го польоту іншого літака, знаючи, що потрібний інтервал ешелонування не забезпечується, то йдеться, безумовно, про порушення.

ІКАО відмічає [16], що деякі порушення є результатом недосконалих чи нереалістичних процедур, коли люди розробляють "побічні варіанти" дій задля виконання поставленої задачі.

Виходячи з наведеного, автором був розроблений перелік з $n=21$ характерних помилок, що можуть виникнути в процесі УПР (табл. 1). Їх зміст найбільш повно і всебічно стосовно відомих переліків [23, 24] враховує сучасні реалії автоматизації робочих місць А/Д, а також АП і інциденти, що відбулись внаслідок їх проявлення при УПР.

Постановка завдання

Природно, що помилки, перелічені у табл. 1, неоднозначні за своєю значущістю, тобто впливом на БП при УПР. Тому мета статті полягає у визначенні систем переваг А/Д на множині цих помилок задля подальшого формування бази знань системи підтримки рішень інструктора тренажера і індивідуалізації процесів професійної підготовки (ПП).

Поняття про системи переваг та способи їх виявлення

Отже, ефективне управління процесами ОПР і ПП А/Д неможливе без врахування систем їх переваг (пріоритетів) на множині помилок, які є об'єктивними характеристиками цих процесів. При цьому під системою переваг, спираючись на праці [21, 25, 26], будемо розуміти будь-яку форму впорядкування (ранжирування) помилок.

Таблиця 1

Характерні помилки авіадиспетчерів в процесі безпосереднього управління повітряним рухом

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

У контексті досліджень цієї статті впорядкування помилок буде здійснюватися від найбільш значущих, важливих, вагомих до найменш значущих з точки зору негативного впливу на БП.

Пряме ранжирування – це простіший спосіб виявлення системи переваг, коли експерт-А/Д з сукупності досліджуваних помилок обирає найважливішу і присвоює їй найвищий 1-й ранг (r_1). Далі з сукупності ($n-1$) помилок, що залишилася, він теж обирає найважливішу, але присвоює їй вже 2-й ранг (r_2) і т.д. Процедура надзвичайно проста, але її застосування обмежується психофізіологічними можливостями людини щодо запам'ятовування та ефективного розрізнення об'єктів, явищ, процесів, характеристик, що впорядковуються. Адже відомо:

– магічне число Міллера (7 ± 2), яке визначає об'єм оперативної пам'яті Л-О [21]. Виходячи з нього максимальна кількість об'єктів, яку нескладно впорядкувати людині шляхом прямого ранжирування не повинна перебільшувати 9;

– з психологічної теорії розпізнавання образів відомо, що максимальна кількість об'єктів, які можуть бути ефективно розрізнені досвідченим фахів-

цем—еспертом, не може перевищувати 11 [27].

Проте, в складній ситуації добре професійно підготовлена Л-О може включити додаткові психофізіологічні резерви, які значно перевищують зазначені обмеження. Саме таке сталося в зоні Північно-Кавказького Центру УПР (Ростов-на-Дону, 1988 р.), коли диспетчер УПР А. Ірбе в умовах відмови всіх штатних радіотехнічних засобів (РТЗ) УПР врегулював ситуацію, маючи одночасно на зв'язку 54 (!) ПС.

Отже, враховуючи розглянуті вади методу прямого ранжирування, розглянемо інші способи виявлення систем переваг [21, 25, 26, 28 – 36] в контексті дослідження.

Попарне порівняння. Введення поняття *системи переваг* базується на тому припущенні, що А/Д-експерт, який приймає рішення (ПР), може висловити своє відношення до тієї чи іншої помилки шляхом їх *попарного порівняння* з визначенням тієї з них, яка має більшу перевагу в кожній парі або встановивши, що досліджувані помилки рівноцінні. Іноді допускається можливість робити висновок за результатами контрольних пред'явлень, коли досліджувані явища не можна порівняти між собою [31]. Це означає, що може статися ситуація, коли А/Д як людина, яка ПР (ЛПР), не вважає, що одна помилка має перевагу перед іншою, чи навпаки, чи вони рівноцінні. Така ситуація виникає тоді, коли помилки в уяві А/Д подібні одна до одної, і при одному пред'явленні він вказує на перевагу однієї, при деякому іншому пред'явленні – іншої, а в деяких випадках показує, що вони рівноцінні.

Розглянутий спосіб виявлення переваги найбільш простий, тому що помилки порівнюються лише в парах без врахування ставлення ЛПР до інших помилок. Цей спосіб відноситься до широкого класу способів, що визначені як елементарні судження.

Результати попарного порівняння часто зображають у вигляді матриці попарних порівнянь $\|I_{ij}\|$, відомої також як матриця особистих векторів [32]. Далі вибирається деяка шкала (у загальному випадку – велика кількість символів), із значеннями [25, 26, 29 – 37]:

$$I_{ij} = \begin{cases} 1 + z, & \text{якщо } Пом._i \succ Пом._j \\ 1, & \text{якщо } Пом._i \approx Пом._j \\ 1 - z, & \text{якщо } Пом._j \succ Пом._i \end{cases} \quad (1)$$

Сортування. Якщо кількість об'єктів, явищ, характеристик і т.д. достатньо велика і перевищує психофізіологічні можливості людини (в нашому випадку саме так і відбувається, тому що досліджувана кількість помилок, які мають бути впорядковані $n=21 \gg 11 > 7$), то А/Д, який висловлює особисті

думки, має спочатку рознести ці помилки по певних класах за ознаками, що були заздалегідь визначені. При цьому, безумовно, ці класи мають охоплювати весь спектр досліджуваних помилок. І вже усередині кожного класу здійснюється далі їх впорядкування. Сортування, як правило, потребує від ЛПР, яка залучається до опитування, більшої підготовленості, ніж просто попарне порівняння.

