

УДК 656.7.071.13:656.7.052:519.879.2 (045)

## ІНТЕГРАТИВНА ОЦІНКА СТАВЛЕННЯ СТУДЕНТІВ-АВІАДИСПЕТЧЕРІВ ДО НЕБЕЗПЕКИ ПОРУШЕННЯ НОРМ ЕШЕЛОНУВАННЯ

<sup>1</sup>О. М. Рева, д-р техн. наук, проф., <sup>1</sup>С. П. Борсук, канд. техн. наук, доц.,  
<sup>2</sup>Б. М. Мірзоев, д-р філософії по техніці

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет, Україна;  
grey1s@yandex.ua

<sup>2</sup>Головний центр Єдиної системи управління повітряним рухом  
держпідприємства AZANS, Азербайджанська Республіка;  
BalaMirzayev@azans.az

*Враховуючи вплив людського чинника на безпеку польотів, уперше в практиці досліджень надійності професійної діяльності авіадиспетчерів, як операторів «переднього краю», реалізовано мультиплікативний підхід до встановлення інтегративної оцінки їх ставлення до небезпеки порушень норм ешелонування повітряних суден. Адаптована для потреб досліджень функція бажаності Харінгтона узагальнює показники основних домінант прийняття рішень, рівнів домагань і нечіткі оцінки ризику порушень норм ешелонування відповідно до шкали ICAO. Обґрунтовано недоцільність застосування коефіцієнтів бажаності під час оцінки ставлення авіадиспетчерів до порушень окремої норми. Відповідний показник коливається у межах  $\varphi(S) = 0,69-0,74$ , причому більші випробувані порушення студенти-авіадиспетчери допускають за більш протяжених норм ешелонування. За допомогою методу розстановки пріоритетів встановлені коефіцієнти вагомості (небезпек) цих норм, що дало змогу визначити, що цілісний інтегративний показник ставлення до порушень усієї сукупності норм ешелонування становить  $\varphi(S) = 0,94$ .*

**Ключові слова:** людський чинник, безпека польотів, авіадиспетчери, прийняття рішень, ставлення до порушень норм ешелонування повітряних суден, основна домінанта прийняття рішень, рівень домагань, нечітка оцінка рівнів небезпек, інтегративний показник ризику, мультиплікативна функція агрегації.

*Taking into account influence of human factor on flight safety, multiplicative approach to determination of integral estimate of air traffic controllers attitude to aircrafts separation norms violation, was developed firstly in area of air traffic controllers professional activity researches. Harrington desirability function adapted during researches allows to generalize indexes of main decision taking dominants, desirability levels, and fuzzy estimates for flight separation norms violation risks according to ICAO scale. Inexpedience of using desirability coefficients to determine air traffic controllers attitude to single flight separation norm is proved. Corresponding index varies in  $\varphi(S) = 0,69-0,74$  limits, and greater violations are allowed for bigger norms by air traffic control students. With help of priority rearrangement method weight coefficients of these norms were defined that allowed to find integral index of attitude to all flight level norms violation which is equal to  $\varphi(S) = 0,94$ .*

**Keywords:** human factor, flight safety, air traffic controllers, decision taking, attitude to aircraft flight level norms violation, main decision taking dominant, desirability level, fuzzy estimate of safety levels, integral risk index, multiplicative aggregation function.

