

УДК 656.7.084.17(08)

О. М. РЕВА<sup>1</sup>, С. П. БОРСУК<sup>1</sup>, В. О. ЛИПЧАНСЬКИЙ<sup>2</sup><sup>1</sup> Національний авіаційний університет, Київ, Україна<sup>2</sup> Центральньо-Український національний технічний університет, Кропивницький, Україна

## ЕРГОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ПРИЙНЯТНОСТІ ДЛЯ КОРИСТУВАЧА-ІНСТРУКТОРА АЛГОРИТМУ ОСОБИСТІСНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ-АВІАДИСПЕТЧЕРІВ

Запропонований алгоритм особистісно-орієнтованої тренажерної підготовки студентів-авіадиспетчерів, що враховує такі прояви людського чинника під час прийняття рішень диспетчерами обслуговування повітряного руху, як основні домінанти, рівні домагань та нечіткі оцінки ризику порушень норм ешелонування повітряних суден за шкалою рівнів небезпек ІСАО. Алгоритм задовольняє інформативним критеріям циклічності, детермінованості, дискретності, масовості, фінитності, коректності, результативності і пропонується для застосування. За допомогою ергономічних показників стереотипності і логічної складності операторської діяльності досліджено ступінь прийнятності алгоритму для реалізації інструктором. Визначено, що нормований показник стереотипності дій інструктора складає величину  $Z_n=0,58$  і відповідає встановленим критеріям, а нормований показник логічної складності дій дорівнює величині  $L_n=0,30$ , що в півтори рази перевищує критеріальні значення, встановлені для «звичайної» людини-оператора. Обґрунтовано необхідність розроблення інтелектуального модулю системи підтримки прийняття рішень інструктором.

**Ключові слова:** безпека польотів, людський чинник, управління повітряним рухом, студенти-авіадиспетчери, алгоритм особистісно-орієнтованої підготовки, інформативні критерії, користувач-інструктор, ергономічні показники стереотипності і логічної складності дій.

### Вступ

На теперішній час загально визнано, що високоосвічені і добре професійно підготовлені (ПП) авіаційні оператори (АО) «переднього краю» (диспетчери обслуговування повітряного руху (ОПР), члени льотного екіпажу), можуть суттєво і позитивно вплинути (і впливають) на забезпечення належного рівня безпеки польотів (БП), активно втручаючись в усунення як наслідків відмов технічної частини складної полієргатичної цілеспрямованої організаційної і активної системи керування «льотний екіпаж – повітряне судно (ПС) – середовище – орган ОПР», так і нештатних польотних і наземних ситуацій, пов'язаних з виконанням польотів [1]. Тому організація ефективної ПП зазначених категорій АО є перманентно-актуальною науково-практичною проблемою.

### 1. Аналіз досліджень і публікацій

Наразі в практиці ПП АО «переднього краю» активно застосовуються програми CRM (Crew Resources Management), LOFT (Line Oriented Flight

Training) [2], TRM (Team Resources Management) [3], однак вони орієнтовані на професійних фахівців відповідного профілю і не адаптовані для потреб початкової підготовки.

Відоме «Керівництво ERAU» (неформальна назва програми підготовки ADM: Aeronautical Decision Making for Instrumental Pilot), розроблене саме для початкової ПП молодих пілотів [4]. За прогнозними оцінками експертів повсюдне впровадження цього Керівництва має сприяти зниженню кількості авіаційних подій (АП), обумовлених людським чинником (ЛЧ), на 5-20% [5]. Однак, цей документ хоча і широко цитується, однак мало відомий практичним фахівцям в СНД, не зважаючи на те, що саме зусиллями українських і азербайджанських вчених і фахівців його зміст було розвинуто на ПП диспетчерів ОПР (ДОПР) [6, 7].

В працях [8-13 та ін.] подані наукові результати проактивної кваліметрії закономірностей прояву ЛЧ під час прийняття рішень (ПР) студентами-авіадиспетчерами (САД) в аеронавігаційних системах (АНС). Ці результати є, за суттю, мотиваційними моделями ставлення САД до небезпек порушення норм ешелонування ПС (НЕПС) і сприяють самоак-

туалізації їх ПП. Йдеться, насамперед, про основні доміанти ПР (ОДПР), які характеризують ставлення до ризику, а, отже, - і мотивацію на досягнення успіху / запобігання невдач в процесі професійної діяльності. Слід констатувати, що результати, отримані для САД, суттєво відрізняються від ставлення до ризику професійних ДОПР [14-16 та ін.], що потребує корегування їх ОДПР в процесі ПП. З іншого боку, природно, що ставлення до ризику відбивається й на показниках рівнів домагань (РД) [11, 12], які є головним системоутворюючим чинником особистості АО, найкращим чином характеризують адекватність самооцінки (СО) САД і обов'язково виявляються під час розслідування АП [17].

Розглянуті результати наукових досліджень були отримані шляхом проактивної кваліметрії ставлення САД і професійних ДОПР до порушень НЕПС. Причому в відповідних нечітких моделях такої кваліметрії [7, 9, 18] було застосовано шкалу рівнів небезпек (РН), впроваджену ІСАО в практику управління БП (УБП) [19].

## 2. Постановка завдання досліджень

Отже, слід констатувати проактивну роль у розпізнаванні небезпек у АНС таких показників ПР АО «переднього краю» (професійні ДОПР, САД), як основні доміанти, РД та нечіткі оцінки РН. Тому було б логічно вважати, щоби їх ПП, особливо початкова, була б особистісно-орієнтованою і враховувала розглянуті показники ПР.

Враховуючи досвід урахування ставлення студентів вищих навчальних закладів (ВНЗ) до результатів навчання і організації їх особистісно-орієнтованої підготовки, спираючись саме на основні навчальні доміанти (введений в практику досліджень у дидактиці еквівалент досліджуваних нами ОДПР) та РД [20, 21], уявляється можливим розроблення рекомендацій щодо такого роду ПП, але вже САД. Зазначене й є *метою* цієї публікації.

## 3. Розроблення алгоритму особистісно-орієнтованої тренажерної підготовки студентів-авіадиспетчерів

Здійснено алгоритмізацію індивідуалізованої тренажерної підготовки (ТП) САД з урахуванням проактивних кваліметричних показників їх ставлення до порушень НЕПС, встановлених для горизонтальної площини виконання польотів [22]. При цьому під алгоритмом будемо розуміти впорядкований, чітко визначений, закінчений план (порядок) дій, тобто інструкції для виконавця – інструктора диспетчерського тренажерного засобу (ТЗ), що сприяє

отриманню бажаного кінцевого результату (БКР).

