

УДК: 656.7.052:656.7.071.13:004.942(045)

С. П. Борсук, канд. техн. наук

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ІНСТРУКТОРА ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ТРЕНАЖЕРА ЗА ЛЮДСЬКИМ ЧИННИКОМ

Анотація. Обґрунтовано необхідність урахування показників людського чинника в інформаційному забезпеченні інтелектуального модуля підтримки рішень інструктора тренажера для авіадиспетчерів. Запропоноване інформаційне забезпечення враховує нечіткі моделі ставлення авіадиспетчерів до ризику порушення норм ешелонування повітряного простору та розроблений алгоритм особистісно – орієнтованого тренування авіадиспетчерів.

Ключові слова: безпека польотів, людський чинник, керування повітряним рухом, нечіткі моделі, ризик порушення норм ешелонування, диспетчерські тренажери, інтелектуальний модуль підтримки рішень

S. P. Borsuk, Ph.D.

INFORMATION SUPPLY FOR INSTRUCTOR DECISION SUPPORT INTELLECTUAL MODULE ACCORDING TO HUMAN FACTOR IN AIR TRAFFIC CONTROL TRAINER

Abstract. Necessity of taking into account human factor indexes in the information support of intellectual module of instructor decisions support for air traffic controller's trainer is grounded. Proposed informational support is affected by fuzzy models of air traffic controller's attitude to the risk of flight norms violation and developed personal-oriented air traffic controller algorithm.

Keywords: flight safety, human factor, air traffic control, fuzzy models, flight level norms violation risk, air traffic control trainers, intellectual module of decisions support

С. П. Борсук, канд. техн. наук

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ИНСТРУКТОРА ДИСПЕТЧЕРСКОГО ТРЕНАЖЕРА ПО ЧЕЛОВЕЧЕСКОМУ ФАКТОРУ

Аннотация. Обоснована необходимость учета показателей человеческого фактора в информационном обеспечении интеллектуального модуля поддержки решений инструктора тренажера во время тренировок авиадиспетчеров. Предложенное информационное обеспечение учитывает нечеткие модели отношения авиадиспетчеров к риску нарушения норм эшелонирования воздушного пространства и разработанный алгоритм лично-ориентированной тренировки авиадиспетчеров.

Ключевые слова: безопасность полетов, человеческий фактор, управление воздушным движением, нечеткие модели, риск нарушения норм эшелонирования, диспетчерские тренажеры, интеллектуальный модуль поддержки решений.

Актуальність. Сучасний процес керування польотами є складним технологічним процесом, який включає в себе роботу диспетчерів керування повітряним простором (КПР) із складним обладнанням та з іншими авіаційними операторами: льотними екіпажами та диспетчерами суміжних диспетчерських пунктів. При цьому для забезпечення належного рівня безпеки польотів (БП) важливо дотримуватись стандартних експлуатаційних процедур, а також відповідних інструкцій та настанов для запобігання їх порушень. У той же час завжди існує ймовірність технологічного збою або людської помилки, що може призвести до порушень норм

безпеки, зазначених у інструкціях та настановах. Таке порушення призведе до того, що диспетчери змушені будуть стикнутися із непередбаченою ситуацією, зазнають значного підвищення психофізіологічної напруженості та можуть навіть увійти у стан стресу. Поведінка диспетчерів у стані стресу, або у передуючому йому стані підвищеної напруженості, має лишатися поміркованою, логічною та спрямованою на уникнення конфліктів й погіршення польотної ситуації.

Для підготовки авіадиспетчерів до такого роду діяльності необхідно проактивно (згідно ІКАО – заздалегідь до виникнення надзвичайної ситуації) виявляти їх ставлення до порушення норм ешелонування повітряного простору, стандартних експлуатаційних