### Вступ

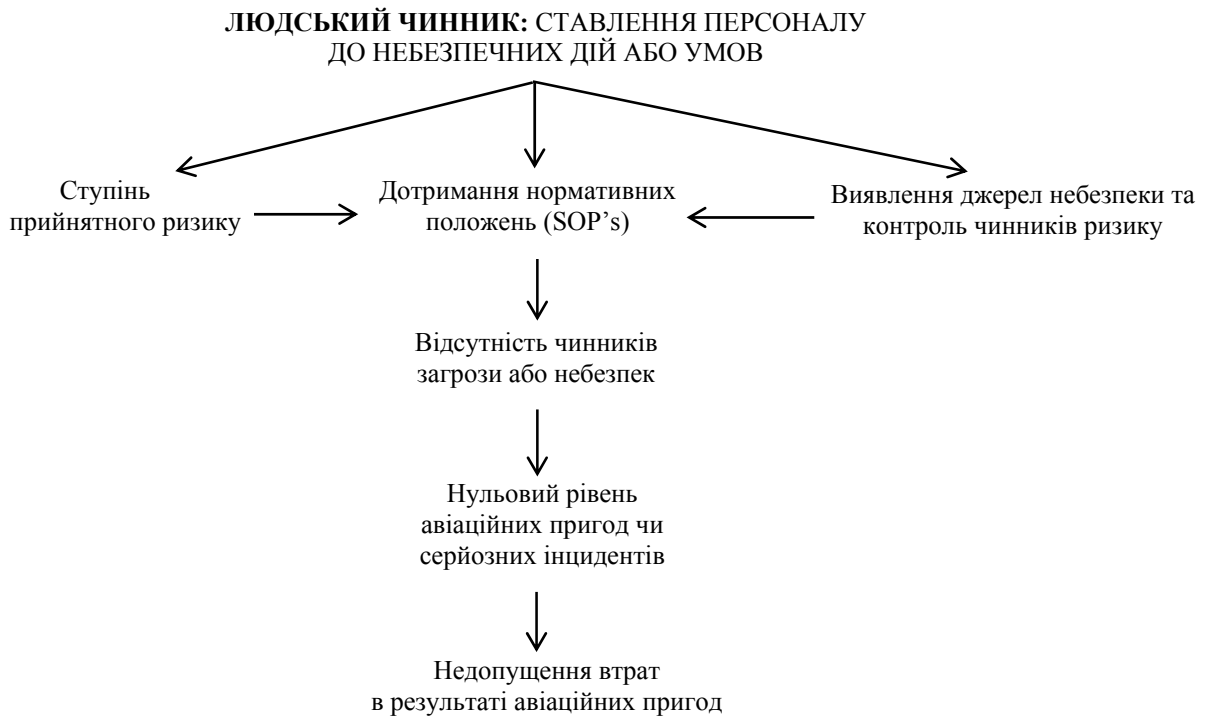
На сьогодні загально визнана провідна роль впливу людського чинника (ЛЧ) на безпеку і ефективність функціонування авіаційних транспортних систем (АТС) [1–4]. У праці [5] обґрунтовується можливість уявлення взаємодії складових поточної парадигми безпеки польотів (БП) ICAO [4] з позицій ЛЧ через «ставлення персоналу до безпечних дій та умов».

Зазначено вище відповідає позиції поглибленого аналізу стикання/нестикання блоків «людина — процедури» концептуальної моделі SHELL, запропонованої ICAO для вивчення проблем ЛЧ (див. рисунок) [1–4].

Визнано, що професійна діяльність авіаційних операторів (АО) «переднього краю», зокрема диспетчерів обслуговування повітряного руху (ОПР), які безпосередньо впливають на надійність АТС і мають забезпечувати належний рі-

вень БП, зазвичай розглядається як безперервний ланцюг рішень, що виробляються і реалізуються в явних і неявних формах та під впливом багатьох різноманітних чинників (зовнішніх/внутрішніх, об'єктивних, суб'єктивних), а також ризиків стохастичного і нестохастичного характеру. Це дало змогу обґрунтувати і кваліметрично дослідити зазначене «ставлення» на прикладах складових прийняття рішень (ПР) професійними диспетчерами ОПР (ДОПР) і студентами-авіадиспетчерами (АД) під час порушень норм ешелонування повітряних суден (ПС) [6–9]:

- основні домінанти прийняття рішень (ПР): схильність, несхильність, байдужість до ризику;
- рівні домагань (РД) як головні системотвірні чинники особистості АО і показники адекватності їх самооцінки (СО) в умовах ризику;
- нечіткі оцінки рівнів небезпеки (РН) порушень норм ешелонування ПС (НЕПС).



