

УДК 656.7.084.17(08)

О.М. РЕВА<sup>1</sup>, Б.М. МІРЗОЄВ<sup>2</sup>, П.Ш. МУХТАРОВ<sup>3</sup>, Ш.Ш. НАСІРОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кіровоградський національний технічний університет, Україна,

<sup>2</sup> Головний центр Єдиної системи управління повітряним рухом держспідприємства AZANS, Баку, Азербайджанська Республіка

<sup>3</sup> Національна академія авіації, Баку, Азербайджанська Республіка,

## РІВЕНЬ ДОМАГАНЬ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ НА ПОКАЗНИКАХ РОБОЧОГО НАВАНТАЖЕННЯ

*Враховуючи позитивну світову тенденцію збільшення авіаційних перевезень та суттєвий вплив авіадиспетчерів на безпеку польотів, запропоновано встановлювати їх робоче навантаження при обслуговуванні повітряного руху шляхом виявлення ставлення до цього навантаження через відповідний рівень домагань. Розроблена і реалізована технологія побудови оціночної функції корисності-безпеки кількості повітряних суден, що одночасно знаходяться на управлінні у авіадиспетчера, здійснений аналіз її характерних точок і порівняння з показниками основної домінанти прийняття рішень в умовах ризику. Поданий новий підхід до реального кількісного розв'язання так званого «трикутника ризику» ІКАО.*

**Ключові слова:** безпека польотів при обслуговуванні повітряного руху, людський чинник, авіадиспетчер, робоче навантаження, кількість літаків на управлінні, рівень домагань на показниках діяльності, трикутник ризику

### Постановка проблеми

Не зважаючи на світову економічну кризу, ІКАО впевнено прогнозує позитивне зрушення динаміки авіаційних перевезень [1], вимагаючи одночасно глобального забезпечення безпеки польотів (БП) [2].

При цьому з самих різноманітних причин (свята, сезон відпусток, престижні спортивні змагання і т. ін.) традиційно відбуваються стрибки збільшення попиту на послуги цивільної авіації.

Наведене висуває додаткові вимоги до надійності професійної діяльності авіадиспетчерів (А/Д), оскільки перманентна модернізація радіотехнічних засобів (РТЗ) управління повітряним рухом (УПР) не менш «традиційно» відстає від збільшення навантаження на цю категорію авіаційних операторів (АО). Саме тому з вищезазначених причин спостерігається гранична завантаженість диспетчера УПР, тобто така його професійна зайнятість, при якій виникають ризики невиконання в повному обсязі технологічних операцій з обслуговування повітряного руху (ОПР), що встановлені робочою інструкцією [3]. Ось чому задля забезпечення належного рівня БП вимагається, щоби «об'єми руху і відповідне робоче навантаження на диспетчерів не перевищували встановлених рівнів безпеки польотів і, коли це необхідно, застосовувалися правила регулювання об'єму руху» [4].

Тому відразу ж виникає питання щодо необхід-

ності науково-обґрунтованого виявлення і «відповідного робочого навантаження», і «встановлених рівнів безпеки польотів».

Не менш актуальною є проблема врахування при організації потоків повітряних суден (ПС) і розрахунку робочого навантаження А/Д так званого «принципу активного оператора» [5, 6], який повинен базуватися на законі «Йеркеса-Додсона» (рис. 1) [7-11]. Адже дійсно, відповідно до цього принципу при визначенні ролі АО (пілота, А/Д) в ергатичній системі «пілот (екіпаж) – ПС – орган ОПР» дуже важливо, щоб оператор не був тільки додатком машини. Це викликано тим, що при пасивній позиції перехід АО до активних дій вимагає значної витрати сил, однак ефективність його професійної діяльності може виявитися невисокою.

При активній позиції АО ефективність діяльності досягає більш високого рівня, а його психофізіологічні витрати виявляються меншими.

Отже, урахування принципу активного оператора направлено на компенсацію (зменшення) часу необхідного А/Д на вироблення і прийняття рішення (ПР) щодо УПР. Особливо це важливо під час виникнення нестандартної чи аварійної ситуації.

Спираючись на [12], зазначимо актуальність урахування мотиваційних чинників в організації робочого навантаження А/Д через показники «захоплення» працею і професійного «вигорання» (рис. 2).

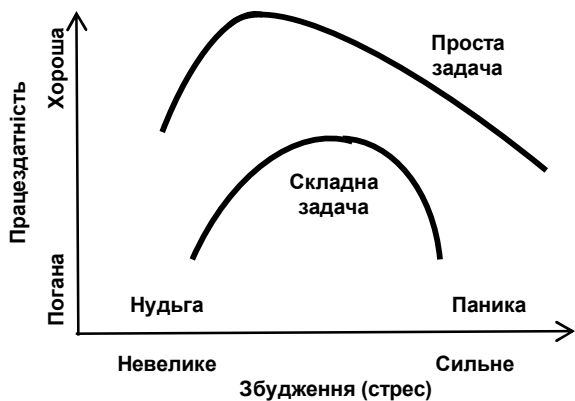


Рис. 1. Закон Йеркеса-Додсона, що визначає взаємозв'язок між працездатністю і збудженням

