

УДК 656.7.086 (45)

Т.Ф. Шмельова<sup>1</sup>, Ю.В. Сікірда<sup>2</sup>, В.О. Григорєцький<sup>3</sup><sup>1</sup> Національний авіаційний університет, Київ<sup>2</sup> Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, Кіровоград<sup>3</sup> Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## БАЗОВІ МОДЕЛІ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА АЕРОНАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Отримано базові моделі пілотів та диспетчерів цивільної авіації, а також військових пілотів та штурманів для дослідження впливу на їх професійну діяльність соціально-психологічних та індивідуально-психологічних факторів. Визначено вплив системи переваг пілотів та диспетчерів цивільної авіації на концепцію їх поведінки. Представлено практичне застосування результатів діагностування та оцінювання індивідуальних якостей людини-оператора соціотехнічної аеронавігаційної системи.

**Ключові слова:** соціотехнічна аеронавігаційна система, людина-оператор, соціально-психологічні фактори, індивідуально-психологічні фактори, польотна ситуація, система переваг, концепція поведінки, вибір оператора, позитивний (негативний) полюс.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Відомо, що в цивільній авіації (ЦА) і у військовій авіації (ВА) причиною майже 80% авіаційних подій (АП) є неправильні дії оператора [1–5]. При цьому функціональні помилки допускаються цілком здоровими і достатньо кваліфікованими авіаційними фахівцями. Причини деяких таких помилок можуть бути зумовлені конструктивними недоліками або моральною застарілістю обладнання, неадекватністю технологічних процедур, недоліками у професійній підготовці та нерегулярністю практичних тренувань людини-оператора (Л-О). Але які б не були конкретні причини, головними факторами є людська діяльність, поведінка і межі можливостей людини [1–2], що дозволяє вважати аеронавігаційну систему (АНС) соціотехнічною системою (СТС). Чим більше Л-О за допомогою високих технологій контролює виробничий процес, тим більш непрозорим стає результат діяльності системи, що супроводжується високим ступенем ризику виникнення катастрофічних наслідків [2].

Моделі прийняття рішень (ПР) в умовах нормованих алгоритмів професійної діяльності Л-О (детерміновані моделі ПР), а також в умовах впливу зовнішнього середовища (стохастичні моделі ПР Л-О) дозволяють виявляти закономірності діяльності операторів в очікуваних і неочікуваних умовах експлуатації повітряного корабля (ПК), попереджувати і прогнозувати розвиток польотних ситуацій. Для дослідження закономірностей діяльності Л-О в АНС як СТС особливу значущість має виявлення особистісних властивостей Л-О і визначення відповідних моделей переваг, які описують пріоритети Л-О АНС відповідно до його поведінки на множині вибору [6; 7].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У практиці діагностування особистісних рис індивідуума найбільшу популярність отримав стандартизо-

ваний багатофакторний метод дослідження особистості СМДЛ – модифікований (адаптований до вітчизняних умов) варіант тесту ММРІ (Мінесотський багатопрофільний особистісний опитувальник), розробленого в 40-х роках 20 ст. американськими психологами Дж. Маккінлі та С. Хатгеуєєм для професійного відбору військових льотчиків. Також використовуються тест Айзенка, 16-факторний опитувальник Кеттелла (тест 16PF), тести Ліри, Стреляу, Леонгарда, «рисункові тести», тести колірних переваг, а також такі екзотичні, як графологічні (аналіз почерку) і фізіогномічні (аналіз рис обличчя) [8].

Для аналізу результатів досліджень широко використовуються різні способи графічного представлення інформації [9]. З одного боку, це пов'язано з ефективністю сприйняття інформації, отриманої по зорових каналах, а з іншого боку - розвитком засобів комп'ютерної графіки, розширенням можливостей її застосування. Широке поширення одержали гістограми [10], перевагою яких є наочність. До недоліків відноситься той факт, що гістограма (як і аналогічні діаграми) дозволяє, як правило, порівнювати результати лише за одним критерієм. Порівняння за декількома критеріями за допомогою гістограм можливо в тому випадку, коли величини, що відповідають різним критеріям, вимірюються в тих самих одиницях. У такому випадку дані представляють у вигляді ряду стовпчиків. Однак, якщо різні результати мають різні якості в різній мірі, і перевага за одним критерієм сполучається з недоліками за іншим, проведення аналізу на основі гістограм стає складним. Гістограми можна застосувати для графічного представлення системи переваг Л-О АНС при визначенні впливу на ПР соціально-психологічних факторів. На відміну від діаграм, побудованих у прямокутних декартових координатах, «Павук-ЦІЗ» (аббревіатура «ЦІЗ» утворена першими буквами від назви Центрального інституту зварювання, у якому

цей метод був розроблений) представляє собою наочну діаграму, побудовану в полярних координатах [10]. Результат визначається за розміром площі, яку окреслює «павутина». Тому цей спосіб представлення інформації доцільно використовувати для оцінювання особистісних якостей Л-О відповідно до базових моделей Л-О, отриманих за допомогою визначення системи переваг Л-О у разі впливу на ПР факторів непрофесійного характеру.

#### Формулювання мети статті.

1. Отримання базових моделей пілотів та диспетчерів ЦА, пілотів та штурманів ВА для визначення впливу соціально-психологічних факторів у разі виникнення позаштатної ситуації.

2. Визначення системи переваг військових пілотів та штурманів щодо значущості впливу індивідуально-психологічних факторів у разі розвитку польотної ситуації від нормальної до катастрофічної.

3. Дослідження впливу системи переваг на концепцію поведінки пілотів та диспетчерів ЦА.

4. Представлення практичного застосування результатів діагностування та оцінювання індивідуальних якостей Л-О АНС.

### Базові моделі переваг операторів АНС важливості впливу соціально-психологічних факторів

Вплив професійних факторів та факторів непрофесійного характеру на прийняття рішень Л-О АНС розглянуто в працях [7; 11–14]. Визначено, що Л-О АНС знаходиться під впливом таких факторів:

– професійних факторів (professional factors) (1):

$$\bar{F}_p = \{F_{ed}, F_{exp}\}, \quad (1)$$

де  $F_{ed}$  – професійне навчання [15];

$F_{exp}$  – професійна діяльність [16];

– факторів непрофесійного характеру (non-professional factors) (2):

$$\bar{F}_{np} = \{F_{sp}, F_{ip}, F_{pf}\}, \quad (2)$$

де  $F_{sp}$  – соціально-психологічні якості Л-О;

$F_{ip}$  – індивідуально-психологічні якості Л-О;

$F_{pf}$  – психофізіологічні якості Л-О.