Зазначимо також, що під час розроблення алгоритму, поданого на рис 1, 2, ми прагнули забезпечити його відповідність певним інформативним критеріям (властивостям), які зазвичай застосовуються з відповідною метою [23, 24] (не ранжируючи):

– циклічності – оскільки алгоритм передбачає багатократне повторення з боку інструктора тих самих дій (операцій) над новими початковими даними – кваліметричними показниками закономірностей ПР, властивими кожному випробуваному САД. При цьому під циклом підготовки надалі розумітимемо послідовність команд (серія, тіло циклу), яка може виконуватися багаторазово (для нових початкових і поточних результатів тренувань випробуваних САД) до задоволення мети ПП (бажаного кінцевого результату, - БКР). Тобто, йдеться про забезпечення належного рівня БП під час ОПР, пов'язаного в контексті наших досліджень або із зміною ОДПР випробуваного САД на більш ризиковану за схемою «несхильність до ризику → байдужість до ризику → схильність до ризику», або встановленню адекватної СО особистісних знань, умінь, професійних навичок (ЗУПН) через показники РД, встановлених на континуумі НЕПС;

– детермінованості (визначеності, точності, однозначності) – встановлює, що за умов кількарізного завдання одних і тих же вихідних даних побудований алгоритм буде виконуватися абсолютно однаково і завжди буде отримано один і той же результат (або та ж сама тенденція щодо зміни ОДПР чи адекватності СО випробуваних САД, а також показників РН), що забезпечує достовірність отриманих результатів ПП та кваліметричної оцінки закономірностей прояву ЛЧ під час ПР. Зазначена властивість детермінованості проявляється також і в тому, що на кожному кроці виконання алгоритму завжди точно відомо, що робити далі, а кожна дія однозначно зрозуміла виконавцю-інструктору і не може бути витлумачена невизначено;

– дискретності – означає, що алгоритм складається з послідовних окремих кроків - елементарних дій, виконання яких не представляє складності. Саме завдяки цій властивості алгоритм може бути реалізований на ЕОМ;

– масовості – полягає в тому, що за допомогою алгоритму вирішується не одна конкретна задача (тренувальна вправа), а будь-яке завдання з деякого класу однотипних завдань виявлення закономірностей прояву ЛЧ під час ПР в процесі ОПР при всіх допустимих значеннях вихідних даних, що охоплюють введені РН порушення НЕПС, а також особистісні властивості випробуваних САД (ОДПР та РД);

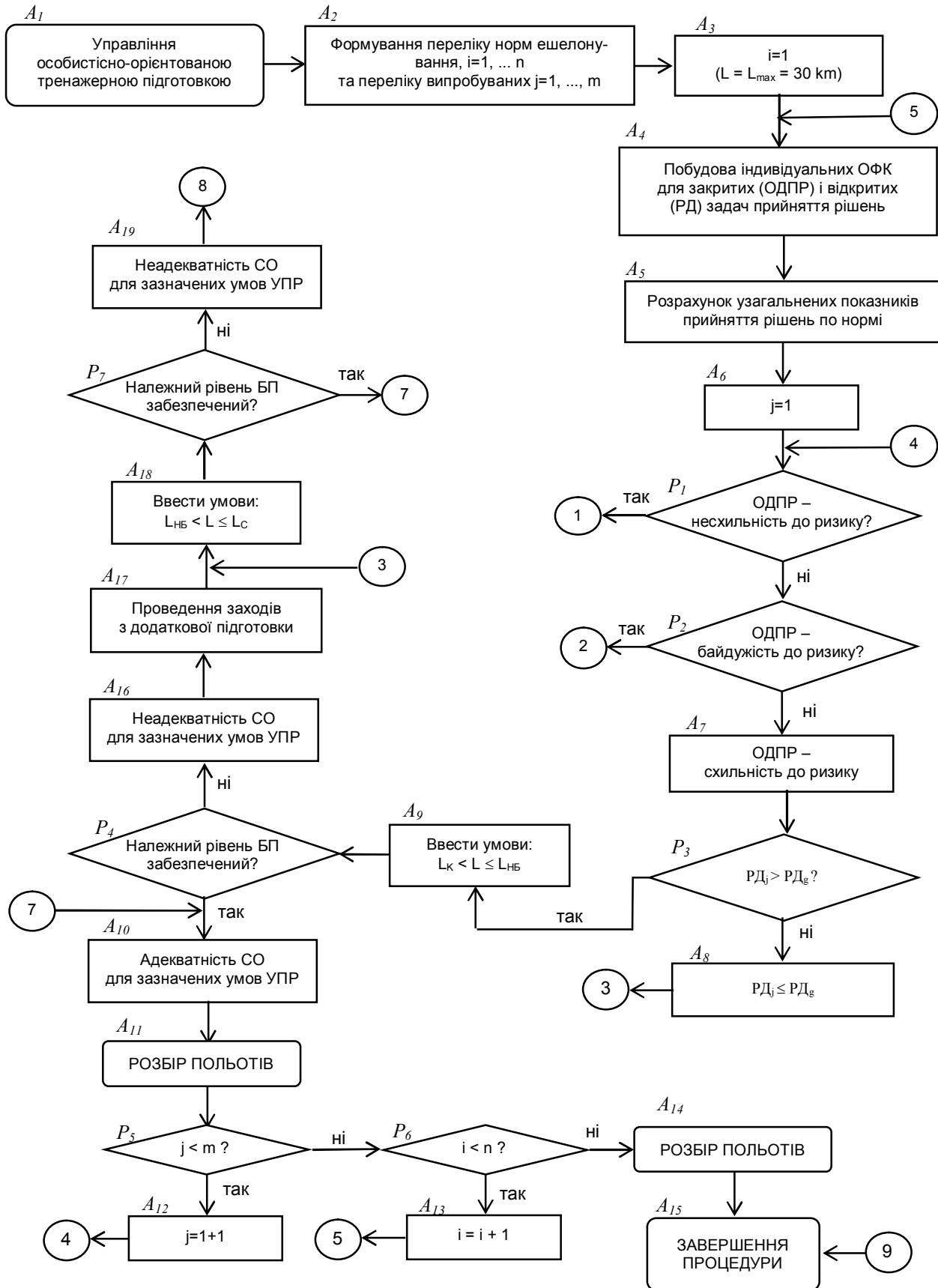


Рис. 1. Алгоритмізація організації особистісно-орієнтованої на людський чинник тренажерної підготовки студентів-авіадиспетчерів