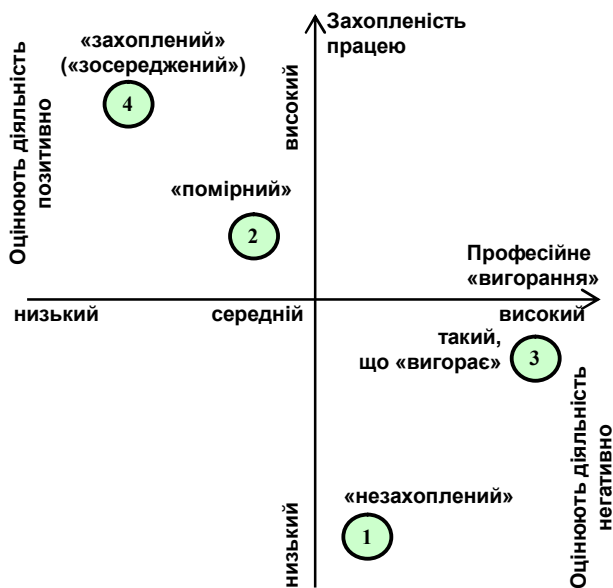


Рис. 2. Гіпотетичне подання типів сполучень показників захопленості працею авіадиспетчерів і їх професійного вигорання

А/Д «зосередженого (захопленого)» типу є благополучною групою і відносно власного самопочуття, і відносно ефективності УПР. А/Д «помірною» типу теж слід віднести до «благополучної» групи, оскільки вони, маючи певний досвід ОПР, продовжують отримувати задоволення від праці, повні енергії і планів на майбутнє. Проте у А/Д цього типу у складних ситуаціях можуть проявлятися певні ознаки виснаження.

А/Д «незосередженого (незахопленого)» типу властивий увесь спектр характеристик ригідності (когнитивної, мотиваційної, афектної). А/Д «вигораючого» типу задля запобігання накопичення напруги надалі важливо навчитися навикам релаксації і відновлення сил. Середній рівень їх «захопленості» працею свідчить про наявність інтересу до діяльності, який можна розвивати за допомогою роботи з установками підвищення комунікативної компетентності (через низьку екстраверсію).

Оскільки, з одного боку, професійна діяльність АО може розглядатися як безперервний ланцюг рішень, що виробляються і реалізуються в явних і неявних формах та в умовах впливу чинників самої різноманітної природи [13], а, з іншого боку, здатність тренажерної підготовки (ТП) підвищити надійність процесу ПР на 40 % [6], усі пропозиції щодо робочого навантаження А/Д мають перевірятися саме на диспетчерських тренажерах.

## 1. Аналіз досліджень і публікацій

ІКАО, ЄВРОКОНТРОЛЬ приділяють суттєву увагу питанням розробки робочого навантаження А/Д [4, 14, 15]. Опрацювання відповідних документів в держпідприємстві «Украерорух» призвело до розробки таких рекомендацій [3].

Насамперед розкривається вводиться *пропускної спроможності* – тобто здатності системи ОПР (та/або її окремих елементів) надавати обслуговування повітряним суднам (ПС) у нормальному режимі роботи. Визначається в кількості ПС, які знаходяться під контролем А/Д у визначеній частині повітряного простору у відповідний період часу.

Оцінка пропускної спроможності сектора ОПР здійснюється, спираючись на коефіцієнт гранично-допустимої завантаженості А/Д ( $K_{A/D}$ ) при якій виникають ризики невиконання в повному обсязі технологічних операцій при наданні районного диспетчерського обслуговування або диспетчерського обслуговування підходу:

$$K_{A/D} = \frac{T_{OПР}}{T_{заг.}}, \quad (1)$$

де  $T_{OПР}$  – сумарний час, необхідний для виконання технологічних операцій з ОПР у відповідному секторі ОПР;

$T_{заг.}$  – загальний час роботи А/Д, впродовж якого здійснюється визначення пропускної спроможності сектора ОПР.

Вимагається, щоби час зайнятості А/Д, який витрачається на технологічні операції, повинен піддаватися хронометражу, і вводиться обмеження:

$$K_{A/D} \leq 0,7 / \text{год}. \quad (2)$$

Відношення між  $K_{A/D}$  та його основними складовими встановлюється так:

$$\left. \begin{aligned} K_{A/D} &= K_0 + K_{KC} + K_{HK} \\ K_0, K_{KC}, K_{HK} &= f(\lambda) \\ N &= \frac{\bar{T}}{T_{заг.}} \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

де  $K_0$  визначається відношенням часу, який витрачається у середньому для здійснення техно-

логічних операцій при відсутності конфліктних ситуацій (КС), до загального часу роботи диспетчера УПР, на часовому інтервалі якого здійснюється визначення пропускної спроможності сектора ОПР:

$$K_0 = \frac{\sum T_{\text{без КС}}}{T_{\text{заг}}}, \quad (4)$$

де  $\sum T_{\text{без КС}}$  – сума часу, який витрачається А/Д на технологічні операції при відсутності КС в часовому інтервалі, на якому, здійснюється оцінювання пропускної спроможності сектора ОПР;

$K_{\text{КС}}$  – визначається відношенням часу, який витрачається А/Д у середньому на технологічні операції у відповідному секторі ОПР для вирішення КС, до загального часу роботи диспетчера УПР, на часовому інтервалі якого здійснюється визначення пропускної спроможності сектора ОПР:

$$K_{\text{КС}} = \frac{\sum T_{\text{КС}}}{T_{\text{заг}}}, \quad (5)$$

де  $\sum T_{\text{КС}}$  – сума часу, який витрачається А/Д на технологічні операції, пов'язані з вирішенням КС у визначений час, в інтервалі якого здійснюється визначення пропускної спроможності сектора ОПР;

