

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского  
“Харьковский авиационный институт”

ISSN 1727-7337

**АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКАЯ  
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ**

7 (134)

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

*Тематический выпуск «Проблемы двигателестроения»*

Издание основано в 1993 г.

*Выходит 6 раз в год*

Харьков "ХАИ" 2016

Учредитель журнала **Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского  
"Харьковский авиационный институт"**

Утвержден в печать ученым советом Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт", протокол № 12 от 22 июня 2016 г.

**Главный редактор**

**Владимир Станиславович Кривцов**, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии Украины, заслуженный деятель науки и техники Украины, ректор, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ".

#### **Редакционная коллегия**

- А. В. Гайдачук**, д-р техн. наук, проф. (заместитель главного редактора), лауреат Государственной премии Украины, проректор по НР, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- А. Г. Гребеников**, д-р техн. наук, проф., зав. каф., Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- К. В. Безручко**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, гл. науч. сотр., Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- С. А. Бычков**, д-р техн. наук, проф., лауреат премии Совета Министров СССР, лауреат Государственной премии Украины, главный инженер, ГП «Антонов»;
- В. А. Богуслаев**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, Герой Украины, Председатель совета директоров, ПАО "Мотор Сич";
- В. Е. Гайдачук**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, заслуженный деятель науки и техники Украины, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- А. В. Дегтярев**, д-р техн. наук, академик НАН Украины, Генеральный конструктор – Генеральный директор Государственного предприятия «Конструкторское бюро «Ожное»;
- Е. А. Джур**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара;
- А. И. Долматов**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, заслуженный деятель науки и техники Украины, зав. каф., Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- С. В. Елифанов**, д-р техн. наук, проф.; заслуженный деятель науки и техники Украины, зав. каф., Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- Я. С. Карпов**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, заслуженный деятель науки и техники Украины, проф. каф., Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- Д. С. Кива**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, заслуженный деятель науки и техники Украины, академик НАН Украины, Герой Украины, Генеральный конструктор, ГП «Антонов»;
- Г. А. Кривов**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, Председатель правления ПАО «Украинский научно-исследовательский институт авиационной технологии»;
- Г. И. Костюк**, д-р техн. наук, проф., проф. каф., Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- А. К. Мялища**, д-р техн. наук, лауреат Государственной премии СССР, Герой Украины, Харьковское государственное авиационное производственное предприятие;
- Д. Ф. Симбирский**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии СССР, проф. каф., Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- В. С. Харченко**, д-р техн. наук, проф., заслуженный изобретатель Украины, зав. каф., Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ";
- Vladimir A. Golovanevskiy**, PhD, Professor, Curtin University of Technology, Australia;
- Michael Schenk**, Univ.-Professor, Doctor of Technical Sciences, Honorary Professor, multiple honorary doctor, Director of the Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation IFF in Magdeburg, Germany.

**Ответственный секретарь** **А. Б. Лещенко**, канд. техн. наук, доцент, доцент каф., Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ".

**Свидетельство о государственной регистрации КВ № 7182 от 09.04.2003 г.**

За достоверность информации несут ответственность авторы. Статьи печатаются на украинском, русском и английском языках после внешнего и внутреннего рецензирования.

Рукописи не возвращаются. При перепечатке материалов ссылка на журнал «**АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ**» обязательна

**Научно-технический журнал «Авиационно-космическая техника и технология»**

- входит в утвержденный ГАК Перечень научных профессиональных изданий Украины, в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (приказ МОН Украины №1279 от 6.11.2014 г.);

- сохраняется в общегосударственной реферативной базе данных «Україніка наукова» и публикуется в соответствующих тематических сериях украинского реферативного журнала «Джерело» (свободный он-лайн доступ к ресурсам на Web-сервере <http://www.nbu.gov.ua>) (Украина),

- сохраняется в реферативной базе данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) Российской академии наук и публикуется в соответствующих тематических сериях РЖ (свободный он-лайн доступ к ресурсам на Web-сервере <http://www.viniti.ru>) (Российская Федерация).

- включен в **международные библиометрические и наукометрические базы данных**: научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (Российская Федерация); **Index Copernicus (ICV 2013: 4,83; 2014: 52,71)** (Польша); **CiteFactor; Academic Keys; Infobase Index; WordCat; Google Scholar** (библиометрические показатели –  $quot.=2504 / h = 11 / i10 = 24$ ).

## СОДЕРЖАНИЕ

*Общие вопросы  
авиационно-космической техники*

<b>Бабенко Ю. В., Матвийчук А. В.</b> Информационная оценка эффективности модификаций самолетов различного назначения по интегральным стоимостным показателям .....	5
<b>Капитанова Л. В.</b> Концептуальные положения обеспечения взлетно-посадочных характеристик модификаций самолетов транспортной категории .....	11
<b>Лапотко В. М., Еланский А. В., Кухтин Ю. П.</b> Исследование возможности использования двухконтурного СПВРД в транспортной космической системе .....	17
<b>Степаненко С. М.</b> Системный подход к содержанию стандартов предприятия - разработчика авиационной техники .....	24
<b>Томашевский О. В., Сніжної Г. В., Оліфір А. А.</b> Впровадження стандарту ISO 9001:2015 в систему менеджменту якості виробництва авіаційних двигунів .....	29
<b>Ранченко Г. С., Буряченко А. Г.</b> Квалификация комплектующих изделий образцов авиационной техники – современные требования и взаимодействие национальных и межгосударственных авиационных властей .....	33
<b>Волошина Н. П., Нерубасский В. В.</b> Защита авторских прав на прикладное программное обеспечение комплектующих изделий авиационной техники и программно-технических комплексов .....	38

*Теория и рабочие процессы авиационных двигателей и энергоустановок*

<b>Русанов А. В., Косьянов Д. Ю., Косьянова А. И.</b> Исследование пространственного потока пара в регулирующем отсеке с радиальным парциальным парораспределением .....	43
<b>Субботович В. П., Юдин Ю. А., Юдин А. Ю., Темченко С. А.</b> Исследование осекольцевых диффузоров при различных углах закрутки потока на входе .....	49