Уявлення взаємодії складових концепцій безпеки ІКАО з позиції людського чинника

Кожний з перелічених кваліметричних показників певним чином характеризує процедури ПР і ставлення певної категорії АО, а саме ДОПР і студентів-АД (САД) до порушення стандартних експлуатційних процедур (у контексті досліджень — НЕПС). Однак, набагато актуальнішим є отримання інтегративної (агрегованої, узагальненої) оцінки цього ставлення, яка має цілісний характер, системну властивість емерджентності [10] і дозволяє з єдиних позицій формувати проактивне уявлення про виконання АО своїх професійних обов’язків під час ОПР.

**Аналіз досліджень і публікацій**

Слід констатувати, що в дослідженнях ЛЧ, отримання відповідних інтегративних оцінок і показників, популярне цитування такої найбільш узагальненої функції агрегування [10]:

$$\Phi_{PH}(S) = \left( \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \alpha_i R_i^p \right)^{\frac{1}{p}}, \quad (1)$$

де  $p$  — показник, що відображає припустимий ступінь компенсації невеликих значень одних частинних показників РН великими значеннями інших показників;  $k$  — кількість частинних показників РН, що агрегуються (в нашому випадку  $k = 3$ ;  $R_i$  — РН, встановлений для  $i$ -го частинного показника;  $\alpha_i$  — коефіцієнт «ваги» (бажаності, прийнятності, значущості)  $i$ -го показника РН.

Дослідження [11–14] показують, що найбільш ефективним для проблем досліджень є функція агрегації (1), зведена до мультиплікативної реалізації:

$$\Phi_{PH}(S) = \prod_{i=1}^k R_i^{\alpha_i}. \quad (2)$$

Мультиплікативний підхід, що реалізується виразом (2), простий і знайшов широке розповсюдження в практиці досліджень технічних і гуманістичних (у розумінні Л. Заде [15]) систем [16], у тому числі завдяки коефіцієнтам і шкалі бажаності Харрінгтона [11]. Тому для потреб наших досліджень вираз (2) перетворюється на такий:

$$\Phi_{PH}(S) = \sqrt[k]{\prod_{i=1}^k R_i^{\alpha_i}}. \quad (3)$$

Мультиплікативні функції агрегації вигляду (2), (3) припускають на відміну від адитивного підходу можливість не абсолютної, а відносної часткової компенсації невисоких значень РН за одними показниками, високими значеннями за іншими, що робить їх більш «обережними» і загалом відповідає діючій практиці. При цьому, узагальнюючи результати досліджень [11], можна вважати, що формула (3) дійсно може бути кількісним, однозначним, єдиним і універсальним показником рівня надійності ДОПР. Враховуючи притаманні їй властивості адекватності, ефективності і статистичній чутливості, узагальнену функцію бажаності формулу (3) дійсно можна застосовувати як критерій оптимізації. Що й було зроблено у працях [13; 14].

Однак, в контексті наших досліджень слід констатувати, що порушення НЕПС може мати

різну умовну бажаність (прийнятність) залежно від відстані між ПС і особливості організації ОПР у конкретній зоні відповідальності. Тому у виразах (2), (3) особливу важливість має обґрунтування значень коефіцієнтів вагомості (бажаності, значущості) показників  $R_i$ .

### Постановка завдання досліджень

Таким чином, виходячи з аналізу існуючого досвіду отримання інтегративної оцінки ставлення ДОПР (чи САД) до порушень НЕПС *метою* нашого дослідження є обґрунтування важливості відповідних частинних показників РН як у межах окремої норми ешелонування, так і за всією сукупністю досліджуваних норм.