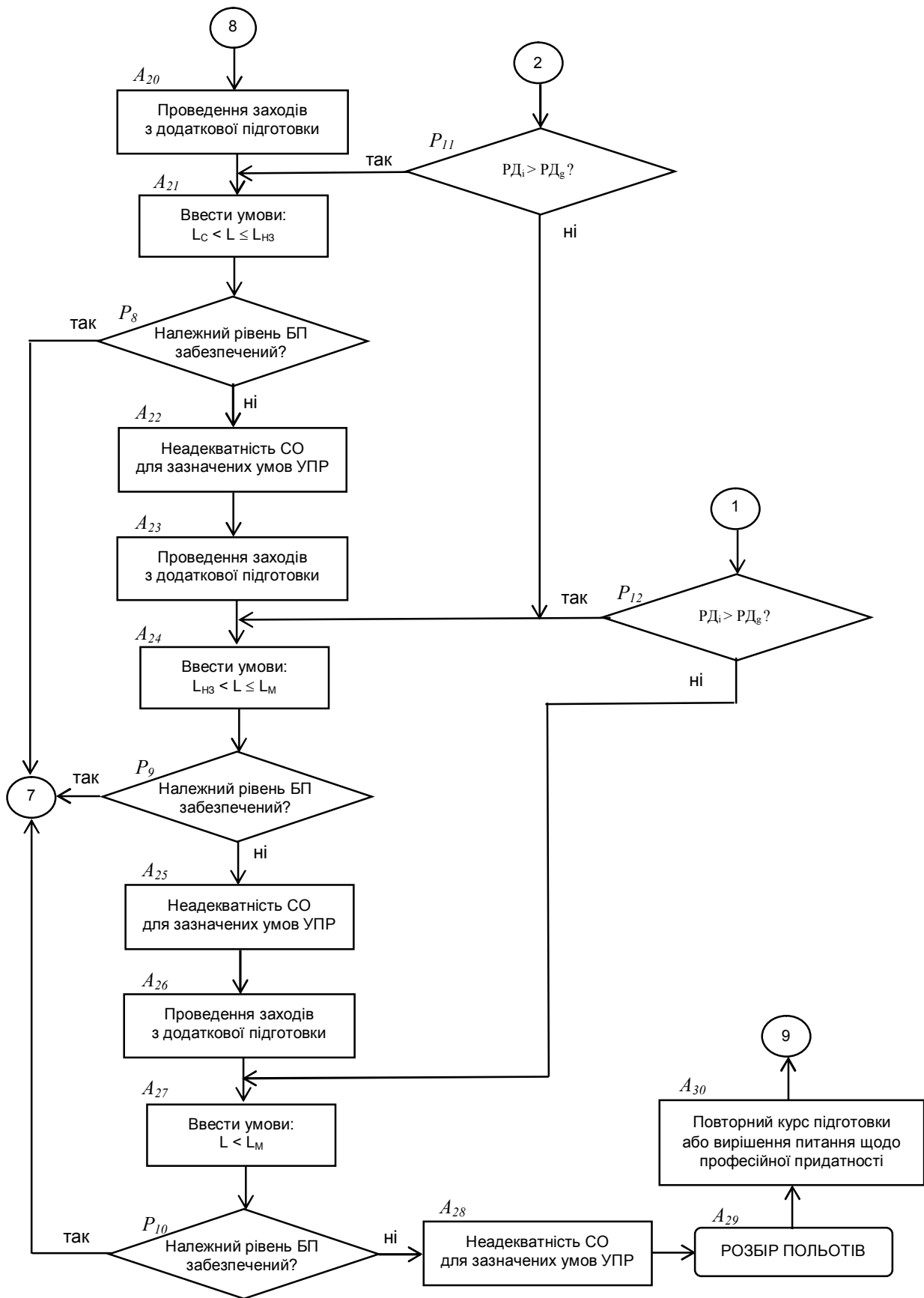


Рис. 2. Алгоритмізація організації особистісно-орієнтованої на людський чинник тренажерної підготовки студентів-авіадиспетчерів (завершення рис. 1)

– остаточності (фінитності) – полягає в тому, що послідовність елементарних дій алгоритму не може бути нескінченною, необмеженою. В нашому випадку йдеться про алгоритм, що охоплює 39 елементів (див. рис. 1, 2);

– коректності – означає, що алгоритм, який розглядається, створений, спираючись на запропоновану обґрунтовану ідеологію врахування закономірностей прояву ЛЧ в АНС через кваліметричні показники ставлення ДОПР до небезпечних дій або умов. Він відповідає вирішенню кожного встановленого завдання (тренувальної вправи), тому для всіх вихідних даних, пов'язаних з особливостями ставлення САД до порушень НЕПС під час ПР, буде завжди давати правильний (до прийнятої нами ідеології) результат і ні для яких вихідних даних не буде отриманий неправильний результат;

– результативності (спрямованості) – означає, що виконання алгоритму обов'язково призводить до досягнення поставленої мети (БКР), або до повідомлення про те, що при заданих вихідних кваліметричних показників ЛЧ (особистісного рівня ЗУПН, ОДПР та РД випробуваних САД) тренувальну вправу з забезпечення належного рівня БП під час ОПР вирішити неможливо.

Отже, звертаючись до розроблених пропозицій щодо алгоритмізації процесу особистісно-орієнтованої (індивідуалізованої) ТП САД, формалізованих на рис. 1, 2, визначимося із застосованою при цьому ідеологією моделювання складності тренувальних вправ.

1. Вхідними даними для реалізації алгоритму є кваліметричні показники ОДПР та РД, кількість випробуваних САД, НЕПС, що моделюються на ТЗ;

2. За розробленою нами методикою послідовно для кожної і-тої НЕПС будуються за обмеженою кількістю точок (закрита задача ПР, - ЗПР) індивідуальні оціночні функції корисності (ОФК), з аналізу яких й виявляється ставлення випробуваних САД до ризику (схильність, несхильність, байдужість) на континуумі конкретної НЕПС [10, 13].

3. Вже за іншою нашою методикою послідовно для кожної і-тої НЕПС будуються за формально необмеженою кількістю точок (відкрита ЗПР) індивідуальні ОФК (ІОФК), з аналізу якої встановлюється РД випробуваних САД [11, 12].

4. Для застосування у порівняльному аналізі під час проведення розбору польотів після завершення тренування будуються групові ОФК (ГОФК).

5. Оскільки доведено, що схильність до ризику свідчить про мотивацію професійних ДОПР на досягнення успіху, то реалізація алгоритму у загальному випадку має привести:

- або до наступної динаміки зміни ОДПР: «несхильність → байдужість → схильність до ризику»;
- або до збільшення РД САД (зменшення абсо-

лютної величини  $L_j^* = L_j^{РД}$ ) у межах його ОДПР, якщо вона залишилася незмінною.

6. Для відпрацювання на ТЗ вибирається така послідовність НЕПС, яка передбачає повільне їх ускладнення за мірою формування відповідних ЗУПН, що відповідає поступовому зменшенню нормативної відстані між ПС у зоні відповідальності:

$$L = 30 \text{ km} \rightarrow L = 20 \text{ km} \rightarrow L = 12 \text{ km} \rightarrow \\ \rightarrow L = 10 \text{ km} \rightarrow L = 8 \text{ km}.$$

Отже, за рахунок застосування одного з головних принципів методики льотного навчання (МЛН) «від простого – до складного» [25, 26] випробуванням САД від самого початку тренувань забезпечуються сприятливі за психофізіологічним і психологічним навантаженням умови праці (ОПР).

7. Ми розглядаємо лише початкову ТП САД з відповідним рівнем ЗУПН, тому незалежно від характеру ОДПР, встановленого РД та НЕПС під час моделювання умов ТП не застосовуються показники відстані між ПС, що відповідають катастрофічному РН, встановленому з відповідних нечітких моделей [8, 18, 27]. Тобто завжди виконується умова  $L > L_K$ ;

8. Оскільки йдеться про особистісно-орієнтовану ТП, то відстань між ПС встановлюється з урахуванням усереднених показників РД для осіб з однаковою ОДПР. Як бачимо з табл. 1, під час відпрацювання тренувальних завдань у межах певної НЕПС пропонується відмовитися від вищезазначеного принципу МЛН «від простого – до складного», що підтверджується за аналогією результатами, поданими у праці [28], якими доведено, що під час початкової ТП остаточні результати ТП є більш високими для курсантів-пілотів, які проходять тренування на більш чутливих на керуючі впливи тренажерів, що формує в них певний психофізіологічний резерв, який грає позитивну роль під час переходу в процесі ТП на «стандартні» за налаштуванням тренажери. З іншого боку, саме такі пропозиції орієнтовані на об'єктивізацію СО, оцінюваною нами через встановлені РД випробуваних САД. І якщо СО не є адекватною, то САД переводяться на умови тренування, які більшим чином відповідають реально сформованим ЗУПН. Таким чином, саме за таких умов збільшуються шанси успішного виконання тренувальної вправи, що позитивно впливатиме на мотивацію САД.