*Конструкция и прочность авиационных двигателей и энергоустановок*

<b>Марценюк Е. В., Зеленый Ю. А., Климик Р. Р.</b> Идентификация теплового состояния корпуса турбины авиационного двигателя по экспериментальным данным .....	54
<b>Придорожный Р. П., Шереметьев А. В., Зинковский А. П.</b> Влияние ползучести материала на характеристики бандажной связи сильнозакрученных рабочих лопаток турбин .....	62
<b>Тарасенко А. А.</b> Параметры стационарных крутильных колебаний дизеля с учетом переменности момента инерции отсека .....	68
<b>Журавлёв В. Н., Единолич А. Б., Папчёнков А. В.</b> Математическая модель амплитудных и фазовых процессов в задаче технической диагностики зубьев шестерён редукторов ГТД .....	72
<b>Двирник Я. В., Павленко Д. В.</b> Оценка предельного состояния лопаток компрессора вертолетных ГТД по частоте собственных колебаний .....	79
<b>Игуменцев Е. А., Прокопенко Е. А.</b> Равновесие сил сжатия-отталкивания в заряженном гироскопе .....	84

## CONTENTS

*General problems of propulsion engineering*

<b>Babenko J. V., Matvichuk A. V.</b> Information assessment of the effectiveness of aircraft modifications for various purposes on the integral value indicators .....	5
<b>Kapitanova L. V.</b> Conceptual regulations to provide takeoff and landing performance of transport category airplane modifications .....	11
<b>Lapotko V. M., Yelanskiy A. V., Kukhtin Yu. P.</b> Analysis of possibility of bypass supersonic ramjet application in the space conveying system .....	17
<b>Stepanenko S. M.</b> System approach to the content of standards of the enterprise – designer of aeronautical engineering .....	24
<b>Tomashevskiy A. V., Snizhnoi G. V., Olifir A. A.</b> ISO 9001:2015 introduction into aircraft engines production quality management .....	29
<b>Ranchenko G. S., Buryachenko A. G.</b> Qualification of the component unit of the aircraft unit type – modern requirements and interaction between national and international aviation administrations .....	33
<b>Voloshina N. P., Nerubassky V. V.</b> Copyright protection on application software for aviation engineering component and program-technical complexes .....	38

*Theory and operation of aerospace engines and power plants*

<b>Rusanov A. V., Kosianov D. Yu., Kosianova A. I.</b> Research of spatial stream of steam in regulative compartment with radial partial .....	43
<b>Subotovitch V. P., Yudin Yu. A., Yudin A. Yu., Temchenko S. A.</b> The research of axis - annular diffusers for different flow angles of twist at the inlet .....	49

*Design and strength of aerospace engines and power plants*

<b>Martseniuk Y., Zelenyj Y., Klimik R.</b> The experimental data based identification of thermal state of aircraft engine turbine casing .....	54
<b>Pridorozhny R. P., Sheremetev A. V., Zinkovskii A. P.</b> Influence of creep of material on characteristics of shroud connection of the strongly swirled turbine rotor blades .....	62
<b>Tarasenko A. A.</b> The parameters are stationary torsional vibrations of diesel given the variability of the moment of inertia of the compartment .....	68
<b>Zhuravlev V. N., Yedjnovich A. B., Papchenkov A. V.</b> Mathematical model of peak and phase processes in a problem of engineering diagnostics of teeths of gear wheels of gas turbine engine reduction gears .....	72
<b>Dvirnyk Ya. V., Pavlenko D. V.</b> Evaluation of compressor blades limit state of helicopter gas turbine engines depended on natural vibration frequencies .....	79
<b>Igumentsev I., Prokopenko O.</b> Balance of compression powers and pushing away powers in the gyro with charge .....	84

## Технологии производства объектов авиационно-космической техники

<b>Воронин В. Н., Зайцев В. Е., Коцюба В. Ю., Третьяк В. В.</b> Особенности технологии изготовления сварных листовых титановых заготовок методом взрывной штамповки .....	91
<b>Лысенко Н. А., Воробьев В. И., Сулова Н. Е., Клочихин В. В., Качан А. Я.</b> Влияние температурно-временных факторов на изменение микроструктурного состояния материала рабочих лопаток турбины .....	95
<b>Нестеренков В. М., Марченко Ю. А., Жеманюк П. Д., Петрик И. А., Архангельский Ю. А., Майстренко А. Л.</b> Отработка гибридной технологии соединения магниевых сплавов методом трения с перемешиванием и электронно-лучевой сварки .....	102
<b>Капустян А. Е., Овчинников А. В., Коваленко Т. А., Шевченко А. В.</b> Получение полуфабрикатов титановых сплавов для авиационно-космической техники .....	107

## Двигатели и энергоустановки для ракетно-космической техники

<b>Лоян А. В., Цаглов А. И., Писаний А. И.</b> Анализ конструкции стационарного плазменного двигателя типа СПД100 на стартовые нагрузки .....	117
<b>Хаустова А. Н.</b> Испытания измерительного комплекса метода ОЭССК и определение погрешности расчета относительной эрозии ..	121
<b>Титов М. Ю., Лоян А. В., Чупрына Н. Б.</b> Корреляция параметров плазмы с магнитным полем в канале стационарного плазменного двигателя .....	127
<b>Ткач М. Р., Тимошевский Б. Г., Познанский А. С., Митрофанов А. С., Прокурин А. Ю.</b> Повышение эффективности двигателя 4Ч 8,4/9,1 путем добавки синтез-газа к бензину .....	134

## Автоматическое управление и диагностика двигателей и энергоустановок

<b>Абдуллаев П. Ш., Мирзоев, А. Дж.</b> Применение генетических алгоритмов при диагностировании авиационных ГТД .....	139
<b>Миргород В. Ф., Деренг Е. В.</b> Допусковый трендовый контроль термодинамических параметров силовых установок .....	147
<b>Некрасова Л. П., Сinyaeva Н. П., Омелянчик Л. А., Луганская О. В.</b> Идентификация металлических микрообъектов в отложениях на маслофильтрах АД .....	152
<b>Рева А. Н., Борсук С. П.</b> Приспособленность площади под оценочной функцией авиационного диспетчера для выявления основной доминанты принятия решений (на англ. яз.) .....	157
<b>Доценко Н. В., Шостак Е. И.</b> Анализ альтернативных вариантов состава команд исполнителей высокотехнологичных проектов на основе кластеризации и ранжирования групповых экспертных оценок .....	164
<b>Суховой С. И.</b> Улучшение динамики регулирования степени повышения давления вентилятора ТРДД за счет применения алгоритма предиктора Смита .....	173
<b>Смирнов А. В., Шербаков О. Н., Ткаченко Д. А., Парафийник В. П., Слабко Ю. Н.</b> Некоторые особенности системы вентиляции унифицированного силового блока турбокомпрессорных агрегатов с ГТД ДУ80Л1, НК-36СТ и НК-16СТ .....	179
Информационное сообщение .....	188
Алфавитный указатель .....	189

