

## РЕЗЮМЕТА НА ПУБЛИКАЦИИТЕ

на доц. д-р Зоя Владимирова Чифлиджанова – Хубенова

представена за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „професор”, в област на висшето образование 5. Технически науки, професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“ (човекомашинни системи)

### НАУЧНИ МОНОГРАФИИ

[Б2.1] З. Хубенова, *Системно-информационен анализ на човешкия фактор в сложни технически системи*, монография, УИ „Св. Климент Охридски”, София, 2021, 255 стр., ISBN 978-954-07-5256-3

**Резюме:** В настоящата монография е направен анализ на подходите за моделиране на човешкия фактор. Систематизирани и анализирани са методологичните проблеми и подходи за моделиране и оценка на човешкия фактор в сложните технически системи. Разгледани са възможните алтернативи на еволюцията на понятието „човешки фактор” в перспективните информационни технологии. Формирана е структура на организационно-техническа система на безпилотен авиационен комплекс, като сложна ергатична система, която включва подбора и обучението на оператори на безпилотни летателни апарати..

Определени са функционално-структурните изисквания към системата „ДПЛА-оператор”. Показано и обосновано е, че ефективността на разглежданата система в голяма степен зависи от индивидуалните когнитивни способности на ЧО при възприятие на информацията. Разгледаните в монографията съвременни процеси на обучение се опират на понятието когнитивна образователна технология, свързана с целенасочено управление на когнитивните функции на обучаемия оператор, такива като памет, внимание, психомоторна координация, мислене, ориентация и др. Като когнитивен подход за изследване на дейността на ЧО са дефинирани базови понятия за ментални модели (ММ), чрез които се изследва смисловата трансформация на информацията и които могат да се приложат при формализиране структурата на операторската дейност при обучение на тренажори.

В монографията е разгледан подход за алгоритмично описание на дейността на ЧО, създаващ възможност да се моделират целенасочените действия на оператора, изпълнявани по правила, съответстващи на инструкциите, например при полет на БЛА. Синтезиран е имитационен модел на операторска дейност на база мрежите на Петри за описание на последователността от действията (операциите), извършвани от оператора, който позволява да се отразят различни събития и роли за оператора – умора, недостиг на време, а за обекта на управление – технически параметри, аварии, както и за събития в околната среда.

Работната среда за управление на БЛА е силно динамична и поставя специфични изисквания към операторите на – да работят продължително време при постоянно търсене на информация за ситуацията на полета, като от него се очаква бърза оценка на ситуацията, избор на стратегии за управление и вземане на оптимални решения в бързо променяща се среда. Използвани са окулографските методи (Eye Tracking) за изучаване на правилното разпределение на зрителното внимание на оператори-пилоти на БЛА в процеса на обучение на тренажор при симулация на управление на ДПЛА. Проведено е пилотно изследване с използването на два вида ай-трекери – мобилен и стационарен.

[Г7.1] *Getsov P., T. Tsvetkov, G. Sotirov, I. Nacheva, Z. Hubenova, M. Doneva, P. Metodieva, Application of Cryotechnology in the Creation of Space Foods for Crews Working in Extreme Conditions, Journal Aerospace Research in Bulgaria, Volume 32/2020, cmp. 192-208, Sofia, ISSN 1313-0927*

**Abstract:** The article presents the achievements in the field of cryobiology and is related to the work for ESA project. Space food is a variety of food products specially formulated and processed for space flight use. Food should meet specific requirements to ensure balanced nutrition for those working in extreme conditions while being easily and safely stored, prepared and consumed in low gravity environments. It is reviewed domestic and foreign market for space foods and defined requirements to astronauts; for other users: military; extreme professions; extreme sports, for hospitals and children gardens. There are summarizes the nutritional requirements for all mentioned above group users of space foods. There is shown Bulgarian experience in research and development of space foods and comparison of the Bulgarian Space Menu.

[Г7.2] *Hubenova Z., K. Metodiev, S. Dimitrova, L. Alexiev, Usage of Eye Tracker Technology in Examining Attention Distribution of Operators of Unmanned Aerial Vehicles, Journal Aerospace Research in Bulgaria, Volume 33, 2021, Sofia, ISSN 1313-0927*

**Abstract:** This article proposes yet another approach towards looking into causes for attention distribution of an operator of unmanned aerial vehicle. During examination, the operator is being tested at dedicated flight simulator while data are gathered and visualized through a mobile eye tracker. Two work stages are considered sequentially, i.e. building a geometric 2D transformation of region of interest (homography) within an image, and overlaying a dynamic heatmap as well. In the former stage, spontaneous movements of the operator's head, recorded by the video, are eliminated thus enabling the operator to use the mobile eye tracker instead of a desktop-based one. During the latter stage, the distribution of operator's attention over time is displayed.

In order to implement the current research, a source code has been developed in C++ for some features readily available in OpenCV library to be used. In addition, data gathered after carrying out flight session are processed and discussed thoroughly.