$K_{\text{НК}}$  – визначається відношенням часу, який витрачається А/Д у середньому в конкретному секторі ОПР при здійсненні взаємодії з суміжними органами ОПР, роботі із стріпами (графіком), роботі з плановою системою, інші пультові операції тощо, до загального часу роботи диспетчера УПР, на часовому інтервалі якого здійснюється визначення пропускної спроможності сектора ОПР:

$$K_{\text{НК}} = \frac{\sum T_{\text{НК}}}{T_{\text{заг}}}, \quad (6)$$

де  $\sum T_{\text{НК}}$  – сума часу, який витрачається А/Д на технологічні операції при здійсненні взаємодії з суміжними органами ОПР по усім ПС, роботі зі стріпами (графіком), роботі з плановою системою тощо, до загального часу роботи А/Д на часовому інтервалі якого здійснюється оцінювання пропускної спроможності сектора ОПР. При роботі на секторі ОПР одночасно двох диспетчерів УПР та виконанні на робочому місці планувальника зазначених функцій, цей коефіцієнт не береться до уваги при розрахунку  $K_{\text{А/Д}}$  диспетчера УПР та відповідно до пропускної спроможності сектора ОПР;

$\lambda$  – кількість ПС, яким надається диспетчерське ОПР за загальний час роботи диспетчера УПР на часовому інтервалі якого здійснюється визначення пропускної спроможності сектора ОПР;

$N$  – кількість ПС, яким одночасно надається

диспетчерське ОПР у відповідному секторі ОПР;

$\bar{T}$  – середній час перебування ПС у секторі ОПР, якій розраховується на підставі статистичних даних за період не менш одного місяця.

Вищенаведені формули дозволяють визначити допустимі характеристики потоку ПС – кількість ПС, яким надається диспетчерське ОПР ( $\lambda$ ) і кількість ПС ( $N$ ), яким надається диспетчерське ОПР в цьому секторі ОПР одночасно. Однак, при цьому не визначається ставлення А/Д до відповідного робочого навантаження. З іншого боку, вважається, що А/Д діє як ідеальний оператор, тому нібито не припускається помилок.

Розглядаючи кількість ПС, які можуть одночасно знаходитися на управлінні в А/Д, слід врахувати його психофізіологічну здатність щодо запам'ятовування та розрізнення певної кількості об'єктів, адже відомо:

- «магічне число» Міллера ( $7 \pm 2$ ), яке визначає об'єм оперативної пам'яті людини [16-18];
- з психологічної теорії розпізнавання образів витікає, що досвідчений АО може одночасно ефективно розрізнити і запам'ятовувати 11 об'єктів [19];
- «коефіцієнт неефективності» С.Н. Паркінсона ( $k=19-22$ ) визначає предельну кількість керованих об'єктів [20].

В той же час робоче навантаження, сумірне з «коефіцієнтом неефективності», на жаль, – звичайна практика ОПР, яка сприяє професійному виснаженню А/Д і може бути джерелом потенційно активних помилок в їх професійній діяльності.

Шукані «встановлені рівні безпеки польотів» виявляються з аналізу так званого «трикутника ризику» ІКАО (рис. 3) [21].

Ввівши дві лінгвістичні змінні («категорія ризику» та «небезпека події»), які згідно [22-26] можуть бути уявлені як відповідні терм-множини [27] та розглядаючи різні сполучення термів, що утворюють ці змінні, ІКАО запропонувала методику розв'язання «трикутника ризиків» [21].

Однак, при цьому якісні (лінгвістичні) оцінки порівнюються з якісними ж, що не дає можливості встановити кількісні міри досліджуваних рівнів ризику на множині показників та характеристик професійної діяльності АО. При цьому зауважимо, що наведені недоліки усуваються, якщо рівням ризику, що визначені на рис. 3, поставити у відповідність кількісні оцінки характерних точок функцій корисності (ФК) тих самих показників та характеристик професійної діяльності АО. Такого роду пілотні дослідження вже були проведені під керівництвом одного зі співавторів, проф. О.М. Реви, в авіаційній галузі та дидактиці [28 – 32].

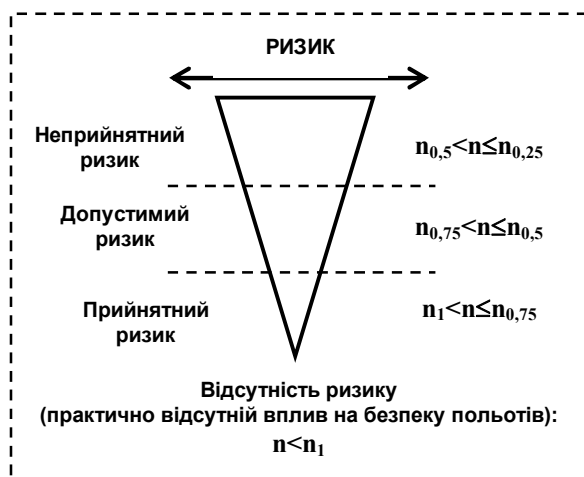


Рис. 3. «Трикутник ризиків» ІКАО

## 2. Постановка завдання досліджень

Отже, з проведених аналітичних досліджень виявлена актуальність забезпечення БП шляхом встановлення науково-обґрунтованого робочого навантаження А/Д, спираючись не тільки на формально-обчислювальні методи, але ж і на ставлення до його обсягу. З аналізу наукових праць [13, 17, 32-34] витікає можливість застосування для цього показника рівня домагань (РД) на кількості ПС, що можуть одночасно перебувати на управлінні в А/Д. При цьому під РД будемо розуміти ступінь реалізації мети (робоче навантаження), яке відповідає максимальному приросту корисності (задоволеності) в уяві А/Д як людини, яка ПР (ЛПР) з точки зору забезпечення належного рівня БП при ОПР.

Таким чином, метою досліджень є виявлення РД А/Д на показниках робочого навантаження – кількості ПС, що одночасно знаходяться на керуванні, а також кількісне розв'язання «трикутника ризику».