### Розроблення моделі агрегації частинних показників рівнів небезпек для окремих норм ешелонування

Виходячи з перелічених у вступі досліджуваних показників ПР ДОПР (САД) під час порушень НЕПС, агрегований показник РН для окремої  $i$ -ї норми з урахуванням виразу (3) буде мати такий вигляд:

$$\begin{aligned} \Phi_{РН}(S) &= \sqrt[3]{R_{ОДПРi} R_{РДi} R_{НЗi}} = \\ &= \sqrt[3]{\frac{R_{ОДПРi}}{S_{НЕПСi}} \frac{R_{РДi}}{S_{НЕПСi}} \frac{R_{НЗi}}{S_{НЕПСi}}} = \\ &= \frac{1}{S_{НЕПСi}} \sqrt[3]{R_{ОДПРi} R_{РДi} R_{НЗi}}, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $R_{ОДПРi}$  — нормований показник РН, що враховує ОДПР на  $i$ -й НЕПС.

Він є складеним, оскільки враховує схильність, неохочість, байдужість до ризику випробуваних ДОПР (САД):

$$\begin{aligned} R_{ОДПРi} &= \sqrt[3]{R^{сх} R^{несх} R^{байд}} = \\ &= \sqrt[3]{\frac{S_{0,75}^{сх}}{S_{НЕПСi}} \frac{S_{0,75}^{несх}}{S_{НЕПСi}} \frac{S_{0,75}^{байд}}{S_{НЕПСi}}} = \\ &= \frac{1}{S_{НЕПСi}} \sqrt[3]{S_{0,75}^{сх} S_{0,75}^{несх} S_{0,75}^{байд}}, \end{aligned}$$

де  $S_{0,75}^{сх}, S_{0,75}^{несх}, S_{0,75}^{байд}$  — детерміновані еквіваленти лотерей (ДЕЛ), що мають корисність 0,75 і визначаються за спеціальними процедурами для побудови оціночних функцій корисності (ОФК) континууму  $i$ -ї НЕПС за обмеженою кількістю точок під час вирішення закритих задач ПР (ЗПР) [6; 10; 17; 18].

Дослідженнями [6; 10; 17; 18] встановлено, що схильність до ризику демонструється за умов притаманності і демонстрації мотивації на досягнення успіху і вона властива, переважно

для професійних ДОПР із значним досвідом професійної діяльності.

Водночас неохочість до ризику вказує на мотивацію запобігання невдач, що демонструється абсолютною більшістю САД. Якщо йдеться про байдужих до ризику, то вони умовно вважаються «об'єктивними», оскільки мають лінійну ОФК [10].

Таким чином, виходячи з наведеного, вважаємо що показники  $R^{сх}, R^{несх}, R^{байд}$  є не лише однорідними внаслідок їх нормування, але ж і рівнозначними за значущістю, оскільки, наприклад, наразі не проведено жодного дослідження, яке б визначало пріоритетність в забезпеченні належного рівня БП мотивації на досягнення успіху перед мотивацією на запобігання невдач.

Отже, недоцільно вводити для них у формулі (5) і, як наслідок, у формулі (4) відповідні коефіцієнти вагомості (бажаності, пріоритетності).

$R_{РДi}$  — нормований показник РН, що враховує РД ДОПР (САД) на  $i$ -й НЕПС.

При цьому під РД розумітимемо точку на шкалі об'єктивних успіхів (відстань між ПС), наявність якої відповідає максимальному позитивному стрибку за уяви ДОПР (чи САД) міри її привабливості, бажаності.