[Г8.1] *Hubenova Z., V. Gergov, Evaluation of the Influence of the Human factor on the Reliability of the Information and Control Systems in the Electric Power Industry, XLIX International Scientific Conference ICEST 2014, Proceedings of Papers, Volume 2, p. 282-285, Nis, Serbia, 2014, ISBN: 978-86-6125-109-2*

**Abstract:** In the article, there are presented the methods for evaluation of the reliability of the information and control systems of the dispatch station in the electric power industry, having into consideration the reliability of the human factor. There are examined several actual up-to-date methods of approach for the optimization of the influence of the human factor on the safety in such complex systems. There are analyzed the factors acting to the reliability of the human-operator and are suggested generalized criteria for their evaluation.

[Г8.2] *Hubenov E., A. Andonov, Z. Chiflidzhanova, Analysis and evaluation of the human factor in the communication and information systems, 51st International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2016, Proceedings of Papers, Volume 1, pp.103-106; Ohrid, Macedonia, 2016, ISBN – 10 9989–786–78–X;*

**Abstract:** The article presents the generation and processing of flows of information objects associated to the status of the networks and the services in TCP / IP environment. It is explained a discrete-event processing of the flows of the information objects for monitoring and control of the networks and the services. It is shown the control of the communication network in order to optimize the transport and the processing of data flow.

[Г8.3] *Hubenova Z., P. Getsov, G. Sotirov, The Role of the Human Factor in the Control of Highly Important Automated Objects, 52nd International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2017, Proceedings of Papers, pp. 385-389, Niš, Serbia, 2017; ISSN: 2603-3259; ISSN: 2603-3267*

**Abstract:** The article is dedicated to the search for a solution to the problems associated with the "human factor", topical in the complex control systems. The necessity of the creation of complex models that reflect the behavior of the operator in the automatic control systems is substantiated. Functions of man are structured depending on the used by him mechanisms of representation and processing of the information.

[Г8.4] *Z. Hubenova, P. Getsov, G. Sotirov, System Information Analysis of the Human Factor Within Control Systems, 53rd International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2018, Proceedings of Papers, p. 264-267; Bulgaria, 2018, Print: ISSN 2603-3259; Online: ISSN 2603-3267;*

**Abstract:** In the paper hereby, topics related to contemporary information control systems analysis are discussed taking into account main technical aspects such as economical, technical and psychological. In addition, the current study topicality is demonstrated relevant to human factor within such a system. The operator reliability indicators are also estimated such as error free, precision, and timeliness.

[Г8.5] *Hubenova Z., F. Iliev, A. Andonov, Approaches and principles of building functional-sustainable ergatic systems, 54nd International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2019, Proceedings of Papers, p. 339-343, North Maqedonia, 2019, Print: ISSN 2603-3259; Online: ISSN 2603-3267*



Ohrid, North Macedonia, 27-29 June 2019

## Approaches and principles of building functional-sustainable ergatic systems

Zoya Hubenova<sup>1</sup>, Filip Iliev<sup>2</sup>, Antonio Andonov<sup>3</sup>

*Abstract* – The subject of this article is to carry out analysis of the risky information systems and the problem of their functional sustainability. The research is related to the modeling, forecasting, and control of highly responsible critical processes in large artificial systems. Such control is related to the concepts of information, organization, functioning, and purpose. An approach towards building a control strategy in risky ergatic systems based on the principle of functional homeostasis is shown.

*Keywords* – Ergatic system, Homeostasis, Information, Operator

*actuators* turning information about decisions taken into actions which in turn are aimed at achieving the control objectives. Generally speaking, in these systems, both control nodes and actuators can be complex man-machine complexes. For the purpose of quantitative analysis of large systems, it is necessary to formalize and evaluate all components included in the definition of large systems, i.e. degree of organization, hierarchy of objectives, information, autonomy, relationships between man and machine within the control nodes [3, 4]. The ergatic system, in accordance with the objectives of functioning, must provide for the fulfillment of matter-energy processes. However, its integral functioning, development, and existence are determined by the processes of transmission, processing and transformation of information.

The process of informatisation is accompanied by a

### I. INTRODUCTION

- [Г8.6] **Hubenova Z., K. Metodiev, C-STAR Simulator Teaching Experience, 54th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2019, Proceedings of Papers, p. 329-333, North Macedonia, 2019, Print: ISSN 2603-3259; Online: ISSN 2603-3267;**



Ohrid, North Macedonia, 27-29 June 2019

## C-STAR Simulator Teaching Experience

Zoya Hubenova, Konstantin Metodiev<sup>1</sup>

*Abstract* – In the paper hereby, some issues related to training, evaluation, and selection of UAV operators are considered. In particular, the training process is carried out by means of simulator C-STAR, SimLat Ltd, and group of trainees. Each trainee is required to perform exercises at the pilot and the payload station and, eventually, take a test. In this way, the trainees' abilities are estimated and the eligible candidates are selected for further training.

Experimental data are processed upon candidates' training completion and presented in the paper graphically. Conclusions are made as to what previous experience is preferable and others.