### 2. Встановлення рівня домагань авіадиспетчерів на показниках робочого навантаження

Поняття РД точніше можна визначити в термінах теорії корисності [35]. А саме, в загальному випадку РД дорівнює тому значенню на шкалі об'єктивних успіхів  $y$ , для якого приріст корисності  $\Delta f^{\theta_c}$  в порівнянні з попереднім значенням, є найбільшим. І якщо  $y^*$  є відносно постійним, і якщо  $y_1, y_2, \dots, y_n$  значення, визначені на шкалі досягнень, то  $y^* = y$  тоді і тільки тоді, коли

$$\Delta f^{\theta_c} = f^{\theta_c}(y_r) - f^{\theta_c}(y_{r-1}) > f^{\theta_c}(y_i) - f^{\theta_c}(y_{i-1}), \quad i = 2, (r-1) \quad (7)$$

або коли

$$\Delta f^{\theta_c} = f^{\theta_c}(y_r) - f^{\theta_c}(y_{r-1}) = \max, \quad f^{\theta_c}(y_r) > 0. \quad (8)$$

Якщо ФК можна математично описати деякою аналітичною функцією  $f^{\theta_c}(y)$  таким чином, щоб вона мала першу похідну, то в загальному випадку РД можна визначити, дорівнявши цю функцію до 0 та розв'язавши відповідне рівняння

$$f^{\theta_c}(y_r)' = 0. \quad (9)$$

1. Нехай сформоване деяке альтернативне рішення  $y_s$ , корисність якого нижче за корисність РД:

$$f^{\theta_c}(y_s) < f^{\theta_c}(y^*). \quad (10)$$

Кажуть, що в такій ситуації між  $y_s$  і  $y^*$  має місце *напруженість домагання (НД)*, яке тим сильніше, чим більше різниця між привабливістю (корисністю) для ЛПР РД і привабливістю альтернативного рішення [17]. Слід вказати, що при наявності НД, як правило, відкидається альтернативне рішення, оскільки воно не приносить особистого задоволення. В той же час вона є *мотивом*, що спонукує А/Д-ЛПР до подальшого пошуку таких альтернативних рішень, які б змогли б зняти існуючу НД.

Однак, навіть коли виконується вираз (10), альтернативне рішення відкидається не завжди. Я. Корнаї (J. Kornai) стверджує, що людина може наслідувати і інші правила поведінки. З одного боку, вона може внести *поправки* в РД, що ведуть до його пониження. В результаті знімається НД і альтернативне рішення визначається хорошим рішенням. Ця поправка може мати місце якщо, не дивлячись на тривалі пошуки, людина не може знайти більш прийняттого альтернативного рішення. З іншого боку, деякі люди виявляють відому «терпимість» до існуючого напруження домагання, і якщо відмінність між  $y_s$  і  $y^*$  досить мала, то ПР  $y_s$ . «Звичайно, цей варіант трохи гірший того, до якого ми прагнули, - як би кажуть вони, - але все-таки це досить непогане розв'язання проблеми». Тут проявляється відома гнучкість поведінки ЛПР [17].

2. Якщо сформульоване альтернативне рішення  $y_r$ , яке має корисність, не меншу РД, тобто якщо виконується умова

$$f^{\theta_c}(y_s) \geq f^{\theta_c}(y^*), \quad (11)$$

воно приймається як задовільне. Оскільки в цій ситуації НД, яка б була мотиваційним фактором, не виникає, процес подальших пошуків переривається, і робота над задачею закінчується. Таким чином, РД є основним фактором, що регулює поведінку при вирішенні відкритої задачі прийняття рішень (ЗПР).

Визначення РД в термінах теорії корисності досить точне. ЛПР має однозначно визначений певний РД  $u^*$ , який є елементом системи пріоритетів і обов'язково повинен розглядатися при аналізі множини висунених нею рішень (стратегій А і наслідків У). При цьому альтернативне рішення розуміється тут досить широко: їм може бути як детермінована, так і ризикована дія.

Отже, РД є елементом множини рішень, що виконує особливу роль. Насамперед, потрібно відмітити дві його функції. З одного боку,  $u^*$  виступає як критерій вибору, згідно з яким приймається те або інше рішення. Іншими словами, він виконує функцію стандарту, на який орієнтується ЛПР. З іншого боку, він є мотиваційним чинником, що стимулює процес пошуку альтернативних рішень. Тут необхідно звернути особливу увагу на його критеріальну функцію.

Враховуючи, що встановлення РД, спираючись на оціночну ФК, що будується за об'єктивним числом точок [25, 36, 37], має певні недоліки [13], розглянемо процедуру його визначення, використовуючи такий розповсюджений в психології особистості метод, коли, бажаючи визначити  $u^*$  (або  $f^{\theta_c}(u^*)$ ), часто запитують у ЛПР, якого значення на шкалі досягнень вона прагне досягнути в даній ситуації.

До досліджень було залучено 165 професійних А/Д, які навчалися без відриву від виробництва в Кіровоградській льотній академії Національного авіаційного університету. При побудованні ФК кількості ПС, що одночасно знаходяться на управлінні, їм пропонувалось користуватися шкалою  $[-100, +100]$ . Парадигму одержаних при цьому ФК подано на рис. 4, де  $n_{opt.} = n_1$  – це оптимальна кількість ПС, які можуть одночасно знаходитись у А/Д на керуванні.