Встановлення переваги як частини сумарної інтенсивності. Спосіб є розвитком способу попарного порівняння і практичної реалізації виразу (1). Полягає в тому, що ЛПР повинна не тільки вказати, яка з двох помилок є переважаючою, а також і те, яка сумарна інтенсивність переваги, що припадає на обидві помилки і як вона розподіляється між ними. Міра сумарної інтенсивності переваги, яка припадає на порівнювані помилки, звичайно приймається рівною 1. Це означає, скажімо, що, якщо, порівнюючи помилки $Пом._i, Пом._j \in Пом._$, А/Д привласнює $Пом._i$ "цінність" 0,75, то тоді "цінність" $Пом._j$ буде дорівнювати 0,25.

Далі будується матриця $\|I_{ij}\|$, в якій підраховуються сумарні оцінки значущості помилок, на основі яких і здійснюється їх остаточне впорядкування.

Встановлення переваги як частини відносної інтенсивності. На відміну від попереднього способу ЛПР повинна вказати - у скільки разів одна помилка має перевагу над іншою. Продовжуючи розгляд попереднього прикладу, можна сказати, що співвідношення "цінностей" помилок буде дорівнювати: $Пом._i : Пом._j = 3 : 1$.

Застосування останніх двох способів встановлення переваг, що були розглянуті, потребує використання шкал, близьких до кількісних [25].

Встановлення переваги коефіцієнтами важливості. В такому випадку опитуваного просять вказати ступінь впливу окремої помилки на остаточний результат безпечного УПР. Ступінь цього впливу повинен вимірюватись коефіцієнтами важливості, які відповідають умові невід'ємності та зваженості (сума їх дорівнює 1). *Коефіцієнт важливості* тим більший, чим більш переважаючим для ЛПР є зміна помилки у відповідному напрямі, враховуючи внесок у цільовий ефект. Для однакових за перевагою окремих помилок значення коефіцієнтів важливості можуть бути однакові. Одержання такої інформації від ЛПР найбільш складне.

Подані та розглянуті способи встановлення переваги ЛПР на множині характерних помилок відносяться до випадків порівняння наслідків вибору (множина G) або значень показників ефективності діяльності А/Д (множина W). При виборі кращої стратегії, тобто при встановленні переваг на множині A, необхідно додатково враховувати умови її проведення, тобто потрібно орієнтуватись на най-

більш "прав-доподібну" ситуацію. У цьому випадку треба виявити переваги індивіда відносно умов Λ (множина значень визначених і невизначених факторів, під час дії яких відбувається процес УПР). Для цього використовують два основних способи.

Встановлення переваг суб'єктивними імовірностями. А/Д як ЛПР необхідно висловити думки щодо ступеня можливості (шанси) реалізації того чи іншого комплексу умов проведення ефективного і безпечного УПР при появі тих чи інших помилок, чи будь-яких їх сполучень. Такого роду задачі у загальному випадку описуються методами теорії можливостей [38]. Відповідні оцінки виражаються у вигляді невід'ємних чисел, що у сумі дорівнюють 1, причому кожне з них відображає ступінь впевненості ЛПР у тому, що в результаті проведення певних вчинків з усунення наслідків помилки може реалізуватися ситуація, яка відповідає визначеному параметру $\lambda \in \Lambda$. Існують умови для одержання логічно несуперечливих висновків з використанням суб'єктивних ймовірностей [39]. При виконанні цих умов з суб'єктивними імовірностями можна оперувати так, як із звичайними об'єктивними.

Встановлення переваг лінгвістичними змінами. Цей спосіб базується на тій передумові, що "елементами мислення людини є не числа, а елементи деяких нечітких множин або класів об'єктів, для яких перехід від "належності" до "неналежності" не стрибкоподібний, а безперервний" [28]. Такий підхід використовують при ПР, коли вихідними є не кількісні, а якісні характеристики. Скажімо, вплив окремої помилки на БП описується якісними категоріями (показниками): "великий", "дуже великий", "незначний" і т.п.

Формування відповідної якісної шкали, тобто терм-множини (множини термінів) оцінювання міри впливу помилок на БП має здійснюватися за відомим принципом "сильно – середнє – слабо – 0 – слабо – середнє – сильно". Для цього визначаються необхідні кваліфікатори, модифікатори і квантифікатори, за допомогою яких й формується відповідна терм-множина [25, 40].

На завершення слід вказати, що будь-яка система переваг (у нашому випадку – на множині помилок) буде вважатися раціональною, тобто розумно обгрунтованою, якщо, впорядковуючи її складові, експерт може розрізнити будь-які з них. Отже, йдеться про властивість *повноти*, яка визначається формально так. Якщо маємо дві помилки Пом_i і Пом_j з їх сукупності $n=21$: $\text{Пом}_i, \text{Пом}_j \in \text{Пом}_n$, то А/Д завжди може їх поміж собою порівняти:

$$\text{Пом}_i \succ \text{Пом}_j; \quad \text{Пом}_j \succ \text{Пом}_i; \quad \text{Пом}_i \approx \text{Пом}_j.$$

З цього витікає ще й властивість *транзитивності* системи переваг: якщо маємо три помилки з за-

гального їх переліку $\text{Пом}_i, \text{Пом}_j, \text{Пом}_k \in \text{Пом}_n$ і встановлено, що $\text{Пом}_i \succ \text{Пом}_j$, а $\text{Пом}_j \succ \text{Пом}_k$, то з цього обов'язково витікає, що $\text{Пом}_i \succ \text{Пом}_k$.