*Keywords* – operator, UAV, simulator, training

### II. MATERIALS AND METHODS

#### A. Basic description of simulator C-STAR

The training system C-STAR of Israeli firm SimLat, installed at the Department of Aerospace Control Systems, provides an educational tool for pilots and payload operators alike who work within a crew. The training system is a virtual environment which closely resembles a real flight routine. Initially, the simulator is meant to train crews but it is also possible for both pilot and payload operator to carry out flight simulation separately. In this case, it is the instructor who

- [Г8.7] **Cherneva G., A. Andonov, Z. Hubenova, The Problem of Synthesis of Functionally Steady Information Systems in Railway Transport 5th International Scientific Conference „Theoretical and Practical Issues in Transport “ Pardubice, 11th – 12th February, 2010, Pardubice, 2010**

**Abstract:** Control and operation exploitation of high-rate railway transport are the fundamental object of programs of European Council where the rail traffic information system is the real touchstone of European co-operation. In the article examined weigh complex of researches in area of the functional steady information systems.

The paper presents the problem about the functional stability of radio communication systems of safety responsibility in railway transport and proposes a number of approaches to solve it. The following problems have been solved:

1. Setting the problem of the functional stability of radio communication systems of safety responsibility and giving reasons for an approach to its solution.
2. Examination on the possibilities of building functionally stable information systems.

The decided tasks and got results are analyzed perspective directions of researches are described in this area stability.

- [Г8.8] **Getzov P., Z. Hubenova, Reliability Study of Operators Within a Complex Ergatic System, Journal Scientific and Applied Research, Volume 5, 2014, 2014, p.7-14, ISSN 1314-6289,**



Original Contribution

Journal scientific and applied research, vol. 5, 2014  
Association Scientific and Applied Research  
International Journal

ISSN 1314-6289

## RELIABILITY STUDY OF OPERATORS WITHIN A COMPLEX ERGATIC SYSTEM

**Petar Getzov, Zoya Hubenova**

SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE – BAS  
SOFIA 1113, ACAD. GEORGI BONCHEV ST., BL. 1  
e-mail: [director@space.bas.bg](mailto:director@space.bas.bg); [zhubenova@space.bas.bg](mailto:zhubenova@space.bas.bg)

*Abstract.* The article examines the UAV operator reliability and possibility of transferring the theory of reliability concepts of technical objects to the activities of individuals and groups. Structural information analysis of the human operator activity controlling an UAV has been carried out taking into account the ground complex information structure. An assessment of the reliability criteria of the operator for accuracy and timeliness has been made.

- [Г8.9] Zoya Chiflidzhanova-**Hubenova**, *Aspects of Functional Stability in Information and Control Systems*, *Journal Scientific and Applied Research*, Vol. 6, 2014, p. 48-53, ISSN 1314-6289,



Original Contribution

Journal scientific and applied research, vol. 6, 2014  
Association Scientific and Applied Research  
International Journal

ISSN 1314-6289

## ASPECTS OF FUNCTIONAL STABILITY IN INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS

**Zoya Chiflidzhanova-Hubenova**

SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGIES INSTITUTE – BULGARIAN ACADEMY OF  
SCIENCES, SOFIA 1113, ACAD. GEORGI BONCHEV, ST., BL. 1  
E-mail: [zhubenova@space.bas.bg](mailto:zhubenova@space.bas.bg)

*Abstract:* The paper presents with the problem of functional stability of the information and control systems. The purpose of the study is the creation of new approach for functional stability of systems of radio-communication systems. The approach suggested will find application in elaborations of systems for professional radio communications with high requirements for verifications of the transmitted information on a complex and difficult environment.



- [Г8.10] Хубенова З., В. Гергов, Проблеми на информационна поддръжка на вземането на решения в ергатични системи за управление, научно списание 'Механика Транспорт Комуникации', брой 3/2014, art. ID:1032, ISSN 1312-3823,



**Механика  
Транспорт  
Комуникации**  
Научно списание

ISSN 1312-3823  
том 12, брой 3/2, 2014 г.  
статия № 1032  
<http://www.mtc-aj.com>

## ПРОБЛЕМИ НА ИНФОРМАЦИОННА ПОДДРЪЖКА НА ВЗЕМАНЕТО НА РЕШЕНИЯ В ЕРГАТИЧНИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ

Зоя Хубенова<sup>1</sup>, Владимир Гергов<sup>2</sup>  
zhubenova@space.bas.bg; <sup>2</sup>vladigergov@abv.bg

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии – БАН,  
ул. "Академик Георги Бончев", бл. 1, София 1113,  
<sup>2</sup>ВТУ „Т. Каблешков“ - София, ул. „Гео Милев“ 158, София 1574,  
БЪЛГАРИЯ

*Ключови думи:* ергатична система, човек-оператор, система за вземане на решения, изкуствен интелект

*Резюме:* В статията се обсъждат научно-методическите основи за създаването на системи за интелектуална поддръжка на оператори в сложни ергатични системи. Доколкото в дадения клас системи централно място заема ергономичния аспект, то тяхното изследване изисква комплексен подход на базата на съвременните постижения в различни междудисциплинарни области. Представени са когнитивните аспекти на обучение на оператори и прилагането на хибридни интелект в автоматизирани ергатични системи. Разгледани са въпросите свързани с интерфейса човек-машина, които в максимална степен отчитат човешкия фактор при информационно взаимодействие.