А/Д вибирає  $n_{opt.}$  індивідуально, спираючись на відомий закон Йеркеса-Додсона (рис. 1) та оцінку особистого рівня розвитку професійних навичок. Вважається, що при робочому навантаженні, рівному  $n_{opt.}$ , А/Д забезпечує потрібний рівень БП та має певний психофізіологічний резерв. Таке навантаження має викликати в нього абсолютно позитивні емоції та вдовolenість роботою, тому приймається, що

$$f^{\theta_c}(n_{opt.}) = f^{\theta_c}(n_1) = +100.$$

З ростом робочого навантаження психофізіологічний резерв вичерпується, робочі обставини стають все більше дискомфортними, корисність ПС зменшується. При досягненні числа N А/Д вважає, що його участь в УПР за суттю є номінальною, необхідний рівень БП не забезпечується, наявна стре-

сова ситуація. Таке навантаження викликає у А/Д абсолютно негативні емоції та абсолютну невдоволеність роботою. І корисність такого навантаження позначається

$$f^{\theta_c}(N) = f^{\theta_c}(n_0) = -100.$$

Використовуючи вирази (7) та (8) щодо аналізу ФК (рис. 4), виявлялись величини:

$n^*$  – РД;

$n_0$  – точка переходу позитивних емоцій (позитивної вдовolenості кількістю ПС, що одночасно знаходяться на управлінні) в негативні;

$n_-$  – точка, що визначає скачок негативних емоцій.

Розглянемо одержані результати. Виявилось, що для всіх вказаних характерних точок розподілення даних незалежно від психологічних домінант А/Д, які були визначені заздалегідь [13], має позитивну асиметрію. Це свідчить про зниження А/Д величини  $n_{opt.}$  та про фактичне підтвердження ними одержати більше навантаження в процесі професійної діяльності. Дана теза підтверджується співвідношенням виявленого РД  $n^*$  та величиною оптимального навантаження  $n_{opt.}$  (табл. 1). Як витікає з табл. 1, РД значно (на 60-100%) перевищує  $n_{opt.}$ .

Одержані значення  $n^*$  доцільно використовувати при проведенні ТП А/Д, моделюючи ним відповідне робоче навантаження. При цьому відмітимо, що НД виникає при навантаженні, що еквівалентно за корисністю, величині  $n_{0,5}$  незалежно від ставлення респондентів до ризику. Використовуючи статистичні процедури [25, 37 – 39], було порівняно РД різних щодо ставлення до ризику А/Д з характерними п'ятьма точками ФК. Отже, різниця між двома математичними очікуваннями  $\bar{n}_i$  та  $\bar{n}_j$  вважається значущою, якщо виконується умова

$$|\bar{n}_i - \bar{n}_j| \geq t_{1-\alpha} \sqrt{D(n) \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}, \quad (12)$$

де  $t_{1-\alpha}$  – випадкова змінна, що підкоряється розподіленню Стюдента з  $f=N_1 + N_2$  ступенями свободи;

$\alpha$  – рівень значущості;

$N_1, N_2$  – кількість А/Д, за результатами опитування яких обчислені параметри  $\bar{n}_i$  та  $\bar{n}_j$ ;

$N_1 = N_2 = 165$ ;

$D(n)$  – середньозважена дисперсія, яка визначається за виразом

$$D(n) = \frac{(N_1 - 1)D(n_1) + (N_2 - 1)D(n_2)}{N_1 + N_2 - 2}. \quad (13)$$

Виявилось: на рівні значущості  $\alpha = 0,05$  рівень домагань  $n_{сх.}^*$  схильних до ризику А/Д еквівалентний за корисністю навантаженню з корисністю 0,5

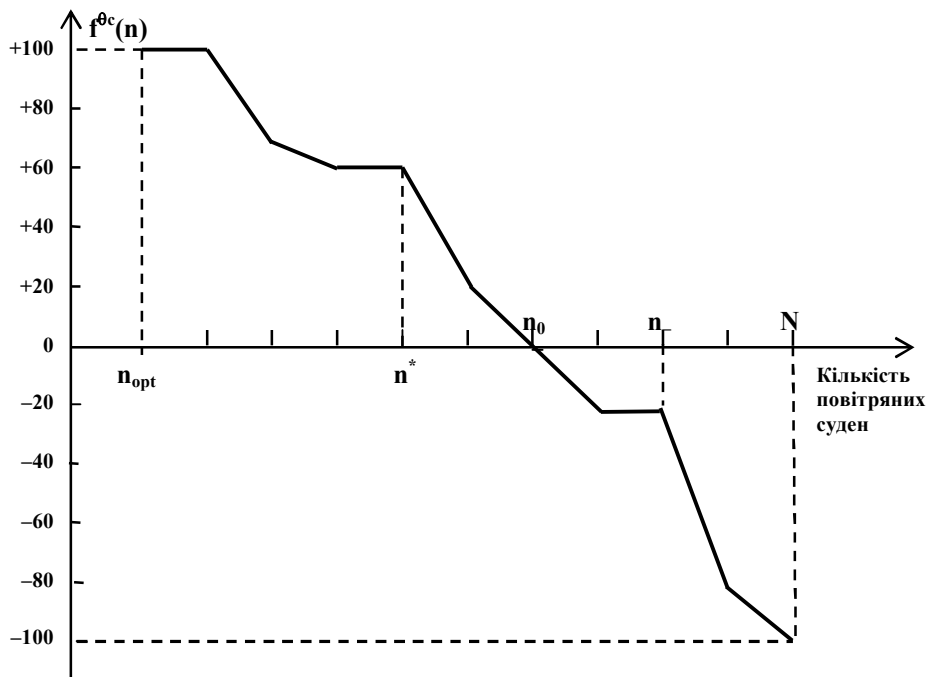


Рис. 4. Парадигма функції корисності кількості літаків, які є одночасно на керуванні у авіадиспетчера

Таблиця 1

“Напруження домагань” авіадиспетчера при оцінці корисності кількості літаків, якими він керує