Додамо, що якщо індивідуальні переваги агрегуються у групову, то обов'язково слід вирішити питання її узгодженості, адже висувається питання компетентності А/Д. Дійсно, у загальному випадку методи виявлення переваг ґрунтуються на уявленні експерта як "точного вимірювача" [25, 29 – 37], тобто він – якісне джерело інформації, групова думка – близька до істинного рішення. Відхилення від цієї тези побачимо на результатах експерименту.

Формування індивідуальних і вихідної групової систем переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок

До пілотних досліджень було залучено 35 А/Д – співробітників Головного центру єдиної системи УПР Азербайджанської Республіки. Застосовуючи такий спосіб, як попарне порівняння і виявлення переваг через частину сумарної інтенсивності, респонденти надавали цьому порівнянню таку оцінку:

$$I_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{якщо } \text{Пом}_i \succ \text{Пом}_j \\ 0 & \text{якщо } \text{Пом}_i \prec \text{Пом}_j \\ 0,5 & \text{якщо } \text{Пом}_i \approx \text{Пом}_j \end{cases} \quad (2)$$

Далі підсумовуються результати оцінювання "цінності" кожної помилки і на їх підставі цим помилкам привласнюються ранги у індивідуальній системі переваг. Відповідні дані для усіх 35-х А/Д подані у табл. 2.

Застосовуючи таку стратегію групових рішень, як підсумовування рангів [21, 25, 26], тривіально отримується групова систем переваг (передостанній рядок табл. 2), яка має такий формальний вигляд:

$$\begin{aligned} & \underset{r}{\text{Пом}}_{18} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{5} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{4} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{20} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{21} \underset{r}{\succ} \\ & \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{3} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{2} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{13} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{8} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{17} \underset{r}{\succ} \\ & \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{7} \underset{r}{\approx} \underset{r}{\text{Пом}}_{12} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{19} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{16} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{9} \underset{r}{\succ}, \quad (3) \\ & \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{11} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{10} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{6} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{14} \underset{r}{\succ} \\ & \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{1} \underset{r}{\succ} \underset{r}{\text{Пом}}_{15} \end{aligned}$$

де $\underset{r}{\succ}, \underset{r}{\approx}$ – ознаки відповідно переваги і адекватності помилок за значущістю у груповій системі переваг.

При цьому слід привернути увагу до того, що в процесі опитування не відбувалося прямого ранжирування, тому система переваг (3) є певною мірою "загрубленою", адже спочатку здійснювався перехід від "цінностей" помилок до рангів в індивідуальних системах переваг, а потім, виходячи з такого "окру-

глення", визначалася групова система переваг.

Таблиця 2

Системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок

j	Індивідуальні системи переваг авіадиспетчерів (ранги характерних помилок r _{ij})																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	19	8	4	4	4	20	12,5	10	12,5	16	15	9	6	17	21	18	11	1	14	2	7
2	18	8	4	2	3	20	6,5	5	20	13	20	10	11,5	17	11,5	16	15	1	14	6,5	9
3	21	11,5	8,5	4	2	18	6	3	19,5	10	19,5	7	11,5	17	13	16	15	1	14	5	8,5
4	15	4	20	8	5	13	11	12	10	17	15	6,5	6,5	18,5	21	18,5	9	1	15	3	2
5	13,5	8	5,5	1	2,5	18	11	12	19	17	13,5	10	7	20	21	5,5	9	2,5	16	4	15
6	13	9	2,5	2,5	2,5	19	16	17,5	21	17,5	15	11	10	7	20	8	12	2,5	14	5	6
7	19	9,5	17,5	7,5	2	5	5	11,5	9,5	13,5	3	7,5	15	11,5	21	17,5	5	20	16	1	13,5
8	15,5	9	20	2,5	2,5	5,5	5,5	7	13,5	19	17,5	12	11	17,5	21	8	10	1	15,5	4	13,5
9	21	20	4,5	4,5	4,5	17,5	1	12	19	16	17,5	14,5	14,5	11	9	4,5	9	4,5	13	4,5	9
10	16	18	21	17	12,5	8	9,5	6,5	3,5	12,5	20	19	6,5	15	9,5	12,5	1,5	3,5	1,5	12,5	5
11	21	7	4	3	5,5	16	18,5	17	20	12	8,5	11	13	2	18,5	15	8,5	1	14	5,5	10
12	18,5	8,5	5	3	3	18,5	15,5	13	13	18,5	18,5	8,5	6,5	11	21	15,5	13	6,5	10	1	3
13	11,5	7,5	6	5	1,5	17,5	16	14	21	17,5	19,5	13	7,5	9,5	19,5	9,5	11,5	3	15	1,5	4
14	19,5	12	4	3	2	10,5	9	8	15	16	19,5	17,5	14	17,5	21	13	10,5	1	6,5	5	6,5
15	21	11	2	2	2	14,5	14,5	9	12,5	16	18,5	7,5	7,5	17	18,5	12,5	10	4	20	5	6
16	21	11	2	2	2	14,5	14,5	9	12,5	16	18,5	7,5	7,5	17	18,5	12,5	10	4	20	5	6
17	17	9	2,5	1	2,5	20,5	15	8	20,5	18	19	10,5	10,5	14	16	7	12	6	13	4	5
18	14	12	7	5,5	8,5	19,5	18	19,5	17	14	8,5	10	11	21	14	16	2,5	2,5	5,5	1	4
19	11	7	13,5	9,5	6	20,5	16	12	19	8	9,5	17,5	15	17,5	20,5	2	5	1	13,5	3	4
20	12,5	5	6	3	2	18,5	8	15	10,5	18,5	14	12,5	7	20	21	17	9	1	16	4	10,5
21	16,5	5	11	8	6	12,5	2,5	2,5	16,5	19	19	9	10	15	21	19	1	4	14	12,5	7
22	21	3,5	12,5	12,5	2	5,5	1	12,5	7,5	9,5	7,5	5,5	16	12,5	18,5	9,5	16	18,5	20	16	3,5
23	15	10	10	4	3	7	7	7	16,5	18	19	13	14	16,5	21	20	10	1	12	2	5
24	17,5	21	11,5	4	2	7	8,5	1	6	13	10	15,5	19,5	15,5	19,5	14	17,5	3	11,5	5	8,5
25	18	5	2	2	2	14	5	5	16,5	15	10	11,5	13	16,5	20	21	8	7	19	11,5	9
26	10	10	2	2	2	21	10	14	16,5	19	19	12,5	12,5	15	8	7	19	5	16,5	4	6
27	20	4	3	1,5	1,5	18	20	9	14	15,5	15,5	6	7	17	10,5	20	13	10,5	12	8	5
28	19	4	3	1,5	1,5	19	19	8	14,5	16	10	5,5	7	17	11	21	14,5	12	13	9	5,5
29	12	7,5	4	4	4	13	16,5	14	21	9	11	18	15	19	20	16,5	6	1	10	2	7,5
30	12,5	6	9,5	3	2	15	7	5	16	20	19	12,5	9,5	17	18	11	14	1	21	4	8
31	14	4	13	8	12	17	1	2	16	21	20	6,5	5	19	18	6,5	15	9,5	3	9,5	11
32	19	18	3	2	1	20	21	16	16	13,5	13,5	12	10	16	11	8,5	8,5	4	7	5	6
33	18	19,5	10,5	14	13	16	12	16	10,5	8	8	6	5	16	21	19,5	8	4	3	2	1
34	17,5	20	9,5	15	15	15	12	17,5	9,5	9,5	9,5	6	5	13	21	19	7	4	3	2	1
35	12,5	11	1	8	15,5	15,5	8	8	3	12,5	15,5	18	5	19	8	8	21	4	2	15,5	20
Σ	580,5	343,5	265	179,5	158	530	379,5	358,5	508,5	524,5	516,5	379,5	352,5	542	603	465	367	156,5	433,5	190,5	251,5
r _i	20	7	6	3	2	18	11,5	9	15	17	16	11,5	8	19	21	14	10	1	13	4	5
r _Σ	20	7	6	3	2	16	11	9	19	18	15	12	8	17	21	14	10	1	13	4	5