## Aerospace production engineering

<b>Voronin V. N., Zaitsev V. Ye., Kotsyuba V. Yu., Tretyak V.V.</b> Features of technology of making of the welded sheet titanic purveyances by the method of the explosive stamping .....	91
<b>Lysenko N. A., Vorobyov V. I., Suslova N. Y., Klochihin V. V., Kachan A. Y.</b> The influence of temperature-time factors on the change in microstructural condition of a material of rotor blades of the turbine .....	95
<b>Nesterenkov V. M., Marchenko Y. A., Zhemanyuk P. D., Petrik I. A., Arkhangelskiy Yu. A., Maystrenko A. L.</b> Prove-out for friction stir and electron beam hybrid welding of magnesium alloys .....	102
<b>Kapustian O. Ye., Ovchynnykov O. V., Kovalenko T. O., Shevchenko A. V.</b> Receiving semi titanium alloys for aerospace .....	107

## Engines and power plants for rocket hardware

<b>Loyan A. V., Tsaglov A. I., Pysaniy A. I.</b> Modeling of stationary plasma thruster type SPT100 construction on launch loads .....	117
<b>Khaustova A. N.</b> Testing of OESSK method measuring complex and determination of relative erosion calculation error .....	121
<b>Titov M. Yu., Loyan A. V., Chuprina N. B.</b> Correlation of plasma parameters with magnetic field in the channel of stationary plasma thruster .....	127
<b>Tkach M. R., Timoshevsky B. G., Poznansky A. S., Mitrofanov A. S., Proskurin A. Y.</b> Improving the efficiency of the 4 cylinder 4-stroke engine 8.4/9.1 with additives synthesis gas to gasoline .....	134

## Automatic control and diagnostics of aerospace engines and power plants

<b>Abdullayev P. Sh., Mirzoye A. J.</b> Application of genetic algorithms in the diagnosis of aviation gas turbine engines .....	139
<b>Mirgorog V. F., Dereng E. V.</b> Tolerable trend control of power-plants thermogasdynamic parameters .....	147
<b>Nekrasova L. P., Sinyaeva N. P., Omelyanchik L. O., Luganskaya O. V.</b> Identification of metal micro-objects in deposits on oil filters of aircraft engines .....	152
<b>Reva O. M., Borsuk S. P.</b> Appliance of area under air traffic controller estimate function for main decision taking dominant determination .....	157
<b>Dotsenko N. V., Shostak E. I.</b> Analysis of alternatives recaps implementing high-tech projects based on clustering and ranking of group expert assessments .....	164
<b>Sukhovey S. I.</b> Turbofan fan pressure ratio control improvement at the expense of Smith predictor algorithm .....	173
<b>Smirnov A. V., Shcherbakov O. M., Tkachenko D. O., Parafiynyk V. P., Slabko Yu. M.</b> Some features of ventilation system of the unified acoustic and thermal enclosure of turbo-compressor units with gas turbines UGT 25000, NK-36ST and NK-16ST .....	179
Information message .....	188
Index .....	189

UDC 159.9:656.7.052:519.257 (045)

**O. M. REVA, S. P. BORSUK***National aviation university, Kiev, Ukraine***APPLIANCE OF AREA UNDER AIR TRAFFIC CONTROLLER ESTIMATE FUNCTION FOR MAIN DECISION TAKING DOMINANT DETERMINATION**

*Main factor of ICAO flight safety concept “aviation personnel attitude to safe actions and conditions” along with human factor influence on flight safety are indicators of tight interconnection of ICAO flight safety concept components. Such attitude concerning air traffic controllers is determined with help of closed decision taking tasks and estimate usefulness functions construction and research. So called “risk premium” base on single key point here is main instrument to find decision taking dominant that defines air traffic controller attitude to flight level norms violation (tending, indifferent, non-tending to risk). Improved criterion based on areas under usefulness function is proposed. It was found that new criterion has higher precision comparing to classic one.*

**Keywords:** *air traffic controllers attitude to flight norms violations, closed decision taking task, estimate usefulness function characteristic points, risk premium, efficiency of main decision taking dominant determination.*

**Introduction**

Research of usefulness estimation functions (UES) shows their applicability for air traffic controllers (ATCs) attitude determination concerning risk circumstances in decision taking process. This will help in both decrease of hazards number for flight safety (FS) and ICAO tolerability matrix decision with involvements of real tangible and clear parameters of professional activity. Improvement of different risks types classification and separation is expected as well along with increased data accumulation efficiency and ICAO “software” components upgrade in decision making support systems.

ATCs professional experience taken into account leads to quantitative analysis of actual human factor (HF) based risk and allows to estimate efforts directed on risk management in parallel with ATCs risk attitude examination. Since ATCs work may be presented as continuous chain of decision, found and implemented in risky conditions, proactive and advance ATCs risk attitude determination is extremely urgent. All mentioned above allows to combine formal decision taking task (DTT) in risk conditions.

General disadvantage of most researches about HF influence upon FS is their retroactive or statistically based approach to risk estimation, management and control. Applying proactive strategy of HF inclusion here responds to the risk managements quality increase.

**Previous researches analysis**

Taking into account UES that allows to find ATCs

risk attitude proactively is one of conditions for creating aircraft model in air-navigation systems. UES construction commonly is connected with economical topics and was firstly adapted for HF research in civil aviation in paper [1]. Further development of proposed methods and models were made in [2-9].

It is important to note that consequences analysis is important part of decision making in management and control systems. It is based on certain subjective usefulness value assigned to every possible outcome of different taken solutions. This value corresponds to UES. Usefulness is key meaning of rational solutions theory and in psychology [10-14]. It plays great role in decision taking processes. Besides usefulness of any professional activity characteristic depends on aviation operator state, particularly on its goals structure as ATCs [15-18].

There exists well known solution of closed DTT that uses three key points. Such solution allows to find ATCs risk attitude (tending, indifferent, not tending) which defines main decision taking dominant (MDTD) [19]. This information is very important because it allows to foresee ATCs behavior and preventively correct its actions.

