

УДК 656.7.084.17(08)

О.М. РЕВА<sup>1</sup>, Г.М. СЕЛЕЗНЬОВ<sup>2</sup><sup>1</sup> *Кіровоградський національний технічний університет,*<sup>2</sup> *Авіакомпанія "ЄЕС-Авіа"*

## МОДЕЛЬ ПРОБЛЕМНОЇ СИТУАЦІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

*Враховуючи вплив людського чинника на безпеку польотів при управлінні повітряним рухом, запропоновано розглядати авіадиспетчера як центральну ланку контуру управління. Спираючись на такий підхід, адаптована модель SHEL, що рекомендується міжнародною організацією цивільної авіації ICAO для виявлення потенційних небезпек в авіаційних системах, та проведений системний аналіз нестиковок елементів контуру управління повітряним рухом. Зроблений формальний опис ризику ситуацій, коли проявляються нестиковки блоків моделі SHEL. Оскільки професійна діяльність авіадиспетчера розглядається як безперервний ланцюг рішень, що виробляються та реалізуються в явних та неявних формах в умовах дії ризику стохастичного і нестохастичного характеру, то запропонована модель проблемної ситуації, що враховує: множину стратегій авіадиспетчера; множину значень визначених і невизначених факторів; множину результатів діяльності; множину числових значень наслідків діяльності; множину показників і критеріїв ефективності; інформацію про відношення авіадиспетчера до стохастичного ризику, а також модель його переваг.*

**Ключові слова:** безпека польотів, система управління повітряним рухом, авіадиспетчер, людський чинник, прийняття рішень, модель проблемної ситуації, ризик.

### Вступ

Авіаційний транспорт є важливою складовою світової економіки. Однак, незважаючи на значне підвищення надійності авіаційної техніки (АТ), питання забезпечення безпеки функціонування авіаційної галузі через врахування впливу людського чинника (ЛЧ) є дуже важливим, бо протягом останніх десятиріч він є причиною 2/3 – 3/4 загального числа катастроф та аварій (авіаційних подій – АП) у світовій цивільній авіації (ЦА) [1].

Кожна авіаційна катастрофа крім великих матеріальних та моральних збитків є також трагедією загальнонаціонального масштабу. Завдання забезпечення безпеки польотів (БП) є першочерговим в діяльності будь-якого органу управління в авіації. Наведена вище статистика приводить до однозначного висновку — прорив на царині підвищення рівня БП необхідний і має відбуватись саме в сфері ЛЧ.

**Аналіз досліджень.** Важливою складовою вирішення задачі, що розглядається, є проблеми оптимізації складної полієргатичної системи управління повітряним рухом (УПР). Значний вклад в вивчення закономірностей функціонування та способів оптимізації цих систем був зроблений вченими Академії цивільної авіації (Санкт-Петербург) під керівництвом проф. В.О. Крижанівського та проф. П.В. Олянюка. Розглядалися теоретично і вирішувалися практично проблеми оптимізації структури повітряного простору, організації потоків повітряного руху,

впровадження стандартних маршрутів SID/STAR, відпрацювання технологічних процедур УПР тощо.

Проте проблеми впливу та врахування ЛЧ в діяльності таких систем не розглядались і навіть не ставились. Вважалося, що при задовільній організації компонентів системи УПР та виконанні встановлених процедур БП залежить тільки від професійної підготовки (ПП) та дисциплінованості авіадиспетчера (А/Д), та має бути забезпечена. Тому практично вся робота з персоналом велась по напрямкам – методична робота в службах руху, періодичні курси підвищення кваліфікації та тренажерна підготовка (ТП).

Вдосконалення вітчизняної аеронавігаційної системи відбувається, головним чином, представниками наукової школи проф. В.П. Харченка. При цьому зазначимо, що проактивне дослідження впливу ЛЧ на БП при УПР здійснюється в Україні переважно під керівництвом проф. О.М. Реви.