© Борсук С.П., 2015

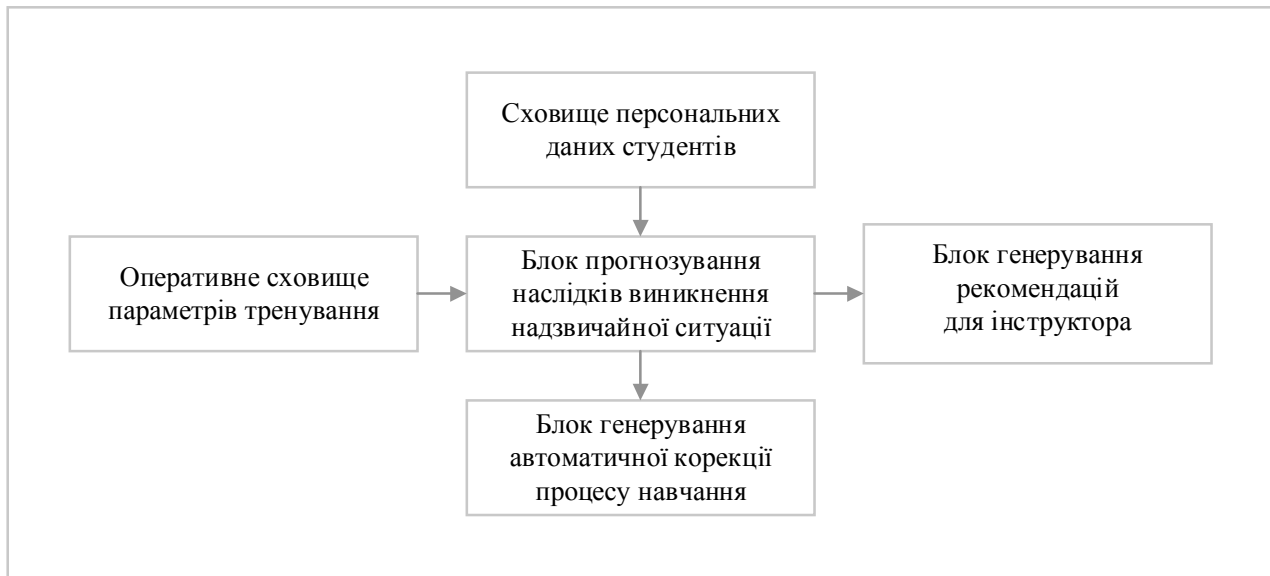


Рис. 1. Загальна схема інтелектуального модулю підтримки рішень інструктора тренажера з урахування людського чинника в процесі тренувань авіадиспетчерів

процедур КІР та моделювати відповідні небезпечні ситуації на тренажерах. Результати відповідних досліджень мають стати інформаційним наповненням інтелектуального модулю підтримки рішень інструктора тренажера (рис. 1), де блок прогнозування наслідків виникнення надзвичайної ситуації має містити нечіткі моделі.

Аналіз досліджень та публікацій Проблеми проактивного виявлення ставлення диспетчерів до авіаційних небезпек досліджуються, головним чином, в ракурсі забезпечення належного рівня управління БП [1] та розв'язання «трикутника ризиків» ICAO (International Civil Aviation Organization) [2]. В якості такого роду моделей можуть розглядатися оціночні функції корисності норм ешелонування, що будуються для закритих і відкритих задач прийняття рішень і дозволяють виявити основну доміную прийняття рішень в умовах ризику, а також рівень домагань авіадиспетчерів [3].

Проте, досвід досліджень [4 – 8] показує, що більш чутливими стосовно досліджуваних проблем є нечіткі моделі ризиків порушення норм ешелонування. Однак на сьогодні ще не з'ясоване питання про можливий вплив на уявлення авіадиспетчерів щодо небезпек порушення норм ешелонування особливостей повздовжнього та поперечного КІР.

Підготовка диспетчерів на тренажерах із відповідним функціоналом вже багато десяти-

тиліть використовується, як одна із складових навчання. Із розвитком технічної складової йде і розвиток тренажерів [2 – 4]. Здебільшого розвиток стосується технічних напрямків, лишаючи психологічні питання осторонь. В той самий час, оскільки людський чинник не змінює свого впливу при зміні технічної складової, його урахування має бути відображене у структурі тренажера.

Постановка завдання. Виходячи з вищезазначеного, **метою** цього дослідження є розробка інформаційного наповнення інтелектуального модулю підтримки рішень інструктора тренажера шляхом виявлення ставлення диспетчерів КІР до особливостей порушень повздовжніх та поперечних норм ешелонування повітряного простору. Характеристики цих норм подані у табл. 1.