Результатом оцінювання професійних факторів є знання, навички, вміння Л-О АНС (3):

$$W_j = \prod_{i=1}^n F_{ij}^{\omega_i}; \quad i = 1, n; \quad j = \overline{1, m}, \quad (3)$$

де  $\omega_i$  – вагові коефіцієнти, що визначаються за пріоритетами складових комплексного показника під час прийому на роботу;  $F_{ij}$  –  $i$ -та оцінка  $j$ -го кандидата, яка визначається відповідно до вимог «Правил видачі свідоцтв авіаційному персоналу в Україні» [17].

Результатом оцінювання непрофесійних факторів є:

– врахування соціального впливу на ПР Л-О АНС шляхом визначення системи переваг людини, що приймає рішення (ЛПР);

– діагностування індивідуально-психологічних якостей Л-О АНС в умовах розвитку польотної ситуації;

– моніторинг емоційного стану Л-О АНС з метою своєчасної діагностики переходу до потенційно небезпечних видів психічної діяльності та визначення стійкості АНС відповідно до змін психофізіологічних якостей Л-О в процесі виконання професійних обов'язків.

Визначення ступеня важливості впливу соціально-психологічних факторів на Л-О АНС у разі виникнення позаштатної ситуації в польоті здійснено методом експертних оцінок шляхом оброблення анкет, що заповнили респонденти з числа пілотів і диспетчерів ЦА [7; 13]. Отримані на прикладі 5 соціально-психологічних факторів результати (табл. 1, рис. 1) показали, що респонденти-пілоти приділяють найбільшу увагу соціальним показникам і найменшу – духовним цінностям. У свою чергу, респонденти-диспетчери максимум уваги приділяють економічним і соціальним показникам і значно більше уваги, порівняно з пілотами, – нормативно-правовим принципам. Системи переваг пілота та диспетчера ЦА (5 факторів):

– система переваг пілота ЦА (4):

$$S_p = f_{sps} \succ f_{spe} \succ f_{spp} \succ f_{spl} \succ f_{spm}; \quad (4)$$

– система переваг диспетчера ЦА (5):

$$S_p = f_{sps} \succ f_{spe} \succ f_{spl} \succ f_{spp} \succ f_{spm}, \quad (5)$$

де  $f$  – ранг фактора відповідно до моделі переваг Л-О (табл. 1).

Респонденти – військові пілоти та штурмани різних вікових категорій з різним професійним досвідом визначили вплив соціально-психологічних факторів на ПР у процесі їх професійної діяльності. Експеримент був проведений на базі військової частини А2099 та А0780 Повітряного командування «ЗАХІД» [7]. У результаті порівняння значень вагових коефіцієнтів були визначені системи переваг впливу соціально-психологічних факторів фахівців ВА. Отримані результати щодо системи переваг значущості соціально-психологічних факторів фахівців ВА показали, що респонденти – військові пілоти і штурмани – приділяють найбільшу увагу соціальним і економічним показникам (табл. 1, рис. 1).

Системи переваг пілота та штурмана ВА:

– система переваг пілота ВА (6):

$$S_p = f_{sps} \succ f_{spe} \succ f_{spl} \succ f_{spp} \succ f_{spm}; \quad (6)$$

– система переваг штурмана ВА (7):

$$S_p = f_{sps} \succ f_{spe} \succ f_{spl} \succ f_{spp} \succ f_{spm}, \quad (7)$$

де  $f$  – ваговий коефіцієнт фактора відповідно до системи переваг (табл. 1).

Системи переваг Л-О (пілотів і диспетчерів ЦА та пілотів і штурманів ВА) при визначенні значущості соціально-психологічних факторів, які вплива-

ють на Л-О під час ПР в позаштатних ситуаціях, визначаються на множині

$$\bar{F}_{sp} = \{f_{spm}, f_{spe}, f_{sps}, f_{spp}, f_{spl}\}$$

відповідно до табл. 1.

Порівняльний аналіз систем переваг соціально-психологічних факторів, що впливають на Л-О під

час ПР (5 факторів) на множині

$$\bar{F}_{sp} = \{f_{spm}, f_{spe}, f_{sps}, f_{spp}, f_{spl}\}$$

показав, що пілоти і диспетчери ЦА та пілоти і штурмани ВА мають подібні моделі переваг відповідно до норм суспільства, тобто, віддають перевагу соціальним і економічним інтересам особистості (рис. 1).

Таблиця 1

Системи переваг щодо важливості впливу соціально-психологічних факторів

| № з/п | Соціально-психологічні фактори             | Код       | Вага фактора, w |              |          |            |
|-------|--|-----------|-----------------|--------------|----------|------------|
|       |  |           | Пілот ЦА        | Диспетчер ЦА | Пілот ВА | Штурман ВА |
| 1     | Духовні та культурні орієнтири особистості | $f_{spm}$ | 0,07            | 0,07         | 0,07     | 0,07       |
| 2     | Економічні інтереси особистості            | $f_{spe}$ | 0,23            | 0,30         | 0,27     | 0,27       |
| 3     | Соціальні пріоритети особистості           | $f_{sps}$ | 0,33            | 0,30         | 0,33     | 0,33       |
| 4     | Політичні погляди особистості              | $f_{spp}$ | 0,23            | 0,13         | 0,13     | 0,13       |
| 5     | Відношення до правових норм особистості    | $f_{spl}$ | 0,14            | 0,20         | 0,20     | 0,20       |

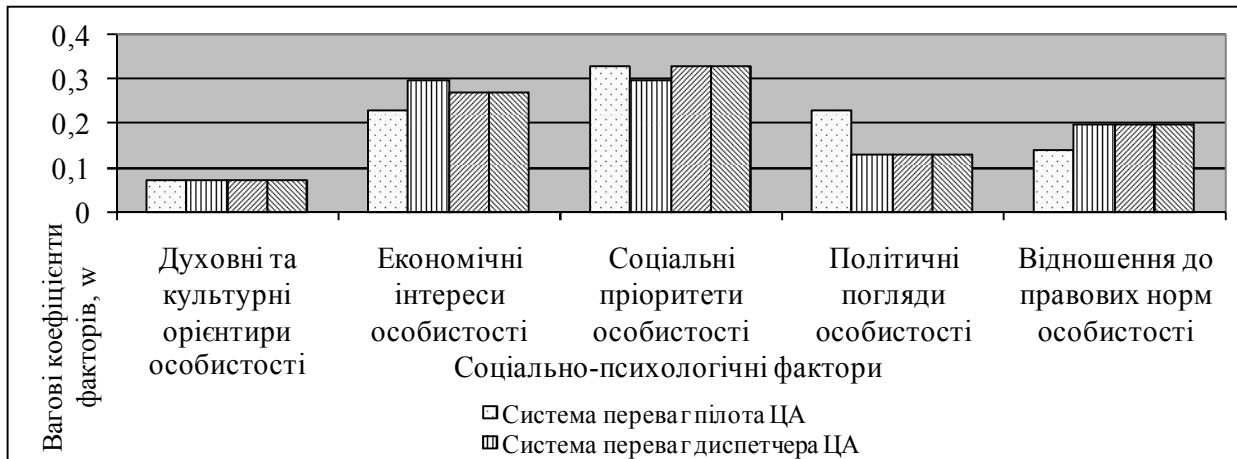


Рис. 1. Графік візуалізації системи переваг ЛПР (пілоти і диспетчери ЦА, пілоти і штурмани ВА) щодо впливу на операторське рішення соціально-психологічних факторів у разі виникнення позаштатної ситуації в польоті (5 факторів)