Рівень домагань встановлюється з ОФК континууму досліджуваної НЕПС, що будується за спеціальною процедурою за формально необмеженою кількістю точок під час вирішення відкритих ЗПР [7; 8; 19].

$$\begin{aligned} \Phi_{РН}(S) &= \sqrt[3]{R_{ОДПРi} R_{РДi} R_{НЗi}} = \\ &= \sqrt[3]{\frac{R_{ОДПРi}}{R_{НЕПСi}} \frac{R_{РДi}}{R_{НЕПСi}} \frac{R_{НЗi}}{R_{НЕПСi}}} = \\ &= \frac{1}{R_{НЕПСi}} \sqrt[3]{R_{ОДПРi} R_{РДi} R_{НЗi}}. \end{aligned} \quad (6)$$

Для реалізації виразу (6) було досліджено ОДПР, РД і нечіткі оцінки РН 132 САД, що навчалися на відповідних факультетах Національного авіаційного університету (НАУ) і Кіровоградської льотної академії НАУ. Отримані результати подано у табл. 1.

Як бачимо з результатів застосування формули (6), показник ставлення до порушень НЕПС знаходиться у межах 0,69–0,74 і за уяви випробуваних САД більшого по абсолютній величині порушення можна припустити для більш протяжних НЕПС.

Якщо не враховувати пріоритетність НЕПС з погляду небезпечності їх порушень, то в такому разі шуканий інтегративний показник РН за усією сукупністю складе величину 0,72.

Таблиця 1

**Інтегративні показники проактивного ставлення студентів-авіадиспетчерів до порушень норм ешелонування повітряних суден**

Норма ешелонування, S km	Показники ставлення до ризику			Інтегративний показник, R <sup>(i)</sup>
	R <sub>ОДПР</sub> <sup>(i)</sup>	R <sub>РД</sub> <sup>(i)</sup>	R <sub>НЗ</sub> <sup>(i)</sup>	
1	2	3	4	5
S = 8 km	0,74	0,72	0,74	0,73
S = 10 km	0,79	0,75	0,68	0,74
S = 12 km	0,75	0,72	0,76	0,74
S = 20 km	0,69	0,71	0,66	0,69
S = 30 km	0,68	0,73	0,71	0,71
Узагальнений показник за всією сукупністю норм ешелонування				0,72

**Розробка моделі агрегації показників небезпек порушень окремих норм ешелонування з урахуванням їх значущості**

Цілком зрозуміло, що чим менше протяжність норми ешелонування, тим більшу небезпеку являють собою її порушення, оскільки на виконання майже однакових стандартних експлуатаційних процедур ДОПР, мають значно менший резерв часу. Тому природно, що з погляду небезпеки порушень НЕПС можна встановити їх упорядкування:

$$\text{НЕПС}_{S=8\text{км}} > \text{НЕПС}_{S=10\text{км}} > \text{НЕПС}_{S=12\text{км}} > \text{НЕПС}_{S=20\text{км}} > \text{НЕПС}_{S=30\text{км}}$$

що відкриває перспективи у застосуванні математичного методу розстановки пріоритетів, відомого також, як «задача про лідера» [20; 21], для встановлення коефіцієнтів пріоритетності (значущості) НЕПС у інтегративній оцінці РН порушень усього спектру досліджуваних норм:

$$\Phi_{\text{РН}}(S) = \sqrt[n=5]{\prod_{i=1}^n \Phi_{\text{РН}}^{\alpha_i}(S_i)}, \quad (8)$$

де  $\alpha_i$  — шуканий коефіцієнт пріоритетності  $i$ -ї норми ешелонування.

Здійснюючи одинадцять ітерацій застосування зазначеного методу розстановки пріоритетів, було отримано відповідні значення коефіцієнтів пріоритетності НЕПС (табл. 2).

Таблиця 2

**Значення коефіцієнтів пріоритетності норм ешелонування ПС, отримані для одинадцяти ітерацій застосування методу розстановки пріоритетів**

S, km	Коефіцієнт важливості (пріоритетності) норми, встановлений на ітерації застосування методу розстановки пріоритетів №										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S = 8 km	0,36	0,4824	0,5734	0,6407	0,6914	0,7303	0,761	0,7856	0,8057	0,8225	0,8367
S = 10 km	0,28	0,2941	0,28	0,2575	0,2345	0,2136	0,1953	0,1793	0,1656	0,1536	0,1431
S = 12 km	0,2	0,1529	0,1111	0,0818	0,0619	0,0482	0,0384	0,0312	0,0259	0,0217	0,0185
S = 20 km	0,12	0,0588	0,0311	0,018	0,0112	0,0074	0,0051	0,0037	0,0027	0,0021	0,0016
S = 30 km	0,04	0,0118	0,0044	0,002	0,001	0,0005	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001
Σ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Як можна побачити з табл. 2, на кожній наступній ітерації значення шуканих коефіцієнтів все більш уточнюються.