r_{ij} – ранг, що був привласнений i-тій помилці j-м експертом в індивідуальній системі переваг

Якщо підсумувати "цінності" кожної помилки, спираючись на їх величини в індивідуальних системах переваг, а потім саме від них перейти до групових рангів, то отримуємо групову думку (останній рядок табл. 2), яка має такий формальний вигляд:

$$\begin{aligned}
 & \text{Пом.}_{18} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{5} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{4} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{20} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{21} \underset{\Sigma}{\succ} \\
 & \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{3} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{2} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{13} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{8} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{17} \underset{\Sigma}{\succ} \\
 & \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{7} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{12} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{19} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{16} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{11} \underset{\Sigma}{\succ}, \quad (4) \\
 & \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{6} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{14} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{10} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{9} \underset{\Sigma}{\succ} \\
 & \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{1} \underset{\Sigma}{\succ} \text{Пом.}_{15}
 \end{aligned}$$

де $\underset{\Sigma}{\succ}$ – ознака переваги у групових думках, що спираються на сумарну "цінність" кожної помилки, отриману по всій сукупності індивідуальних думок.

Порівняємо системи переваг (3) і (4), обчисливши коефіцієнт рангової кореляції Спірмена [2, 25, 29 – 33, 36]:

$$R_S = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (r_{ir} - r_{i\Sigma})^2}{n \cdot (n^2 - 1)}, \quad (5)$$

де $(r_{ir} - r_{i\Sigma})$ – різниця між рангами, що були надані тим самим помилкам у групових системах переваг (3) і (4) відповідно; n=21 – кількість помилок.

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена змінюється в межах [-1, +1]. Високе позитивне значення R_S свідчить про подібність систем переваг.

Обчислення встановило: R_S = 0,984, що є підставою для зневаження звичайною його перевіркою на статистичну вірогідність за допомогою t-критерію Стюдента.

Отже, можна зробити висновок, що системи переваг (3) і (4) подібні. Проте більш привабливою є все ж система переваг (4), оскільки більш суворя, тобто не має пов'язаних (міддл) рангів, і саме на неї будемо орієнтуватися в подальших міркуваннях.

Як можна побачити з табл. 2, в груповій системі переваг узагальнюються, у тому числі, і суперечливі думки, що вимагає визначення ступеня їх узгодженості. Універсальним засобом для цього є коефіцієнт множинної рангової кореляції – коефіцієнт конкордації за Кендаллом [2, 25, 29 – 33, 37]:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m R_i}, \quad (6)$$

де
$$S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2, \quad (7)$$

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij}, \quad (8)$$

$$R_j = \sum_j (r_{ij}^3 - r_{ij}) \quad \text{— число однакових рангів,}$$

що надаються кожним j -м А/Д кожній помилці.