Ставлення до ризику	Значення характерних точок функцій корисності	Рівень домагань	Напруження домагання		$\frac{n^*}{n_{opt}}$
			абсолютне	відносне	
1	2	3	4	5	6
Схильний	$n_{opt} = n_{1,00} = 6,6$	10,8	4,2	0,39	1,6
	$n_{0,75} = 8,8$		2,0	0,19	
	$n_{0,50} = 11,2$		-0,4	-0,03	
	$n_{0,25} = 14,7$		-3,9	-0,36	
	$N = n_0 = 20,1$		-9,3	-0,86	
Несхильний	$n_{opt} = n_{1,00} = 5,7$	11,4	5,7	0,50	2,0
	$n_{0,75} = 9,9$		1,5	0,13	
	$n_{0,50} = 13,7$		-2,3	-0,20	
	$n_{0,25} = 16$		-4,6	-0,40	
	$N = n_0 = 17,7$		-6,3	-0,55	
Байдужий	$n_{opt} = n_{1,00} = 5,3$	8,6	3,3	0,38	1,6
	$n_{0,75} = 7,5$		1,1	0,13	
	$n_{0,50} = 9,7$		-1,1	-0,13	
	$n_{0,25} = 11,8$		-3,2	-0,37	
	$N = n_0 = 14,3$		-5,7	-0,66	

ПРИМІТКА: результати, що подані в графах 1, 2 таблиці, отримані при виявленні основної домінанти діяльності авіадиспетчера в умовах ризику шляхом аналізу оціночної функції корисності, що будується за обмеженим числом точок.

$$n_{сх.}^* = n_{0,5 сх.} \quad (14)$$

Для несхильних до ризику А/Д РД  $n_{несх.}^*$  близький до навантаження, що має корисність 0,75

$$n_{несх.}^* = n_{0,75 несх.} \quad (15)$$

Байдужі до ризику А/Д мають РД  $n_{байд.}^*$ , який займає проміжне значення між навантаженням, що має корисність 0,5 та 0,75:

$$n_{0,75 байд.} \leq n_{байд.}^* \leq n_{0,5 байд.} \quad (16)$$

Статистичні оцінки величин, що характеризують відповідно з рис. 4 зміну задоволеності А/Д робочим навантаженням, подані у табл. 2.

Виявлено, що робоче навантаження, яке характеризує перехід позитивних емоцій до негативних, статистично не відрізняється від величини навантаження, перевищення якої викликає стрибок негативних емоцій. При цьому їх порівняння з характерними п'ятьма точками ФК (табл. 1) показує таке:

– для схильних до ризику А/Д

$$\left( n_{сх.}^0 \approx n_{сх.}^- \right) \approx n_{0,25сх.}; \quad (17)$$

– для неохильних до ризику авіадиспетчерів

$$\left( n_{несх.}^0 \approx n_{несх.}^- \right) \approx n_{0,5несх.}; \quad (18)$$

– для байдужих до ризику А/Д

$$n_{0,5байд.} \leq \left( n_{байд.}^0 \approx n_{байд.}^- \right) \leq n_{0,25байд.} \quad (19)$$

Таблиця 2

Статистичні оцінки величин  $n_0$  та  $n_-$

Ставлення до ризику	$n_0$		$n_-$	
	$\bar{n}_0$	$D_{n_0}$	$\bar{n}_-$	$D_{n_-}$
Схильність	14,3	19,79	15,6	25,97
Неохильність	13,3	13,31	14,7	16,69
Байдужість	10,7	27,18	11,2	24,54

Таким чином, проведені дослідження дозволили виявити РД А/Д та встановити його вплив на їх робоче навантаження. Отримані величини РД необхідно використовувати для моделювання реальної повітряної обстановки під час ТП А/Д.

Результати досліджень з побудови оціночних ФК робочого навантаження А/Д та аналіз їх характерних точок дозволяє запропонувати таку процедуру кількісного розв’язання «трикутника ризиків» ІКАО, що подана у правій частині рис. 3. отримані таким чином показники робочого навантаження подані у табл. 3.

Таблиця 3

Розв’язання «трикутника ризиків» ІКАО

Ставлення до ризику	Рівень ризику робочого навантаження, n		
	неприйнятний	допустимий	прийнятний
Схильний	$11,2 < n \leq 14,7$	$8,8 < n \leq 11,2$	$6,6 < n \leq 8,8$
Неохильний	$13,7 < n \leq 16$	$9,9 < n \leq 13,7$	$5,7 < n \leq 9,9$
Байдужий	$9,7 < n \leq 11,8$	$7,5 < n \leq 9,7$	$5,3 < n \leq 7,5$

Отримані результати мають бути враховані в особистісно-орієнтованих програмах ТП А/Д задля обґрунтованого формування їх стресостійкості.

### Висновки

Узагальнюючи отримані і подані у цій статті нові наукові результати досліджень ставлення А/Д до робочого навантаження, виділимо такі найбільш суттєві положення:

1. Відповідно до закону Йєркеса-Додсона досліджено РД  $n^*$  А/Д для задачі оцінки корисності ПС, якій є елементом множини рішень, що виконує особливу роль та має дві функції. З одного боку,  $n^*$  виступає як критерій вибору, згідно якому приймається те чи інше рішення, тобто виконує функцію

стандарту, на який орієнтується А/Д. як ЛПР. З іншого боку,  $n^*$  є мотиваційним фактором, який стимулює процес пошуку альтернативних рішень.

2. Досліджено співвідношення між характерними точками оціночних ФК, що будуються для встановлення основної домінанти ПР А/Д в умовах ризику та для встановлення їх РД. Виявлено, що РД схильних до ризику А/Д, еквівалентний робочому навантаженню, що відповідає детермінованому еквіваленту лотереї з корисністю 0,5. РД неохильних до ризику А/Д, еквівалентний навантаженню, що відповідає детермінованому еквіваленту лотереї з корисністю 0,75. РД байдужих до ризику А/Д, еквівалентний навантаженню, що має проміжне значення між детермінованими еквівалентами лотерей з корисністю 0,75 та 0,5.