9. Особливістю запропонованої організації ТП САД є також те, що якщо випробуваному САД властиві достатні для опанування професією ДОПР психофізіологічні якості та в нього сформовані потрібні рівні ЗУПН, то він обов'язково виконає тренувальну справу, незважаючи на виявлене протиріччя між його СО (РД) та реальними результатами підготовки. Наведене,

безумовно, мотивуватимемо САД як на більш адекватну оцінку особистісних ЗУПН, що позитивно впливатиме на забезпечуваний ним рівень БП, так і на подальше опанування вибраною професією ДОПР.

Таблиця 1  
Умови встановлення відстаней між повітряними судами під час тренажерної підготовки студентів-авіадиспетчерів

ОДПР	Значення рівня домагань	Послідовність встановлення відстаней між ПС
Схильність до ризику	$L_j^* < \bar{L}_g$	$L_i \text{ А} \Rightarrow L_C \Rightarrow L_i \text{ С} \Rightarrow L_M$
	$L_j^* \geq \bar{L}_g$	$L_C \Rightarrow L_i \text{ С} \Rightarrow L_M$
Байдужість до ризику	$L_j^* < \bar{L}_g$	$L_C \Rightarrow L_i \text{ С} \Rightarrow L_M$
	$L_j^* \geq \bar{L}_g$	$L_i \text{ С} \Rightarrow L_M$
Несхильність до ризику	$L_j^* < \bar{L}_g$	$L_i \text{ С} \Rightarrow L_M$
	$L_j^* \geq \bar{L}_g$	$L_M$

10. Розробленим алгоритмом управління ТП передбачається можливість порушення питання що до професійної придатності САД, які не змогли опанувати тренувальними справами на рівні модельованих умов професійної діяльності, що відповідають нормативним.

#### 4. Ергономічне оцінювання ступеня прийнятності розробленого алгоритму для користувача-інструктора

В ракурсі наших досліджень було б природньо надати ще й кваліметричну оцінку відповіді на питання: а чи спроможний інструктор тренажера, який в силу своїх професійних обов'язків виконує різноманітні операторські функції (оператора-технолога, оператора-керівника, оператора-спостерігача (контролера), оператора-маніпулятора, оператора-дослідника [29-32], ще й виконувати запропонований нами алгоритм особистісно-орієнтованої ТП САД? Для цього звернемося до ергономічних процедур вирішення питання щодо зручності користування розробленим алгоритмом інструктором тренажера. Пам'ятаючи, що інструктор тренажера є Л-О і дійсно виконує різноманітні операторські функції, зауважимо, що кваліметрична оцінка ступеня прийнятності для нього алгоритму на рис. 1, 2 має враховувати саме особливості його операторської діяльності.

Виходячи з аналізу наукових джерел [29-35 та ін.], вважаємо доцільним застосування певних алгоритмічних показників його професійної діяльності

щодо реалізації процедур особистісно-орієнтованої ТП (рис. 1, 2). Зокрема, йдеться про нормовані показники стереотипності діяльності  $Z_n$  і логічної складності діяльності  $L_n$ . Як можна побачити з рис. 1, 2, алгоритм ТП, особистісно-орієнтованої на показники прояву ЛЧ під час ПР САД, складається з  $N=42$  членів, з яких  $N_0=30$  – кількість елементарних операторів, розподілених по  $n_0$  групам і  $N_{log}=12$ , розподілених по  $n_{log}$  групам.

Далі алгоритм розбивається на комплексні групи, що включають по одній групі елементарних операторів і логічних умов. Нехай кожна комплексна група містить  $m$  елементів, з яких  $m_0$  – елементарних операторів і  $m_{log}$  – логічних умов. Стереотипність алгоритму залежить від:

– кількості елементарних операторів в алгоритмі; якщо  $N = \text{const}$ , то чим більше  $N_0$ , тим більше виражений стереотипний компонент;

– кількості груп операторів; якщо  $N = \text{const}$  і  $N_0 = \text{const}$ , то із зменшенням показника  $n_0$  збільшується стереотипний компонент алгоритму;

– загальної кількості членів алгоритму: якщо  $N = \text{const}$  і  $N_0 = \text{const}$ , то із зростанням загальної кількості членів алгоритму  $N$  (з додаванням логічних умов) зменшується стереотипний компонент алгоритму;

– розподілу операторів по комплексних групах.

Зазначені чинники можна врахувати відношенням  $N_0/N$ , що характеризує частку елементарних операторів в алгоритмі, і відношеннями  $m_0/N_0$  і  $m_{0i}/m_i$ , що характеризують розподіл операторів по групах. Тоді вираз для нормованого коефіцієнта стереотипності  $Z_n$  можна записати у вигляді суми множення цих відношень:

$$Z_i = \sum_{i=1}^{n_0} \frac{N_0}{N} \cdot \frac{m_{0i}}{N_0} \cdot \frac{m_{0i}}{m_i} \quad (1)$$

Або після тривіальних перетворень

$$Z_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N_0} \frac{m_{0i}^2}{m_i} \quad (2)$$

За аналогією можна записати вираз для нормованого коефіцієнта логічної складності  $L_i$ :

$$L_i = \frac{1}{N^*} \sum_{j=1}^{n_{log}} \frac{m_{log,j}^2}{m_j} \quad (3)$$

Розбиття алгоритму на рис. 1, 2 на комплексні групи під час обчислення  $Z_n$  має проводитися, починаючи з першої групи операторів, а при обчисленні  $L_n$  – з першої групи логічних умов, тобто попередня

група елементарних операторів, що стоїть перед логічною умовою, не враховується, тому у виразі (3) замість N записане N\*. Оскільки показники Z<sub>н</sub> і L<sub>н</sub> є нормованими, то природно, що вони змінюються у межах: Z<sub>i</sub> = [0, 1] і L<sub>i</sub> = [0, 1].

З результатів досліджень [36] витікає, що якщо виконуються умови:

$$\begin{cases} L_n \leq 0,20; \\ 0,25 \leq Z_n \leq 0,85, \end{cases} \quad (4)$$

то можна вважати, що конкретний алгоритм досить повно враховує можливості Л-О щодо його реалізації. За умов, що критеріальні обмеження, подані у виразі (4) не виконуються, особливо якщо

$$Z_i \geq 0,9, \quad (5)$$

то вважається необхідним передати функції Л-О (у нашому випадку – інструктору тренажера) машині (ЕОМ). Тобто, йдеться про необхідність розробки спеціального інтелектуального модулю системи підтримки ПР (СППР) інструктора.