В результаті проведення декомпозиції соціально-психологічних факторів на 13 підфакторів (релігійні погляди, філософські погляди, кар'єра, авторитет, корпоративні інтереси, економічний інтерес підприємства, особистий економічний інтерес, інтереси сім'ї, інтереси колег, інтереси керівництва компанії, імідж, політичний інтерес, правові норми) [18; 19] та більш детального аналізу їх впливу визначено, що на діяльність як пілотів, так і диспетчерів, які брали участь у дослідженні, суттєво впливають інтереси сім'ї, власне економічне становище, перспективи кар'єрного росту, інтереси колег, власний авторитет та імідж корпорації. В той же час респонденти-диспетчери в порівнянні з респондентами-пілотами більшу увагу приділяють правовим нормам (табл. 2, рис. 2). Системи переваг пілота та диспетчера ЦА (13 факторів):

– система переваг пілота ЦА (8):

$$S_p = f_{spf} > f_{spn} > f_{sps} > f_{spk} > f_{spa} > f_{spe} > f_{spm} > f_{spz} > f_{spl} > f_{spc} > f_{spd} > f_{spr} > f_{spp}$$

– система переваг диспетчера ЦА (9):

$$S_p = f_{spf} > f_{spn} > f_{sps} > f_{spk} > f_{spa} > f_{spe} > f_{spm} > f_{spz} > f_{spl} > f_{spc} > f_{spd} > f_{spp} > f_{spr}$$

де f – ранг фактора відповідно до системи переваг (табл. 2).

### Базові моделі пілотів та штурманів ВА важливості впливу індивідуально-психологічних факторів

Проведено дослідження з військовими пілотами і штурманами щодо значущості впливу індивідуально-психологічних факторів у разі розвитку польотної ситуації від нормальної до катастрофічної [7] (табл. 3).

Таблиця 2

Система переваг Л-О (пілота, диспетчера ЦА) важливості впливу соціально-психологічних факторів на ПР у разі виникнення позаштатної ситуації в польоті (13 факторів)

| № з/п | Соціально-психологічні фактори | Код       | Пілот           |                 | Диспетчер       |                 |
|-------|--------------------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |                                |           | Ранг фактора, r | Вага фактора, w | Ранг фактора, r | Вага фактора, w |
| 1     | Релігійні погляди              | $f_{spr}$ | 12,5            | 0,02            | 13              | 0,01            |
| 2     | Філософські погляди            | $f_{spp}$ | 12,5            | 0,02            | 12              | 0,02            |
| 3     | Матеріальний стан підприємства | $f_{spm}$ | 7               | 0,08            | 7               | 0,08            |
| 4     | Матеріальний стан особистості  | $f_{spn}$ | 2               | 0,13            | 2               | 0,13            |
| 5     | Інтереси сім'ї                 | $f_{spf}$ | 1               | 0,14            | 1               | 0,14            |
| 6     | Кар'єра                        | $f_{sps}$ | 3               | 0,12            | 3               | 0,12            |
| 7     | Авторитет                      | $f_{spa}$ | 5               | 0,10            | 5               | 0,10            |
| 8     | Імідж підприємства             | $f_{spe}$ | 6               | 0,09            | 6               | 0,09            |
| 9     | Інтереси колег                 | $f_{spk}$ | 4               | 0,11            | 4               | 0,11            |
| 10    | Інтереси керівництва компанії  | $f_{spc}$ | 10              | 0,04            | 10              | 0,04            |
| 11    | Імідж особистості              | $f_{spz}$ | 8               | 0,07            | 8               | 0,07            |
| 12    | Політичні погляди              | $f_{spd}$ | 11              | 0,03            | 11              | 0,03            |
| 13    | Правові норми                  | $f_{spi}$ | 9               | 0,05            | 9               | 0,06            |

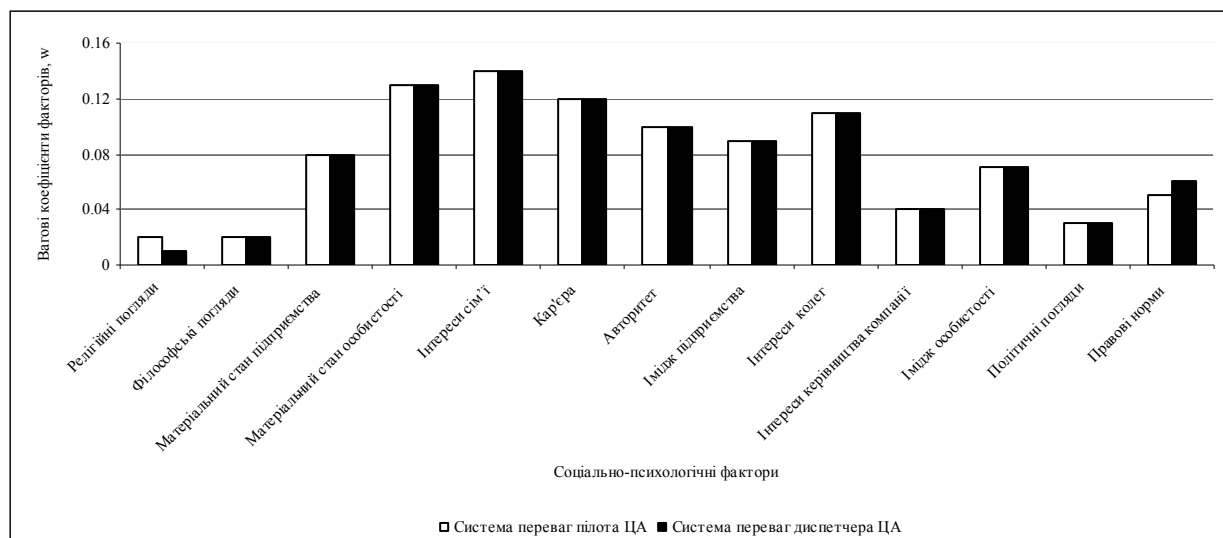


Рис. 2. Графік візуалізації системи переваг ЛПР (пілота, диспетчера ЦА) щодо впливу на операторське рішення соціально-психологічних факторів (13 факторів)

Графічна інтерпретація вагових коефіцієнтів значущості індивідуально-психологічних факторів військових пілотів і штурманів в умовах розвитку польотних ситуацій подано на рис. 3, а (індивідуальні якості пілотів) та рис. 3, б (індивідуальні якості штурманів).