3. Встановлено, що напруженість домагань виникає при такому робочому навантаженні А/Д, котре дорівнює детермінованому еквіваленту лотереї з корисністю 0,5 незалежно від ставлення А/Д до ризику.

4. Розв’язаний «трикутник ризиків» ІКАО, що дає можливість кількісно оцінювати ризики робочого навантаження А/Д.

4. Запропоновано отримані величини РД використовувати для моделювання реальної повітряної обстановки під час тренувань А/Д на тренажері, що має сприяти формуванню їх стресостійкості.

5. Подальші дослідження слід проводити в напрямі реалізації розроблених рекомендацій під час моделювання інших показників та умов професійної діяльності А/Д.

### Література

1. *Прогноз розвитку повітряного транспорту до 2025 года [Текст]. – Cir. ICAO 313 – AT / 134. – Монреаль: Канада, 2007.*
2. *Глобальный план обеспечения безопасности полетов [Текст]. – Монреаль: Канада, 2007.*
3. *Пропускна спроможність сектора ОПР РДЦ (ДОР) [Текст]: зб. документ. Затв. наказом Генерального директора ДП ОПР України «Укрерорух» 5 липня 2010 р. № 185.*
4. *Организация воздушного движения: Правила аэронавигационного обслуживания [Текст]. – Doc. ICAO 4444 – ATM / 501. – Изд. пятнадцатое. – Монреаль: Канада, 2007.*
5. *Завалова, Н.Д. Принцип активного оператора в инженерной психологии [Текст] / Н.Д. Завалова, В.А. Пономаренко, Б.Ф. Ломов // Инженерная психология. – М. : Наука, 1977. – С. 119 – 133.*
6. *Павлова, С.В. Аналіз людського фактора при керуванні сучасним повітряним кораблем*

[Текст] / С.В. Павлова, Л.В. Благая // Вісник НАУ. – 2012. – № 4. – С. 20 – 25.

7. Yerkes, R.M. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation [Text] / R.M. Yerkes, J.D. Dodson // *Journal of Comparative Neurology and Psychology*. – 1908. – № 18. – P. 458 – 482.

8. Зигель, А. Моделирование группового поведения в системе “человек - машина” [Текст]: пер. с англ. / А. Зигель, Дж. Вольф. – М.: Мир, 1973. – 261 с.

9. Шибанов, Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах “человек-техника” [Текст] / Г.П. Шибанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 263 с.

10. Эргономика. Человеческий фактор [Текст]: сб. материалов № 6. – Циркуляр ИКАО 238 – AN / 143. – Монреаль: Канада, 1992. – 46 с.

11. Ломов, Б.Ф. Справочник по инженерной психологии [Текст] / под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – 368 с.

12. Стресс, выгорание, совладание в современном контексте [Текст] / под ред. А.Л. Журавлева, Е.А. Сергиенко. – М.: Изд-во ИП РАН, 2011. – 512 с.

13. Рева, А.Н. Человеческий фактор и безопасность полетов: Проактивное исследование влияния [Текст]: моногр. / А.Н. Рева, К.М. Тумьшев, А.А. Бекмухамбетов; науч. ред. А.Н. Рева, К.М. Тумьшев. – Алматы, 2006. – 242 с.

14. Руководство по планированию обслуживания воздушного движения [Текст]. – Doc. ICAO 9426 – AN / 924. – Изд. первое. – Монреаль: Канада, 1984.

15. Guidelines on Runway Capacity Enhancement [Text]. – *European Air Traffic Management Programme*, 13 February 2002. – 104 p.

16. Miller, G. The magical number seven, plus or minus two: some limits on or capacity for processing information [Text] / G. Miller // *Psychological Review*, 1956. – N 63. – P. 81-97.

17. Козелецкий, Ю. Психологическая теория решений [Текст]: пер. с польск. / Ю. Козелецкий; под ред. Б.В. Бирюкова. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с.

18. Герасимов, Б.М. Організаційна ергономіка: Методи та алгоритми досліджень і проектування [Текст]: моногр. / Б.М. Герасимов, В.В. Камишин. – К.: Інформаційні системи, 2009. – 212 с.

19. Психология труда [Текст]: пер. со словац. / Петер Крбатя, Й. Мюллер и др.; общ. ред. и предисл. К.К. Платонова. – М.: Профиздат, 1979. – 216 с.

20. Паркинсон, С.Н. Законы Паркинсона [Текст]: пер. с англ. / С.Н. Паркинсон. – М.: Прогресс, 1989. – 448 с.

21. Контроль факторов угрозы и ошибок (КВО) при управлении воздушным движением [Текст]. – Cir. ICAO 314 – AN / 178. – Монреаль:

Канада, 2008.

22. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде; под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

23. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств [Текст]: пер. с франц. / А. Кофман; под ред. С.И. Травкина. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.

24. Шапиро, Д.И. Принятие решений в системах организационного управления: Использование расплывчатых категорий [Текст] / Д.И. Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 184 с.

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

26. Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування [Текст]: моногр. / О.М. Рева, В.В. Камишин, В.А. Шульгін, С.В. Недбай; за ред. О.М. Реви. – Рівне: Овід, 2010. – 106 с.

27. Чинченко, Ю.В. Оцінювання загроз та ризиків на робочих місцях авіадиспетчерів за допомогою нечітких множин [Текст] / Ю.В. Чинченко // Вісник НАУ. – 2011. – №2. – С. 44-49.

28. Фоменко, Ю.М. Трикутник ризику в системному аналізі професійної діяльності авіадиспетчерів [Текст] / Ю.М. Фоменко // Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. пр. КНАУ. – Вып 3. – К.: 2006. – С. 147-151.