Позначивши на рис. 1, 2 оператори символами A<sub>i</sub>, а логічні умови, - відповідно, P<sub>i</sub>, - розіб'ємо алгоритм на комплексні групи таким чином, щоб кожна з них закінчувалася логічною умовою:

$$\begin{aligned} &A_1A_2A_3A_4A_5A_6P_1P_2, A_7P_3, A_9P_4, \\ &A_{10}A_{11}P_5P_6, A_{14}A_{15}, A_{12}P_1P_2, \\ &A_{13}A_4A_5A_6P_1P_2, A_{16}A_{17}A_{18}P_7, \\ &A_{19}A_{20}A_{21}P_8, A_{22}A_{23}A_{24}P_9, \\ &A_{25}A_{26}A_{27}P_{10}, A_{28}A_{29}A_{30}A_{15}. \end{aligned}$$

Далі відповідно до формули (2) встановлюється нормований коефіцієнт стереотипності дій інструктора під час реалізації особистісно-орієнтованого на ЛЧ алгоритму ТП САД:

$$\begin{aligned} Z_n = \frac{1}{42} \left( \frac{6^2}{8} + 2 \frac{1^2}{2} + \frac{2^2}{4} + \frac{2^2}{2} + \frac{1^2}{3} + \right. \\ \left. + \frac{4^2}{6} + 4 \frac{3^2}{4} + \frac{4^2}{4} \right) = 0,58. \end{aligned}$$

Розіб'ємо алгоритм на рис. 1, 2 на комплексні групи таким чином, щоб кожна з них починалася з логічної умови:

$$\begin{aligned} &P_1P_2A_7, P_3A_8A_{17}A_{18}, P_3A_9, P_4A_{10}A_{11}, \\ &P_5A_{12}, P_5P_6A_{13}A_4A_5A_6, P_5P_6A_{14}A_{15}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &P_1P_{12}A_{24}, P_1P_2P_{11}A_{21}, P_8A_{22}A_{23}A_{24}, \\ &P_8A_{10}A_{11}, P_9A_{25}A_{26}A_{27}, P_9A_{10}A_{11}, \\ &P_{10}A_{28}A_{29}A_{30}A_{15}, P_{10}A_{10}A_{11}, \\ &P_{11}A_{21}, P_{12}A_{24}. \end{aligned}$$

Далі, застосовуючи формулу (3), отримуємо таке значення нормованого коефіцієнту логічної складності дій інструктора під час реалізації особистісно-орієнтованого на ЛЧ алгоритму ТП САД:

$$\begin{aligned} L_n = \frac{1}{36} \left( \frac{2^2}{3} + 3 \frac{1^2}{4} + 4 \frac{1^2}{2} + 4 \frac{1^2}{3} + \right. \\ \left. + \frac{2^2}{6} + \frac{2^2}{4} + \frac{2^2}{3} + \frac{3^2}{4} + \frac{1^2}{5} \right) = 0,30. \end{aligned}$$

Порівнюючи набуті значення Z<sub>н</sub> і L<sub>н</sub> з критеріальними (див. вираз 4), можна дійти висновку, що показник стереотипності дій чітко укладається у встановлені границі, тому психофізіологічні можливості «звичайного» інструктора дозволяють йому виконати поданий на рис. 1, 2 алгоритм особистісно-орієнтованої на ЛЧ ТП. В той же час отримане значення логічної складності діяльності інструктора в 1,5 разів гірше за граничне значення. Таким чином, дійсно, як зазначалося вище, порушується про розробку інтелектуального модулю СППР інструктора, що й має бути предметом подальших досліджень.

### Висновки

Розглядаючи подані у цій статті нові наукові результати з розроблення рекомендацій щодо УБП та ПП САД за кваліметричними показниками ЛЧ, вкажемо на такі найбільш суттєві положення.

1. Обґрунтована алгоритмізація процесу організації особистісно-орієнтованої на ЛЧ (ОДПР та РД) ТП САД, яка задовольняє критеріям циклічності, детермінованості, точності, однозначності), дискретності, масовості, фінітності, коректності, спрямованості. З урахуванням отриманої іншими дослідниками достовірної статистики прояву ОДПР в досвідчених професійних ДОПР, які забезпечують належний рівень БП і в якій переважаючий акцент має «схильність до ризику», відповідний алгоритм спрямований на розвиток в САД саме мотивації на досягнення успіху і базується на введенні у тренувальну вправу експериментально встановлених відстаней між ПС, що відповідають уявленням САД щодо небезпечного, суттєвого, незначного та мізерного РН порушення НЕПС. Алгоритм також реалізує як основний принцип МЛН «від простого – до складного», так і запропоновану методику об'єктивізації СО в випробуваних САД.

2. Враховуючи широкий спектр операторських функцій, виконуваних інструктором тренажера, ергономічними методами алгоритмічного аналізу професійної діяльності осіб операторського профілю, перевірена по показниках стереотипності і логічної складності дій ступінь можливості управління ним особистісно-орієнтованою ТП САД. Встановлено, що для пропонуваного алгоритму нормований показник стереотипності дій інструктора дорівнює величині  $Z_{\text{н}}=0,58$  і чітко відповідає критеріальним вимогам. В той же час нормований показник логічної складності дій дорівнює величині  $L_{\text{н}}=0,30$ , що в півтори рази перевищує нормативні значення, встановлені для «звичайної» Л-О.

3. Подальші дослідження слід проводити у напрямку розробки інтелектуального модулю СППР інструктором, що має значно полегшити його працю.

## Література

1. Рева, А. Н. Человеческий фактор и безопасность полетов : (Проактивное исследование влияния) [Текст] : монография / А. Н. Рева, К. М. Тумьшев, А. А. Бекмухамбетов ; науч. ред. А. Н. Рева, К. М. Тумьшев. – Алматы, 2006. – 242 с.
2. Подготовка летного экипажа : оптимизация работы экипажа в кабине (CRM) и летная подготовка в условиях, приближенных к реальным (LOFT) [Текст] // Человеческий фактор : сб. материалов №2 : Cir. ICAO 217 – AN / 132. – Монреаль, Канада, 1989.
3. Guidelines for TRM Good Practices [Text]. – EUROCONTROL, 18 March 2015.
4. Jensen, R. S. Aeronautical Decision Making for Instrumental Pilot [Text] / R. S. Jensen, J. Andrien, R. Lawton. – DOT/FAA/PM-86/42.
5. Brecher, V. R. A Question of Judgment [Text] / V. R. Brecher // Flying. – 1981. – vol. 108, №5. – P. 48-52.
6. Професійні ситуативні вправи діагностики і корекції небезпечних стратегій прийняття рішень авіадиспетчерами [Текст] / О. М. Рева, Б. М. Мирзоев, Ш. Ш. Насиров и др. // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT-2013) : зб. матеріалів П'ятої Міжнар. наук.-практ. конф. У 2-х т. – Херсон, 28-30 травня 2013 р. – Херсон : ХДМА, 2013. – Т. 2. – С. 23-26.
7. Розробка методичного забезпечення процедур діагностики і корекції небезпечних стратегій прийняття рішень авіадиспетчерами [Текст] / О. М. Рева, Б. М. Мирзоев, Ш. Ш. Насиров и др. // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – Херсон : Вид-во ХМДА, 2013. – № 1. – С. 90-96.
8. Рева, О. М. Нечітка модель ставлення авіадиспетчера до ризику настання потенційно-конфліктної ситуації [Текст] / О. М. Рева, С. П. Борсук // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2013. – № 10 (107). – С. 214-221.
9. Рева, О. М. Визначення граничних рівнів ризику під час порушення норми ешелонування повітряного простору [Текст] / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. А. Шульгін // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2014. – № 9 (116). – С. 151-156.
10. Борсук, С. П. Визначення основної домінанти поведінки студентів диспетчерів в умовах порушення норм ешелонування [Текст] / С. П. Борсук // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – 2015. – № 3. – С. 261-265.
11. Рева, О. М. Вплив специфіки застосування норми ешелонування на особливості прояву рівнів домагань авіадиспетчерів [Текст] / О. М. Рева, С. П. Борсук // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – Херсон : Вид-во ХМДА, 2015. – № 1. – С. 281-288.
12. Рева, О. М. Пілотний аналіз рівнів домагань авіадиспетчерів на спектрі горизонтальних норм ешелонування повітряного простору [Текст] / О. М. Рева, С. П. Борсук // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2015. – № 9 (126). – С. 153-160.
13. Reva, O. M. Appliance of area under air traffic controller estimate function for main decision taking dominant determination [Text] / O. M. Reva, S. P. Borsuk // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2016. – № 7 (134). – С. 157-163.
14. Динамика основной доминанты принятия решений авиадиспетчером при усложнении условий деятельности [Текст] / А. Н. Рева, П. Ш. Мухтаров, Б. М. Мирзоев та ін. // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT-2014) : зб. матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 180-річчю з дня заснування Херсонської державної морської академії, – Херсон, 27-29 травня 2014 р. – Херсон : Вид-во ХДМА, 2014. – С. 86-89.
15. Мухтаров П. Ш. Основные доминанты в принятии решений авиадиспетчером при оценке полезности-безопасности нормы эшелонирования воздушного пространства [Текст] / П. Ш. Мухтаров // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2014. – № 9 (116). – С. 143-150.
16. Стійкість основної домінанты прийняття рішень авіадиспетчером в умовах ризику [Текст] / О. М. Рева, П. Ш. Мухтаров, Б. М. Мирзоев та ін. // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2014. – № 10 (117). – С. 147-153.
17. Правила медичного розслідування авіаційних подій [Текст]. Затв. Наказом Державної служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації 05.12.2005. – № 919.



