

УДК 656.7.08 : 614.8

Ш.Ш.НАСИРОВ

*Головний центр єдиної системи управління повітряним рухом
Азербайджанської Республіки, м. Баку*

**БАГАТОКРОКОВА ПРОЦЕДУРА ВИЯВЛЕННЯ
СТАТИСТИЧНО-УЗГОДЖЕНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ
АВІАДИСПЕТЧЕРІВ НА МНОЖИНІ ХАРАКТЕРНИХ ПОМИЛОК
ЇХ ДІЯЛЬНОСТІ**

Враховуючи вплив авіаційних операторів «переднього краю» на безпеку польотів і сучасні концепції ІКАО щодо управління чинниками загроз і помилок в їх професійній діяльності, реалізована багатокрокова процедура отримання статистично-вірогідної і узгодженої групової системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок. Процедура реалізується шляхом послідовного відкидання маргінальних думок і доведення значення коефіцієнту конкордації Кендалла, що при цьому обчислюється, до потрібного критеріального рівня.

Учитывая влияние авиационных операторов «переднего края» на безопасность полетов и современные концепции ИКАО по управлению факторами угроз и ошибок в их профессиональной деятельности, реализована многошаговая процедура получения статистически достоверной и согласованной групповой системы предпочтений авиадиспетчеров на множестве характерных ошибок. Процедура реализуется путем последовательного отбрасывания маргинальных мнений и доведения значения вычисляемого при этом коэффициента конкордации Кендалла до критеріального уровня.

Taking into account influence of aviation operators of "cutting edge" on safety of flights and modern conceptions of ICAO on a management by the factors of threats and errors in their professional activity, multistep procedure of receipt statistically of the reliable and concerted group system of preferences of air traffic controllers is realized on the great number of characteristic errors. Procedure will be realized by the successive casting-out of marginal opinions and leading of value of the coefficient of Kendall's concordance calculated here to the criterion level.

Ключові слова: безпека польотів, людський чинник, значущість характерних помилок авіадиспетчерів, узгодженість групової системи переваг, маргінальні думки.

На теперішній час загально визнана провідна роль авіаційних операторів «переднього краю» (диспетчерів обслуговування повітряного руху (ОПР), членів льотного екіпажу) в забезпеченні безпеки польотів (БП) [1-3]. І по мірі зростання надійності авіаційної техніки (АТ), радіотехнічних засобів (РТЗ) ОПР одночасно зростає значущість їх помилок, статистика яких має, на превеликий жаль, хибну динаміку. Тільки в США за три роки (2007-2010) було виявлено на 81% більше помилок диспетчерів ОПР (ДОПР), внаслідок чого літаки все частіше опинялися на небезпечній відстані один від одного. Причому загальний обсяг повітряних перевезень в цій країні знизився у вказаний період на 10%. У минулому 2011 р. кількість зареєстрованих помилок ДОПР, які могли призвести до трагічних наслідків, збільшилася майже у два рази і склала величину 44 (в 2008 р. – 28). Загальна кількість помилок, включаючи і

не критичні, в минулому році склала біля двох тисяч [4].

В нормативних документах ІСАО помилка визначається як «дія чи бездіяльність диспетчера управління повітряним рухом (УПР), що призводять до відхилення їх наслідків від організаційно обумовлених, або очікуваних чи запланованих результатів» [5]. При цьому неконтрольовані і/або неправильно контрольовані помилки часто призводять до небажаних станів. Тому помилки в професійній діяльності сприяють зниженню порогових рівнів БП і збільшенню імовірності виникнення небажаної події.

Враховуючи наведене, ІСАО було розроблено спеціальну концепцію контролю чинників загрози і помилок (рис.1) [5] і визначено, що система управління БП (СУБП) при ОПР має передбачати такі заходи [6, 7]:

- контроль за рівнями БП в цілому і виявлення будь-яких несприятливих тенденцій;
- аналіз діяльності органів ОПР, що пов'язаний з БП;
- оцінку БП у зв'язку з реорганізацією повітряного простору, що планується, впровадженням нових систем обладнання або засобів і у зв'язку з введенням нових або змінених правил ОПР;
- механізм визначення необхідності введення заходів підвищення БП.

Виходячи з наведеного, наповнення блоків рис.1 конкретним змістом загроз і помилок, особливо внаслідок дії людського чинника (ЛЧ), задля встановлення їх системних закономірностей і проведення адекватних за ефективністю профілактичних заходів є перманентно актуальною науковою і практичною проблемою.