### 1. Модель SHEL у виявленні потенційних небезпек в системі УПР

Накопичення недоліків при ПП, організації УПР, плануванні польотів, мультиплікація їх за рахунок відмовлень радіотехнічних засобів (РТЗ) та автоматизованих систем (АС) УПР, відмов АТ у повітрі і впливу небезпечних метеорологічних явищ часто ставить А/Д у положення, коли тільки їх дії (інколи поза межами психофізіологічних можливостей) можуть перебороти причини виникнення АП [2]. Саме така подія відбу-

лась в зоні Північно-Кавказького Центру УПР (Ростов-на-Дону, 1988 р.), коли диспетчер УПР А. Ірбе в умовах повної відмови всіх штатних РТЗ врегулював ситуацію, маючи одночасно на зв'язку 54 (!) ПС.

Нами пропонується розглядати такі системи з

точки зору окремого А/Д як людини – оператора (Л-О), що є центральною ланкою діяльності найпростішої підсистеми (контуру) УПР. Схема такого контуру подана на рис. 1.

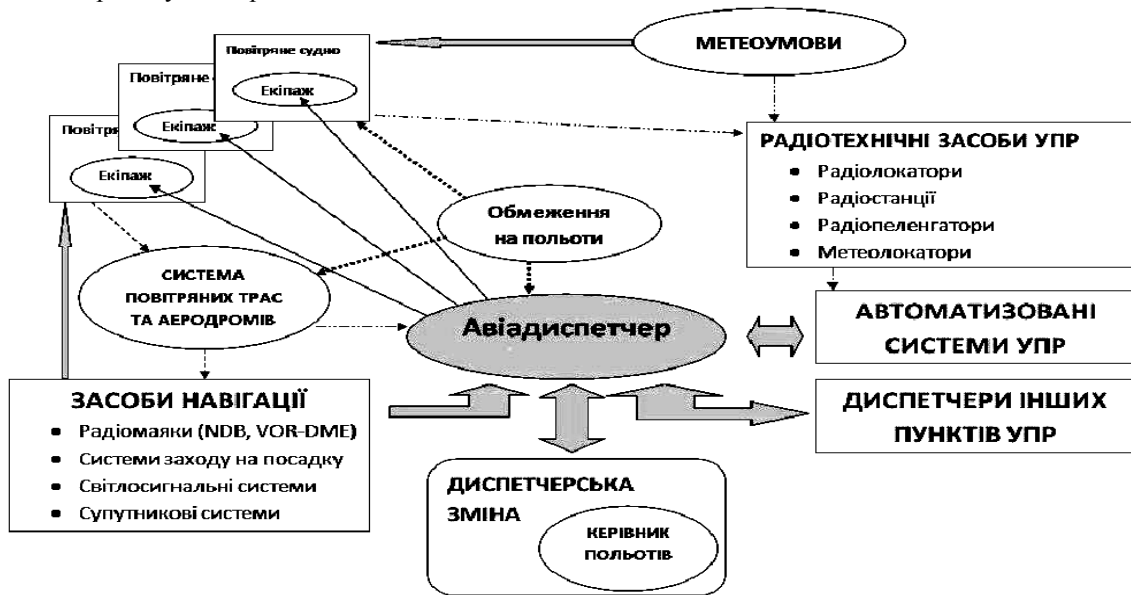


Рис. 1. Загальна схема найпростішого контуру управління повітряним рухом

Необхідно зазначити, що оцінка складових елементів контуру УПР як ергатичної системи не дає уявлення про різноманітні процеси і взаємодії, що характеризують її в цілому. Тому Міжнародна організація цивільної авіації (ICAO) рекомендує модель SHEL як розширений варіант моделі “Л-О – машина – середовище”, що сприяє системному розумінню ЛЧ і є універсальним способом опису процесів керування, обміну інформацією і т.п. (рис. 2) [3].