Результати аналізу систем переваг пілотів та штурманів показали, що досвід, воля, здоров'я, сприйняття інформації є найбільш значущими в разі виникнення позаштатної польотної ситуації для штурманів ВА; для пілотів ВА – це передусім здоров'я, досвід, темперамент, воля; темперамент більш важливий для пілота, ніж для штурмана, а для штурманів більш важливе мислення.

Під час аналізу індивідуально-психологічних факторів використовувались модифіковані коефіці-

єнти, які представляють собою добуток вагових коефіцієнтів факторів і кількісних показників, що визначають якісні характеристики рівнів ризику польотних ситуацій залежно від їх складності (табл. 4), які отримані за допомогою нечіткої логіки [14]. Модифіковані коефіцієнти факторів, що отримано з урахуванням рівня ризику польотної ситуації, кількісні показники яких відповідають значенням лінгвістичної змінної «Рівень ризику», наведено в табл. 5. Моделі переваг значущості індивідуально-психологічних якостей Л-О (пілота і штурмана ВА)  $\bar{F}_{ip} = \{f_{ipt}, f_{ipa}, f_{ipp}, f_{ipth}, f_{ipi}, f_{ipn}, f_{ipw}, f_{iph}, f_{exp}\}$ , які змінюються залежно від розвитку польотної ситуації  $\bar{G}_s = \{G_{s1}, G_{s2}, G_{s3}, G_{s4}, G_{s5}\}$ , наведено на рис. 4, а та 4, б.

Таблиця 3

Значущість індивідуально-психологічних факторів  
військових пілотів та штурманів в умовах розвитку польотної ситуації

| № з/п | Індивідуально-психологічні фактори | Код              | Вагові коефіцієнти факторів, w   |         |                                      |         |                                   |         |                                    |         |   |         |
|-------|------------------------------------|------------------|----------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|------------------------------------|---------|---|---------|
|       |                                    |                  | Проста ситуація, G <sub>s1</sub> |         | Ускладнена ситуація, G <sub>s2</sub> |         | Складна ситуація, G <sub>s3</sub> |         | Аварійна ситуація, G <sub>s4</sub> |         | Катастрофічна ситуація, G <sub>s5</sub> |         |
|       |                                    |                  | Пілот                            | Штурман | Пілот                                | Штурман | Пілот                             | Штурман | Пілот                              | Штурман | Пілот                                   | Штурман |
| 1     | Темперамент                        | f <sub>пт</sub>  | 0,11                             | 0,02    | 0,11                                 | 0,03    | 0,13                              | 0,04    | 0,17                               | 0,07    | 0,17                                    | 0,04    |
| 2     | Увага                              | f <sub>па</sub>  | 0,16                             | 0,13    | 0,16                                 | 0,16    | 0,16                              | 0,16    | 0,11                               | 0,16    | 0,11                                    | 0,13    |
| 3     | Сприйняття                         | f <sub>пр</sub>  | 0,07                             | 0,09    | 0,09                                 | 0,10    | 0,09                              | 0,13    | 0,17                               | 0,13    | 0,17                                    | 0,16    |
| 4     | Мислення                           | f <sub>прт</sub> | 0,04                             | 0,11    | 0,07                                 | 0,10    | 0,07                              | 0,11    | 0,07                               | 0,09    | 0,07                                    | 0,09    |
| 5     | Уява                               | f <sub>прі</sub> | 0,09                             | 0,07    | 0,04                                 | 0,03    | 0,04                              | 0,02    | 0,04                               | 0,02    | 0,04                                    | 0,02    |
| 6     | Натура                             | f <sub>прп</sub> | 0,02                             | 0,04    | 0,02                                 | 0,07    | 0,02                              | 0,07    | 0,02                               | 0,04    | 0,02                                    | 0,07    |
| 7     | Воля                               | f <sub>прв</sub> | 0,13                             | 0,18    | 0,13                                 | 0,18    | 0,11                              | 0,18    | 0,09                               | 0,18    | 0,09                                    | 0,18    |
| 8     | Здоров'я                           | f <sub>прф</sub> | 0,19                             | 0,16    | 0,19                                 | 0,13    | 0,19                              | 0,09    | 0,16                               | 0,11    | 0,16                                    | 0,11    |
| 9     | Досвід                             | f <sub>прх</sub> | 0,19                             | 0,20    | 0,19                                 | 0,20    | 0,19                              | 0,20    | 0,17                               | 0,20    | 0,17                                    | 0,20    |

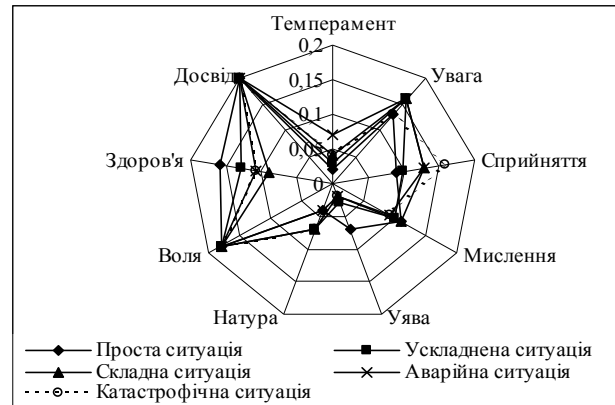
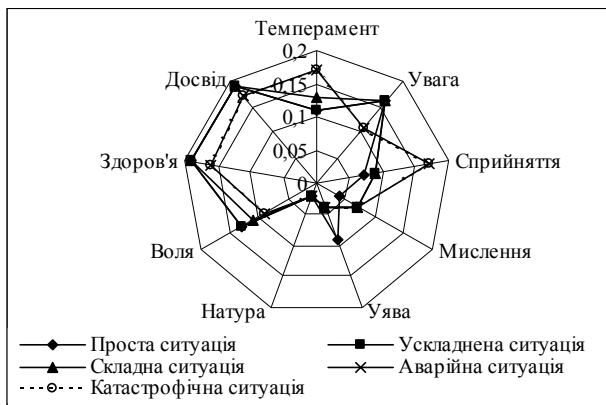


Рис. 3. Графічна інтерпретація зміни вагових коефіцієнтів факторів значущості індивідуально-психологічних факторів військових пілотів (а) і штурманів (б)

Таблиця 4

Рівні ризику польотної ситуації

| Коефіцієнти                       | Польотна ситуація |                     |                  |                   |                        |
|-----------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------------|
|                                   | Проста ситуація   | Ускладнена ситуація | Складна ситуація | Аварійна ситуація | Катастрофічна ситуація |
| Рівень ризику, R                  | 0,1               | 0,35                | 0,6              | 0,8               | 1                      |
| Коефіцієнт ризику, K <sub>1</sub> | 10                | 35                  | 60               | 80                | 100                    |
| Коефіцієнт ризику, K <sub>2</sub> | 10                | 30                  | 50               | 80                | 100                    |