Коефіцієнт конкордації змінюється у межах $W=[0, 1]$. Природно, що, чим більше він наближений до абсолютного значення, тим більше це свідчить про високий рівень узгодженості думок А/Д у груповій системі переваг. Причому практична достовірність коефіцієнту вважається достатньою, якщо виконується умова [32]:

$$W \geq 0,7 \dots 0,8. \quad (9)$$

Спираючись на дані табл. 2, та формули (6)-(8), встановлено, що значення коефіцієнту конкордації дорівнює величині $W=0,482$, що не задовольняє критерію (9). Однак більш ґрунтованим висновок щодо статистичної вірогідності отриманого емпіричного значення W робиться після перевірки умови:

$$\chi_{\text{фактич.}}^2 = \frac{12S}{mn(n+1) - \frac{1}{(n-1)} \sum_j R_j} \gg \chi_{\alpha; k}^2, \quad (10)$$

де $\chi_{\text{фактич.}}^2$ – фактичне значення змінної "хи-квадрат", яке згідно обчислень, що були проведені по даних табл. 2, дорівнює величині $\chi_{\text{фактич.}}^2 = 337,49$;

$\chi_{k, \alpha}^2$ – табличне значення змінної "хи-квадрат" з $k=n-1$ ступенями свободи на рівні межі дозволеного (значущості) α , яке встановлюється згідно [41]. Якщо для нашого випадку $k=20$, і прийняти, що $\alpha=1\%$, то маємо: $\chi_{20, 1\%}^2 = 40,00$.

Таким чином, маємо:

$$\chi_{\text{фактич.}}^2 = 337,49 \gg \chi_{1\%, 20}^2 = 40,00.$$

Отже, умова (10) виконується, тому систему

переваг (4) слід вважати статистично вірогідною. Однак, не зважаючи на це, як витікає з даних табл. 2, групова система переваг дійсно формується спіраючись і на явно суперечливі думки А/Д, від яких слід якщо не позбавитись, то обов'язково виявити і детально вивчити.

Виявлення маргінальних думок авіадиспетчерів і формування уточненої групової системи переваг на множині характерних помилок

Грубі (маргінальні, аномальні чи такі, що сильно відрізняються від інших) погіршеності експертних оцінок можна пояснити так:

- недостатньою обізнаністю А/Д у застосуванні запропонованих способів виявлення їх думок;
- високою варіативністю думок внаслідок достатньо великої кількості помилок, що ними впорядковуються;
- унікальністю особистого досвіду УПР;
- дії зовнішніх і внутрішніх факторів об'єктивного і суб'єктивного характеру, стохастичної і нестохастичної природи;
- елементарна втома;
- нещирість внаслідок побоювання соціального покарання за "неправильну відповідь".

Розглянемо процедуру виявлення маргінальних думок [25, 29 – 37]. Нехай міру впливу суджень окремого члена групи на її загальну оцінку C визначає відношення:

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

де \bar{a}_m – середнє арифметична оцінка групи, яка складається з m експертів;

\bar{a}_{m+1} – середнє арифметична оцінка групи, яка складається з $(m+1)$ експертів.

Вважається, що нормальним є такий вплив судження b додаткового $(m+1)$ -го експерта на групову оцінку, коли відхилення нової групової оцінки відрізняється від попередньої на 5-10%:

$$\begin{cases} 1,05 \leq C \leq 1,10, & \text{якщо } b > \bar{a}_m \\ 0,90 \leq C \leq 0,95, & \text{якщо } b < \bar{a}_m \end{cases}. \quad (11)$$

Наведене стосується аналізу оцінок експертів по окремих помилках, що досліджуються, а також для вже одержаних якимось чином векторних (інтегральних) показників оцінок. Причому йдеться про чисельні оцінки методів, хоча людському мисленню найбільш властиві якісні, у т.ч. порівняльні рангові оцінки. Отже, у загальному випадку необхідно виявити методи та процедури виявлення компетентності експертів-А/Д на множині помилок, що оцінюються ними.

З аналізу наукових джерел [42 – 48] витікає можливість застосування методів теорії розпізна-

вання образів для визначення компетентності експертів. Введемо поняття ризику розпізнавання – як математичне сподівання інформаційних втрат від помилок розпізнавання / не розпізнавання компетентних / не компетентних експертів:

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

де X – простір сигналів x (оціночних характеристик, що надаються експертами досліджуваному об'єкту), що розпізнаються;

$i=1,2,\dots,I$ – номери класів оцінок;

$k=1,2,\dots,K$ – номери варіантів розпізнавання $\delta(x)$;

$L(i, k)$ – інформаційні втрати при віднесенні оцінки класу i до класу k ;

$P(i)$ – відомі апіорні імовірності класів;

$p(x/i)$ – відомі апіорні щільності імовірності кожного класу.

Отже, йдеться про визначення відстаней між точками у просторі зображень. При цьому належність даної реалізації до того або іншого класу визначається відстанню між еталонною точкою і тою, що було подано для класифікації. Реалізації, що належать до одного класу, повинні створювати компакту область у просторі параметрів системи. У нашому випадку в якості узагальненої відстані використовуються величини:

$$L_j = \sum_{i=1}^{n=21} |r_{ij} - r_i|, \quad (13)$$

де L_j – узагальнена відстань думок j -го експерта-А/Д від групової системи переваг.

Для зручності подальшого аналізу проводиться нормування величини L_j :

$$L_j^* = \frac{L_j}{L_j^{\max}}. \quad (14)$$

Далі обчислюється значення середнь-групової помилки:

$$\bar{L}_g = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m=35} L_j^* \quad (15)$$

і згідно виразу (11) встановлюється критерій визначення маргінальних думок:

$$L_j^* \geq 1,05 \cdot \bar{L}_g = 0,56. \quad (16)$$

Результати обчислень, проведених з даними табл. 2 по формулах (13) – (16) подані наочно на рис. 4.

Як витікає з рис. 4, думки експертів-А/Д №№ 7, 9, 10, 18, 19, 22, 24, 31, 33, 34, 35 слід вважати маргінальними і виключити з узагальненої системи переваг.