Unfortunately in some cases investigated behavior wasn't of predicted type according to researches. Main cause for this is lack of key points used for risk attitude description and analysis [20-28]. For ATCs all researches took into account normative distances between aircrafts in different flight circumstances. For these conditions two boarder key points  $S_0$  and  $S_1$  had usefulness of 0 and 1 correspondingly. They were place for distances between aircrafts in 0 km. and full flight level

norm distance. Third standard middle point had  $S_{0,5}$  usefulness of 0,5 and its corresponding distance said to be half of flight level norm distance. Mentioned method that use so called risk premium may be defined as following:

$$RP = \bar{S} - S_{0,5} = \begin{cases} > 0 & \text{– not tending to risk,} \\ < 0 & \text{– tending to risk,} \\ = 0 & \text{– imdifferent to risk.} \end{cases}$$

Where  $\bar{S}$  – is calculated middle key point value, found from respondent polling:

$$\bar{S} = 0,5 \cdot S_0 + 0,5 \cdot S_1 = 0,5 \cdot (S_0 + S_1).$$

It should be mentioned that single key point  $S_{0,5}$  is used at described method of MDTD which corresponds to lottery equivalent with usefulness of 0,5. This means that operator opinions are ignored at intermediate points of taken continuum regardless of its size.

### Problem statement

To improve MDTD by additional key points and compare results with basic approach.

### Research results

Classical approach for ATC risk attitude determination by UES with help of three key-points is based on “parameter-usefulness” plane. Two points are  $S=0$  i  $S=S_{HEPIC}$  for flight level norm with usefulness

$$\begin{cases} u(S = S_0 = 0) = f_{UF}(S_0) = 0, \\ u(S = S_1 = S_1) = f_{UF}(S_1) = 1. \end{cases}$$

Third key point parameter  $S_{0,5}$  is found from ATC polling by lottery method (fig. 1). Same method will be applied to find two more intermediate point between central and boarder points. These points are  $S_{0,25}$  and  $S_{0,75}$  and they are obtained as following.

Integrative ATC attitude to risk is found in following way. For rising UES tendency of ATC to risk is witnessed by graph curvature to top. In other words area above the graph is less than area below the graph. Non-tendency to risk is witnessed by vice versa proportion. Equal areas above and below the line means that ATC is indifferent to risk (fig. 2).

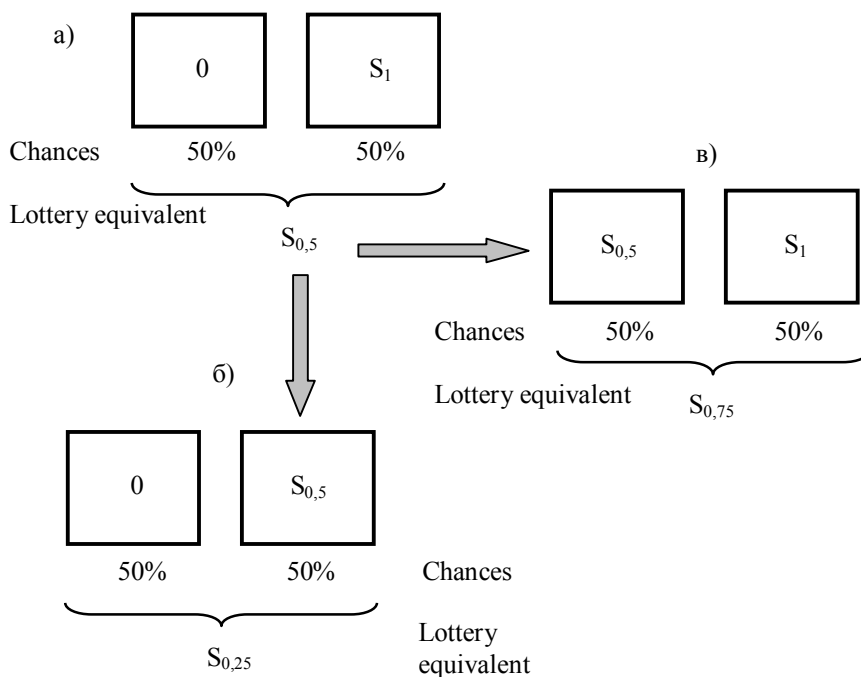


Fig. 1. Lottery for ATC flight level norms risk attitude key points determination

Really, figure (fig. 2.a) contains two triangles  $\Delta S_0DE = \Delta S_0S_1E$  which areas are defined as:

$$S_{\Delta S_0DE} = S_{\Delta S_0S_1E} = \frac{1}{2} S_1 \cdot f_{UF}(S_1) = \frac{1}{2} S_1.$$

It is clear that hypotenuse of those triangles is  $S_0DES_1$  rectangle diagonal and it defines linear usefulness of flight level norm for current ATC, i.e. its risk indifference.

On the other hand line on figure (2.b) also witness about risk indifference in case of three key points analysis. But it is obvious that using five key points analysis witnesses about  $S_0ABCES_1$  area being less than  $\Delta S_0S_1E$  area  $S_{S_0ABCES_1} < S_{S_0ES_1}$ . This leads to change in analysis results and their correction. In general case  $S_0ABCES_1$  area can be found from well known formulas for geometrical shapes.

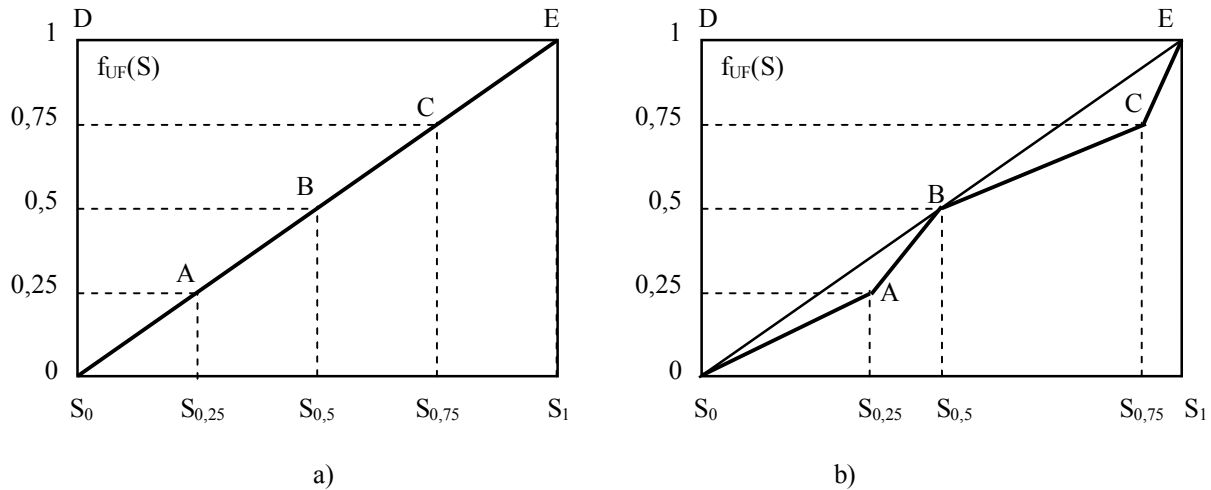


Fig. 2. Areas for ATC attitude close to the line received by lottery method for: a – risk indifference; b – certain risk attitude