Результати дослідження. До досліджень було залучено 132-х студентів-авіадиспетчерів. Вибір студентів базується на бажанні уникнути особистісного досвіду, отриманого диспетчерами із значним стажем роботи на певних робочих місцях із постійними властивостями повітряного руху.

Користуючись терм-множиною лінгвістичної змінної «рівень ризику (РР)»

$$\begin{aligned}
 T^M(PP) = & \text{дуже високий}(ДВ) + \\
 & + \text{високий}(В) + \text{вище за звичайний}(ВЗ) + \\
 & + \text{звичайний}(З) + \text{нижче за звичайний}(НЗ) + \\
 & + \text{низький}(Н) + \text{дуже низький}(ДН)
 \end{aligned} \quad (1)$$

вони мали оцінити на модифікованій нами для потреб досліджень шкалі Купера-Харпера небезпечність порушення норм ешелонування в диспетчерських районах АСС (Area Control Center - районний диспетчерський центр), АРР (Approach Control - диспетчерське обслуговування заходу на посадку). І оскільки відповідна інформація збиралася у виді «точці на шкалі параметру», то

побудова функцій належності лінгвістичної змінної «рівень ризику» відбувалася за допомогою так званої «матриці підказок» [9].

При цьому вибір розмірності шкали (1) був обумовлений необхідністю забезпечення випробуванням комфортних умов розрізнення рівнів небезпек, що визначаються так званім «магічним числом» Міллера [10].

1. Характеристики та особливості умов ешелонування повітряного простору

№ норми	Повздовжня / поперечна	Відстань, S км	Зміст норми
1	2	3	4
1	Повздовжня	20	Повітряні судна прямують одним маршрутом та на одному рівні, встановленому маршрутами УПР в диспетчерських районах АСС, АРР
2	Повздовжня		Диспетчерські райони (СТА (Control Area - диспетчерський район), ТМА (Terminal Control Area, – вузловий диспетчерський район)), коли ПС прямують на одному ешелоні на треках що перетинаються, незалежно від кута перетину треків
3	Поперечна		Боковий інтервал в диспетчерських районах СТА, ТМА при перетині рівня зустрічних треків, в момент перетину рівня (без урахування повздовжнього інтервалу) при умові відсутності сходження треків
4	Повздовжня		Повздовжній інтервал в диспетчерських районах СТА, ТМА при перетині рівня на попутних треках в момент перетину рівня при умові відсутності сходження треків.
5	Повздовжня	10	Відстань між ПС, що прямують одним маршрутом та на одному ешелоні в диспетчерському районі АРР, ТМА з використанням АС УПР (управління повітряним рухом) (за виключенням сегментів ЗП)
6	Повздовжня		Сегменти ЗП та етапи зльоту середнього ПС (М) за тяжким ПС (Н) та легкого ПС (L) за середнім ПС (М) (в границях диспетчерської зони СТР на висотах польоту 1700 метрів та нижче)
7	Поперечна		Диспетчерські райони (СТА, ТМА) при перетині ешелону на попутних треках і боковий інтервал в момент перетину ешелону (без урахування повздовжнього інтервалу) за умов відсутності сходження треків
8	Повздовжня		Диспетчерський район ТМА при перетині ешелону на попутних треках при використанні АС УПР – повздовжній інтервал в момент перетину ешелону за умов відсутності сходження треків