29. Рева, О.М. Проактивне оцінювання ставлення льотного персоналу до ризику та безпечної діяльності [Текст] / О.М. Рева // Вісник НАУ. – 2007. – № 2. – С. 36-42.

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

31. Камишин, В.В. «Трикутник ризиків» у процедурах виявлення можливості опанування навчальними дисциплінами [Текст] / В.В. Камишин, О.М. Рева, А.М. Панасюк // Навчання і виховання обдарованої дитини; теорія та практика: зб. наук. пр. – ІОД. – К., 2012. – № 2. – С. 154-161.

32. Камишин, В.В. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу [Текст]: моногр. / В.В. Камишин, О.М. Рева. – К.: Інформаційні системи, 2012. – 270 с.

33. Рева, О.М. Людський фактор та безпека польотів: рівень домагань авіадиспетчерів у професійній діяльності [Текст] / О.М. Рева, Г.М. Селезньов // Створення системи забезпечення психологічної та психофізіологічної надійності персоналу. Організація та проведення психопрофілактичної роботи в органах внутрішніх справ України: III Всеукр. наук.-практ. семін.: матеріали конф. – К.:



КЮІ МВС України, 2005. – С. 121-128.

34. Рева, О.М. Рівень домагань як критерій ставлення майбутніх авіадиспетчерів до пропусків занять [Текст] / О.М. Рева, В.В. Камишин, А.М. Панасюк // *Качество технологий - качество жизни: III Междунар. науч.-практ. конф.: матеріали конф. 14-16 апреля 2011 г., Харьков.* – Х.: УПА, 2011. – С. 45-46.

35. Фишберн, П. Теория полезности для принятия решений [Текст]: пер. с англ. / П. Фишберн; под ред. Н.Н. Воробьева. – М.: Наука, 1978. – 352 с.

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

37. Рева, А.Н. Теоретическая модель выявления основной доминанты деятельности авиационного оператора в условиях риска [Текст] / А.Н. Рева, П.Ш. Мухтаров, С.В. Недбай // *Elmi təstüərlər: Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasinin.* – Bakı, Oktyabr - Dekabr 2010. – № 4. – С. 64-73.

38. Инженерная психология [Текст] / Г.К. Середя, С.П. Бочарова, Г.В. Репкина, В.А. Смирнов; под ред. Г.К. Середы. – К.: Вища шк., 1976. – 308 с.

39. Мюллер, П. Таблицы по математической статистике [Текст]: пер. с нем. / П. Мюллер, П. Нойман, Р. Шторм. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 278 с.

40. Лакин Г.Ф. Биометрия [Текст] / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 350 с.

Поступила в редакцию 27.05.2013, рассмотрена на редколлегии 13.06.2013

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

## УРОВЕНЬ ПРИТЯЗАНИЙ АВИАДИСПЕТЧЕРОВ НА ПОКАЗАТЕЛЯХ РАБОЧЕЙ НАГРУЗКИ

*А.Н. Рева, Б.М. Мирзоев, П.Ш. Мухтаров, Ш.Ш. Насиров*

Учитывая позитивную мировую тенденцию увеличения авиационных перевозок и существенное влияние авиадиспетчеров на безопасность полетов, предложено устанавливать их рабочую нагрузку при обслуживании воздушного движения путем выявления отношения к этой нагрузке через соответствующий уровень притязаний. Разработана и реализована процедура построения оценочной функции полезности-безопасности количества воздушных судов, которые одновременно находятся на управлении у авиадиспетчера, проведен анализ ее характерных точек и сравнение с показателями основной доминанты принятия решения в условиях риска. Представлен новый подход к реальному количественному решению так называемого «треугольника рисков» ИКАО.

**Ключевые слова:** безопасность полетов при обслуживании воздушного движения, человеческий фактор, авиадиспетчер, рабочая нагрузка, количество самолетов на управлении, уровень притязаний на показателях деятельности, треугольник риска

## LEVEL OF CLAIMS OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS FOR RESULTS OF WORKING LOAD

*A.N. Reva, B.M. Mirzayev, P.Sh. Mukhtarov, Sh.Sh. Nasirov*

Taking into account positive world tendency of increase of aviation transportation and substantial influence of air traffic controllers on safety of flights, has been offered to establish their working load during servicing of air traffic by the defining of attitude to this load through appropriate level of claims. Has been worked out and implemented procedure of construction of estimating function of utility-safety of number of aircrafts, which are at the same time controlled by ATController, has been analyzed its characteristic points and compared with results of basic dominants of deciding during the risk. Has been produced new approach on real quantitative decision called "triangle of risks" of ICAO.

**Key words:** safety of flights during servicing of air traffic, human factor, air traffic controller, working load, number of aircrafts being controlling, level of claims on results of activities, triangle of risks.

**Рева Олексій Миколайович** – д-р техн. наук, проф., проф. каф. автоматизації виробничих процесів Кіровоградського національного технічного університету, Кіровоград, Україна, e-mail: ran54@meta.ua.

**Мірзоев Бала Мушгюль-огли** – д-р філос. по техніці, начальник Головного центра Єдиної системи управління повітряним рухом держпідприємства AZANS Азербайджанської Республіки, Баку, e-mail: BalaMirzayev@azans.az.

**Мухтаров Пейман Ширин-огли** – старший викладач кафедри аеронавігації Національної академії авіації Азербайджанської Республіки, Баку, e-mail: Peyman.Mukhtarov@gmail.com.

**Насіров Шахин Шахвелі-огли** – керівник польотів Головного центра Єдиної системи управління повітряним рухом держпідприємства AZANS Азербайджанської Республіки, Баку, e-mail: shahin.s@mail.ru.