Зрозуміло, що заходи протидії погрозам і помилкам мають базуватися, у тому числі, на вміннях ДОВД застосовувати під час професійної діяльності такі процедури і технології, щоб ці погрози, помилки і небажані стани не призвели до зниження порогового рівня БП при ОПР. При цьому незвичайно важливим є навчання ДОПР розпізнаванню загроз, помилок і небажаних станів в керованому ними повітряному просторі, хоча б на типових прикладах. А далі, по мірі накопичення відповідного досвіду безпосереднього УПР та тренажерної підготовки, діяльність ДОПР буде все більше набувати рис так званого «режиму синхронного генератора», якій вважається найвищим рівнем майстерності в операторській діяльності будь-якого профілю [8, 9]. Саме тому ІСАО узагальнила відповідний досвід виявлення найбільш характерних помилок (табл.1), що є, за суттю, одним із загальноновизнаних і незвичайно ефективних проактивних заходів забезпечення БП [10-13]. І саме таким чином фактично реалізується відома латинська приказка «Praemonitus praemunitus» («Хто попереджений, той озброєний»).

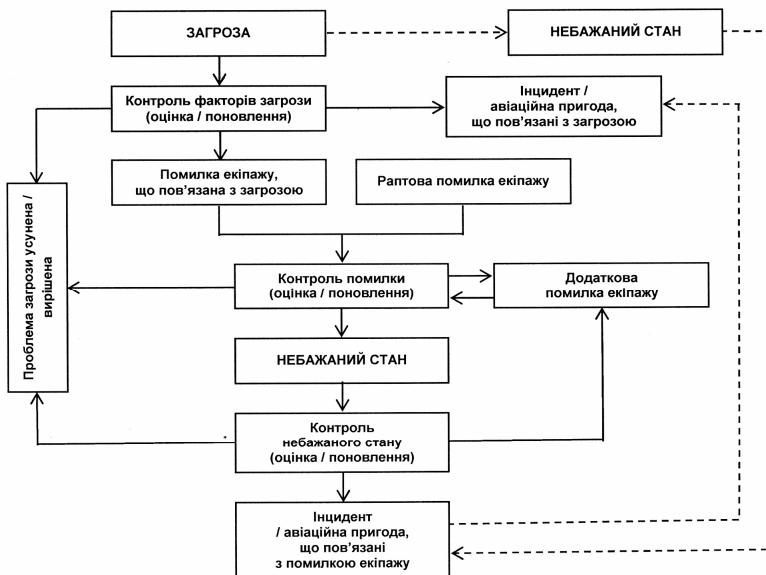


Рис.1 – Концепція ІСАО щодо контролю чинників загрози і помилок

Прикладами заходів з попередження загрози і помилок можуть служити, скажімо, контрольні карти, інструктажі і стандартні експлуатаційні процедури (SOPs), а також індивідуальні стратегічні і тактичні прийоми льотної експлуатації повітряних суден чи ОПР. Цікаво відзначити, що льотні екіпажі, як було встановлено за наслідками спостережень, в ході виконання польоту приділяють багато часу й енергії вживанню заходів протидії з метою забезпечення порогового рівня БП. Емпіричні спостереження, проведені в ході підготовки і перевірок, свідчать про те, що більше 70% свого робочого часу льотні екіпажі витрачають на діяльність, пов'язану з вживанням заходів протидії. Ймовірно аналогічний сценарій застосовний і до ОПР [5]. Причому, як було встановлено, ДО-ПР значно більшу загрозу бачать в своїх неправильних діях, ніж в наслідках відмов РТЗ ОПР [14].

Спираючись на дані табл.1, світову і регіональну статистику авіаційних пригод (АП) і інцидентів в аеронавігаційних системах, а також особливості ОПР в повітряному просторі Азербайджанської Республіки, автором був сформований перелік найбільш характерних диспетчерських помилок (табл.2), який набагато повніше і всебічніше (стосовно відомого переліку [14]) розглядає відповідні дії.

Таблиця 1 – Пропонована ІСАО ілюстрація помилок при управлінні повітряним рухом [5]

Вид і джерела помилок	Характер помилок
Помилки через неправильну експлуатацію устаткування	– Використання радіолокатора: вибір невідповідного джерела радіолокації; вибір неправильного масштабу дальності; вибір неправильного режиму (ВОРЛ вкл. / викл, режиму С вкл./викл.).
	– Автоматизація: введення неправильних даних в АСУ.
	– Устаткування радіозв'язку / внутрішньому зв'язку: неправильний вибір частоти; вибір неправильної клавіші / адреси на панелі управління внутрішнього зв'язку; робота на передачу повідомлення в ході ведення іншої передачі.
	– Стріпи ходу польоту: неправильне розміщення стрипов на планшеті ходу польоту; розміщення стрипов в неправильних стрипоутримувачах (колірне кодування); непередача стрипов відповідному диспетчерові.
Процедурні помилки	– Передача управління на робочому місці: пропущені / неправильні елементи; поспішна передача управління; відхід з робочого місця до того, як новий диспетчер буде готовий прийняти управління.
	– Інформація: ненадання або невчасне надання пілотам інформації про схему заходу на посадку / вильоту; недоведення або невчасне доведення до пілотів інформації про погоду / ATIS; недоведення або невчасне доведення до пілотів інформації про стан навігаційних засобів.
	– Документація: використання неправильних карт заходу на посадку / вильоту; непрочитання матеріалу, що був поданий на інструктажі.
	– Контрольні переліки: пропущені пункти; невикористання контрольного переліку або використання в невідповідний час.
	– Мінімуми ешелонування: застосування неправильного мінімуму ешелонування (наприклад, ешелонування без урахування турбулентності в спутному сліді).
Помилки зв'язку	– Орган УПР - пілоти: пропущені виклики; неправильне тлумачення запитів; неправильна відповідь того, що слухає; надання неправильної інформації відносно диспетчерського дозволу, РД, перону або ВПП.
	– Диспетчер - диспетчер: незрозуміння або неправильне тлумачення повідомлень, передаваних усередині органу УПР; неправильне розуміння або неправильне тлумачення повідомлень, передаваних в ході координації із зовнішнім партнером.