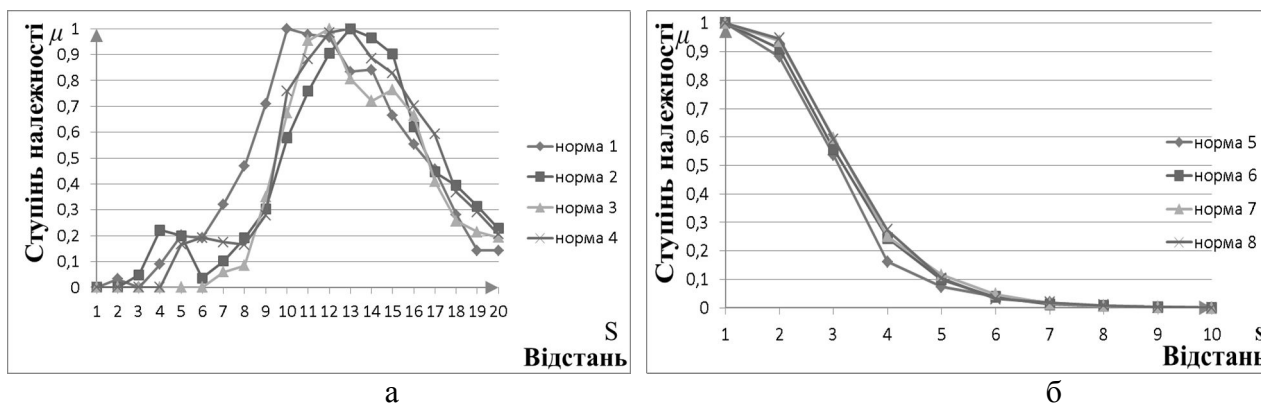


Рис. 2. Зведені графіки функцій належності відстаней між повітряними судами до терму:
а – «звичайний» РР для усіх 20-ти кілометрових нормативів;
б – «дуже високий» РР для усіх 10-ти кілометрових нормативів

В наведений спосіб було отримано чотири набори даних для 20-ти кілометрових нормативів (з них три стосувалися повздовжнього ешелонування та один поперечного) та чотири набори даних для 10-ти кілометрових нормативів (з них три стосувалися повздовжнього ешелонування та один поперечного).

20-ти кілометрова норма. Використовуючи результати опитування та так звану «матрицю підказок», про яку йшлося вище, були побудовані відповідні функції належності лінгвістичної змінної «РР». Приклад такого роду функцій ілюструє рис. 2, (а), де подані зведені графіки функцій належності відстаней між повітряними судами (ПС) до терму «звичайний» ризик, для усіх 20-ти кілометрових нормативів.

Для 10-ти кілометрових норм. В результаті проведених досліджень було отримано дані стосовно віднесення диспетчерами КПП відстаней (від 0 км. до нормативного мінімуму у 10 км.) до одного з семи РР. Відповідні результати було зведено до відповідних таблиць і оброблені за допомогою «матриці підказок». Приклад такого роду результатів ілюструє рис. 2, б.

Для аналізу та порівняння отриманих груп даних було взято ступені належності кожного окремого кілометру нормативних відстаней до застосованих рівнів загрози та обраховано коефіцієнти кореляції між цими групами. В табл. 2 наведено отримані результати кореляції між парами груп по рівнях ризику для 20-ти кілометрових нормативів.

Аналізуючи терми лінгвістичної змінної, на які випали мінімуми, варто зазначити, що

найменше значення кореляції випадає на третій терм (РР «В3») із значенням 0,7859.

Терми («3» та «Н3») мають мінімальні значення кореляції: 0,8452 та 0,8891 відповідно. На основі цих спостережень можна підтвердити висновок з попередніх робіт [1 – 5] про те, що диспетчери КПП мають більш узгоджені думки у випадках аналізу крайніх запропонованих точок та термів.

В табл. 3 подані отримані результати кореляції між парами груп по рівнях ризику для 10-ти кілометрових нормативів.

Аналіз термів лінгвістичної змінної, на які випали мінімуми підтверджує попередні висновки. Так саме, як і у попередніх випадках, диспетчери КПП мають більший збіг думок, аналізуючи крайні запропоновані точки та терми.

Відомо, що для визначення достовірності коефіцієнту кореляції важливо порівняти отримані дані із критичними значеннями коефіцієнтів, базуючись на рівнях значущості α [11]. Керуючись відомими таблицями критичних значень для вибірки в 130 елементів усі коефіцієнти кореляції набагато перевищують критичні значення для усіх наведених рівнів значущості (див. примітки до таблиць 2 та 3). Це дозволяє із впевнено стверджувати, що отримані результати статистично достовірні.

Отримані в наведений спосіб показники ставлення курсантів-диспетчерів КПП до ризику порушень норм ешелонування повітряного простору були застосовані для розробки алгоритму особистісно-орієнтованого тренування на тренажері (рис. 3).