18. Reva, O. M. *Fuzzy Model of Air Traffic Controller Attitude to the Risk During Decision Making* [Text] / O. M. Reva, S. P. Borsuk // *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, Kraków, Poland 19-23 July 2014*. – P. 6229 – 6238.

19. *Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП)* [Текст] : Doc. ICAO 9859 – AN / 474. – Изд-е 3-е. – Монреаль, Канада, 2013.

20. Камышин, В. В. *Методы системного анализа у кваліметрії навчально-виховного процесу* [Текст] : монографія / В. В. Камышин, О. М. Рева. – К. : ТОВ Інформаційні системи, 2012. – 270 с.

21. Камышин, В. В. *Теоретико-методологічні основи системно-інформаційної кваліметрії в управлінні навчально-виховним процесом* [Текст] : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. : 13.00.06 / Камышин В. В. – К., 2014. – 39 с.

22. *Организация воздушного движения* [Текст] : правила аэронавигационного обслуживания. Doc. ICAO 4444 – ATM / 501 ; 15-е изд-е. – Монреаль , Канада, 2007.

23. Игошин, В. И. *Математическая логика и теория алгоритмов* [Текст] / В. И. Игошин. – 2-е изд., стер. – М. : ИЦ Академия, 2008. – 448 с.

24. *Алгоритмы : построение и анализ* [Текст] / Т. Х. Кормен, Ч. И. Лейзерсон, Р. Л. Ривест и др. – 3-е издание. – *Introduction to Algorithms, Third Edition*. – М. : Вильямс, 2013. – 1328 с.

25. Картамышев, П. В. *Методика летного обучения* [Текст] / П. В. Картамышев, М. В. Игнатович, А. И. Оркин. – М. : Транспорт, 1987. – 278 с.

26. Гандер, Д. В. *Профессиональная психопедагогика* [Текст] / Д. В. Гандер. – М. : Воентехиздат, 2007. – 336 с.

27. Рева, О. М. *Нечеткая оценка риска нестыковки блоков «человек-процедуры» модели SHELL ИКАО* [Текст] / О. М. Рева, С. П. Борсук // *Интеллектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту : матеріали Міжнарод. наук. конф., присвяченої пам'яті професора Ф. Б. Рогальського*. – 2014 р. - Херсон : ХНТУ, 2014. – С. 153-155.

28. Рева А. Н. *Формирование летных навыков курсантов на тренажере с варьируемыми динамическими характеристиками* [Текст] / А. Н. Рева, В. А. Сvirкин // *Методы эргономической эксплуатации и обслуживания авиационной техники : сб. науч. тр.* – К. : КИИГА, 1986. – С. 53-59.

29. *Основы инженерной психологии : учеб. для вузов* [Текст] / Б. А. Душков, Б. Ф. Ломов, В. Ф. Рубахин и др. ; под ред. Б. Ф. Ломова. – М. : Высш. шк., 1986. – 448 с.

30. *Оптимизация деятельности инструктора авиационного тренажера: научно-практические рекомендации* [Текст] / А. Н. Рева, В. А. Горячев, В. А. Кузнецов и др. ; под ред. В. А. Бодрова, А. Н. Ревы. – М. : ИПАН СССР, 1990. – 126 с.

31. *Эргономические методы и средства тренажерной подготовки летного состава: науч.-*

*практ. реком.* [Текст] / А. Н. Рева, А. А. Комаров, В. А. Кузнецов и др. ; под ред. А. Н. Ревы, М. И. Рубца. – Кировоград : ГЛАУ, 1995. – 106 с.

32. Шульгин, В. А. *Комплексна оцінка ефективності професійної діяльності інструктора авіаційного тренажера* [Текст] / В. А. Шульгин // *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. – Херсон : Вид-во ХДМА, 2013. – № 1. – С. 302-308.

33. *Справочник по инженерной психологии* [Текст] ; под ред. Б. Ф. Ломова. – М. : Машиностроение, 1982. – 368 с.

34. Шибанов, Г. П. *Количественная оценка деятельности человека в системах «человек-техника»* [Текст] / Г. П. Шибанов. – М. : Машиностроение, 1983. – 263 с.

35. Невиницын, А. Н. *Алгоритмические модели как средство исследования факторного резонанса и соответствия процедур деятельности психофизиологическим возможностям авиационных операторов* [Текст] / А. Н. Невиницын, И. В. Старченко // *Проблеми аеронавігації : тематич. зб. наук. праць. Сер.: Удосконалення процесів діяльності та професійної підготовки авіаційних операторів*. – Кировоград : ДЛАУ, 1997. – Вып. 3. – С. 69-75.

## References

1. Reva, A. N., Tummyshv K. M., Bekmuhambetov, A. A. *Chelovecheskiy faktor i bezopasnost poletov : (Proaktivnoe issledovanie vliyaniya)* [Human factor and flight safety]. Almatyi, 2006. 242 p.

2. Podgotovka letnogo ekipazha: optimizaciya raboty ekipazha v kabine (CRM) i letnaya podgotovka v usloviyax, priblizhennykh k realnym (LOFT) [Flight crew training: optimization of the crew operation in a cabin (CRM) and flight training in a close to real conditions (LOFT)]. *Chelovecheskiy faktor : sbornik materialov*, no. 2, Cir. ICAO 217 – AN / 132, Monreal, Kanada, 1989.

3. *Guidelines for TRM Good Practices*, EUROCONTROL, 18 March 2015.