Таблиця 2 – Характерні помилки авіадиспетчерів у процесі безпосереднього управління повітряним рухом

Пом. _i	Зміст помилки
1	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,

1	2
	що перетинаються
Пом.6	Безадресна 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 стрип літерно-цифрової інформації (можливість двоякої інтерпретації)
Пом.15	Неекономічне управління повітряним рухом
Пом.16	Порушення процедури прийому і здачі чергування
Пом.17	Не відображення на стріпі виданих команд щодо зміни висоти або напрямку польоту
Пом.18	Спроба керувати повітряним судном після спрацьовування 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 у використанні повітряного простору

В роботах [15, 16] наведено результати пілотних досліджень з виявлення індивідуальних і групових систем переваг ДОПР на множині досліджуваних помилок (табл.2), а також кількісних показників коефіцієнтів важливості (ваги, значущості) помилок. В цих публікаціях, зокрема встановлено, що для вихідної вибірки з $m = 35$ респондентів-авіадиспетчерів отримана групова система переваг матиме вигляд:

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

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

Для системи переваг (1) був обчислений коефіцієнт множинної рангової кореляції – коефіцієнт конкордації за Кендаллом [17-23], величини

на якого $W = 0,482$ є статистично вірогідною, як це було з'ясоване за допомогою критерію χ^2 -квадрат. 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 ДОПР у груповій системі переваг. Тому, з іншого боку, звичайно накладається обмеження і на саму величину коефіцієнту конкордації [23]:

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

Як можна побачити, умова (2) не виконується:

$$W_{\text{емп.}} = 0,482 < 0,7,$$

що призвело до застосування методів теорії розпізнавання образів [3, 24-27] для визначення і відокремлення «маргінальних» думок.

Внаслідок реалізації відповідних процедур було встановлено, що вихідну вибірку з $m = 35$ випробуваних слід поділити на дві підгрупи:

– основна підгрупа A об'єднує $m_A = 24$ авіадиспетчерів, узагальнення індивідуальних думок яких призвело до зростання коефіцієнту конкордації за Кедаллом для групової системи переваг на 34,2% ($W_A = 0,647$). Причому, хоча емпіричне значення коефіцієнту і виявилося статистично вірогідним, однак умова (2) не виконується;

– підгрупа B об'єднує $m_B = 11$ ДОПР-«маргіналів», узагальнення індивідуальних думок яких призвело до вкрай невеликого за абсолютною величиною ($W_B = 0,221$), але ж статистично-вірогідного значення коефіцієнту конкордації. Тому умова (2) тим більше не виконується.

Зазначимо, що на абсолютне значення коефіцієнта конкордації може негативно вплинути, по-перше, значна варіативність думок респондентів, що пов'язана як з великою кількістю альтернатив, що впорядковуються, так і з унікальним особистим досвідом безпосереднього УПР. По-друге, великий обсяг самої вибірки респондентів-авіадиспетчерів, що залучалися до опитування. По-третє, при визначенні групової системи переваг була застосована така стратегія групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів [28, 29]. Тому, враховуючи ще й невеликий обсяг вибірки підгрупи B , наведене й призвело до отримання «ризикованих», за визначенням [29-31], середніх рангів, що також вплинуло на величину коефіцієнту конкордації, що був обчислений для узагальнених думок цієї підгрупи. Враховуючи наведене, метою статті є проведення досліджень з охоплення опитуванням більшої кількості ДОПР задля виявлення їх індивідуальних систем переваг на множині характерних помилок, подальше багатокрокове редукування вихідної вибірки для

отримання і статистично-вірогідних, і прийнятних за абсолютною величиною коефіцієнтів конкордації для підгруп *A* і *B*, що визначається відповідним алгоритмом (рис.2).