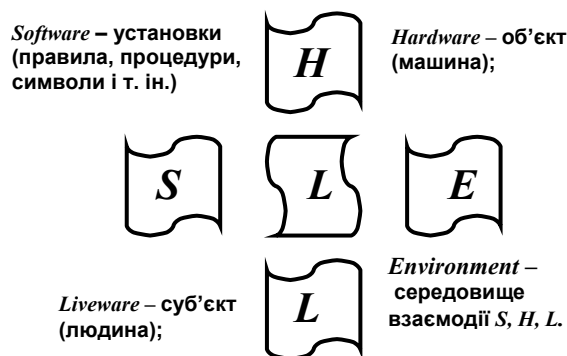


Рис. 2. Загальна схема моделі SHEL (ICAO)

Особливо цікавою модель виглядає з огляду на те, що в контурі УПР центральним елементом також є людина, що приймає рішення (ЛПР), тобто – А/Д, який несе повну відповідальність за БП в визначеній зоні управління – секторі чи пункті УПР, та є найбільш значущим і гнучким компонентом системи.

Але в ньому ж закладені і недоліки, котрі у більшості випадків поки що не можуть бути завчасно

передбачені. Взаємозв'язки цього елемента з іншими блоками моделі складні і неоднозначні, тому ці блоки мають бути ретельно підігнані до Л-О для запобігання небажаної напруги і зриву (АП). Розглянемо цю схему і взаємозв'язки між її блоками.

**1. “Суб'єкт (L)”.** Діяльність самого суб'єкту – А/Д визначається фізичними, фізіологічними та психологічними факторами, котрі досить ґрунтовно досліджені. В службах руху враховуються питання впливу психосоціальних чинників, проводиться відповідна робота з персоналом змін і служби в цілому. Менше зроблено в області визначення елементів мотивації А/Д – задоволеністю роботою, самодисципліни, рівня самозадоволеності, сприйняття ризику тощо.

**2. Стикування “суб'єкт - суб'єкт (L-L)”.** До таких віднесемо взаємодію з іншими людьми в робочому середовищі – екіпажами повітряних суден (ПС), диспетчерами суміжних секторів (пунктів) УПР, спеціалістами інших служб, а також з керівником польотів як безпосереднім начальником, який відповідальний за роботу змін.

**3. Стикування “суб'єкт - об'єкт (L-H)”** відображає процедури взаємодії А/Д з засобами УПР – РТЗ та АС УПР. Наразі ця проблема добре вивчена і найбільші пророблення були виконані в рамках Програми гармонізації ЕВРОКОНТРОЛЮ (Human-Mashine Interface).

**4. Стикування “суб'єкт - установки (L-S)”.** Маються на увазі нефізичні аспекти, до яких віднесемо правила польотів та технології роботи, структуру повітряного простору – повітряні траси, марш-

рути та зони обмежень, процедури діяльності в особливих випадках тощо. Проблеми їх впливу на Л-О менш очевидні, а тому більш складні для рішення (неадекватність сприйняття правил чи схем).

**5. Стикування "суб'єкт – середовище (L-E)"** визначає відношення між Л-О і внутрішнім та зовнішнім навколишнім середовищем. **Внутрішнє навколишнє середовище** – це безпосереднє робоче місце А/Д й умови праці на ньому, включаючи температуру повітря, освітлення, шум та ін. Під **зовнішнім навколишнім середовищем** розуміємо, перш за все, метеоумови і інші явища в зоні відповідальності (наприклад, перельоти птахів), а в більш широкому розумінні – політичні й економічні обмеження, з врахуванням яких функціонує система УПР. Вимоги до наявності інформації охоплюють погодні умови, характер земної поверхні і фізичних об'єктів, інфраструктуру й економічну ситуацію.

Отже, виходячи з запропонованої схеми контуру УПР та застосувавши модель SHEL, ми одержали модель, яка добре відображає суть процесів в системі УПР, та піддається математичному моделюванню.

Крім того, професійна діяльність авіаційних операторів звичайно розглядається як безперервний ланцюг явних та неявних рішень, що розробляються та реалізуються в умовах перманентної дії ризиків стохастичного і нестохастичного характеру. І саме для них було введено поняття "ланцюга помилкових рішень", коли одне невірне рішення провокує за принципом "доміно" підвищену імовірність невірного наступного. І чим більше зростає цей "ланцюг", тим менше імовірність задовільного врегулювання ситуації [4 – 8]. Тому проактивне дослідження ставлення А/Д до ризиків та безпечної діяльності, а також ефективне попередження можливих помилкових рішень неможливе без опису ризику та розробки відповідних моделей, спираючись на методи ризикології [9 – 15].