Таблиця 5

Система переваг Л-О (військових пілотів і штурманів) значущості індивідуально-психологічних факторів

| № з/п | Індивідуально-психологічні фактори | Модифіковані коефіцієнти факторів, ó |         |                                      |         |                                   |         |                                    |         |   |         |
|-------|------------------------------------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|------------------------------------|---------|---|---------|
|       |                                    | Проста ситуація, G <sub>s1</sub>     |         | Ускладнена ситуація, G <sub>s2</sub> |         | Складна ситуація, G <sub>s3</sub> |         | Аварійна ситуація, G <sub>s4</sub> |         | Катастрофічна ситуація, G <sub>s5</sub> |         |
|       |                                    | Пілот                                | Штурман | Пілот                                | Штурман | Пілот                             | Штурман | Пілот                              | Штурман | Пілот                                   | Штурман |
| 1     | Темперамент                        | 1,1                                  | 0,2     | 3,3                                  | 0,9     | 6,5                               | 2,0     | 13,6                               | 5,6     | 17,0                                    | 4,0     |
| 2     | Увага                              | 1,6                                  | 1,3     | 4,8                                  | 4,8     | 8,0                               | 8,0     | 8,8                                | 12,8    | 11,0                                    | 13,0    |
| 3     | Сприйняття                         | 0,7                                  | 0,9     | 2,7                                  | 3,0     | 4,5                               | 6,5     | 13,6                               | 10,4    | 17,0                                    | 16,0    |
| 4     | Мислення                           | 0,4                                  | 1,1     | 2,1                                  | 3,0     | 3,5                               | 5,5     | 5,6                                | 7,2     | 7,0                                     | 9,0     |
| 5     | Уява                               | 0,9                                  | 0,7     | 1,2                                  | 0,9     | 2,0                               | 1,0     | 2,4                                | 1,6     | 3,0                                     | 2,0     |
| 6     | Натура                             | 0,2                                  | 0,4     | 0,6                                  | 2,1     | 1,0                               | 3,5     | 1,6                                | 3,2     | 2,0                                     | 7,0     |
| 7     | Воля                               | 1,3                                  | 1,8     | 3,9                                  | 5,4     | 5,5                               | 9,0     | 7,2                                | 14,4    | 9,0                                     | 18,0    |
| 8     | Здоров'я                           | 1,9                                  | 1,6     | 5,7                                  | 3,9     | 9,5                               | 4,5     | 13,6                               | 8,8     | 17,0                                    | 11,0    |
| 9     | Досвід                             | 1,9                                  | 2,0     | 5,7                                  | 6,0     | 9,5                               | 10,0    | 13,6                               | 16,0    | 17,0                                    | 20,0    |
|       | Рівень ризику, од.                 | 10                                   | 10      | 30                                   | 30      | 50                                | 50      | 80                                 | 80      | 100                                     | 100     |

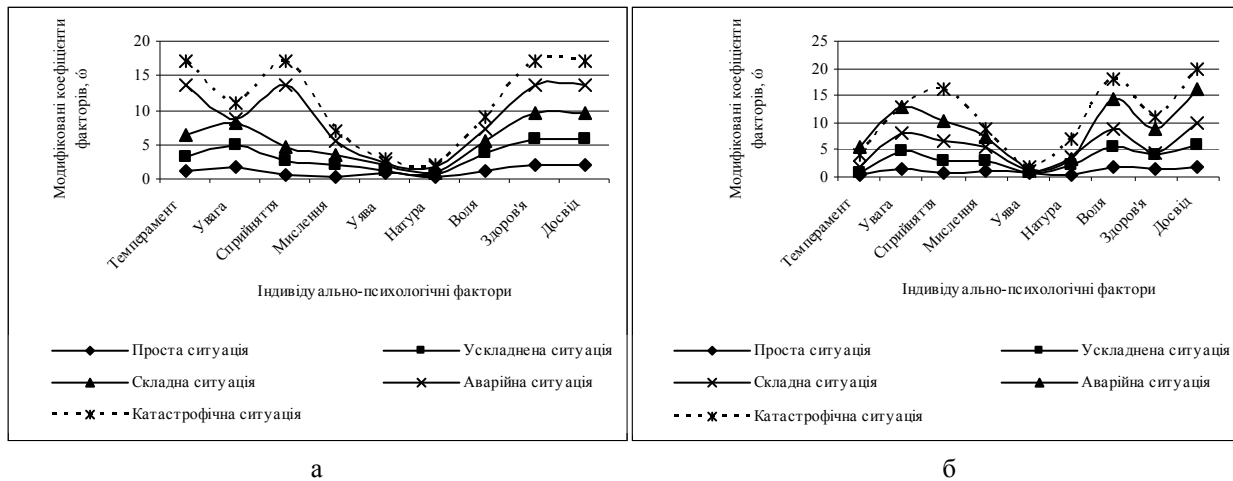


Рис. 4. Значущість індивідуально-психологічних факторів військових пілотів (а) і штурманів (б) в умовах розвитку польотних ситуацій з урахуванням рівня ризику польотної ситуації

Аналіз змін у системах переваг військових пілотів і штурманів (табл. 3, 5; рис. 3, 4) показує, що з розвитком польотної ситуації до катастрофічної у пілотів зростає значущість темпераменту та сприйняття інформації за рахунок зменшення уваги, уяви, волі. Але в момент аварійної ситуації явними є пріоритети темпераменту, сприйняття інформації, досвіду, здоров'я. У штурманів незалежно від розвитку польотної ситуації на першому місці – досвід, воля, а в разі ускладнення польотної ситуації зростає значущість уваги, сприйняття інформації. Для штурманів ВА темперамент і уява мають меншу значущість, ніж для пілотів ВА.

### Вплив системи переваг на концепцію поведінки пілотів та диспетчерів ЦА

Вибір у бік позитивного полюса А чи негативного полюса В визначається концепцією раціональної (нераціональної) поведінки Л-О АНС в момент вибору. На Л-О в момент вибору впливає соціальне середовище, в якому вона перебуває. Тобто, концепція поведінки індивідуума залежить від системи переваг Л-О.

Концепція раціональної поведінки Л-О АНС в момент вибору визначається системою переваг «норма»  $\gamma = \rho_n$ , отриманою в результаті проведеного експертного опитування респондентів різних вікових груп – пілотів і диспетчерів ЦА, пілотів і штурманів ВА, що на даний момент працюють в Україні (табл. 1, 5). Концепція нераціональної поведінки  $\bar{\gamma} = \rho$  відтворює значні відхилення в системі переваг Л-О, що призводить до вибору в бік негативного полюсу.