- [Г8.11] Хубенова З., В. Гергов, Оценка на влиянието на човешкия фактор върху надеждността на информационно-управляващите системи в електроенергетиката, научно списание 'Механика Транспорт Комуникации', "Млад форум-2014", брой: 4/2014, art. ID:956, ISSN 1312-3823

## ОЦЕНКА НА ВЛИЯНИЕТО НА ЧОВЕШКИЯ ФАКТОР ВЪРХУ НАДЕЖДНОСТТА НА ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯВАЩИТЕ СИСТЕМИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКАТА

Зоя Хубенова<sup>1</sup>, Владимир Гергов<sup>2</sup>  
zhubenova@space.bas.bg, vladigergov@abv.bg

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания, БАН–, 1113 София,  
<sup>2</sup>ВТУ „Тодор Каблешков“, ул. Гео Милев 158, 1574 София,  
БЪЛГАРИЯ

*Ключови думи:* анализ на надеждността на човека, информационно-управляващите системи, човешки фактор

*Резюме:* В статията е изложена методология за оценка на надеждността на информационно-управляващите системи за диспечерско управление в електроенергетиката при отчитане на надеждността на човешкия фактор. Разгледани са някои актуални съвременни подходи за оптимизация на влиянието на човешкия фактор на безопасността в такива сложни системи. Анализирани са факторите, влияещи на надеждността на човека-оператор и са предложени обобщени критерии за оценката им.

- [Г8.12] *Хубенова З., В. Гергов, Модел за обучение, контрол и оценка на оператори в сложни ергатични системи, Научно списание „Механика, Транспорт, Комуникации”, том 13, брой 3/3, 2015, статия 1260, стр. XI-36, ISSN 1312-3823;*



ИЗДАВНИКА  
**Транспорт  
Комуникации**

Научно списание <http://www.mtc-aj.com>

ISSN 1312-3823 (print)

ISSN 2367-6620 (online)

том 13, брой 3/3, 2015 г.

статия № 1255

## МОДЕЛ ЗА ОБУЧЕНИЕ, КОНТРОЛ И ОЦЕНКА НА ОПЕРАТОРИ В СЛОЖНИ ЕРГАТИЧНИ СИСТЕМИ

Зоя Хубенова<sup>1</sup>, Владимир Гергов<sup>2</sup>,  
[zhubenova@space.bas.bg](mailto:zhubenova@space.bas.bg); [vgergov@vtu.bg](mailto:vgergov@vtu.bg)

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии – БАН,  
София, 1113, ул. "Акад. Г. Бончев", Бл. 1,  
<sup>2</sup>Висше транспортно училище ВТУ „Т. Каблешков”  
София 1574, ул. „Гео Милев” №158,  
БЪЛГАРИЯ

*Ключови думи: оператор, обучение, структура, тренажорни технологии*

*Резюме: В статията се разглеждат въпроси, свързани с качеството на подготовка на операторите в сложни ергатични системи и възможностите на компютърните тренажорни системи за обучение и контрол на професионалните им качества. Дейността на човека, като елемент на такива системи, е специфичен вид труд при необичайни и сложни условия, изискващи от него да владее определена система от знания, навици и умения, висока активност, готовност да реагира на внезапно възникнали неопределени ситуации, способност да поема големи информационни натоварвания и отговорности. Той изпълнява разнообразни функции – управление, наблюдение, комуникация, ремонт, ергатичен резерв и пр., които изискват от него висока творческа активност, целенасоченост и ефективност. Предлага се използването на когнитивните образователни технологии като подход при формиране система за контрол и оценки на дейността на обучаемия в рамките на тренажорно-обучавателния комплекс.*

- [Г8.13] *Хубенова З., В. Гергов, Проблемът за човешкия фактор при оценка ефективността на функциониране на сложни ергатични системи, „Млад Форум”, Научно списание "Механика, Транспорт, Комуникации", брой 4/2015, art. ID:1120, стр.XI-1-13.; ISSN 2367 -558 (print); ISSN 2367-6612 (online);*

**Резюме:** Статията е посветена на търсенето на решение на проблемите, свързани с «човешкия фактор» (ЧФ), актуален за сложните системи за управление. Обосновава се необходимостта от създаването на комплексен имитационен модел, отразяващ поведението на оператора в автоматизираните системи за управление. Такъв модел позволява да се създават адекватни сценарии на работа на оператора, както възможност за оптимизация по критерий минимум на неадекватни действия на оператора при неизправност. Предложена е методология за анализ на ЧФ, посредством оценка на ефективността на операторската дейност на база системен модел, в който са обособени сензорно, когнитивно и моторно ниво на операторските функции.