4. Jensen, R. S., Andrien, J., Lawton R. *Aeronautical Decision Making for Instrumental Pilot*, DOT / FAA / PM-86/42.

5. Brecher, B. R. *A Question of Judgment*. *Flying*, 1981, vol. 108, no. 5, pp. 48-52.

6. Reva, O. M., Mirozoev, B. M., Nasirov, Sh. Sh., Muxtarov, P. Sh. *Profesijni situativni vpravi diagnostiki i korekcii nebezpechnix strategij prijnyattya rishen aviadispatcherami* [Professional situational exercises in diagnostics and correction of dangerous decision making strategies by the air traffic controllers]. *Suchasni informacijni ta innovacijni texnologii na transporti (MINNT-2013) : zb. mliv P'yatoj Mizhnar. nauk.-prakt. konf. u 2-x t. Kherson, 28-30 travnya 2013* [Modern information and innovation transport technologies (MINNT-2013). Proc. of V Int. sc.-pract. conf.]. Kherson : KhDMA, 2013, vol. 2, pp. 23-26.

7. Reva, O. M., Mirozoev, B. M., Nasirov, Sh. Sh., Muxtarov, P. Sh. *Rozrobka metodichnogo zabezpechnya procedur diagnostiki i korekcii nebezpechnix strategij*

prijnyattya rishen aviadispatcherami [Development of methodical tools of diagnostic procedures and correction of dangerous decision making strategies by the air traffic controllers]. *Naukovij visnik xersonskoi derzhavnoi morskoi akademii : nauk. zh.* [Scientific Journal of Kherson state naval academy]. Kherson : XMDA Publ., 2013, no. 1, pp. 90-96

8. Reva, O. M., Borsuk, S. P. Nechitka model stavlennya aviadispatchera do riziku nastannya potentsiyno-konfliktnoyi situatsiyi [Fuzzy model of the air traffic controller attitude to a risk of potentially-conflict situation growth]. *Aviatsiyno-kosmichna tehnika i tehnologiya*, 2013, no. 10 (107), pp. 214-221.

9. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Shylgin, V. A. Vznachennya granichnix rivniv riziku pid chas porushennya normi eshelonuvannya povitryanogo prostoru [Tolerant levels determination at the norms of the air transport echeloning malfunction]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologiya*, 2014, no. 9 (116), pp. 151-156.

10. Borsuk, S. P. Vznachennya osnovnoi dominanty povedinki studentiv dispatcheriv v umovax porushennya norm eshelonuvannya [Determination of the main dominant in the students – air traffic controllers behavior in the norms of echeloning malfunction conditions]. *Naukoemni tehnologii*, Kiev, 2015, no. 3, pp. 261-265.

11. Reva, O. M., Borsuk, S. P. Vpliv specifiky zastosuvannya normi eshelonuvannya na osoblivosti proyavu rivniv domagan aviadispatcheriv [Influence of the norm of echeloning application specifics on features of the traffic controllers' preferences]. *Naukovij visnik Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii : nauk. zh.* [Scientific Journal of Kherson state naval academy]. Kherson, KhMDA, 2015, no. 1, pp. 281-288.

12. Reva, O. M., Borsuk, S. P. Pilotnij analiz rivniv domagan aviadispatcheriv na spektri gorizontalnix norm eshelonuvannya povitryanogo prostoru [Pilot analysis of the air traffic controllers preferences level on a spectrum of horizontal norms of the air space echeloning]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologiya*, 2015, no. 9 (126), pp. 153-160.

13. Reva, O. M., Borsuk, S. P. Appliance of area under air traffic controller estimate function for main decision taking dominant determination. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologiya*, 2016, no. 7 (134), pp. 157-163.

14. Reva, A. N., Muxtarov, P. Sh., Mirzoev, B. M. Dinamika osnovnoj dominanty prinyatiya rishenij aviadispatcherom pri uslozhenii uslovij deyatelnosti [Dynamics of the major dominant in the air traffic controller decision making at complication of the operational conditions]. *Suchasni informacijni ta innovacijni tehnologii na transporti (MINNT - 2014) : zb. m-liv VI Mizhnar. nauk.-prakt. konf., prisvyachenoj 180-richchyu z dnya zasnovannya Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii.* Kherson, XDMA, 2014, pp. 86-89.

15. Muhtarov, P. Sh. Osnovnyie dominantyi v prinyatii resheniy aviadispatcherom pri otsenke poleznosti-bezopasnosti normyi eshelonirovaniya vozdušnogo prostranstva [Modern information and innovation

transport technologies (MINNT-2014). Proc. of VI Int. cs.-pract. conf., devoted to 180-th anniversary of Kherson naval academy foundation]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologiya*, 2014, no. 9 (116), pp. 143-150.

16. Reva, O. M., Muhtarov, P. Sh., Nasirov, Sh. Sh. Stiykist osnovnoyi dominanty prinyattya rishen aviadispatcherom v umovah riziku [Stability of the air traffic controller major decision making dominant in risk conditions]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologiya*, 2014, no. 10 (117), pp. 147-153.

17. *Pravila medichnogo rozsliduvannya aviacijnih podij* [Rules of air incidents medical research]. Zatv. nakazom Derzhavnoi sluzhbi Ukraini z naglyadu za zabezpechennjam bezpeki aviacii 05.12.2005, no. 919.

18. *Rukovodstvo po upravleniyu bezopasnostyu poletov (RUBP)* [Flight safety control guide] : Doc. ICAO 9859 – AN / 474. – Monreal, Kanada, 2013.

19. Reva, O. M., Borsuk, S. P. Fuzzy Model of Air Traffic Controller Attitude to the Risk During Decision Making. *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014*, Kraków, Poland 19-23 July 2014, pp. 6229 – 6238.

20. Kamishin, V. V., Reva, O. M. *Metodi sistemnogo analizu u kvalimetrii navchalno-vixovnogo procesu* [Methods of system analysis in qualimetry of educational process]. Kiev, TOV Informacijni sistemi Publ., 2012. 270 p.

21. Kamyshin, V. V. *Teoretiko-metodologichni osnovi sistemno-informacijnoi kvalimetrii v upravlinni navchalno-vixovnim procesom. Avtoref. dis... dokt. pedagog. nauk* [Theoretical and methodological bases of system-information qualimetry in educational process control]. Kiev, 2014. 39 p.

22. *Organizaciya vozdušnogo dvizheniya : Pravila aeronavigacionnogo obsluzhivaniya* [Air traffic management]. doc. ICAO 4444 – ATM / 501. Monreal, Kanada, 2007.

23. Igoshin, V. I. *Matematicheskaya logika i teoriya algoritmov* [Mathematical logics and theory of algorithms]. Moscow, IC Akademiya Publ., 2008. 448 p.

24. Kormen, T. X., Lejerson, Ch. I., Rivest, R. L., Shtajn K. *Algoritmy : postroyenie i analiz* [Algorithms: design and analysis]. Moscow, Vilyams Publ., 2013. 1328 p.

25. Kartamyshev, P. V., Ignatovich, M. V., Orkin, A. I. *Metodika letnogo obucheniya* [Flight training methods]. Moscow, Transport Publ., 1987. 278 p.

26. Gander, D. V. *Profesionalnaya psixopedagogika* [Professional psychological pedagogics]. Moscow, Voentexizdat Publ., 2007. 336 p.