Якщо система переваг індивіда в конкретній ситуації вибору визначається відповідно до табл. 1, 5, то Л-О здійснює вибір у бік позитивного полюса А (10):

$$\rho = S_p(F_{sp}) \cup S_p(F_{ip}); \quad (10)$$

$$\sum_{sp=1}^n S_p(F_{sp}) = 1; \quad \sum_{ip=1}^n S_p(F_{ip}) = 1,$$

де  $S_p(F_{sp})$  – система переваг Л-О значущості соціально-психологічних факторів у разі ПР в позаштатній ситуації, визначена експертним шляхом на множині соціально-психологічних якостей оператора (моральні, економічні, соціальні, політичні, правові фактори),  $\bar{F}_{sp} = \{f_{spm}, f_{spe}, f_{sps}, f_{spp}, f_{spl}\}$ ;

$S_p(F_{ip})$  – система переваг Л-О значущості індивідуально-психологічних факторів у разі ПР в позаштатній ситуації, визначена експертним шляхом на множині індивідуально-психологічних якостей оператора (темперамент, увага, сприйняття, мислення, уява, натура, воля, здоров'я, досвід),

$$\bar{F}_{ip} = \{f_{ipt}, f_{ipa}, f_{ipp}, f_{ipth}, f_{ipi}, f_{ipn}, f_{ipw}, f_{iph}, f_{exp}\}.$$

Вибір Л-О в сторону позитивного полюса А відповідає ваговим коефіцієнтам соціально-психологічних та індивідуально-психологічних факторів в межах  $A \subset [1/2; 2/3]$ .

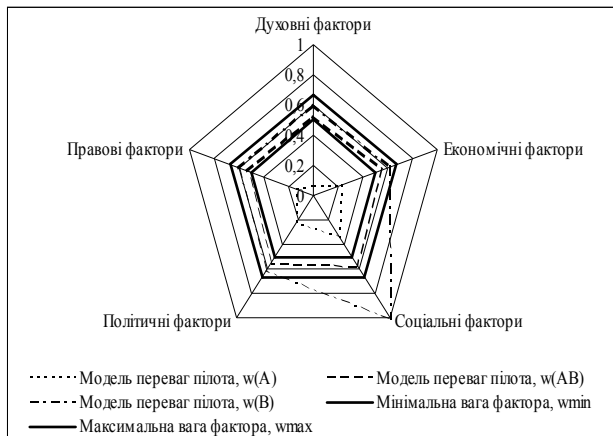
Якщо один з факторів множин  $\bar{F}_{sp}$  і  $\bar{F}_{ip}$  або відсутній, або виходить за межі системи, то виникає ймовірність вибору Л-О в сторону негативного полюсу В. Моделі переваг пілотів і диспетчерів ЦА (рис. 5) у разі вибору у бік позитивного полюсу  $w(A)$ , негативного полюсу  $w(B)$  та однакового тиску при виборі в бік позитивного і негативного полюсів  $w(A)=w(B)=w(AB)$  побудовані за розрахунками, що наведені в табл. 6.

Для оцінювання поведінкової діяльності оператора АНС як СТС з урахуванням його моделей переваг щодо впливу факторів професійної і непрофесійної діяльності використано графічний метод оцінки ситуації «Павук-ЦІЗ». Даний метод надає інформацію про переваги оператора, його професійні якості, емоційний стан у вигляді схеми (діаграми) і дозволяє по зображенню оцінювати моделі поведінки оператора.

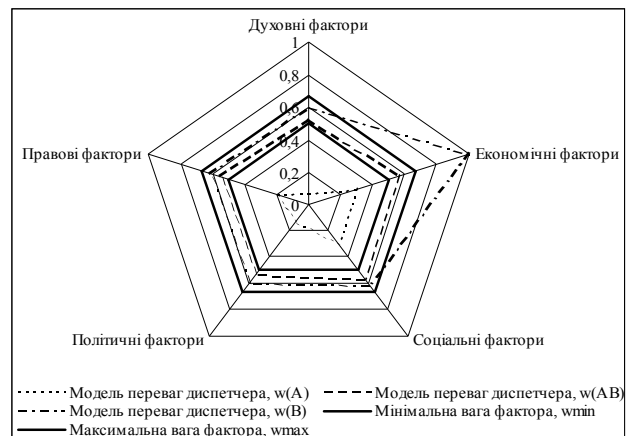
Таблиця 6

Система переваг пілотів і диспетчерів ЦА у разі вибору у бік позитивного полюсу  $w(A)$ , негативного полюсу  $w(B)$  та однакового тиску при виборі в бік позитивного і негативного полюсів  $w(AB)$

| Соціально-психологічні фактори                | Духовні фактори | Економічні фактори | Соціальні фактори | Політичні фактори | Правові фактори |
|---|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Система переваг пілота                        |                 |                    |                   |                   |                 |
| Ранг фактора, $r$                             | 5               | 2,5                | 1                 | 2,5               | 4               |
| Вага фактора, $w(A)$                          | 0,07            | 0,23               | 0,33              | 0,23              | 0,14            |
| Вага фактора, $w(AB)$                         | 0,52            | 0,55               | 0,57              | 0,55              | 0,53            |
| Вага фактора, $w(B)$                          | 0,60            | 0,61               | 1,00              | 0,61              | 0,60            |
| Система переваг диспетчера                    |                 |                    |                   |                   |                 |
| Ранг фактора, $r$                             | 5               | 1,5                | 1,5               | 4                 | 3               |
| Вага фактора, $w(A)$                          | 0,07            | 0,30               | 0,30              | 0,13              | 0,20            |
| Вага фактора, $w(AB)$                         | 0,52            | 0,57               | 0,57              | 0,53              | 0,55            |
| Вага фактора, $w(B)$                          | 0,60            | 1,00               | 0,61              | 0,60              | 0,61            |
| Система переваг пілота і диспетчера, разом    |                 |                    |                   |                   |                 |
| Ранг фактора, $r$                             | 5               | 2                  | 1                 | 4                 | 3               |
| Вага фактора, $w(A)$                          | 0,07            | 0,27               | 0,33              | 0,13              | 0,20            |
| Вага фактора, $w(AB)$                         | 0,52            | 0,56               | 0,57              | 0,53              | 0,52            |
| Вага фактора, $w(B)$                          | 0,60            | 0,61               | 0,61              | 0,60              | 0,60            |
| Мінімальне значення ваги фактора, $w_{\min}$  | 0,50            | 0,50               | 0,50              | 0,50              | 0,50            |
| Максимальне значення ваги фактора, $w_{\max}$ | 0,67            | 0,67               | 0,67              | 0,67              | 0,67            |



а



б

Рис. 5. Моделі переваг пілотів (а) і диспетчерів (б) ЦА у разі вибору у бік позитивного полюсу  $w(A)$ , негативного полюсу  $w(B)$  та однакового тиску при виборі в бік позитивного і негативного полюсів  $w(A)=w(B)=w(AB)$

На рис. 6 наведено приклад оцінювання індивідуальної моделі пілота ЦА, яка порівнюється з базовою моделлю - системою агрегованих показників значень соціально-психологічних, індивідуально-психологічних та психофізіологічних факторів, а також соціонічних, соціометричних показників і показників професійного відбору, які впливають на ПР Л-О АНС у разі виникнення позаштатної польотної ситуації.