2. Коефіцієнти кореляції для 20-ти кілометрових нормативів

Пари	Рівні ризиків						
	Дуже високий	Високий	Вище за звичайний	Звичайний	Нижче за звичайний	Низький	Дуже низький
1 та 2	0,9848	0,9343	0,8408	0,8475	0,8891	0,9461	0,9916
1 та 3	0,9828	0,9502	0,7859	0,9087	0,9297	0,9581	0,9900
1 та 4	0,9836	0,9489	0,8213	0,8976	0,9326	0,9745	0,9915
2 та 3	0,9988	0,9941	0,9847	0,9435	0,8955	0,9019	0,9764
2 та 4	0,9991	0,9946	0,9845	0,9614	0,9317	0,9518	0,9784
3 та 4	0,9980	0,9875	0,9880	0,9706	0,9456	0,9687	0,9978
Мінімум	0,9828	0,9343	0,7859	0,8475	0,8891	0,9019	0,9764

ПРИМІТКА: мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта кореляції при рівні значущості 0,0005 дорівнює величині $R_S \geq 0,2832$

3. Коефіцієнти кореляції для 10-ти кілометрових нормативів

Пари, що корелюються	Рівень ризику						
	Дуже високий	Високий	Вище за звичайний	Звичайний	Нижче за звичайний	Низький	Дуже низький
1 та 2	0,9976	0,9724	0,9658	0,9526	0,9823	0,9926	0,9982
1 та 3	0,9965	0,9725	0,9583	0,9538	0,9780	0,9662	0,9945
1 та 4	0,9949	0,9728	0,9861	0,9040	0,9145	0,9690	0,9974
2 та 3	0,9997	0,9851	0,9326	0,9252	0,9876	0,9632	0,9893
2 та 4	0,9998	0,9975	0,9757	0,9214	0,9617	0,9753	0,9962
3 та 4	0,9995	0,9926	0,9468	0,9448	0,9680	0,9900	0,9974
Мінімум	0,9949	0,9724	0,9326	0,9040	0,9145	0,9632	0,9893

ПРИМІТКА: мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта кореляції при рівні значущості 0,0005 дорівнює величині $R_S \geq 0,2832$

Отримані коефіцієнти кореляції яскраво демонструють, що для диспетчерів КІР немає різниці в належному забезпеченні повздовжніх чи поперечних нормами ешелонування у випадку їх порушення.

Отримані дані підтверджують також результати попередніх досліджень, по яких видно, що диспетчери КІР мають суттєво більш узгоджені думки щодо порушення норми ешелонування, коли йдеться про крайні значення на запропонованому інтервалі.

У подальшому доцільно було б провести побудову сімейства двомірних функцій ставлення диспетчерів до порушення норм

ешелонування на базі наявних результатів досліджень про повздовжні та поперечні нормативи.

Отримані наукові результати можуть бути використані при розробці та корегуванні навчальних планів для підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації авіаційних диспетчерів.

Запропонована структурна схема інтелектуального модулю підтримки рішень, наведена у загальному вигляді, дозволяє зорієнтуватися у подальшому розвитку процесу підтримки роботи інструктора на тренажері із можливістю його повноцінної автоматизації у перспективному майбутньому.