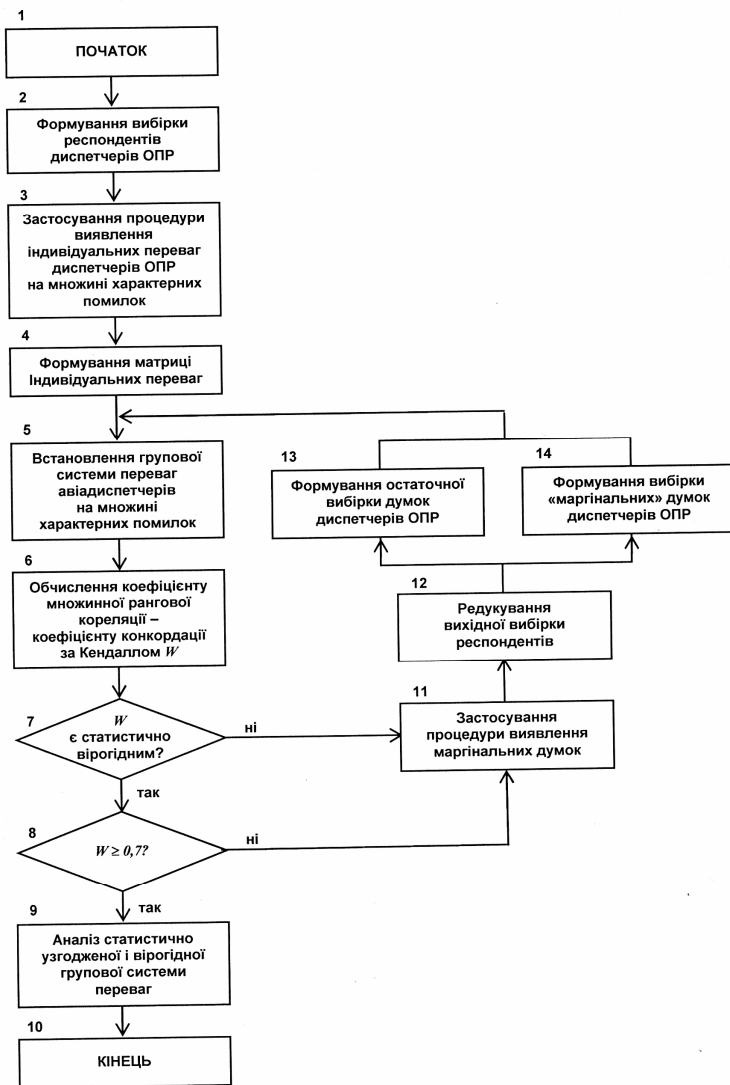


Рис.2 – Багатокроковий алгоритм виявлення групової системи переваг диспетчерів ОПР на множині характерних помилок

Ще раз зазначимо, що «маргінальні» думки деяких авіадиспетчерів щодо значущості (з точки зору негативного впливу на БП) помилок у професійній діяльності можна пояснити не тільки звичайними ляпсусами чи недостатньою обізнаністю на методах інженерії їх знань, але ж і дійсно унікальним особистим досвідом безпосереднього УПР, що й знайшло відповідне відображення в індивідуальних системах переваг, які суттєвим чином відрізняються від «правильних» думок більшості випробуваних. Тому має значний науковий і практичний інтерес узагальнення таких думок і виявлення ступеня їх узгодженості (блок №14 на рис.2).

Зазначене прагнення до збільшення і в подальшому – доведення майже до абсолютного обсягу (стосовно загальної кількості авіадиспетчерів Азербайджану) вибірки випробуваних ДОПР є цілком закономірним і підтверджується таким [15]: респонденти, які випадково були залучені до опитування безпосередньо перед початком тренажерної підготовки, допустили під час тренувань на 37% менше помилок, ніж інші. Вважаємо, що це в цілому підтверджує вищенаведену тезу про необхідність спеціального навчання авіадиспетчерів розпізнаванню хоча б типових помилок в їх професійній діяльності. Адже дійсно, попарно порівнюючи альтернативи-помилки, кожний випробуваний має здійснити $n \cdot (n - 1) / 2 = 210$ таких порівнянь, що дійсно сприяє запам'ятовуванню і розпізнаванню характеру помилок. І саме тому ми в процесі досліджень не прагнули сформувати вибірку обстежуваних виключно з представників диспетчерського персоналу найвищої професійної майстерності (керівники польотів і диспетчерських змін, старші диспетчери, диспетчери-інструктори тощо), які за формальними ознаками є «тонкими вимірювачами» особливостей процесів ОПР.

Реалізація багатокрокової процедури встановлення статистично-вірогідної і узгодженого групової системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок. Застосовуючи попарне порівняння і тойсамий спосіб виявлення переваги через частину сумарної інтенсивності, що були детально розглянуті автором в праці [15], були встановлені індивідуальні переваги ще п'ятнадцятьох ДОПР єдиної системи УПР Азербайджанської Республіки. Таким чином, загальний обсяг вихідної вибірки опитуваних складає вже $m = 35 + 15 = 50$ осіб, для яких встановлена така вихідна групова система переваг на множині характерних помилок (табл.2), якій відповідають ранги графі 2 табл. 3.

І оскільки обчислене при цьому значення коефіцієнту конкордації Кендалла є статистично вірогідним (див. останні три рядки табл.3, що відповідають графі 2), однак не виконується умова (2), то, спираючись

на алгоритм, поданий на рис.2, для виявлення маргінальних думок і звільнення від них групової системи переваг були послідовно застосовані вищезгадані процедури розпізнавання образів, які пройшли добру апробацію в [15, 31-34]. Відповідні результати подано в графах 3, 4 табл.3.