## 2. Формальний опис ризику

Нами використовується кількісний опис ризику, що ґрунтується на теоретично-імовірнісному підході. А саме, аналізуючи найпростіший контур УПР (рис. 1) та застосувавши модель SHEL (рис. 2) для виявлення потенційних нестиковок у блоках "А/Д – РТЗ" (L–H), "А/Д – процедури" (L–S), "А/Д – інші люди" (L–L), "А/Д – зовнішнє середовище" (L–E), а також потенційної небезпеки у діяльності самого А/Д (L), можна описати множину S всіх можливих несприятливих подій в діяльності А/Д:

$$S = (s_1, s_2, \dots, s_n). \quad (1)$$

Прийmemo, що K – це кожне мислиме поєднання таких множин. Тоді множина всіх можливих поєднань K буде булеаном S (множина всіх підмножин). Доцільно віднести до K також саму множину

S і пусту множину  $\emptyset$ , що визначає відсутність несприятливих подій. Отже, поєднання K є підмножиною несприятливих подій множини S

$$K = \{ s_{k1}, s_{k2}, \dots, s_{kl} \}, \quad s_{kj} \in S, \quad j=1,2,\dots,l. \quad (2)$$

У множині всіх поєднань можна виконувати звичайні операції алгебри множин. Тому, якщо  $K_1$  і  $K_2$  – два поєднання несприятливих подій, то їх властивості визначаються так (рис. 3):

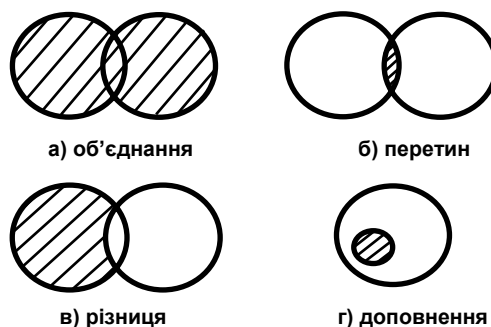


Рис. 3. Варіанти поєднання несприятливих подій

- об'єднання  $K_1 \cup K_2$  утворює поєднання, що включає всі події, які належать  $K_1$  або  $K_2$ ;
- перетин  $K_1 \cap K_2$  створює поєднання, що містить всі події, які одночасно належать  $K_1$  і  $K_2$ ;
- різниця  $K_1 \setminus K_2$  утворює поєднання, що включає всі події, які належать  $K_1$ , але не належать  $K_2$ ;
- доповнення  $S \setminus K$  створює поєднання, що містить всі події S, які не належать K.

Нехай з деякою ризикованою стратегією (варіантом рішення)  $A_i$  пов'язані елементарні поєднання несприятливих подій  $K_{i1}, K_{i2}, \dots, K_{ik_i}$ , які визначають, що ніяка власна підмножина поєднання  $K_{ij}$  не може зустрічатися як поєднання несприятливих подій.

Якщо визначити через  $N_i$  гарантовану відсутність несприятливих подій для ризикованого варіанту рішення  $A_i$ , то

$$\bar{K}_i = \{ K_{i1}, K_{i2}, \dots, K_{ik_i}, N_i \} \quad (3)$$

утворить повну, пов'язану зі стратегією  $A_i$  систему подій. Тоді кожному поєднанню несприятливих подій  $K_{ij}$ ,  $j=1,2,\dots,k_j$ , яке може реалізуватися в результаті прийняття рішення (ПР)  $A_i \in A$ , а також події  $N_{ij}$  припишемо імовірності  $p_i(K_{ij})$  і, відповідно  $p_i(N_i)$ :

$$0 \leq p_i(K_{ij}) \leq 1, \quad \sum_{j=1}^{k_i} p_i(K_{ij}) + p_i(N_i) = 1. \quad (4)$$

Якщо кожному поєднанню  $K_{ij}$  поставити у відповідність кількісно описаний наслідок  $Y_{ij}$ , то отримуємо величину ризику  $R_i$ , супутню рішення  $A_i$ :

$$R_i = \sum_{j=1}^{k_i} A_{ij} p_j(K_{ij}). \quad (5)$$

Величина  $R_i$  є, таким чином, середньою (очіку-

ваною) величиною збитку, коли обирається варіант рішення  $A_i$ .