Внаслідок наведеного для основної групи, кількістю $m=24$ А/Д була отримана остаточна система переваг, для якої коефіцієнт конкордації за Кедаллом зріс на 34,2 % і дорівнює величині $W=0,647$. При цьому значення коефіцієнту конкордації, обчислене для узагальненої система переваг групи $m=11$

А/Д-"маргіналів" дорівнює величині $W=0,221$ і також є статистично-вірогідним, адже в цілому виконується умова (10):

$$\chi^2_{\text{фактич. marg.}} = 48,69 > \chi^2_{1\%, 20} = 40,00.$$

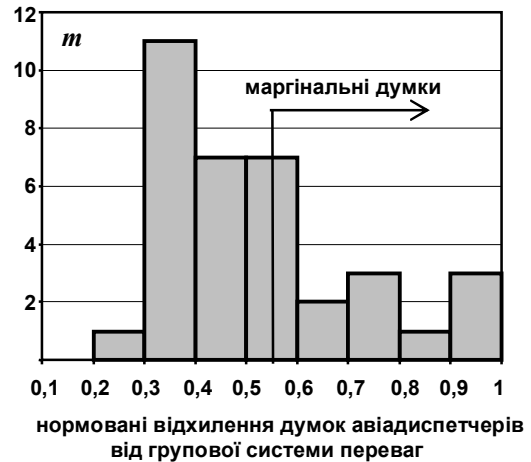


Рис. 4. Ілюстрація міри прийнятності думок авіадиспетчерів щодо значущості помилок

На рис. 5 наочно порівнюються групові системи переваг більшості і "маргіналів".

Висновки

1. Сформований спектр з $n=21$ характерних помилок, що можуть виникнути в процесі УПР. Їх зміст найбільш повно і всебічно стосовно відомих переліків враховує сучасні реалії автоматизації робочих місць А/Д, а також АП і інциденти, що відбулись внаслідок їх проявлення.

2. Шляхом застосування такого способу виявлення систем переваг, як попарне порівняння і частина сумарної інтенсивності отримані індивідуальні переваги $m=35$ А/Д, які працюють в аеронавігаційній системі Азербайджану. Індивідуальні переваги агреговані в групову, яка є узгодженою, адже обчислене значення коефіцієнту конкордації за Кендаллом $W=0,482$ є статистично вірогідним на рівні значущості $\alpha=1\%$.

3. Адаптовані методи теорії розпізнавання образів для виявлення маргінальних думок А/Д, що дало можливість отримати дві незалежні групові системи переваг: основної групи ($m=24$), для якої коефіцієнт конкордації зріс на 34,2% і досяг величини $W=0,647$, і групи "маргіналів" ($m=11$), для якої цей коефіцієнт також є статистично вірогідним, не зважаючи на його досить малу величину $W=0,221$.

4. Подальші дослідження з проктивного оцінювання можливого впливу характерних помилок А/Д на БП при безпосередньому УПР слід проводити у таких напрямках:

– охоплення відповідним опитуванням усього контингенту А/Д Азербайджану, адже встановлено,

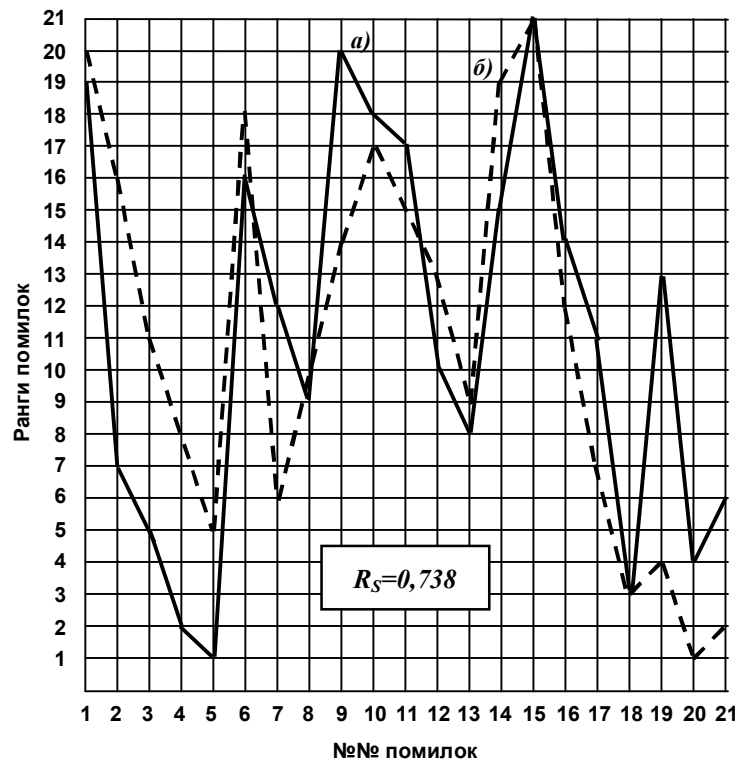


Рис. 5. Порівняльний аналіз систем переваг авіадиспетчерів основної групи (а) і "маргіналів" (б)

що 15 з 35 респондентів, які випадково були залучені до опитування безпосередньо перед початком тренажерної підготовки, допустили під час тренувань на 37% менше помилок, ніж інші;

- формування бази знань з реального прояву характерних помилок як у процесі безпосереднього УПР, так і у процесі тренувань на тренажерах, як обов'язкового модулю інтелектуальної системи підтримки рішень;

- моделювання на тренажерах повітряної обстановки, що провокує прояв характерних помилок, і відповідних антидотів з їх додання.

Література

1. Изучение роли человеческого фактора при авиационных происшествиях и инцидентах // Человеческий фактор: Сб. м-лов № 7.- Циркуляр ИКАО 240-AN/144.- Монреаль, Канада, 1993. – 76 с.