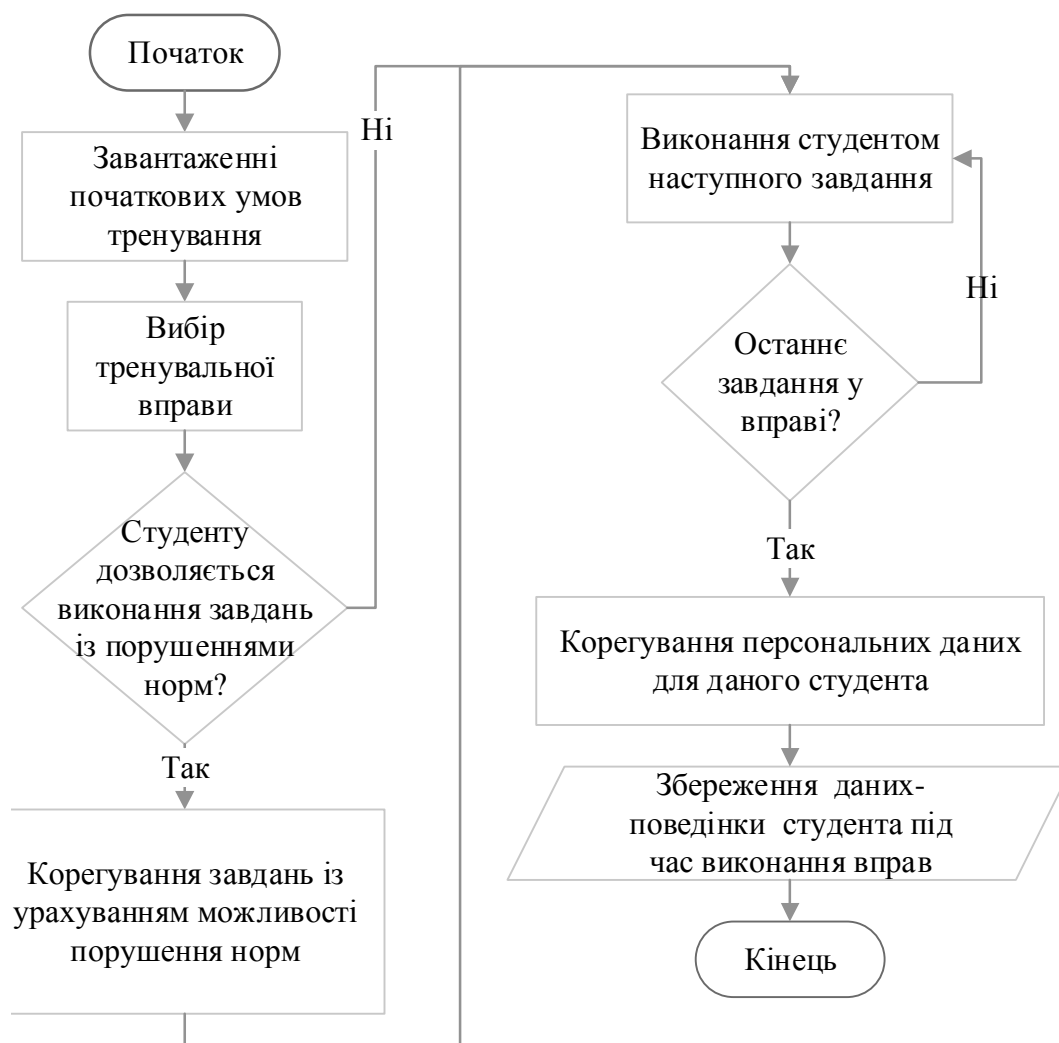


Рис. 3. Базовий алгоритм особистісно-орієнтованого тренування студентів-авіадиспетчерів з урахуванням їх ставлення до порушення норм ешелонування повітряного простору

Висновки. Уперше побудовані нечіткі моделі РР порушень повздовжніх та поперечних норм ешелонування повітряного простору дозволяють кількісно-якісно дослідити ставлення диспетчерів КПП до особливостей цих порушень, оскільки використання нечітких моделей поєднує у собі притаманні людині якісні поняття типу «звичайний» чи «низький» із чутю чисельним вираженням цих понять.

Проведений кореляційний аналіз значень ключових точок функцій належності дозволяє стверджувати, що отримані результати статистично достовірні, а отже можуть бути використані для подальших досліджень та можуть бути застосовані при практичній роботі із нормативами ешелонування повітряного простору.

Алгоритм інформаційного забезпечення

разом із структурною схемою інтелектуального модулю підтримки рішень дозволяють визначити місце застосування нечітких моделей, отриманих в результаті опитування студентів, та надають орієнтири для подальших досліджень у цьому напрямку.

Список використаної літератури.

- 1) Global Aviation Safety Plan, (2009), ICAO, Montreal, Canada, June 2009, 23 p.
- 2) Харченко В. П. Принципи удосконалення модульних тренажерів для практичної підготовки авіаційних диспетчерів / В. П. Харченко, В. А. Лазоренко // Вісн. Нац. авіац. ун-ту. – № 3-4. – 2007. – С. 3 – 8.
- 3) Абрамович Р. П. Построение модели навигации для компьютерных тренажеров и приложений сценарного типа / Р. П. Абрамо-

вич, А. А. Бальва, В. Д. Самойлов // Электронное моделирование. – 2014. – 36 – № 1. – С. 97 – 105.