$$\begin{aligned}
 Ar(S_0ABCES_1) &= S_{S_0}AS_{0,25} + S_{S_{0,25}}ABS_{0,5} + S_{S_{0,5}}BCS_{0,75} + S_{S_{0,75}}CES_1 = \\
 &= \frac{1}{2} \left\{ S_{0,25}f_{UF}(S_{0,25}) + (S_{0,5} - S_{0,25}) [f_{UF}(S_{0,25}) + f_{UF}(S_{0,5})] + \right. \\
 &+ (S_{0,75} - S_{0,5}) [f_{UF}(S_{0,5}) + f_{UF}(S_{0,75})] + (S_1 - S_{0,75}) [f_{UF}(S_{0,75}) + f_{UF}(S_1)] \left. \right\} = \\
 &= \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{4}S_{0,25} + \frac{3}{4}(S_{0,5} - S_{0,25}) + \frac{5}{4}(S_{0,75} - S_{0,5}) + \frac{7}{4}(S_1 - S_{0,75}) \right] = \\
 &= \frac{1}{8} [S_{0,25} + 3(S_{0,5} - S_{0,25}) + 5(S_{0,75} - S_{0,5}) + 7(S_1 - S_{0,75})] = \\
 &= \frac{1}{8} [7S_1 - 2(S_{0,25} + S_{0,5} + S_{0,75})].
 \end{aligned}$$

Thus risk premium will be:

$$\begin{aligned}
 RP &= S_1 - \frac{1}{4} \cdot [7 \cdot S_1 - 2 \cdot (S_{0,25} + S_{0,5} + S_{0,75})] = \\
 &= \begin{cases} > 0 & \text{– tendent to risk,} \\ < 0 & \text{– non – tendent to risk,} \\ = 0 & \text{– indifferent to risk.} \end{cases}
 \end{aligned}$$

For real polling results analysis polling of 132 ATC students was used. For example answer of respondent #1 had following parameters:

$$\begin{pmatrix} S_0 = 0, S_{0,25} = 9 \text{ km.}, S_{0,5} = 12 \text{ km.}, \\ S_{0,75} = 19 \text{ km.}, S_1 = 20 \text{ km.} \end{pmatrix}$$

According to classical approach:

$$HP_1 = \bar{S} - S_{0,5} = 0,5(0 + 20) - 12 = -2 < 0.$$

Thus current results shows that respondent tends to risk. To tech this result new method is applied as following:

$$\begin{aligned}
 HP &= S_1 - \frac{1}{4} \cdot [7 \cdot S_1 - 2 \cdot (S_{0,25} + S_{0,5} + S_{0,75})] = \\
 &= 20 - \frac{1}{4} \cdot [7 \cdot 20 - 2 \cdot (9 + 12 + 19)] = 5 > 0.
 \end{aligned}$$

This result improves initial one because of greater number of key points and capability of tendency to be determined wrong that was shown earlier in the paper.

### Conclusions

New method for main decision taking dominants determination that is based on risk premium for five key points of estimate usefulness function was proposed and successfully tested.

This method allows to verify, improve and in case of necessity correct initial results that leads to further improvement of human factor parameters analysis. This in its turn cause improvements of human factor parameters use that is very important for air traffic control area.

Further researches should be help in direction of:

- spreading proposed method into all variety of flight norms recommended by ICAO;
- implementing of received results into ATC educational process;
- development of intellectual solution taking support module for ATC.