Якщо оцінювати стани факторів, які впливають на ПР Л-О (відповідність або невідповідність базовим показникам), логічними змінними 0 або 1, отримуємо замкнений полігон у випадку відповідності всіх факторів заданим межам. У разі наявності розриву полігону уточнюється причина невідповідності індивідуальної і базової моделей.

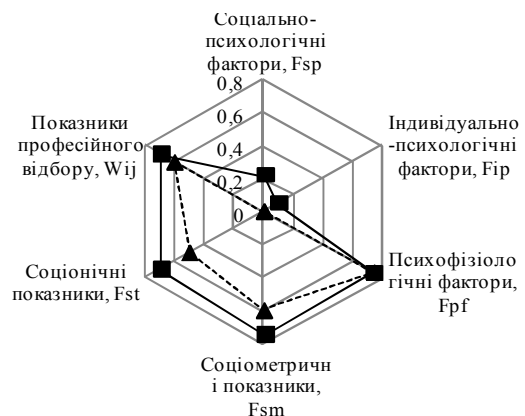


Рис. 6. Графічне представлення діагностування оператора у системі полярних координат

## Використання результатів діагностування та оцінювання індивідуальних якостей Л-О АНС

Результати діагностування і оцінювання професійних та непрофесійних факторів застосовуються в системі підтримки прийняття рішень (СППР) авіадиспетчера в позаштатних польотних ситуаціях, в автоматизованій системі підготовки передпольотної інформації (АС ППІ), для моделювання розвитку польотної ситуації у разі виникнення особливого випадку в польоті, в системі професійного відбору Л-О АНС, для апостеріорного аналізу АП, для діагностики соціально-психологічних та індивідуально-психологічних якостей Л-О з метою пролонгованого корегування в процесі навчання, стажування та професійної діяльності оператора АНС (рис. 7).

Значення психофізіологічних факторів отримуються за допомогою комп'ютерної програми «Діагностика емоційного стану людини-оператора», що призначена для збору даних про роботу екіпажу, аналізу дій Л-О і прогнозування функціональної стійкості АНС. Моніторинг поточного емоційного стану Л-О і діагностика деформацій емоційного досвіду у вигляді переходів до небезпечних типів діяльності Л-О (розсудливого або емоційного) в екстремальних ситуаціях та визначення функціональної стійкості Л-О як ланки АНС, дозволяють своєчасно попередити розвиток польотної ситуації у бік погіршення. Отримана інформація може бути використана в рамках програми аудитів безпеки польотів LOSA «Line operations Safety Audit» з метою створення бази даних дій екіпажів в реальних польотах [20].

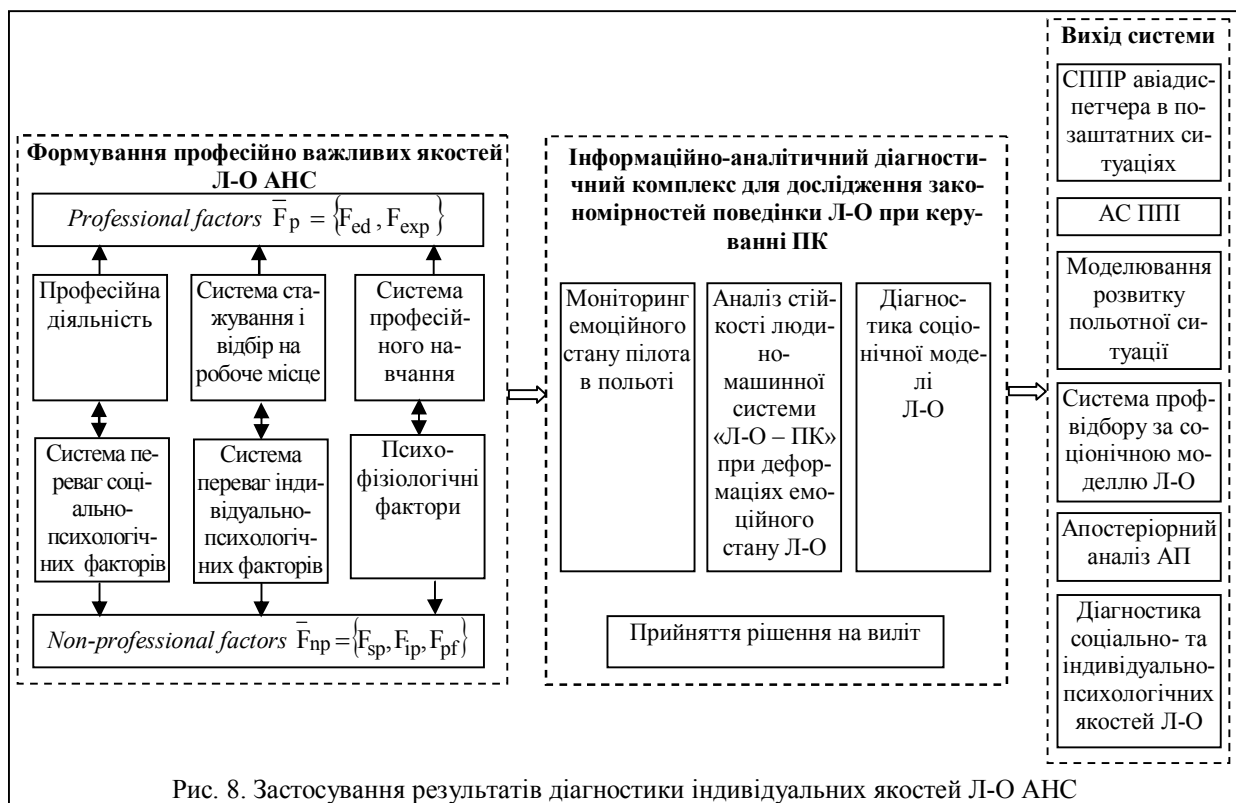


Рис. 8. Застосування результатів діагностики індивідуальних якостей Л-О АНС

## Висновки

Напрямок переходу польотної ситуації – у бік покращення або у бік погіршення – залежить від дій Л-О АНС під впливом навколишнього середовища, попереднього досвіду та вольового вибору (інтенції). Для дослідження закономірностей діяльності операторів і моделювання розвитку польотних ситуацій в АНС як СТС проведено системний аналіз, формалізовано фактори, що впливають на ЛППР, виконано математичне моделювання діяльності операторів АНС.