Таблиця 3 – Динаміка позбавлення від маргінальних думок в групових системах переваг

Пом. _i	Системи переваг авіадиспетчерів						
	основної групи			маргінальної групи			
	m=50	m=39	m=27	m=23	m=17	m=15	m=14
Пом. ₁	19	15	15	21	21	21	21
Пом. ₂	7	6	7	11	9	9	8
Пом. ₃	5	5	5	6	6	5	5
Пом. ₄	3	3	3	3	3	2	2
Пом. ₅	2	2	2	2	2	1	1
Пом. ₆	18	18	17	18	18	17	19
Пом. ₇	11	11	10,5	9	12	10	12
Пом. ₈	9	10	9	8	8	8	9
Пом. ₉	16	20	19	14	17	15	18
Пом. ₁₀	20	19	20	16	15	16	15
Пом. ₁₁	15	17	18	15	14	14	14
Пом. ₁₂	12	12	12	12	11	11	11
Пом. ₁₃	8	7	8	10	10	12	10
Пом. ₁₄	17	16	16	19	19	20	20
Пом. ₁₅	21	21	21	20	20	19	16,5
Пом. ₁₆	14	13	13	17	16	18	16,5
Пом. ₁₇	10	9	10,5	7	7	7	7
Пом. ₁₈	1	1	1	1	1	3	3
Пом. ₁₉	13	14	14	13	13	13	13
Пом. ₂₀	4	4	4	4	4	4	4
Пом. ₂₁	6	8	6	5	5	6	6
W	0,492	0,643	0,729	0,306	0,446	0,478	0,496
$\chi^2_{\text{факт.}}$	491,91	501,615	393,542	140,568	151,636	143,267	138,805

ПРИМІТКА: $\chi^2_{\text{табл.}} = \chi^2_{k=20; \alpha=1\%} = 40,00$

Отримані результати полягають в наступному.

Знадобилося провести дві ітерації для послідовного звільнення від маргінальних думок і формування остаточного складу респондентів умовної підгрупи А, узагальнена система переваг яких на множині характерних помилок є настільки узгодженою, що обчислене емпіричне значення коефіцієнта множинної рангової кореляції – коефіцієнту конкордації Кендалла задовольняє вимозі (2). Причому на першій ітерації виявилось 11 маргіналів (авіадиспетчери №7, 10, 19, 22, 24, 28, 31, 33, 34, 35, 38), а на другій ітерації до числа маргінальних були додані думки ще 12 ДОПР (№3, 4, 8, 9, 11, 18, 21, 25, 27, 29, 32, 49).

Таким чином, остаточна вибірка формується $m=27$ респондентами,

групова система переваг яких (графа 4 табл.3) є незвичайно узгодженою, оскільки обчислене емпіричне значення коефіцієнта конкордації не тільки статистично вірогідне, але ж і досягло потрібного критеріального рівня.

Зазначену систему переваг можна подати в такому формальному вигляді:

$$\begin{aligned}
 & \text{Пом.}_{m=27,18} \succ \text{Пом.}_{m=27,5} \succ \text{Пом.}_{m=27,4} \succ \text{Пом.}_{m=27,20} \succ \text{Пом.}_{m=27,3} \succ \text{Пом.}_{m=27,21} \succ \\
 & \text{Пом.}_{m=27,2} \succ \text{Пом.}_{m=27,13} \succ \text{Пом.}_{m=27,8} \succ \text{Пом.}_{m=27,7} \approx \text{Пом.}_{m=27,17} \succ \text{Пом.}_{m=27,12} \succ \\
 & \text{Пом.}_{m=27,16} \succ \text{Пом.}_{m=27,19} \succ \text{Пом.}_{m=27,1} \succ \text{Пом.}_{m=27,14} \succ \text{Пом.}_{m=27,6} \succ \text{Пом.}_{m=27,11} \succ \\
 & \text{Пом.}_{m=27,9} \succ \text{Пом.}_{m=27,10} \succ \text{Пом.}_{m=27,15}
 \end{aligned} \quad (3)$$

де $\succ_{m=27}$, $\approx_{m=27}$ – відповідно позначки переваги і еквівалентності у груповій системі переваг на множині характерних помилок, що утворюється думками $m = 27$ експертів-ДОПР.

Таким чином, забезпечені формальні умови для подальшого застосування системи переваг (3) в дослідженнях, скажімо, з визначення коефіцієнтів ваги характерних помилок, чи з розробки експертної системи підтримки рішення інструктора тренажера.

Однак, має незвичайний інтерес визначення групової системи переваг на множині характерних помилок шляхом узагальнення думок $m = 23$ респондентів-ДОПР, які за результатами попередніх обчислень були віднесені до категорії експертів з маргінальними думками і утворюють умовну підгрупу B , про яку йшлося я вище. Відповідні результати подані у графах 5-8 табл.3. Розглянемо їх докладніше.