Іноді під ризиком розуміють просто імовірність настання поєднання несприятливих подій  $S_0 \in \bar{K}_i$ . Такий підхід особливо доцільний, коли наслідки  $Y_{i0}$  ризику для  $A_i$  і  $S_0$  невідомі. Тоді при використанні функції-індикатора  $S_j \rightarrow I_0(S_j)$ , що визначається умовами:

$$I_0(S_j) = \begin{cases} 1 & \text{при } S_j = S_0, \\ 0 & \text{при } S_j \neq S_0, \\ S_j \in K_i. \end{cases} \quad (6)$$

Для  $Y_{ij}=I_0(S_j)$   $Y_{ij} := I_0(S_j)$  згідно (6) отримуємо:

$$R_i = p_i(S_0). \quad (7)$$

Якщо, навпаки, під час вибору  $A_i$  всі імовірності реалізації поєднання несприятливих подій  $K_{ij} \in \bar{K}_i$  однакові ( $p_i(K_{ij})=p_i$ ), то тоді згідно з (7) маємо:

$$R_i = p_i \sum_{j=1}^{k_i} Y_{ij}. \quad (8)$$

Коли вибирається  $A_i$  для функції ризику  $Y_i: K_{ij} \rightarrow Y_{ij}$ ,  $j = \bar{1}, k$ , що визначається зв'язком між поєднанням несприятливих подій  $K_{ij}$  і наслідком  $Y_{ij}$ , то мають особливий інтерес два окремих випадки.

Якщо для двох поєднань  $K_{ij}$  і  $K_{il}$ ,  $j \neq l$ , що виключають одне друге, тобто,  $K_{ij} \cap K_{il} = \emptyset$ , справедлива рівність

$$A_i(K_{ij} \cup K_{il}) = A_i(K_{ij}) + A_i(K_{il}), \quad (9)$$

то говорять про адитивні штрафні функції і відповідно про адитивні функції ризику.

Тоді для поєднань, які складаються з єдиної несприятливої події  $K_{i1} = \{s_1\}$ ,  $K_{i2} = \{s_2\}$ , ...,  $K_{in} = \{s_n\}$ , справедливе таке

$$A_i(s_1 \cup s_2 \cup \dots \cup s_n) = A(s_1) + A(s_2) + \dots + A(s_n) \quad (10)$$

$$R_i = \sum_{s \in S} A_i(s) p_i(s). \quad (11)$$

У цьому випадку маємо справу з так званою нормальною штрафною функцією  $K_i$  і, відповідно, функцією ризику  $Y_i$ , коли для двох поєднань  $K_{ij}$  і  $K_{il}$ ,  $j \neq l$ , що виключають одне друге, маємо:

$$\begin{aligned} \max \{A_i(K_{ij}), A_i(K_{il})\} = \\ = A_i(K_{ij} \cup K_{il}) = A_i(K_{ij}) + A_i(K_{il}). \end{aligned} \quad (12)$$

Цей випадок є типовим прикладом адитивної штрафної функції.