- [Г8.14] *Хубенова З., В. Гергов, Човешкият фактор при оценка ефективността на сложни човекомашинни системи в транспорта, Научно списание 'Механика Транспорт Комуникации': 3 / 2016, p. XI-15-20; ISSN 2367-6558 (print); ISSN 2367-6612 (online);*

**Резюме:** Разглежда се ролята на ЧФ в транспортната безопасност. Направен е обзор на различните нива на безопасност, автоматизацията и професионалната подготовка на участниците в движението. При разработването на сложни човекомашинни системи

проблемът е свързан с необходимостта за оценка на ефективността на системата, т.е. със степента на изпълнение на възложените ѝ задачи. В статията се дискутират проблемите, свързани с оценка достоверността на данните, определящи ефективността на функциониране на човекомашинна автоматизирана система за осигуряване транспортната безопасност, в която данните за изпълнение на съвкупността от изисквания, определящи ефективността на системата се формират от персонала и не могат да бъдат получени в автоматизиран режим. При оценка на ефективността на такава сложна автоматизирана система, в работата на която взема участие човек и в която е невъзможно да се осъществи автоматично определяне на правилно изпълнение на задължителните процедури и изисквания, характеризиращи нейната ефективност, възниква проблема за достоверността на пресметнатата оценка за ефективност. Неопределеността, свързана с дейността на персонала в такива системи, поражда проблеми, относно степента (доколко добре) са изпълнени изискванията за безопасност за всеки конкретен обект от транспортната инфраструктура, т.е. достоверността на оценката за защитеност (уязвимост) на обекта.

- [Г8.15] *Гецов П., З. Хубенова. Обучение и оценка на оператори на безпилотни летателни апарати с тренажор SIMLAT. Списание на Българската академия на науките, И-во "Проф. Марин Дринов", кн. 5/2017, стр.27: 2017, ISSN:ISSN 0007-3989*

**Petar Gezov, Zoya Hubenova**

### **TRAINING AND EVALUATION OF UAV OPERATORS BY MEANS OF C-STAR SIMULATOR**

#### **(Summary)**

Every year the number of unmanned systems utilized for civilian multipurpose applications and solving various tasks increases. In relation to this, ensuring safety becomes even more relevant in terms of preparation and execution of flight missions by unmanned aerial vehicles (UAV). One of the main factors bringing about the UAV high accident rate is the human factor and regardless of the name, its management is carried out by a team of operators either on the ground or airborne command post.

The article hereby examines problems associated with training, assessment, and selection of operators to control drones. Fundamental psychophysical and professional skills of the UAV operators are discussed and further recommended. Organizational structure of the training process is also proposed. Experimental data obtained from operator training courses by SimLat simulator C-Star (Israel) are presented. Below are the capabilities of laboratories and team members of SRTI-BAS for operators of unmanned systems training and qualification.

*Адрес на авторите:* Чл.-кор. проф. Петър Гецов<sup>1</sup>, Доц. Зоя Хубенова<sup>2</sup>, 1113 София, България  
Ул. „Акад. Георги Бончев“, бл. 1, Институт за космически изследвания и технологии при БАН  
<sup>1</sup>E-mail: director@space.bas.bg, <sup>2</sup>E-mail: zhubenova@space.bas.bg

- [Г8.16] *Хубенова З., К. Методиев, С. Димитрова, Приложение на Айтрекинга за оценка на човешкия фактор при експлоатация на безпилотни летателни системи, Списание на българската академия на науките, 1/2020, стр. 34-40. 2020, ISSN:ISSN 0007-3989; ISSN 2683-0302*



Zoya Hubenova, Konstantin Metodiev, Svetla Dimitrova  
**APPLICATION OF EYE TRACKING TO HUMAN FACTOR ASSESSMENT  
 DURING OPERATION OF UNMANNED AERIAL SYSTEMS**

(Abstract)

Remotely controlled aerial systems are increasingly used in many military and civilian applications. Role of the human operator as part of these systems differs from that of the pilot in a piloted aircraft. This new role creates a need to alter the requirements for selection and training met by a new class of pilots operating at ground control stations. This article examines

possibilities offered by the eye tracking technology to investigate distribution of UAV operators' visual attention during the training process including take-off and landing at a flight simulator.

**Key words:** Man – Operator, Eye Tracking, Unmanned Aerial Systems, Teaching

*Correspondence address:*

Zoya Hubenova  
 Konstantin Metodiev  
 Svetla Dimitrova  
 Space Research and Technology Institute  
 Bulgarian Academy of Sciences  
 Acad. G. Bonchev Str., bl. 1  
 1113 Sofia, Bulgaria  
 E-mail: zhubenova@space.bas.bg  
 E-mail: komet@space.bas.bg  
 E-mail: svetla\_stil@abv.bg

[Г8.17] *Хубенова З., В. Гергов, Проблемът за човешкия фактор при оценка ефективността на функциониране на сложни ергатични системи, Ninth Scientific Conference with International Participation Space, Ecology, Safety, SES`2013, Proceedings, pp. 231-236, Sofia, 2014, ISSN 1313 – 3888*

**Резюме:** Статията е посветена на търсенето на решение на проблемите, свързани с «човешкия фактор» (ЧФ), актуален за сложните системи за управление. Обосновава се необходимостта от създаването на комплексен имитационен модел, отразяващ поведението на оператора в автоматизираните системи за управление. Такъв модел позволява да се създават адекватни сценарии на работа на оператора, като възможност за оптимизация по критерий минимум на неадекватни действия на оператора при неизправност. Предложена е методология за анализ на ЧФ, посредством оценка на ефективността на операторската дейност на база системен модел, в който са обособени сензорно, когнитивно и моторно ниво на операторските функции.