При цьому, обираючи найбільш прийнятні результати, слід констатувати однозначну недоцільність застосування результатів першої ітерації, оскільки в такому випадку усі коефіцієнти будуть лінійно залежними.

З іншого боку, надмірна диференціація коефіцієнтів пріоритетності-небезпеки НЕПС також недоцільна з позицій БП і внесення певних викривлень у результати обчислень.

Таким чином, встаючи на обережну позицію вибору коефіцієнтів вагомості НЕПС, обираємо їх значення, отримані на другій ітерації застосування методу розстановки пріоритетів, коли їх взаємна залежність вже нелінійна, однак немає і надмірної диференціації.

Далі застосовуючи відповідно до формули (8) дані граfi 3 табл. 2 до даних граfi 5 табл. 1, зазначимо, що інтегративний показник РН порушень НЕПС становить величину 0,94, що на 30,6 % перевищує попередній показник, встановлений без урахування коефіцієнтів небезпек НЕПС

(останній рядок табл. 1) і дає більш повне уявлення про ставлення випробуваних САД до їх порушень.

### Висновки

Отже, узагальнюючи отримані і подані у цій статті нові наукові результати, покажемо на найбільш важливі положення.

1. Обґрунтований і практично перевірений мультиплікативний підхід до визначення ставлення ДОПР (САД) до порушень НЕПС. Мультиплікація здійснюється шляхом застосування функції бажаності Харрінгтона, яка узагальнює нормовані показники складових ПР, ОДПР, РД і нечіткі оцінки РН.

3. Визначено, що при інтегративній оцінці ставлення ДОПР (САД) до порушень окремої НЕПС недоцільно застосовувати коефіцієнти важливості її складових, оскільки вони взаємно доповнюють і уточнюють одне одного. Встановлено, що відповідні показники коливаються у межах 0,69–0,74, узагальнене його мультиплікативне значення становить величину 0,72.

4. За допомогою математичного методу розстановки пріоритетів визначені коефіцієнти важливості досліджуваних НЕПС і отриманий інтегративний показник ставлення САД до порушення їх сукупності, який дорівнює значенню 0,94.

5. Подальші дослідження слід проводити в таких напрямках побудови і аналізу тривимірних ОФК, які б враховували усі НЕПС, встановлені не лише для поздовжніх, але ж і для бокових і вертикальних інтервалів польотів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Фундаментальные концепции человеческого фактора* // Человеческий фактор : сб. м-лов № 1. — Циркуляр ИКАО 216 AN / 131. — Монреаль, Канада, 1989. — 34 с.

2. *Основные принципы учёта человеческого фактора в руководстве по проведению проверок безопасности полётов*: Doc. ICAO 9806 — AN/763/ — изд-е 1-е. — Монреаль, Канада, 2002.

3. *Рева А. Н. Человеческий фактор и безопасность полётов* : (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.

4. *Руководство по управлению безопасностью полётов (РУБП)*: Doc. ICAO 9859 — AN / 474. — изд-е 3-е. — Монреаль, Канада, 2013.

5. *Нечітка міра розпізнавання авіадиспетчерами небезпеки порушень норм ешелонування повітряних суден* / О. М. Рева, В. А. Шульгін, П. Ш. Мухтаров, Б. М. Мірзоев // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*: наук.-техн. жур. — Х. : Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2015. — № 7 (124). — С. 141–147.