2. Рева А.Н. Человеческий фактор и безопасность полетов: (Проактивное исследование влияния) Монография / А.Н. Рева, К.М. Тумьшев, А.А. Бекмухамбетов; Науч. ред. А.Н. Рева, К.М. Тумьшев. - Алматы, 2007. – 242 с.

3. Руководство по предотвращению авиационных происшествий Док. ИКАО 9422 - AN / 923.- Монреаль, Канада, 1984.- 144 с.

4. Бабак В.П. Безпека авіації / В.П. Бабак, В.П. Харченко, В.О. Максимов та ін.; За ред. В.П. Бабака. – К.: Техніка, 2004. – 504 с.

5. Фундаментальные концепции человеческого

фактора // Человеческий фактор: Сб. м-лов №1.- Циркуляр ИКАО 216 AN / 131.- Монреаль, Канада, 1989.- 34с.

6. Рева А.Н. Последний рубеж обороны (Человеческий фактор: фундаментальные концепции ИКАО) / М.Ф. Давиденко, А.Н. Рева // Авиакомпания.- М., 1995 (пробный номер). – С. 23-28

7. Человеческий фактор в управлении и организации // Человеческий фактор: Сб. м-лов № 10.- Циркуляр ИКАО 247 – AN / 148.- Монреаль, Канада, 1993. – 47 с.

8. Человеческий фактор при управлении воздушным движением // Человеческий фактор: Сб. м-лов №8.- Циркуляр ИКАО 241 – AN / 145.- Монреаль, Канада, 1993. – 51с.

9. Основные принципы учета человеческого фактора в системах организации воздушного движения (АТМ).- Док. ICAO 9758-AN / 966.- Монреаль, Канада, 2000

10. ATM Contribution to Aircraft Accidents / Incidents - Review and Analysis of Historical Data // EURO-CONTROL - SRC DOC 2 / Edition : 4.0, 31 May 2005.

11. PHARE Ground Human Machine Interface (GHMI) project: Summary report//EUROCONTROL - PHARE/NLR/GHMI-7/FR/1.0/DOC 99-70-02

12. The Human Factors Case: Guidance for Human Factors Integration// EUROCONTROL - Edition 1.0 / 27.08.2004

13. Human Factors Module - A Business Case for Human Factors Investment // EUROCONTROL - HUM.ET1.ST13.4000-REP-02 / 13.12.1999

14. Горячев В.А. Новый подход к подготовке летного состава за рубежом / В.А. Горячев, Н.Н. Коростелева // Проблемы безопасности полетов: Ежемес. бюл. - М.: ВИНТИ, 1988. - №7. - С.3-12
15. Человеческий фактор в системе мер безопасности гражданской авиации: Doc. ICAO 9808 AN/765. - Монреаль, Канада, 2002.
16. Safety Management Manual (SMM): DOC ICAO 9859 – AN/460. - Montreal, Canada, : 2006.
17. Котик М.А. Психология и безопасность / М.А. Котик. - Таллин: Валгус, 1989. - 448 с.
18. Рева А.Н. Развитие практических методов оценки силы мотивов пилота-инструктора к безопасной деятельности / Рева А.Н. , М.Б. Исмаилов, М.А. Бухарбаев // Научные труды академии. – Кировоград: ГЛАУ, 1997. – С.115-118.
19. Рева А.Н. Система мотивов курсантов-пилотов к безопасной деятельности в особых случаях полета / А.Н. Рева, А.А. Бекмухамбетов // Перспективы развития гражданской авиации и подготовка высококвалифицированных кадров: Сб. тр. 1-й между. конф. / Под ред. проф. К.Б. Алдамжарова. – Алматы, 18-22 сент. 2000 г. – Алматы, 2000. – Ч. II. – С.114-123
20. Селезньов Г.М. Людський фактор та безпека польотів: мотивація авіадиспетчерів до безпечної діяльності / Г.М. Селезньов // Створення системи за-безпечення психологічної та психофізіологічної надійності персоналу. Організація та проведення психопро-філактичної роботи в органах внутрішніх справ Укр-раїни: матеріали III Всеукр. наук.-практ. семін. - К.: КЮІ МВС України, 2005.- С.129-136
21. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий: Пер. с польск. Г.Е. Минца, В.Н. Поруса / Под ред. Б.В. Бирюкова. – М.: Мир, 1979. – 504 с.
22. Акофф Р. О целеустремленных системах: Пер. с англ. Г. В. Рубальского / Р. Акофф, Ф. Эмери; Под. ред. И. А. Ушакова. - М.: Высш. шк., 1989. - 367 с.
23. Рева О.М. Людський фактор: помилки авіа-диспетчера та безпека польотів / О.М. Рева, Г.М. Селезньов, В.П. Колотуша // Проблеми авіонавігації: Тематич. зб. наук. пр. - Вип. II "Удосконалення процесів діяльності та професійної підготовки авіаційних операторів". - Кировоград: ДЛАУ, 1997. – С. 60-66.
24. Райчев С.Г. Вплив помилок авіадиспетчера на рівень безпеки повітряного руху Болгарии: Авто-реф. дис ... к.т.н. за спеціальністю 05.22.13 - "Наві-гація і управління повітряним рухом". – К.: НАУ, 2008.
25. Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т.т. Т.3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
26. Рева О.М. Прийняття рішень шляхом виявлення системи пріоритетів (переваг) авіаспеціаліста: методичні вказівки з курсу "Основи теорії прийняття рішень" / О.М.Рева. – Кировоград: ДЛАУ, 1997. – 18 с.
27. Психология труда: пер. со словац. / Петер, Крбатя, Й. Мюллер и др.; Общ. ред. и предисл. К.К. Платонова.– М.: Профиздат, 1979. – 216 с.
28. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: пер. с англ. Н.И. Ринго. / Л. Заде; Под ред. Н.Н. Моисеева, С.А. Орловского.- М.: Мир, 1976. – 165 с.
29. Евланов Л.Г. Экспертные оценки в управлении / Л.Г. Евланов, В.А. Кутузов. – М.: Экономика, 1978. – 133 с.
30. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
31. Блумберг В.А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В.А. Блумберг, В.Ф. Глуценко. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.
32. Тарасов В.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: Теория, синтез, эффективность / В.А. Тарасов, Б.М. Герасимов, И.А. Левин, В.А. Корнейчук. – К.: МАКИС, 2007. – 336 с.
33. Литвак Б.В. Экспертная информация. Методы получения и анализа / Б.В. Литвак. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.
34. Панкова Л.А. Организация экспертизы и анализ экспертной информации / Л.А. Панкова, А.М. Петровский, М.В. Шнейдерман. – М., 1984. – 117 с.
35. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 314 с.
36. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект / В.Г. Тоценко. – К. Наук. думка, 2002.- 381 с.
37. Самохвалов Ю.Я. Экспертное оценивание: Методический аспект / Ю.Я. Самохвалов, Е.М. Науменко. – К.: ДУИКТ, 2007. – 362 с.
38. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей: Приложения к представлению знаний в информатике / Пер. с франц. В.Б. Тарасова; Под ред. С.А. Орловского. – М.: радио и связь, 1990. – 288 с.
39. Вилкас Э.Й. Решения: Теория, информация, моделирование / Э.Й. Вилкас, Е.З. Майминас. – М.: Радио и связь, 1981. – 328 с.
40. Шапиро Д.И. Принятие решений в системах организационного управления: использование расплывчатых категорий / Д.И Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 184 с.
41. 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.
42. Чуев В.И. Прогнозирование количественных характеристик процессов / В.И. Чуев, Ю.Б. Михайлов, В.И. Кузьмин. - М.: Сов. радио, 1975. – 400 с.
43. Горелик А.А. Методы распознавания: Учеб. пос. для вузов / А.А. Горелик, В.А. Скрипкин. – М.: Высш. шк., 1977. – 222 с.