На першій ітерації статистично-маргінальними були визнані думки шістьох ДОПР (№7, 10, 22, 31, 34, 35), на другій – двох (№19, 33), на третій – одного (№24). На четвертій ітерації застосована процедура не виявила осіб з маргінальними думками, тому остаточна вибірка маргіналів формується $m = 14$ експертами-ДОПР.

Перевірка за допомогою критерію χ^2 -Пірсона встановила, що усі коефіцієнти конкордації Кендалла, що були обчислені для кожної ітерації (табл.3), є статистично-вірогідними, однак навіть найбільший з них не задовольняє умові (2). З іншого боку, як було вищезазначено, на останній ітерації не було виявлено жодної маргінальної думки, тому в подальших дослідженнях було б доцільно орієнтуватися на більш досконали методи теорії розпізнавання образів [32, 33].

Отже, остаточна групова система переваг диспетчерів-маргіналів на

множині характерних помилок їх діяльності матиме такий вигляд:

$$\begin{array}{cccccccccccccccc}
 \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} \\
 \text{Пом.}_5 & \succ & \text{Пом.}_4 & \succ & \text{Пом.}_{18} & \succ & \text{Пом.}_{20} & \succ & \text{Пом.}_3 & \succ & \text{Пом.}_{21} & \succ & \text{Пом.}_{17} & \succ & & & \\
 \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & & & \\
 \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} \\
 \succ & \text{Пом.}_2 & \succ & \text{Пом.}_8 & \succ & \text{Пом.}_{13} & \succ & \text{Пом.}_{12} & \succ & \text{Пом.}_7 & \succ & \text{Пом.}_{19} & \succ & \text{Пом.}_{11} & \succ & & \\
 \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \\
 \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} & & \text{marg.} \\
 \succ & \text{Пом.}_{10} & \succ & \text{Пом.}_{15} & \approx & \text{Пом.}_{16} & \succ & \text{Пом.}_9 & \succ & \text{Пом.}_6 & \succ & \text{Пом.}_{14} & \succ & \text{Пом.}_1 & \succ & & \\
 \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \text{m=14} & & \\
 \text{marg} & \text{marg} & & & & & & & & & & & & & & & \\
 \text{m=14} & \text{m=14} & & & & & & & & & & & & & & &
 \end{array}$$

де \succ , \approx – відповідно позначки переваги і еквівалентності у груповій системі переваг на множині характерних помилок, що утворюється думками $m = 14$ диспетчерів-маргіналів.

Рис.3 дає наочне уявлення про збіг / незбіг думок представників основної і маргінальної групи у відповідних узагальнених системах переваг (вирази (3), (4), а також граfi 4, 8 табл.3). Для статистичної оцінки цього збігу / незбігу був обчислений коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, значення якого ($R_S = 0,897$) є позитивним і майже не абсолютне за величиною і є статистично-вірогідним, як показала перевірка за допомогою t -критерію Стьюдента.

Таким чином, системи переваг (3) і (4), що порівнюються, слід вважати еквівалентними, в яких збіг думок є закономірним, а незбіг – випадковим. І знову ж привернемо увагу до унікального особистого досвіду представників остаточно сформованої групи «маргіналів», варіативність якого суттєвим чином вплинула на ступінь узгодженості їх думок.

Встановлено також, що 12 з 14 представників підгрупи В мають незвичайно високу професійну кваліфікацію (старші диспетчери, диспетчери-інструктори) і дійсно мають досвід долання небезпек в ОПР, що пояснюються впливом людського чиннику.

Вкажемо також, що 9 осіб (18%) знаходяться поза межами цих двохсформованих підгруп основної вибірки випробуваних і утворюють підгрупу С. Узагальнення їх думок привело до отримання коефіцієнта конкордації, який не є статистично вірогідним. Більш того, перевірка, що була проведена за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена і t -критерія Стьюдента, дозволила виявити, що їх індивідуальні системи переваг щодо значущості характерних помилок також статистично-вірогідно не збігаються поміж собою.

Проведення співбесіди з представниками підгрупи С дозволило встановити, що їх маргінальні думки можна пояснити або недостатнім професійним досвідом УПР, або звичайними ляпсусами, необізнаністю на методах інженерії знань, що були застосовані, або низькою мотиваці-

сю на випробування внаслідок, скажімо, побоювання соціального покарання за «неправильні» відповіді. Враховуючи вплив помилок авіадиспетчерів на БП, в подальших дослідженнях слід розробити спеціальну особистісно-орієнтовану програму професійної підготовки представників підгрупи С.