Для отримання базових моделей Л-О АНС під впливом навколишнього середовища визначені кількісні значення факторів соціально-психологічного

та індивідуально-психологічного характеру у вигляді вагових коефіцієнтів, що представляють систему переваг Л-О (пілотів і диспетчерів ЦА, військових пілотів та штурманів). Визначено вплив системи переваг на прийняття рішень пілотами і диспетчерами ЦА у разі вибору у бік позитивного полюсу, негативного полюсу та однакового тиску при виборі в бік позитивного і негативного полюсів.

Урахування впливу соціально-психологічних та індивідуально-психологічних факторів на ПР Л-О АНС дозволяє прогнозувати його дії у разі виникнення особливого випадку в польоті, моделювати можливий розвиток польотної ситуації у бік ускладнення і навпаки.



## Список літератури

1. Лейченко С. Д. Человеческий фактор в авиации : монография в 2-х книгах / С. Д. Лейченко, А. В. Мальшеевский, Н. Ф. Михайлик. – Кн. 1. – Кировоград : ИМЕКС, 2006. – 512 с.
2. Кросскультурные факторы и безопасность полетов : сб. материалов по человеческому фактору № 16 / Circ. ICAO 302-AN/175. – Канада, Монреаль : ICAO, 2004. – 52 с.
3. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства в 2004 г. и за период 2000-2004 гг.» : Доклад Межгосударственного авиационного комитета. – М. : МАК, 2005. – 15 с.
4. Швец В. А. Анализ состояния аварийности гражданских воздушных судов Украины за период 1998–2007 гг. / В. А. Швец, О. Н. Алексеев. – К. : Госавиаадминистрация, 2008. – 83 с.
5. Авиатрагедии украинских ВВС [Электронный ресурс] // Центр исследований армии, конверсии и разоружения. – Режим доступа : <http://www.defense-ua.com/rus/news/?id=8979>. – 27.07.2002. – Название с экрана.
6. Рева О. М. Прийняття рішень шляхом виявлення системи пріоритетів (переваг) авіаспеціаліста : метод. вказівки / О. М. Рева. – Кировоград, 1996. – 18 с.
7. Шмельова Т. Ф. Аналіз розвитку польотних ситуацій в авіаційній соціотехнічній системі / Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2011. – Вип. 2 (28). – С. 59–64.
8. Анастаси А. Психологическое тестирование / А. Анастаси, С. Урбина. – 7-е междунар. изд. – СПб. : Питер, 2009. – 688 с.
9. Надежность и эффективность в технике : справочник в 10-ти томах. – Т. 3. Эффективность технических систем / под. общ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. – М. : Машиностроение, 1988. – 328 с.
10. Науман Э. Принять решение – но как? / Э. Науман ; пер. с нем. – М. : Мир, 1987. – 198 с.
11. Харченко В. П. Графоаналітичні моделі прийняття рішень людиною-оператором аеронавігаційної системи / В. П. Харченко, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда // Вісник Національного авіаційного університету. – 2011. – №1. – С. 5–17.
12. Шмелева Т. Ф. Формализация деятельности человека-оператора авиационной эргатической системы во внешнеатных ситуациях / Т. Ф. Шмелева, Ю. В. Сікірда // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2010. – № 5 (46). – С. 296–300.
13. Шмельова Т. Ф. Моделювання процесу прийняття рішень людиною-оператором авіаційної ергатичної системи з урахуванням впливу психофізіологічних та суспільно-психологічних факторів / Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда // Наукові праці академії. – Вип. XII. – Кировоград : Державна льотна академія України, 2007. – С. 342–355.
14. Kharchenko V. P. Modeling of Behavioral Activity of Air Navigation System's Human-Operator in Flight Emergencies / V. P. Kharchenko, T. F. Shmelova, Y. V. Sikirda // Proceedings of the National Aviation University. – 2012. – № 2. – P. 5–17.
15. Кузнецов В. О. Критерії формування змісту підготовки операторів авіаційних систем / В. О. Кузнецов, А. М. Невініцин, Т. Ф. Шмельова // Наукові праці академії : зб. наук. праць. – Вип. VII. – Ч. I. – Кировоград : Державна льотна академія України, 2003. – С. 180–186.
16. Григорєцький В. О. Розробка автоматизованого адаптивного модулю визначення навчального навантаження в залежності від помилок авіадиспетчера при стажуванні в службі руху / В. О. Григорєцький, Т. Ф. Шмельова, В. В. Павлова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2004. – № 3. – С. 102–110.
17. Правила видачі свідоцтв авіаційному персоналу в Україні : наказ Міністерства транспорту України від 07.12.1998 р. № 486, зі змінами, внесеними наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 24.09.2007 р. № 842. – К. : МТЗУ, 2007. – 72 с.
18. Леонтьев А. Н. Избранные психологические произведения : в 2-х томах / А. Н. Леонтьев. – Т. 1. – М. : Педагогика, 1983. – 392 с.
19. Макаров Р. Н. Основы формирования профессиональной надежности летного состава гражданской авиации : учеб. пос. / Р. Н. Макаров. – М. : Воздушный транспорт, 1990. – 384 с.
20. Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual / Doc. 9806-AN/763. – 1-st Ed. – Canada, Montreal : International Civil Aviation Organization, 2002. – 138 p.

Надійшла до редколегії 2.09.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Карташов, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

## БАЗОВЫЕ МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА АЭРОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Т.Ф. Шмелева, Ю.В. Сікірда, В.А. Григорєцький

Получены базовые модели пилотов и диспетчеров гражданской авиации, а также военных пилотов и штурманов для исследования влияния на их профессиональную деятельность социально-психологических и индивидуально-психологических факторов. Определено влияние системы предпочтений пилотов и диспетчеров гражданской авиации на концепцию их поведения. Представлено практическое применение результатов диагностирования и оценки индивидуальных качеств человека-оператора социотехнической аэронавигационной системы.

**Ключевые слова:** социотехническая аэронавигационная система, человек-оператор, социально-психологические факторы, индивидуально-психологические факторы, полетная ситуация, система предпочтений, концепция поведения, выбор оператора, положительный (отрицательный) полюс.

## BASIC MODELS OF HUMAN-OPERATOR OF AIR NAVIGATION SYSTEM

T.F. Shmelova, Y.V. Sikirda, V.O. Grigoretskiy

The basic models of pilots and controllers of civil aviation, and military pilots and navigators have obtained to research the impact on their professional activities of socio-psychological and individual-psychological factors. The influence of the preference system of civil aviation pilots and controllers on the concept of their behaviour has determined. The practical application of the results of diagnosis and evaluation of the individual qualities of socio-technical air navigation system's human-operator has presented.

**Keywords:** socio-technical air navigation system, human-operator, socio-psychological factors, individual-psychological factors, flight situation, preference system, concept of behaviour, choice of operator, positive (negative) pole.