Визначимо тепер для  $K_{ij}$ ,  $K_{il} \in \bar{K}_i$  додатковий збиток за рахунок  $K_{il}$  при  $K_{ij}$  на основі співвідношення

$$Y_i(K_{il} | K_{ij}) := A_i(K_{ij} \cup K_{il}) - A_i(K_{ij}). \quad (13)$$

Звідси випливає

$$\begin{aligned} Y_i(K_{i1} \cup K_{i2} \cup \dots \cup K_{ik_i}) &= Y_i(K_{i1}) + \\ &+ Y_i(K_{i2} | K_{i1}) + Y_i(K_{i3} | K_{i1} \cup K_{i2}) + \dots + \\ &+ Y_i(K_{ik_i} | K_{i1} \cup K_{i2} \cup \dots \cup K_{ik_{i-1}}). \end{aligned} \quad (14)$$

Таким чином, за допомогою розглянутої системи множин та при введенні, при необхідності, вагових коефіцієнтів можлива формалізація будь-якої, в тому числі проблемної, ситуації (ПС) в найпростішому контурі УПР з метою проведення аналізів, експериментів, експертних оцінок та організації тренажерної підготовки.

### 3. Модель проблемної ситуації

Будь-яку ПС, вирішувану Л-О, можна сформулювати у вигляді моделі, що описується кортежем:

$$ПС = \{A, U, \Lambda, H, G, Y, \Psi, W, K, P, \theta\}, \quad (15)$$

де  $A$  – множина стратегій А/Д, як людини, що ПР (ЛПР) при безпосередньому УПР;

$U$  – множина значень визначених факторів (наприклад, система трас, план польотів тощо);

$\Lambda$  – множина значень невизначених факторів (погода в зоні, відмови АТ, особливі випадки в польоті та ін.);

$G$  – множина результатів діяльності;

$Y$  – вектор характеристик (ознак) результату  $g \in G$ , тобто числовий вираз результату операції;

$H$  – модель (відображення), що ставиться у відповідність множинам стратегій  $A$  та факторів  $\Lambda$  множини результатів  $Y(G)$ ;

$W$  – показник ефективності;

$\Psi$  – оператор відповідності “результат – показники”;

$K$  – критерій ефективності;

$\theta$  – інформація про відношення ЛПР до стохастичного ризику;

$P$  – модель переваг – формалізоване уявлення ЛПР про “найкраще” та “найгірше” рішення, дію серед елементів деякої множини  $D$ :

$$D = \{A, U, \Lambda, G, Y, W, K\}. \quad (16)$$

Наявність компоненти  $\Lambda$  як самостійного елементу в моделі ПС (15) передбачає, що множину значень невизначених факторів при ПР буде або обов'язково встановлено (задане зовні, – наприклад, запасні аеродроми в зоні УПР, обмеження польотів), або відшукування цих значень буде складати окрему задачу (наприклад, метеоумови в сусідніх зонах). Тому проблема вибору показників ефективності зв'язана з встановленням виду функції відповідності результатів операції  $Y(G)$  потрібному результату  $Y^{\text{потр}}$ .

В багатьох практичних випадках виявляється, що апіорне завдання одного з критеріїв ефективності (придатності, оптимальності, адаптивності) приз-

водять до виділення, як правило, деякої множини “не гірших” альтернатив. Тоді для однозначного вибору кращої альтернативи потрібно формування складного критерію – вирішального правила, що включає як формальні, так і неформальні приписи щодо винесення судження. Це вирішальне правило  $P$  на множині  $G-P_G$ ,  $Y-P_Y$ ,  $W-P_W$  і т.д. Взаємозв'язок розглянутих компонент моделі ПС (15) поданий на рис. 4, де символом  $M_0$  позначена мета операції.