44. Васильев В.И. Распознающие системы: Справочник. – К.: Наук. думка, 1983. – 423 с.
45. Мандель И.Д. Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
46. Бабак В.П. Безопасность авиации / В.П. Бабак, Ю.П. Харченко, В.О. Максимов та ін.; За ред. В.П. Бабака. – К.: Техніка, 2004. – 584 с.
47. Рева О.М. Методи теорії розпізнавання образів у визначенні однорідності думок викладачів / О.М. Рева, М.В. Сидоров, Л.М. Липчанська, О.В. Висотчина // Наукові праці академії. – Кіровоград: ДЛАУ, 2004. – Вип. VIII. – С. 82-94.
48. Рева О.М. Методи розпізнавання образів у оцінюванні компетентності викладачів щодо пріоритетності індикаторів мотивів їхньої праці / О.М. Рева, І.М. Суворова // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – Вип. 6. – К.: НТУ, 2009. – С. 208-216.

Надійшла до редакції 19.05.2010

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

ПИЛОТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМ ПРЕДПОЧТЕНИЙ АВИАДИСПЕТЧЕРОВ АЗЕРБАЙДЖАНА НА ХАРАКТЕРНЫХ ОШИБКАХ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Ш.Ш. Насиров

Учитывая, что авиадиспетчеры, как и пилоты, также отнесены ICAO к "операторам переднего края", являющимися "последним рубежом обороны" в обеспечении надлежащего уровня безопасности полетов, в статье сформирован спектр из $n=21$ характерных ошибок, которые могут возникнуть в процессе управления воздушным движением. Их содержание наиболее полно и всесторонне относительно известных перечней учитывает современные реалии автоматизации рабочих мест авиадиспетчеров, а также авиационные происшествия и инциденты, состоявшиеся вследствие их проявления. Используя такой способ выявления систем предпочтений, как попарное сравнение и часть суммарной интенсивности, определены индивидуальные приоритеты, то есть значимость ошибок для $m=35$ авиадиспетчеров Азербайджана. Методами теории распознавания образов выявлены маргинальные мнения и построена статистически достоверная групповая система предпочтений, которая рассматривается как база знаний интеллектуального модуля поддержки решения инструктора тренажера.

Ключевые слова: безопасность полетов, человеческий фактор при управлении воздушным движением, значимость характерных ошибок, системы предпочтений авиадиспетчеров.

THE PILOT DEFINITION OF THE SYSTEMS OF THE PREFERENCES OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS OF AZERBAIJAN ON CHARACTERISTIC ERRORS IN MANAGERIAL PROCESS BY AN AIR TRAFFIC

S.S. Nasirov

Considering that air traffic controllers, as well as pilots, also are carried by ICAO as an "operators of the front line", being "final line of defence" in the keeping of appropriate level of the flight safety, the spectrum of the specific errors ($n=21$), which can arise from managerial process by an air traffic is formed in the article. Their content in to and comprehensively, concerning known lists considers the modern realities of automation of the workplaces of the air traffic controllers, and also aviation accidents and incidents, which have taken place owing to their display. Using such way of revealing of systems of preferences as paired comparison and as a part of total intensity, individual priorities are defined, that is the importance of errors for $m=35$ of the air traffic controllers of Azerbaijan. The marginal opinions by methods of the theory of recognition of image,s and the statistically reliable generic system of the preferences, which is considered as the knowledge base of the intellectual module of support of the decision of the instructor of a training apparatus is constructed.

Keywords: flight safety, the human factor at an air traffic control, the importance of the distinctive errors, systems of preferences of air traffic controllers.

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