4) Апенько Н. В. Підвищення достовірності візуалізації кабінного і позакабінного простору в функціональних тренажерах : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.07.14 / Н. В. Апенько; Нац. авіаційний ун-т, – К. : 2014. – 19 с.

5) Safety Management Manual (SMM). Doc. ICAO 9859 – AN / 474, (2009), ICAO, Montreal, 251 p.

6) Рева А. Н. Человеческий фактор и безопасность полетов: (Проактивное исследование влияния): монография / А. Н. Рева, К. М. Тумышев, А. А. Бекмухамбетов // науч. ред. А. Н. Рева, К. М. Тумышев. – Алматы, 2007. – 242 с.

7) Рева О. М. Нечітка модель ставлення авіадиспетчера до ризику настання потенційно-конфліктної ситуації / О. М. Рева, С. П. Борсук // Авіаційно-космічна техніка і технологія: наук.-техніч. журнал – Харків : Національний аерокосмічний ун-т ім. М.Є. Жуковського «ХАІ». – 2013. – № 10. – С. 214 – 221.

8) Reva O.M., and Borsuk S.P., (2014), 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.

9) Рева О. М. Стохастична модель виявлення моменту припинення тренувань / О. М. Рева, С. П. Борсук // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: материалы международной науч. конф. Евпатория, 20-24 травня 2013. – Херсон: ХНТУ. – С. 262 – 264.

10) Рева О. М. Урахування людського чинника у проактивному розв'язанні «трикутника ризиків» ІКАО / О. М. Рева, С. П. Борсук // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2014): зб. матеріалів VI міжнародної наук.-практичної конф. Херсон, 27-29 травня 2012 р. – Херсон : Херсонська державна морська академія. – 2014. – С. 82 – 85.

11) Рева А. Н. Нечёткая оценка риска

нестыковки блоков «человек» – «процедуры» модели SHELL ИКАО / А. Н. Рева, С. П. Борсук // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: материалы международной науч. конф. Евпатория 19–23 мая 2014 г., – Железный Порт : – 2014. – С. 153 – 155.

12) Рева А. Н. Актуальные направления разработки проактивных моделей решения «треугольника рисков» ИКАО / А. Н. Рева, В. И. Вдовиченко, С. П. Борсук, В. А. Шульгин, Б. М. Мирзоев, П. Ш. Мухтаров, Ш. Ш. Насиров // Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування : 4-та Всеукраїнська науково-практич. конф. Херсон, 9-11 жовтня 2013 р. – Херсон : ХДМА – 2013. – С. 334 – 338.

13) Miller G., (1956), The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on or Capacity for Processing Information, *Psychological Review*, USA, No. 63, pp. 81 – 97.

14) Мюллер П. Таблицы по математической статистике / П. Мюллер, П. Нойман, Р. Шторм. – М : Финансы и статистика, 1982, 278 с.

Отримано 07.11.2014

References

1) Global Aviation Safety Plan, (2009), ICAO, Montreal, Canada, June 2009, 23 p. (In English).

2) Kharchenko V.P., and Lazorenko V.A. Printsipi udoskonalennya modulnih trenajeriv dlya praktichnoyi pedgotovki aviatsiynih dispatcheriv [Principles of Module Trainers Improvement for Practical Preparation of Air Traffic Controllers], (2007), *Digest of National Aviation University*, Kiev, Ukraine, No. 3-4, pp.3 –8 (In Ukrainian).

3) Abramovich R.P., Balva A.A., and Samoylov V.D. Postroenie modeli navigatsii dlya kompyuternih trenajerov I prilozheniy scenarnogo tipa [Composition of Navigation Model for Computer Trainers and Applications of Scenario Type], (2014), *Electronic Modelling*, Kiev, Ukraine, 36, No. 1, pp. 97 – 105 (In Russian).

4) Apenko N.V. *Pidvishchennya dostovirnosti vizualizatsii kabinogo I pozakabinogo prostoru v funktsionalnih trenajerah* [Increase of Authenticity of Cabin and Outside Space Visualization in Functional Trainers]: synopsis of dissertation for technical sciences candidate: 05.07.14; *National Aviation University*, (2014), Kiev, Ukraine, 19 p. (In Ukrainian).