## References (GOST 7.1:2006)

1. Дугин, Г. С. Перспективы использования теории катастроф для определения причин авиационных происшествий [Текст] / Г. С. Дугин // Проблемы безопасности полетов : обзорная информ. – М. : ВИНТИ, 2005. – Вып. 5. – С. 3–8.
2. Рева, А. Н. Эргономика первоначальной профессиональной подготовки пилотов [Текст] : монография / А. Н. Рева, К. М. Тумышев. – Алматы, 2000. – 272 с.
3. Рева, О. М. Комплексний підхід у визначенні особистісних властивостей диспетчерів керування повітряним рухом [Текст] / О. М. Рева, С. П. Борсук // Безпека праці: освіта, наука, практика : зб. мат. Всеукр. наук.-практ. конф. – Х. : Національний університет цивільного захисту України, 2014. – С. 70-71.
4. Степанов, О. М. Психологічна енциклопедія [Текст] / О. М. Степанов. – К. : Академвидав, 2006. – 424 с.
5. Насиров, Ш. Ш. Визначення коефіцієнтів важливості характерних помилок авіадиспетчерів в процесі управління повітряним рухом / Ш. Ш. Насиров [Текст] // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2011. – № 9 (86). – С. 195-201.
6. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде ; под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского ; пер. с англ. Н. И. Ринго. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
7. Характеристика ергатичної системи "інструктор – авіаційний тренажер – льотний екіпаж" [Текст] / О. М. Рева, О. М. Дмитрієв, О. М. Медведенко [та ін.] // Авіаційно-космічна техніка і технологія – 2009. – № 7 (64). – С. 175-187.
8. Рева, А. Н. Нечеткая оценка риска нестыковки блоков «человек - процедуры» модели SHELL ИКАО [Текст] / А. Н. Рева, С. П. Борсук // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы общесюального интеллекту : м-ли Міжнар. наук. конф., присвяченої пам'яті професора Ф. Б. Рогальського. – Херсон : ХНТУ, 2014. – С. 153-155.
9. Лейченко, С. Д. Человеческий фактор в авиации [Текст] : монография в 2-х кн. / С. Д. Лейченко, А. В. Малышевский, М. Ф. Михайлик. – СПб–Кировоград, 2006. – Кн. 1. – 480 с.; Кн. 2. – 512 с.
10. Управление безопасностью полетов: Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации [Текст]. – Монреаль, Канада, июль 2013.
11. Прогноз развития воздушного транспорта до 2025 года [Текст] : Cir. ICAO 313 – AT / 134. – Монреаль, Канада, 2007.
12. Reva, O. Air traffic controllers attitude to the aircraft flight level norms violation [Text] / O. M. Reva, S. P. Borsuk // Materials of the 2014 International Conference on Industrial Electronics and Engineering (ICIEE 2014), held in Hong Kong, 1-2 may 2014, – WIT Transactions on Engineering Sciences, Vol. 93. – P. 575-582.
13. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств [Текст] / А. Кофман ; под ред. С. И. Травкина ; пер. с франц. В. Б. Кузьмина. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.
14. Рева, А. Н. Человеческий фактор и безопасность полетов (Проактивное исследование влияния) [Текст] : монография / А. Н. Рева, К. М. Тумышев, А. А. Бекмухамбетов ; науч. ред. А. Н. Рева, К. М. Тумышев. – Алматы, 2006. – 242 с.
15. Шапиро, Д. И. Принятие решений в системах организационного управления : использование распылчатых категорий [Текст] / Д. И. Шапиро. – М. : Энергоиздат, 1983. – 184 с.
16. Проведение проверок при производстве полетов авиакомпаниями (программа LOSA) [Текст] : Doc. ICAO 9803 AN/761. – Монреаль, Канада, 2002.
17. Человеческий фактор в системе мер безопасности гражданской авиации [Текст] : Doc. ICAO 9808 – AN / 765. – Монреаль, Канада, 2002.
18. Надежность и эффективность в технике [Текст] : справочник в 10 т. – Т. 3. Эффективность технических систем / под общ. ред.: В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. – М. : Машиностроение, 1988. – 328 с.
19. Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування [Текст] : монографія / О. М. Рева, В. В. Камішин, В. А. Шульгін [та ін.] ; за ред. О. М. Реви. – Рівне : Овід, 2010. – 106 с.
20. Кини, Р. Л. Принятие решений при многих критериях : предпочтения и замещения [Текст] / Р. Л. Кини, Х. Райфа ; пер. с англ. ; под ред. И. Ф. Шахнова. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.
21. Рева, О. М. Людський фактор: парадокс психологічної домінанти пілота в умовах стохастичного ризику [Текст] / О. М. Рева // Проблеми аеронавігації : тематич. зб. наук. пр. – Вып. 3. Удосконалення процесів діяльності та професійної підготовки авіаційних операторів. – Кировоград : ДЛАУ, 1997. – С. 40-49.
22. Рева, О. М. Парадокс психологічної домінанти діяльності авіадиспетчера в умовах стохастичного ризику [Текст] / О. М. Рева, Т. Ф. Шмельова // Проблеми розвитку систем аеронавігаційного обслуговування повітряних судів (Аеронавігація і авіоніка – 98) : м-ли Междун. науч.-техн. конф. – К. : КМУГА, 1998. – С. 135.
23. Рева, О. М. Усталеність основної домінанти діяльності авіадиспетчера в умовах стохастичного ризику [Текст] / О. М. Рева, Г. М. Селезньов // Застосування авіації в народному гос-подарстві : м-ли конф. ; за ред. С. Ф. Колесниченка. – Кировоград : ДЛАУ, 2001. – С. 129-135.
24. Бекмухамбетов, А. А. Совершенствование деятельности оператора на базе теории и практики управления рисками при обеспечении безопасности полетов [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.14 / Бекмухамбетов, А. А. – СПб., 2005. – 26 с.



25. Динамика основной доминанты принятия решений авиадиспетчером при усложнении условий деятельности [Текст] / А. Н. Рева, П. Ш. Мухтаров, Б. М. Мирзоев [и др.] // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT - 2014) : зб. м-лів 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.

26. Рева, А. Н. Отношение пилотов к риску в принятии решений при отказе двигателя [Текст] / А. Н. Рева, М. К. Байжуманов, Н. Р. Садуакасова // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT-2014) : зб. м-лів VI Міжнар. наук.-практ. конф., Херсон, 27-29 травня 2014 р. – Херсон : Херсонська державна морська академія, 2014. – С. 78-81.

27. 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.

28. Стійкість основної домінанти 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.

## References (BSI)

1. Dugin, G. S. *Perspektivy ispol'zovaniya teorii katastrof dlja opredeleniya prichin aviacionnyh proisshestvij. Problemi bezopasnosti poletov : obzornaja informacija* [Erspectives of the catastrophe theory application to air accidents cause identification]. Moscow, VINITI Publ., 2005, vol. 5, pp. 3-8.

2. Reva, A. N., Tumyshev, K. M. *Jergonomika pervonachal'noj professional'noj podgotovki pilotov* [Ergonomics of the pilots primary professional training]. Almaty, 2000. 272 p.

3. Reva, O. M., Borsuk, S. P. Kompleksnyj pidxid u vy'znachenni osoby'stisny'x vlasty'vostej dy'spetcheriv keruvannya povitryany'm ruxom [Complex approach in personality characteristics determination of traffic controllers]. *Bezpeka praci: osvita, nauka, prakty'ka : zb. m-liv Vseukrayins'koyi naukovoprakty'chnoyi konferenciji* [Proc. conf. "Labor safety: education, science, practice"]. Kharkiv, 2014, pp. 70-71.

4. Stepanov, O. M. *Psy'xologichna ency'klopediya* [Psychological encyclopedia]. Kiev, Akademvy'dav Publ., 2006. 424 p.

5. Nasy'rov, Sh. Sh. Vy'znachennya koeficiyentiv vazhly'vosti karakterny'x pomy'lok aviady'spetcheriv v procesi upravlinnya povitryany'm ruxom [Determination of coefficients of importance of characteristic errors of air traffic controllers in the process of air traffic control]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologiya*, 2011, no. 9 (86), pp. 195-201.

6. Zade, L. *Ponjatie lingvisticheskoy peremenoj i ego primenenie k prinjatiju priblizhennyh reshenij* [Linguistic variable concept and its application in making approximate decisions]. Moscow, Mir Publ., 1976. 165 p.

7. Reva, O. M., Dmitriyev, O. M., Medvedenko, O. M., By'lo, O. Ya. *Xaraktery'sty'ka ergaty'chnoyi sy'stemy' «instruktor – aviacijny'j trenazher – l'otny'j ekipazh»* [Description of "Instructor - Aviation simulator - Flight crew" ergatic system]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologiya*, 2009, no. 7 (64), pp. 175-187.

8. Reva, A. N., Borsuk, S. P. *Nechetkaja ocenka riska nestykovki blokov «chelovek – procedury» modeli SHELL ICAO* [Blocks "man – procedures" mismatch risk of the SHELL-ICAO model fuzzy estimation]. *Intelektual'ni sistemi prijnattja rishen' i problemi obchisljuval'nogo intelektu : m-li mizhnar. nauk. konf., prisvjachenoj pam'jati profesora F. B. Rogal's'kogo* [Proc. int. conf. "Decision making intellectual systems and digital intellect problems"]. Kherson, KhHNTU Publ., 2014, pp. 153-155.