[Г8.18] *Хубенов Е., Андонов А., Чифлиджанова З., Адаптивно управление на комуникационни мрежи на база на дискретно-събитуен анализ на потоците от информационни обекти, Ninth Scientific Conference with International Participation Space, Ecology, Safety, SES`2013, Proceedings, pp. 225-230, Sofia, 2014, ISSN 1313 – 3888*

**Резюме:** В статията е представено управлението на комуникационни мрежи с цел оптимизация на транспорта и обработката на информационни обекти на основа на дискретно-събитийно представяне на потока от данни и моделиране с йерархична структура. Разгледани са качествени аспекти както за мрежи, предназначени за мониторинг и известяване на геофизически, климатични и други природни феномени, така и за антропогенни системи. Направено е сравнение на възможностите на централизираното и децентрализирано управление, както и състоянието на съвременните мрежови технологии и възможностите за практическа реализация в различни мрежови архитектури.

[Г8.19] *Гецов П., З. Хубенова, Г. Сотиров, Професионален подбор и тренажорна подготовка на оператори на безпилотни авиационни комплекси, Third International Scientific Conference Science, Education, Innovation Dedicated to the 145th Anniversary of Bulgarian Academy of Sciences and to the 35th Anniversary of Georgi Ivanov's flight, Shumen, Bulgaria, 2014, Vol. 1, p. 50-63, ISBN 978-954-577-970-1;*

**Резюме:** В статията се разглеждат въпроси, свързани с качеството на подготовка на операторите на безпилотни авиационни комплекси и възможностите на компютърните тренажорни системи, предназначени за придобиване на професионални знания, навици и умения. Показани са обобщена структура на тренажори, структурна схема на работно място на оператор на БЛА и информационен модел на работа на оператора на тренажора. Описани са четири етапа в програма за обучение на оператори с различна квалификация и летателна подготовка.

[Г8.20] *Хубенов Е., З. Чифлиджанова, Функционална устойчивост на събитийно-ориентирани комуникационно-информационни системи, Third International Scientific Conference Science, Education, Innovation Dedicated to the 145th Anniversary of Bulgarian Academy of Sciences and to the 35th Anniversary of Georgi Ivanov's flight, Shumen, Bulgaria, 2014, Vol. 2, p. 90-98 ; ISBN 978-954-577-970-1*

**Резюме:** В статията са разгледани са специфични особености на събитийно-ориентирани комуникационно-информационни системи, както и мястото им в мрежовия модел, целите и задачите, които те решават. Показана е връзката на функционалната устойчивост с други характеристики, свързани с надеждността и сигурността на функциониране, с показателите за ефективност и качество на системите. Обосновани са критерии и системни характеристики на функционалната устойчивост. Дефинирани са изискванията към структурата на събитийно ориентирана комуникационно-информационна система, осигуряваща оптималност при динамична промяна на външните условия

[Г8.21] *Гецов П., З. В. Хубенова, Г. С. Сотиров, Изисквания към средствата и програмите за обучение на оператори на БЛА в безпилотните летателни комплекси, TENTH ANNIVERSARY SCIENTIFIC CONFERENCE with International Participation Space, Ecology, Safety; SES`2014, Proceedings, pp.121- 127, Sofia, 2015, ISSN 1313-3888*

**Резюме:** В статията са разгледани изискванията към средствата и програмите за обучение на оператори на БЛА в безпилотните летателни комплекси (БАК). Показани са основна конфигурация и възможности на тренажор за обучение на оператор на БЛА и на екипаж (от двама оператори). В рамките на една обща методика за използване на безпилотните летателни комплекси е предложена програма за обучение - теоретичен курс, тренажорна и практическа подготовка. Разглеждат се проблемни въпроси по организацията и сертифицираното на БАК в РБългария.

[Г8.22] *Хубенова З., В. Гергов, Ф. Илиев, А. Андонов, Моделиране и оптимизация на дейността на оператора при управление на БЛА чрез мрежи на Петри, Годшиник на Висше училище по телекомуникации и пощи, том II, стр. 31-36, ВУТП, 2015*

**Резюме:** В статията се разглеждат възможностите за моделиране и оптимизация на дейността на оператора при управление на БЛА чрез мрежи на Петри. Предложена е структурната схема и алгоритъм на действие на оператор при подготовка и излитане на БЛА, представен като последователност от операции. Реализиран е модел на операторските действия с цветни мрежи на Петри в зависимост от работоспособността на оператора.