5) ICAO: *Safety Management Manual (SMM)*. Doc. ICAO 9859 – AN / 474, (2009), ICAO, Montreal, 251 p. (In English).

6) Reva A.N., Tymishev K.M., and Bekmuhambetov A.A. *Chelovecheskiy factor i bezopasnost' polyotov: (Proaktivnoe issledovaniye vliyaniya): monografiya* [Human Factor and Flight Safety: (Proactive Influence Research): Monograph], (2007), Scientific editorship A.N. Reva, K.M. Tumishev, Almati, 242 p. (In Russian).

7) Reva O.M., and Borsuk S.P. *Nechitka model' stavlennya aviadispatchera do riziku nastannya potentsiyno konfliktnoy situatsii* [Fuzzy Model of Air Traffic Controller Attitude to Risk of Potentially Conflict Situation Happening], (2013), *Aerokosmichna Tehnika i Tehnologiya: Nauch.-teh. Jurnal*, Harkov, Ukraine, No. 10, pp. 214 – 221 (In Ukrainian).

8) Reva O.M., and 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 2014, pp. 6229 – 6238 (In English)

9) Reva O.M., and Borsuk S.P. *Stohastichna model' viyavleniya momentu pripinennya trenuvan'* [Stochastic Model of Training Stop Determination], (2013), *Intellektualnie Sistemi Prinyatiya Resheniy i Problemi Vichislitel'nogo Intellekta: Materiali Mejdunar. Mauch. Konf.* Herson, Ukraine, pp. 262 – 264 (In Ukrainian).

10) Reva O.M., and Borsuk S.P. *Urahuvannya lyudskogo chinnika u proaktivnomu rozvyazanni "trikutnika riziku" ICAO* [Accounting of Human Factor in Proactive Solution of ICAO "risk triangle"], (2014), *Suchasni Informatsiyni ta Innovatsiyni Tehnologii na Transporti (MINTT-2014): Zb. Materialiv VI Mijnar. Nauk.-prakt. Konf.*, Herson, Ukraine, pp. 82 – 85. (In Ukrainian)

11) Reva A.N., and Borsuk S.P. *Nechetkaya otsenka riska nestikovki blokov "chelovek" – "protседuri" modeli SHELL ICAO* [Fuzzy Estimate of Discrepancy Risk Between "Human" – "Procedures" Blocks of ICAO SHELL Model], (2014), *Intellektualnie Sistemi Prinyatiya Resheniy i Problemi Vichislitel'nogo Intellekta: Materiali Mejdunar. Mauch. Konf.* Herson, Ukraine, pp. 153 – 155 (In Russian)

12) Reva A.N., Vdovichenko V.I., Borsuk S.P., Shulgin V.A., Mirxoev B.M., Muhtarov P.S., and Nasirov S.S. *Aktualnie napravleniya razrabotki proaktivnih modeley resheniya "treugilnika rizikov" ICAO* [Urgent Directions of Proactive Models Research for ICAO "Risk Triangle" Solution], (2013), *Suchasni Energetichni Ustanovki na Transporti, Tehnologii ta Obladnannya dlya yih Oblugovuvannya: 4-ta Vseukr. Nauk.-prakt. Konf.*, Herson, Ukraine, pp. 334 – 338 (In Russian).

13) Miller G., (1956), *The Magical Number Seven, Plus or Minus two: Some Limits on or Capacity for Processing Information*, *Psychological Review*, USA, No. 63, pp. 81 – 97 (In English).

14) Muller P., Noyman R. and Shtorm M. *Tablitsi po matematicheskoy statistike* [Tables of Mathematical Statistics], (1982), *Finansy i Statistika*, Moscow, USSR, 278 p. (In Russian).



Борсук
Сергій Павлович,
канд. тех. наук, доцент,
докторант Інституту заочного та дистанційного навчання
03058, Україна м. Київ,
просп. Космонавта Комарова 1, Інститут заочного та дистанційного навчання, 1 корп. 1.
ауд.319
м/т 097 515-90-78
E-mail:
grey1s@yandex.ru