9. Lejchenko, S. D., Malyshevskij, A. V., Mihajlik, M. F. *Chelovecheskij faktor v aviacii* [Human factor in aviation]. SPb-Kirovograd, 2006, Kn. 1. 480 p., Kn. 2. 512 p.

10. *Upravlenie bezopasnost'ju poletov : Prilozhenie 19 k Konvencii o mezhdunarodnoj grazhdanskoj aviacii* [Flight safety control]. Kanada, Monreal', 2013.

11. *Prognoz razvitija vozdushnogo transporta do 2025 goda : Cir. ICAO 313 – AT / 134* [Air transport development prognosis to 2025]. Kanada, Monreal', 2007.

12. Reva, O. M., Borsuk, S.P. Air traffic controllers attitude to the aircraft flight level norms violation. *Mat. of the 2014 Int. Conf. on Industrial Electr. and Eng. (ICIEE 2014)*. Hong Kong, *WT Transactions on Engineering Sciences*, vol. 93. pp. 575-582.

13. Kofman, A. *Vvedenie v teoriju nechetkih mnozhestv* [Introduction to fuzzy set theory]. Moscow, Radio i svjaz' Publ., 1982. 432 p.

14. Reva, A. N., Tumyshev, K. M., Bekmuhambetov, A. A. *Chelovecheskij faktor i bezopasnost' poletov : (Proaktivnoe issledovanie vlijaniya)* [Human factor and flight safety (Proactive influence research)]. Almaty, KazGU, 2007. 242 p.

15. Shapiro, D. I. *Prinjatie reshenij v sistemah organizacionnogo upravlenija : Ispol'zovanie rasplyvchatyh kategorij* [Decision making in administration systems]. Moscow, Jenergoizdat Publ., 1983. 184 p.

16. *Provedenie proverok pri proizvodstve poletov aviakompanijami (programma LOSA) : Doc. ICAO 9803 AN/761* [Checking at aviation companies flights]. Kanada, Monreal', 2002.

17. *Chelovecheskij faktor v sisteme mer bezopasnosti grazhdanskoj aviacii : Doc. ICAO 9808 – AN / 765* [Human factor in civil aviation safety system]. Kanada, Monreal', 2002.

18. Utkin, V. F., Krjuchkov, Ju. V. *Nadezhnost' i jeffektivnost' v tehnikе. T. 3. Jeffektivnost' tehnicheskikh sistem* [Reliability and efficiency in engineering]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1988. 328 p.
19. Reva, O. M., Kamy'shy'n, V. V., Shul'gin, V. A., Nedbaj, S. V. *Nechitki modeli ergonomichnoyi kvalimetriyi tochnosti pilotuvannya: monografiya* [Fuzzy models of piloting precision ergonomic quality]. Rivne, Ovid Publ., 2010. 106 p.
20. Kini, R. L., Rajfa, H. *Prinjatie reshenij pri mnogih kriterijah predpochtenija i zameshenija* [Decision making at multi-criteria preferences and replacement]. Moscow, Radio i svjaz' Publ., 1981. 560 p.
21. Reva, O. M. Lyuds'kyj faktor: paradoks psy'xologichnoyi dominanty' diyal'nosti pilota v umovax stoxasty'chnogo ry'zy'ku [Human factor: pilot activity psychological dominant paradox in stochastic risk conditions]. *Problemy' aeronavigaciyi : tematy'ch. zb. nauk. pr. Udoskonalennya procesiv diyal'nosti ta profesijnoyi pidgotovky' aviacijny'x operatoriv* [Problems of aero navigayion. Collection of scientific papers "Aviation operators activity and professional training perfection"]. Kirovograd, DLAU Publ., 1997, vol. 3, pp. 40-49.
22. Reva, O. M., Shmel'ova, T. F. Paradoks psy'xologichnoyi dominanty' diyal'nosti aviady'spetchera v umovax stoxasty'chnogo ry'zy'ku [Air traffic controller activity psychological dominant paradox in stochastic risk conditions]. *Problemi razvy'ty'ya sy'stem aэronavy'gacy'onного obsluzhyvany'ya vozдушных судов (Aeronavy'acy'ya y' avy'ony'ka – 98) : mater'ials Mezhdun. nauch.-tehn. konf.* [Problems of aircraft maintenance air navigation systems development. Proc. Aero-navigation and avionics int. conf.]. Kiev, KMUGA Publ., 1998. p. 135.
23. Reva, O. M., Seleznev, G. N. Ustalenist' osnovnoyi dominanty' diyal'nosti aviady'spetchera v umovax stoxasty'chnogo ry'zy'ku [Principal dominant of air traffic controller activity stability in stochastic risk conditions]. *Zastosuvannya aviaciyi v narodnomu gospodarstvi : m-ly' konf.* [Aviation in national economy]. Kirovograd, DLAU Publ., 2001, pp. 129-135.
24. Bekmuhambetov, A. A. *Sovershenstvovanie dejatel'nosti operatora na baze teorii i praktiki upravlenija riskami pri obespechenii bezopasnosti poletov*. Avtoref. dis. kand. tehn. nauk. Special'nost' 05.22.14 - Jekspluatacija vozдушного транспорта. [Operator activity improvement using risk management theory and practice in flight safety]. Avtoref. diss... PhD thesis]. SPb., 2005. 26 p.
25. Reva, O. M., Muxtarov, P. Sh., My'rzoyev, B. M. Dy'namika osnovnoyi dominanty' aviady'spetchera pry' uskladnenni umov diyal'nosti [The dynamics of the main dominant decision-making dispatcher at complication of conditions of activity]. *Suchasni informacijni ta innovacijni tehnologiyi na transporti (MINNT-2014) : zb. m-liv VI Mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Air traffic controller decision making principal dominant dynamics at activity condition complication]. Kherson, Khersons'ka derzhavna mors'kam akademiya Publ., 2014, pp. 86-89.
26. Reva, A. N., Bajzhumanov, M. K., Saduakasova, N. R. Otnoshenie pilotov k risku v prinjatii reshenij pri otkaze dvigatelja [Pilots attitude to risk in decision making at engine failure]. *Suchasni informacijni ta innovacijni tehnologii na transporti (MINNT-2014) : zb. m-liv VI mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Modern information and innovation technologies in transport (MINNT-2014)]. Proc. VI int. conf.]. Kherson, Khersons'ka derzhavna mors'ka akademiya Publ., 2014, pp. 78-81.
27. Muhtarov, P. Sh. Osnovnye dominanty v prinjatii reshenij aviadispatcherom pri oцenke poleznosti-bezopasnosti normy jeshelonirovaniya vozдушного prostranstva [Basic dominants in making decision by air traffic controller during estimating of utility-safety of norm of echeloning of air space]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologija*, 2014, no. 9, pp.143-150.
28. Reva, O. M., Muxtarov, P. Sh., My'rzoyev, B. M. Stijkist' osnovnoyi dominanty' pry'jnyattya rishen' aviady'spetcherom v umovax ry'zy'ku [Steadiness of main dominants of making decision by air traffic controller in case of risk]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologiya*, 2014, no. 10 (117), pp. 147-153.