[Г8.23] *Гецов П., Г. Сотиров, З. Хубенова, К. Методиев, Тренажори за подготовка на оператори на безпилотни авиационни комплекси - състояние и перспективи, International Participation Space, Ecology, Safety; SES`2015, Proceedings, pp. 117-123, Sofia, 2016, ISSN 1313 – 3888;*

**Резюме:** На научно-методологична основа е направен анализ на тренажорната подготовка на оператори в БЛК. Разгледана е ролята на компютърните тренажори при обучението и квалификацията на операторите. Предложена е програма и съответстващите форми за обучение за операторски състав на БЛА с оглед тяхната сертификация.

[Г8.24] *Хубенова З., К. Методиев, Обучение и оценка на оператори на безпилотни летателни апарати с тренажор SIMLAT, Twelfth Scientific Conference with International Participation, SES 2016, Proceedings, p. 120-126; Sofia, 2017, ISSN 1313-3888;*

**Резюме:** В статията се разглеждат проблемите свързани с обучението, оценката и подбора на оператори за управление на безпилотни летателни апарати. Обсъдени са и са препоръчани основните психофизиологични и професионални качества на оператора на БЛА. Представени са експериментални данни от проведените курсове за обучение на оператори с тренажор C-Star на израелската фирма Simlat.

[Г8.25] *Hubenova Z., K. Metodiev, NOTES ON TEACHING EXPERIENCE GAINED THROUGH SIMLAT C-STAR SIMULATOR IN BULGARIA, Twelfth Scientific Conference with International Participation Space, Ecology, Safety, SES 2017, PROCEEDINGS, p. 134-138, Sofia, 2017; ISSN 1313 – 3888;*

**Abstract:** In the report hereby, topics related to training, evaluation, and selection of UAV operators are discussed. Experimental data taken from recent courses held by means of C-Star simulator of Israeli company SimLat are also presented. The flight task data are logged by means of PANEL module. Our teaching experience is shared, so is the trainees' performance.

[Г8.26] *Sotirov G., Z. Hubenova, P. Getsov, Analysis and Assessment of the Human Factor in Operation of Unmanned Aerial Systems, IX-th International Research and Technology Conference HEMUS 2018*

**ABSTRACT:** In paper are presented issues related to the training quality of unmanned aircraft complexes (UAC) operators and possibilities of computer simulation systems for acquisition of professional knowledge, skills and habits. There is shown common structure of simulators, structure of workplace UAC operator and information modeling work by the operator of the simulator. There are described four stages in a training program for operators with different training and flight preparation.

[Г8.27] *Hubenova Z., Situation Analysis of Ergatic Systems for Management of Mobile Objects, Fourteenth International Scientific Conference SPACE, ECOLOGY, SAFETY SES 2018, Sofia, PROCEEDINGS, p. 202-207, p-ISSN 2603-3313;e-ISSN 2603-3321*

**Резюме:** В статията се разглеждат проблемите, свързани със автоматизацията на ергатичните системи (ЕС), които се основават на оптималното разпределение на функциите между човека-оператор и автоматиката. Анализирана е йерархията на функционалните задачи на ЕС и възможностите за тяхната декомпозиция въз основа на концепцията за ситуационно-целево управление. Ситуационното управление се базира на ситуационните модели, даващи формално описание на света с помощта на ситуации, в които се предполага, че работи дадената ЕС. В тези модели се отчитат фактори, които най-силно влияят на различните ситуации, Като пример е предложено ситуационно моделиране на база мрежите на Петри.

- [Г8.28] *Andonov A., R. Hristova, Z. Hubenova, Algorithm for predicting the fluctuations of the delay in the propagation of radio signals with abrupt change of the carrier frequencies, Collection of Scientific Papers of UTP, UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS AND POSTS, Sofia, 2018*

Годишник на Висше училище по телекомуникации и пощи, 2018

## Алгоритъм за прогнозиране на флуктуациите на закъснението при разпространение на радиосигнали със скокообразно изменение на носещите честоти

Антонио Андонов<sup>1</sup>, Радостина Христова<sup>2</sup>, Зоя Хубенова<sup>3</sup>

*Анотация:* В настоящата статия е предложен метод за прогнозиране и компенсиране на случайни флуктуации на закъснението на радиосигнали със скокообразно изменение на носещите честоти за целите на реализацията на устройство за синхронизация в предавателя и приемника, защитетени с патент от авторите.

*Ключови думи:* система с разширен спектър, честотен скок, флуктуация на закъснения.

работа случай, представлява сума от  $n$  елементарни сигнала, всеки от които е с продължителност  $T_s$  секунди и тъждествено равен на нула във от интервала  $[0, T]$ , т.е.:

$$s(t) = \sum_{k=0}^{\infty} s_k(t - kT_s). \quad (2)$$

Тогава при наличие на случайно закъснение, приетият полезен сигнал е:

- [Г8.29] *Христова Р., З. Хубенова, А. Андонов, Свойства и приложение на несинусоидални цифрови носещи в свръхширокополосни авиационно космически радиолинии за връзка и управление, Fifteenth International Scientific Conference SES 2019, Proceedings, стр. 97-101, Sofia, 2019, ISSN 2603-3313; e-ISSN 2603-3321;*

**Резюме:** В предложената работа преходът към свръхширокополосни сигнали на базата на несинусоидални цифрови носещи се разглежда, от една страна като по-нататъшно развитие на класа дискретни сигнали, а от друга като технологична реализация на пределната широкополосност на сигналите. Проведен е анализ и оценка на ефективността от използване на несинусоидални цифрови носещи в свръхширокополосни авиационно космически радиолинии за връзка и управление. Предлага се и се обосновава решение на задачата за избор на вида на носещата на радиосигналите на основата на функции на Уолш в дискретните радиоканали по различни критерии и се оценява тяхната шумоустойчивост.