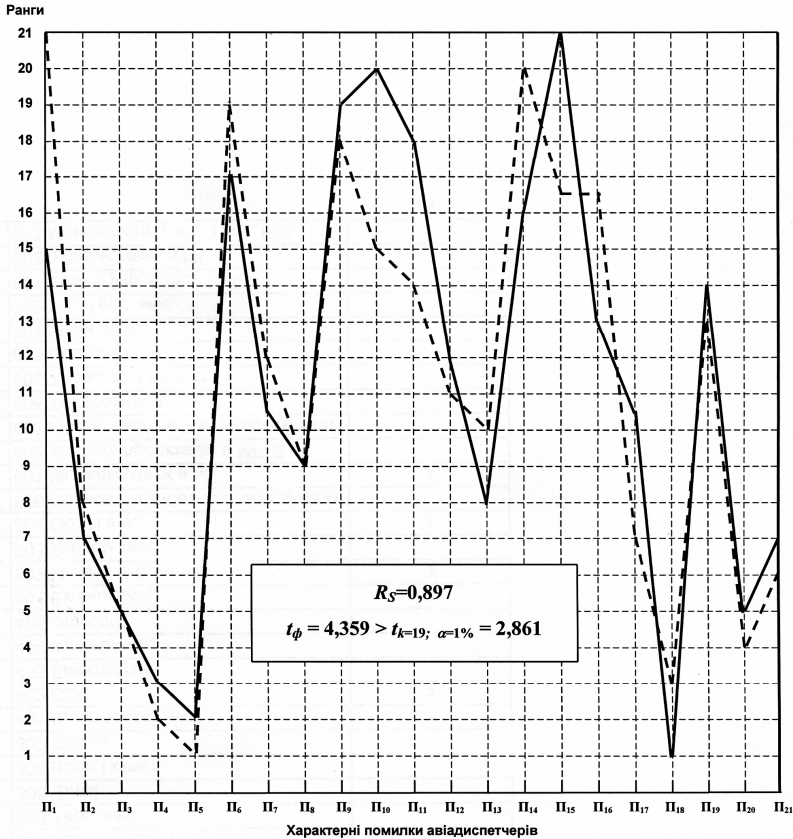


Рис.3 – Порівняльний аналіз важливості та значущості характерних помилок авіадиспетчерів:

————— – в системі переваг представників основної групи;
 - - - - - – в груповій системі переваг «маргіналів».

Висновки

1. Реалізована багатокрокова процедура отримання статистично-вірогідної і узгодженої групової системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок. Процедура реалізується шляхом послі-

довного застосування методів теорії розпізнавання образів для відкидання маргінальних думок і доведення значення коефіцієнту конкордації Кендалла, що при цьому обчислюється, до потрібного критеріального рівня.

2. За результатами досліджень встановлено, що вихідна вибірка з $m = 50$ респондентів-авіадиспетчерів може бути розбита на три підгрупи:

– підгрупа *A* узагальнює ставлення більшості випробуваних ($m = 27$) до значущості характерних помилок в їх професійній діяльності, утворює статистично-вірогідну систему переваг з високим ступенем узгодженості, оскільки отримане емпіричне значення коефіцієнта конкордації Кендалла задовольняє за величиною встановленим критеріальним вимогам;

– підгрупа *B* узагальнює нібито «маргінальні» думки $m = 14$ диспетчерів ОПР, які, тим не менше, мають внутригрупову статистично-вірогідну узгодженість, хоча отримане емпіричне значення коефіцієнта конкордації за абсолютною величиною неповною мірою відповідає критеріальним вимогам.

Примітним є те, що системи переваг, визначені для обох підгруп *A* і *B* статистично-вірогідно збігаються (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена досягає незвичайно високого значення $R_s = 0,897$). Це свідчить про правильність тези, що була попередно висунута і стосувалася припущення щодо впливу на маргінальність унікального особистого досвіду безпосереднього УПР деяких випробуваних. Встановлено, що 12 з 14 представників підгрупи *B* мають незвичайно високу професійну кваліфікацію (старші диспетчери, диспетчери-інструктори) і дійсно мають досвід долавання небезпек в ОПР, що пояснюються впливом людського чиннику.

– підгрупа *C* узагальнює думки $m = 9$ ДОПР, які не збігаються поміж собою у її межах, а їх узагальнення призвело до отримання коефіцієнта конкордації, якій не є статистично вірогідним. Встановлено, що такі думки слід вважати наслідком або недостатнього професійного досвіду УПР чи звичайними лялусами, необізнаністю на методах інженерії знань, що були застосовані або низькою мотивацією на випробування внаслідок, скажімо, побоювання соціального покарання за «неправильні» відповіді.

3. Подальші дослідження з впливу помилок ДОПР на БП слід проводити у напрямках:

– розробки спеціальної особистісно-орієнтованої програми професійної підготовки представників підгрупи *C*;

– 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.

– встановлення етимології виникнення помилок, особливо їх можливого зв'язку з психофізіологічними і психологічними якостями А/Д.

1.Руководство по предотвращению авиационных происшествий: Док. ИКАО 9422 - AN / 923. – Монреаль, 1984. – 144 с.

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

3.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.

4.<http://news.mail.ru/economics/6739308/>.

5.Контроль факторов угрозы и ошибок (КУО) при управлении воздушным движением: Циркуляр ИКАО 314-AN/178. – Монреаль, 2008.