*Поступила в редакцию 2.05.2016, рассмотрена на редколлегии 15.06.2016*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., зав. каф. систем управління літальних апаратів В. М. Азарсков, Національний авіаційний університет, Київ.

## ПРИСТОСОВНІСТЬ ПЛОЩІ ПІД ОЦІНОЧНОЮ ФУНКЦІЮ АВІАЦІЙНОГО ДИСПЕТЧЕРА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ОСНОВНОЇ ДОМІНАНТИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*О. М. Рева, С. П. Борсук*

Основний фактор концепції льотної безпеки ІСАО «відношення авіаційного персоналу до безпечних дій та умов» поряд із людським чинником який впливає на безпеку польотів є показниками жорсткого зв'язку між компонентами концепцій льотної безпеки ІСАО. Це відношення у випадку диспетчерів керування повітряним рухом визначається завдяки вирішенню закритої задачі прийняття рішення та побудові й дослідженню оціночних функцій корисності. Так звана «надбавка за ризик» що базується на єдиній ключовій

точці є основним інструментом для знаходження основної домінанти прийняття рішень, яка визначає відношення диспетчерів керування повітряним рухом до порушення норм льотної експлуатації (схильність, байдужість, неохочість до ризику). Запропоновано розвиток критерію базуючись на площах під функцією корисності. З'ясовано, що точність нового критерію вища за класичний.

**Ключові слова:** відношення диспетчерів повітряного простору до норм ешелонування повітряного простору, закрыта задача прийняття рішень, ключові точки оціночної функції корисності, надбавка за ризик, ефективність знаходження основної домінанти прийняття рішень.

### ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ ПЛОЩАДИ ПОД ОЦЕНОЧНОЙ ФУНКЦИЕЙ АВИАЦИОННОГО ДИСПЕТЧЕРА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОСНОВНОЙ ДОМИНАНТЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*А. Н. Рева, С. П. Борсук*

Основной фактор концепции лётной безопасности ИКАО «отношение авиационного персонала к безопасным действиям и условиям» наряду с человеческим фактором который влияет на безопасность полётов является показателями жёсткой связи между компонентами концепций лётной безопасности ИКАО. Это отношение в случае диспетчеров управления воздушным движением определяется благодаря решению закрытой задачи принятия решений и построению и исследованию оценок функций полезности. Так называемая «надбавка за риск» основанная на единственной ключевой точке является основным инструментом для нахождения базовой доминанты принятия решений, которая определяет отношение диспетчеров управления воздушным движением к нарушению норм лётной эксплуатации (склонность, равнодушие, несклонность к риску). Предложено развитие критерия основываясь на площадях под функцией полезности. определено, что точность нового критерия выше классического.

**Ключевые слова:** отношение диспетчеров воздушного пространства к нормам эшелонирования воздушного пространства, закрытая задача принятия решений, ключевые точки оценок функции полезности, надбавка за риск, эффективность нахождения основной доминанты принятия решений.

**Рева Алексей Николаевич** – д-р техн. наук, проф., профессор кафедры дистанционного обучения Национального авиационного университета, Киев, Украина, e-mail: ran54@meta.ua.

**Борсук Сергей Павлович** – канд. техн. наук, доц., доцент кафедры авиационных компьютерно-интегрированных комплексов Национального авиационного университета, Киев, Украина, e-mail: grey1s@yandex.ru.

**Reva Oleksii Mykolayovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Distant education department of National aviation university, Kyiv, Ukraine, e-mail: ran54@meta.ua.

**Borsuk Serhii Pavlovych** – Candidate of Technical Science, docent, Associate Professor of Department of aviation computer-integrated complexes of National aviation university, Kyiv, Ukraine, e-mail: grey1s@yandex.ru.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут”

**АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА  
І ТЕХНОЛОГІЯ**

7'2016

Адреса редакції:

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
"Харківський авіаційний інститут"

Україна, 61070, Харків–70, вул. Чкалова, 17

**e-mail:** ntrio@khai.edu, alexlesch@mail.ru, aleksandr.leshchenko@gmail.com, alexlesch@ukr.net

Віддруковано ФОП Лисенко І. Б.

61070, Харків – 70, вул. Чкалова, 17, моторний корпус, к. 147

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2607 від 11.09.06 р.

*Уважаемые руководители предприятий (организаций),  
специалисты, читатели, авторы журнала  
"Авиационно-космическая техника и технология"!*

Продолжается подписка на **2016** г.

Индекс журнала в Каталоге подписных изданий Украины – **08985**

**АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА  
И ТЕХНОЛОГИЯ**

7'2016

Ответственный за выпуск С. В. Епифанов

Редактор Н. В. Алиева

Компьютерный набор Т. С. Пискловой

Компьютерная верстка Ю. А. Лещенко

Оригинал-макет изготовлен на кафедре информационных управляющих систем  
Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского  
“Харьковский авиационный институт”

Подписано в печать 23.06.2016

Формат 60x84 1/8. Бум. офс. № 2. Офс. печ.

Усл. печ. л. 22,01. Уч.-изд. л. 21,24. Т. 100 экз. Заказ 231. Цена договорная

Адрес редакции:

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского  
"Харьковский авиационный институт"

Украина, 61070, Харьков–70, ул. Чкалова, 17

**e-mail:** ntrio@khai.edu, alexlesch@mail.ru, aleksandr.leshchenko@gmail.com, alexlesch@ukr.net

Отпечатано ФЛП Лысенко И. Б.

61070, Харьков – 70, ул. Чкалова, 17, моторный корпус, к. 147

Свидетельство о внесении субъекта издательского дела в государственный реестр издателей, изготовителей  
и распространителей издательской продукции ДК № 2607 от 11.09.06 г.