27. Reva, O. M., Borsuk, S. P. Nechetkaya ocenka riska nestykovki blokov «chelovek - procedury» modeli SHELL ICAO [Fuzzy estimation of blocks “man–procedures” non-fitment risk in SHELL-ICAO model]. *Intelektualni sistemi prinyattya rishen i problemi obchislyvalnogo intelektu : m-li Mizhnar. nauk. konf., prisvyachenoj pam'yati profesora F. B. Rogalskogo, s. Zaliznij Port Khersonskoi obl., 28-31 travnya 2014 r.* [Intellectual decision making systems and artificial in-

tellect problems: Proc. Of Int. sc. Conf. devoted to memory of professor F.B. Rogalsky]. Kherson, XNTU, 2014, pp. 153-155.

28. Reva, A. N., Svirkin, V. A. Formirovanie letnykh navykov kursantov na trenazhere s variruemyimi dinamicheskimi xarakteristikami [Flight skills forming with training device with variable dynamic performances]. *Metody ergonomicheskoy ekspluatatsii i obsluzhivaniya aviacion-noj texniki : sb. nauch. tr.* Kiev, KIIGA, 1986, pp. 53-59.

29. Dushkov, B. A., Lomov, B. F., Rubaxin, V. F. *Osnovy inzhenernoj psixologii : ucheb. dlya vuzov* [Bases of engineering psychology: Textbook]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1986. 448 p.

30. Reva, A. N., Goryachev, V. A., Kuznecov, V. A. *Optimizatsiya deyatel'nosti instruktora aviacionnogo trenazhera : nauchno-prakticheskie re-komendatsii* [Optimization of the aero training device instructor activity: scientific and practical recommendations]. Moscow, IPAN USSR Publ., 1990. 126 p.

31. Reva, A. N., Komarov, A. A., Kuznecov, V. A. *Ergonomicheskie metody i sredstva trenazhernoj podgotovki letnogo sostava : nauch.-prakt. rekom.* [Ergonomic methods and tools for flight staff training]. Kirovograd, GLAU Publ., 1995. 106 p.

32. Shulgin, V. A. Kompleksna ocinka efekti-vnosti profesijnoi diyalnosti instruktora aviacijnogo trenazhera

[Complex estimation of efficiency of the air training device instructor's professional activity]. *Naukovij visnik Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii : nauk. zh.* [Scientific Gerald of Kherson naval academy]. Kherson, KhDMA, 2013, no. 1, pp. 302-308.

33. *Spravochnik po inzhenernoj psixologii* [Engineering psychology guide]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1982. 368 p.

34. Shibanov, G. P. *Kolichestvennaya ocenka deyatel'nosti cheloveka v sistemax «chelovek-texnika»* [Quantative estimation of human activity in "human-engineering" systems]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1983. 263 p.

35. Nevinicyn, A. N., Starchenko I. V. Algoritmicheskie modeli kak sredstvo issledovaniya faktornogo rezonansa i sootvet-stviya procedur deyatel'nosti psixofizio-logicheskim vozmozhnostyam aviacionnykh operatorov [Algorithmic models as a research tool for factor resonance and correspondence between action procedures and psychological ability of the air traffic controllers]. *Problemi aeronavigacii : tematic. zb. nauk. pr. Ser. : Udoskonalennyya procesiv diyalnosti ta profesijnoi pidgotovki aviacijnix operatoriv* [Problems in aero navigation: Proceedings. Ser.: Perfection of professional activity and professional training of the air operators]. Kirovograd, DLAU, 1997, vol. 3, pp. 69-75.

Поступила в редакцию 11.05.2017, рассмотрена на редколлегии 12.06.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., заслуженный діяч науки і техніки України, завідувач кафедри проектування авіаційних двигунів С. В. Єпіфанов, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», Харків.

### ЭРГОНОМИЧНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ СТЕПЕНИ ПРИЕМЛЕМОСТИ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ-ИНСТРУКТОРА АЛГОРИТМА ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ-АВИАДИСПЕТЧЕРОВ

*А. Н. Рева, С. П. Борсук, В. А. Липчанский*

Предложен алгоритм личностно ориентированной тренажерной подготовки студентов-авиадиспетчеров, учитывающий такие проявления человеческого фактора во время принятия решений диспетчерами обслуживания воздушного движения, как основные доминанты, уровни притязаний и нечеткие оценки риска нарушений норм эшелонирования воздушных судов по шкале уровней опасностей ИКАО. Алгоритм удовлетворяет информативным критериям цикличности, детерминированности, дискретности, массовости, финитности, корректности, результативности и рекомендован для применения. С помощью эргономических показателей стереотипности и логической сложности операторской деятельности исследована степень приемлемости алгоритма для реализации инструктором. Определено, что нормированный показатель стереотипности действий инструктора составляет величину  $Z_{\text{н}}=0,58$  и удовлетворяет установленным критериям, а нормированный показатель логической сложности действий равен величине  $L_{\text{н}}=0,30$ , что в полтора раза превышает критерийные значения, установленные для «обычного» человека-оператора. Обоснована необходимость разработки интеллектуального модуля системы поддержки принятия решений инструктором.

**Ключевые слова:** безопасность полетов, человеческий фактор, управление воздушным движением, студенты-авиадиспетчеры, алгоритм личностно ориентированной подготовки, информативные критерии, пользователь-инструктор, эргономические показатели стереотипности и логической сложности действий.

**ALGORITHM FOR ACCEPTABILITY LEVEL ERGONOMIC ESTIMATE  
OF OPERATOR-INSTRUCTOR PERSONALLY-ORIENTED  
AIR TRAFFIC CONTROL STUDENTS TRAINING**

*O. M. Reva, S. P. Borsuk, V. O. Lipchanskii*

The algorithm of personally-oriented simulator training of air traffic control students that takes into account such human factor effects as main dominants, desirability level and fuzzy risk estimates by ICAO hazard scale levels during air traffic controller solution taking is proposed. Algorithm satisfies periodicity, determination, discreet, mass, correctness, efficiency informational criteria and is recommended for application. With help of ergonomic indexes of actions logical complexity and stereotype of operator activity the acceptability of algorithm for operator-instructor implementation was researched. It was found that normalized stereotype index of instructors action has value of  $Z_n=0,58$  and corresponds to selected criteria, while normalized logical complexity index of instructors action has value of  $Z_n=0,30$  that exceeds selected criteria values for “common” human-operator in 1.5 times. Necessity of instructor decisions supporting intellectual module development was grounded.

**Keywords:** flight safety, human factor, air traffic control, ATC students, personally-oriented training algorithms, informative criteria, operator-instructor, ergonomic indexes of actions logical complexity and stereotype.

**Рева Олексій Миколайович** – д-р техн. наук, проф., проф. каф. дистанційного навчання Національного авіаційного університету, Київ, e-mail: ran54@meta.ua.

**Борсук Сергій Павлович** – канд. техн. наук, доц., доц. каф. авіаційно-космічних інтегрованих комплексів Національного авіаційного університету, Київ, e-mail: greyls@yandex.ua.

**Липчанський Володимир Олександрович** – доц. каф. економіки праці, менеджменту та комерційної діяльності Центрально-Український Національний технічний університет, Кропивницький; e-mail: lipchanskiy\_vlad@mail.ru.

**Reva Oleksii** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the department of distance education of the National Aviation University, Kyiv, e-mail: ran54@meta.ua.

**Borsuk Sergii Pavlovich**– Candidate of Technical Sciences, Docent, Assistant professor of aviation computer-integrated complexes departmen, National aviation university, Kyiv, e-mail: greyls@yandex.ua.

**Lypchanskii Volodimir** – Assistant professor of labor economics, management and business Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, lipchanskiy\_vlad@mail.ru.