6.Организация воздушного движения: (правила полетов): Doc. ICAO 4444-ATM / 501. – 15-е изд. – Монреаль, 2007.

7.Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). – 2-е изд. – Doc. ICAO AN/474. – Монреаль, 2009.

8.Шеридан Т.Б. Системы человек-машина: Модели обработки информации, управления и принятия решений человеком-оператором: Пер.с англ. / Т.Б. Шеридан, У.Р. Ферел; под ред. К.В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1980. – 400 с.

9.Рева О.М. Проблеми формування у пілота навичок долання наслідків відмов авіаційної техніки в режимі синхронного генератора / О.М. Рева, С.О. Дмитрієв, О.М. Дмитрієв // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т "ХАІ", 2009. – №2. – С.97-102.

10.Human Factors Module – A Business Case for Human Factors Investment: Doc. HUM.ET1.ST.13.4000-REP-02. European Organization for the Safety of Air Navigation.

11.Основные принципы учета человеческого фактора в системах организации воздушного движения (АТМ). (Doc. 9758-AN/966). – 1-е изд. – Монреаль: ICAO, 2000. – 156 с.

12.Рева О.М. Проактивне оцінювання ставлення льотного персоналу до ризику та безпечної діяльності / О.М. Рева // Вісник Нац. авіаційного ун-ту. – К.: НАУ, 2007. – №2. – С.36-42.

13.Рева О.М. Проактивне управління ризиками за людським фактором у цивільній авіації / О.М. Рева, Осадчий С.І., О.М. Медведенко, Ю.М. Фоменко // Залізничний транспорт України. –2008. – № 6. – С.54-59.

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

15.Насиров Ш.Ш. Пілотне визначення систем переваг авіадиспетчерів Азербайджану на характерних помилках в процесі управління повітряним рухом / Ш.Ш. Насиров // Авіаційно-космічна техніка і технологія: наук.-техн. ж. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2010. – №7. – С.124-134.

- 16.Насиров Ш.Ш. Визначення коефіцієнтів важливості характерних помилок авіадиспетчерів в процесі управління повітряним рухом / Ш.Ш. Насиров // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2011. – №9. – С.195-201.
- 17.Евланов Л.Г. Экспертные оценки в управлении / Л.Г. Евланов, В.А. Кутузов. – М.: Экономика, 1978. – 133 с.
- 18.Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
- 19.Блюмберг В.А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В.А. Блюмберг, В.Ф. Глушенко. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.
- 20.Литвак Б.В. Экспертная информация. Методы получения и анализа / Б.В. Литвак. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.
- 21.Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. Т.3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
- 22.Самохвалов Ю.Я. Экспертное оценивание: Методический аспект / Ю.Я. Самохвалов, Е.М. Науменко. – К.: ДУИКТ, 2007. – 362 с.
- 23.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.
- 24.Чув В.И. Прогнозирование количественных характеристик процессов / В.И. Чув, Ю.Б. Михайлов, В.И. Кузьмин. – М.: Сов. радио, 1975. – 400 с.
- 25.Горелик А.А. Методы распознавания / А.А. Горелик, В.А. Скрипкин. – М.: Высш. шк., 1977. – 222 с.
- 26.Васильев В.И. Распознающие системы: Справочник. – К.: Наук. думка, 1983. – 423 с.
- 27.Мандель И.Д. Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
- 28.Козелецкий Ю. Психологическая теория решений: Пер. с польск. Г.Е. Минца, В.Н. Поруса / Ю. Козелецкий; под ред. Б.В. Бирюкова. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с.
- 29.Рева О.М. Колективні рішення у невеликій групі авіаційних операторів: Конспект лекцій з курсу “Основи теорії прийняття рішень” / О.М. Рева. – Кіровоград: ДЛАУ, 1998. – 33 с.
- 30.Мушик Э. Методы принятия технических решений: Пер. с нем. В.М. Ивановой / Э. Мушик, П. Мюллер. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
- 31.Рева О.М. Прийняття рішень в умовах небезпеки і ризику: Конспект лекцій з курсу "Основи теорії прийняття рішень" / О.М. Рева, Т.Ф. Шмельова. – Кіровоград: ДЛАУ, 1998. – 52 с.
- 32.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.
- 33.Рева О.М. Розвиток процедур застосування методів розпізнавання образів для визначення маргінальності думок учасників навчально-виховного процесу / О.М. Рева, О.В. Тімець // *Вища освіта України: теоретич. та наук.-метод часопис. Тематич. вип. "Вища освіта України в контексті інтеграції до європейського освітнього простору"*: Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. – Сер. «Педагогіка». – К.: Гнозис. – 2009. – Додаток 4. – Т. III. – С.459-470.
- 34.Рева О.М. Застосування коефіцієнтів важливості альтернатив для встановлення маргінальності думок експертів / О.М. Рева, О.Б. Павлів // *Формування ринкової економіки*: Наук. зб. Вип.24. – К.: КНЕУ, 2010. – С.531.

Отримано 12.03.2012