6. *Мухтаров П. Ш. Основные доминанты в принятии решений авиадиспетчером при оценке полезности-безопасности нормы эшелонирования воздушного пространства* / П. Ш. Мухтаров // *Авіаційно-космічна техніка і технологія* : наук.-техн. жур. — Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2014. — № 9. — С. 143–150.

7. *Мухтаров П. Ш. Людський чинник в аеронавігації: рівні домагань авіадиспетчерів при оцінці бажаності відстані між повітряними судами* / П. Ш. Мухтаров // *Науковий Вісник Херсонської державної морської академії*. — Херсон : ХДМА, 2014. — № 1. — С. 238–288.

8. *Рева О. М. Визначення рівнів домагань студентів-диспетчерів на континуумі норми ешелонування 10 кілометрів* / О. М. Рева, С. П. Борсук // *Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT — 2015): матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., Херсон, 26–28 травня 2015 р.* — Херсон : ХДМА, 2015. — С. 23–27.

9. *Рева А. Н. Нечёткая оценка риска нестыковки блоков «человек — процедуры» модели SHELL ИКАО* / А. Н. Рева, С. П. Борсук // *Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матеріали Міжнар. наук. конф., присвяченої пам'яті професора Ф. Б. Рогальського*. — С. Залізний Порт Херсонської обл., 28–31 травня 2014 р., Херсон: ХНТУ, 2014. — С. 153–155.

10. *Надежность и эффективность в технике: справ. в 10 т.* — Т. 3. Эффективность технических систем / под общ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. — М. : Машиностроение, 1988. — 328 с.

11. *Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий* / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. — М. : Наука, 1976. — 278 с.

12. *Мультипликативный подход к интегральной оценке уровня профессиональной подготовки авиационных операторов* / А. Н. Рева, В. А. Шульгін, С. П. Борсук [и др.] // *Elmi məcmuələr: Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasının*. — Bakı, İyul-Sentyabr 2014, Bakı. — Cild 16. — № 3. — С. 42–51.

13. *Розробка метода агрегованої оцінки ставлення диспетчерів обслуговування повітряного руху до ризику* / О. М. Рева, С. П. Борсук, П. Ш. Мухтаров, Б. М. Мірзоев // *Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2015): матеріали VII: Міжнар. наук.-практ. конф., Херсон, 26–28 травня 2015 р.* — Херсон: ХДМА, 2015. — С. 72–75.

14. *Модель інтегративної оцінки ставлення авіадиспетчерів до порушення норми ешелонування повітряного простору* / О. М. Рева, П. Ш. Мухтаров, Б. М. Мірзоев, В. З. Султанов // *Авіаційно-космічна техніка і технологія: наук.-техн. жур.* — Х. : Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2015. — № 8 (125). — С. 123–130.

15. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского; пер. с англ. Н. И. Ринго. — М.: Мир, 1976. — 165 с.

16. *Губинский А. И.* Надежность и качество функционирования эргатических систем / А. И. Губинский. — Л.: Наука, 1982. — 270 с.

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

18. *Рева, А. Н.* Теоретическая модель выявления основной доминанты деятельности авиацион-

ного оператора в условиях риска / А. Н. Рева, П. Ш. Мухтаров, С. В. Недбай // *Elmi məsələlər: Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasının.* — Bakı, Oktyabr – Dekabr 2012. — Child № 4. — С. 64–73.

19. *Козелецкий Ю.* Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий; под ред. Б. В. Бирюкова; пер. с польск.: Г. Е. Минца, В. Н. Поруса. — М.: Прогресс, 1979. — 504 с.

20. *Берж К.* Теория графов и ее применение / К. Берж; пер. с франц. — М.: ИЛ, 1962. — 320 с.

21. *Блюмберг В. А.* Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блюмберг, В. Ф. Глущенко. — Л.: Лениздат, 1982. — 160 с.

Стаття надійшла до редакції 04.02.2016