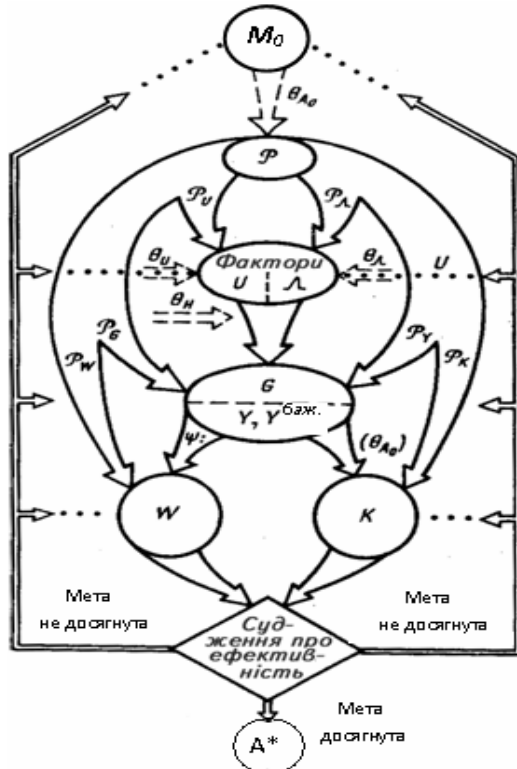


Рис. 4. Модель проблемної ситуації

Задачі, що відповідають двом основним процесам ПР при дослідженні ефективності експлуатації АТ та УПР, формуються на основі моделі проблемної ситуації та мають вигляд:

– для процесу одержання результатів:

$$\Psi: \left\{ Y/H: A \times L \xrightarrow{\theta} Y(G) \right\} \xrightarrow{\theta} W; (17)$$

– для процесу аналізу результатів

$$P \xrightarrow{K} K: A \xrightarrow{W} A^*, (18)$$

де  $A^*$  – підмножина “найкращих” з точки зору ЛПР стратегій, з яких остаточно вибирають рішення  $a^* \in A^*$ , що реалізується.

Постановка задачі моделювання переваг формально записується так

$$\langle D, \theta; P_D \rangle. (19)$$

Модель  $P$  будується за допомогою спеціальної додаткової інформації  $\Omega \in \theta$  про переваги, що отримана від ЛПР. Типовими її прикладами є незалежність окремих показників по перевагам, їх адитивна незалежність, якісна інформація про відносну важ-

ливість, коефіцієнти важливості тощо.

Задача вибору найкращої стратегії  $a^* \in A$  є ядром дослідження ефективності діяльності Л-О та вирішується на основі співставлення усіх допустимих стратегій  $a \in A$  за ефективністю.

## Висновки

1. Зважаючи на модель SHEL ІКАО, запропоновано при аналізі впливу ЛЧ в системах УПР, розглядати А/Д як центральну ланку контуру УПР. Спираючись на такий підхід, проведений системний аналіз нестиковок елементів такого контуру.

2. Професійна діяльність А/Д розглядається як безперервний ланцюг рішень, які формуються і реалізуються в умовах ризику. Тому методами теоретико-імовірнісного підходу проведений формальний кількісний опис задач управління в умовах стохастичного ризику.

3. Сформульована модель ПС для ПР, яка визначається кортежем, що включає: множину стратегій А/Д, множину результатів його діяльності та їх чисельних значень, множину показників і критеріїв ефективності, множину визначених та невизначених факторів, систему переваг А/Д як ЛПР, а також інформацію про його відношення до стохастичного ризику.

4. Подальші дослідження з проактивного впливу ЛЧ на БП при УПР слід проводити у напрямку зняття невизначеності щодо інформації про ставлення А/Д до ризику.

## Література

1. Аварийность на авиалиниях мира // Проблемы безопасности полетов: Обзорн. инф. – М.: ВИНТИ, 1993. – Вып. 3. – С. 11-14.
2. Селезньов Г.М. Системный подход до профилактики авиационных событий за людским фактором при управлении воздушным движением / Г.М. Селезньов // Людський чинник в транспортних системах: Тези доповідей I Міжнародної наукової конференції. – Яремче, 28-30 травня 2008 р. – С. 6.
3. Фундаментальные концепции человеческого фактора // Человеческий фактор: Сб. м-лов №1. – Циркуляр ИКАО 216 AN / 131. – Монреаль, Канада, 1989. – 34 с.
4. 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.
5. Jensen R.S. Aeronautical Decision Making for Instrumental Pilots / R.S. Jensen, J. Adrien, R. Lawton; DOT/FAA/PM-86/42.
6. Рева О.М. Основні джерела невизначеності та помилок операторів авіаційних ергатичних систем: Конспект лекцій з курсу «Основи теорії прийняття рішень» / О.М. Рева, Л.А. Журавльова. – Кі-

Кіровоград: ДЛАУ, 1998. – 40 с.

7. 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.

8. Рева О.М. Загальна характеристика процесів прийняття рішень в гуманістичних системах / О.М. Рева: Тексти лекцій з курсу "Основи теорії прийняття рішень" для студентів денної форми навчання спеціальності 7.050108 "Маркетинг". – Кіровоград: КІК, 2001. – 32 с.

9. 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. – 242 с.

10. 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.

11. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах "человек-техника" / Г.П. Шибанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 263 с.

12. Райфа Х. Анализ решений (Введение в проблему выбора в условиях неопределенности: Пер. с англ. / Х. Райфа. – М.: Наука, 1977. – 408 с.

13. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений: пер. с польск. Г.Е. Минца, В.Н. Поруса / Ю. Козелецкий; Под ред. Б.В. Бирюкова. – М.: Мир, 1979. – 504 с.

14. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях предпочтения и замещения: пер. с англ. / Р.Л. Кини, Х. Райфа; Под ред. И.Ф. Шахнова. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

15. Мушук Э. Методы принятия технических решений: пер. с нем. В.М. Ивановой / Э. Мушук, П. Мюллер. – М.: Мир, 1990. – 208 с.

Надійшла до редакції 28.11.2008

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

## МОДЕЛЬ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

*А.Н. Рева, Г.Н. Селезнев*

Учитывая влияние человеческого фактора на безопасность полетов при управлении воздушным движением, предложено рассматривать авиадиспетчера как центральное звено контура управления. Основываясь на таком подходе, адаптирована модель SHEL, рекомендуемая международной организацией гражданской авиации ИКАО для выявления потенциальных опасностей в авиационных системах и проведен анализ контура управления воздушным движением. Проведено формальное описание риска ситуаций, когда проявляются нестыковки блоков модели SHEL. Поскольку профессиональная деятельность авиадиспетчера рассматривается как непрерывная цепь решений, которые вырабатываются и реализуются в явных и неявных формах в условиях действия риска стохастического и нестохастического характера, предложена модель проблемной ситуации, которая учитывает: множество стратегий авиадиспетчера; множество значений определенных и неопределенных факторов; множество результатов деятельности; множество числовых значений последствий деятельности; множество показателей и критериев эффективности; информацию об отношении авиадиспетчера к стохастическому риску, а также модель его предпочтений.

**Ключевые слова:** безопасность полетов, система управления воздушным движением, авиадиспетчер, человеческий фактор, принятие решений, модель проблемной ситуации, риск.

## MODEL OF PROBLEMATIC SITUATION IN THE AIR TRAFFIC CONTROL SYSTEMS

*A.N. Reva, G.N. Seleznev*

Taking into account the influence of human factor on the flight safety while the air traffic control, it is proposed to consider air traffic controller as a centre of the ringing circuit of control. Being based on this approach, is adapted model SHEL, recommended with the International Civil Aviation Organization ICAO for the evaluation of potential dangers in the aviation systems and the analysis the circuit of air traffic control is carried out. Is carried out the formal description of the risk of the situations, when are manifested the non-joinings of model SHEL. Since the professional activity of air traffic controller is considered as the continuous chain of the solutions, which are manufactured and realize in the explicit and implicit forms under the conditions of acting the risk of stochastic and non-stochastic nature, it is proposed the model of problematic situation, which considers: the set of strategies of air-traffic controller; the set of the values of the specific and indeterminate factors; the set of results of activity; the set of the numerical values of the consequences of activity; the set of indices and criteria of effectiveness; information about the attitude of air traffic controller toward stochastic risk, and also the model of his preferences.

**The keywords:** flight safety, air traffic control system, air traffic controller, human factor, decision making, the model of problematic situation, risk.

**Рева Олексій Миколайович** – д-р техн. наук, проф., професор кафедри автоматизації виробничих процесів, Кіровоградський національний технічний університет, e-mail: alex\_reva@host.kr.ua.

**Селезнев Георгій Микитович** – директор авіаційної компанії СЕС-Авіа, e-mail: gseleznev@yandex.ru.