[Г8.30] *Хубенова З., К. Методиев, С. Димитрова, Приложение на айтрекинга за оценка на човешкия фактор при експлоатация на безпилотни летателни системи, Fifteenth International Scientific Conference, SES 2019, Proceedings, стр. 89-97, 2019, Sofia, 2019, p-ISSN 2603-3313; e-ISSN 2603-3321*

**Резюме:** Дистанционно управляемите летателни системи се използват все по-често в редица военни и граждански приложения. Ролята на човека-оператор, като част от тези системи, се различава от тази на пилота в пилотиран самолет. Тази нова роля създава необходимост от промяна на изискванията към подбора и подготовката на нов клас „пилоти“, които работят в командни пунктове на земята. В статията се разглеждат възможностите, които предлага окулографията (Eye Tracking) за изследване на разпределението на зрителното внимание на оператори на БЛА в процеса на обучение на полетен тренажор, включващо излитане и кацане.

[Г8.31] *Алексиев Л., Д. Александрова, З. Хубенова, К. Методиев, С. Димитрова, Д. Недялков, Айтрекинг технология за оценка на зрителното внимание на обучаеми оператори на бля чрез симулиран „ПОЛЕТ-ЕТАЛОН“, PROCEEDINGS- SES`2020, стр.168-175 Space Research and TechnologyInstitute –BAS, 2020, ISSN:p-ISSN 2603 – 3313*

**Резюме:** Важно условие за осигуряване на ефективна когнитивна дейност е правилното разпределение на вниманието - способността на мозъка да реагира адекватно и едновременно на различни когнитивни стимули от обкръжаващата среда. Тази познавателна способност позволява паралелно обработване на информация от различни източници и успешно изпълнение на повече от една задача в един и същ момент. В авиационната сфера правилното разпределение на зрителното внимание на авиатора върху отделните пилотажни уреди и дисплеи се оказва решаващ фактор за осигуряване на ефективна и безопасна летателна мисия. В пилотното проучване се демонстрира нивото и качеството на зрителното внимание, свързано с окулографско изследване на движенията на очите при изпълнение на полет с БЛА при предварително зададени параметри на симулиран полет на тренажор C-STAR на фирма SimLat.

[Г8.32] *Сотиров Г., Е. Хубенов, З. Чифлиджанова, Формиране и изследване на интелигентна интегрирана мобилна система за мониторинг на критична инфраструктура, PROCEEDINGS SES`20, стр. 144-150, Space Research and TechnologyInstitute –BAS, 2020, ISSN: p-ISSN 2603 – 3313;*

**Резюме:** Темповете и посоката на съвременния научно-технически прогрес изискват нови съвременни идеи в методологията на изграждане на интегрирани системи за дистанционен контрол на критична инфраструктура (КИ). Те трябва да са съобразени и с новите поколения информационно-комуникационни системи, призвани да осигурят мобилност на абонатите и гъвкавост в използването на различни скорости на предаване в конкретните приложения. Целта е в статията да се предложи съвременно решение за интелигентна система за мониторинг за защитата на критичната инфраструктура на база мобилна комуникационна-информационна система за събиране, агрегиране, обработка и презентирание в реално време на потоци от информационни обекти в Интернет среда на база формирана безпилотната авиационна система (БАС) с IP транспорт на управлението на БЛА и телеметрични данни от БЛА.

[Г8.33] *Гецов П., Л. Алексиев, К. Методиев, З. Хубенова, С. Димитрова, Д. Недялков, Д. Зафиров, Окулографските изследвания и възможностите за тяхното използване за анализ и оценка на човешкия фактор в дистанционно-*

**Резюме:** Работната среда за управление на БЛА е силно динамична и поставя специфични предизвикателства и изисквания към операторите – да работят продължителни периоди от време при постоянно търсене на информация за ситуацията на полета, като от него се очаква бърза оценка на ситуациите, избор на стратегии за управление и вземане на оптимални решения в бързо променяща се среда. Проблемът за правилното разпределение на визуалното внимание върху отделните прибори се оказва основен при определяне ефективността и безопасността при експлоатация на БЛА. Основната цел на статията е да покаже проведените окулографски изследвания, свързани с изучаването на особеностите на правилното разпределение на зрителното внимание на оператори на БЛА върху отделните прибори за управление и зони на интерес на екрана на симулаторите в процеса на тяхното обучение.

[Г8.34] Сотиров Г., Асенов С., Хубенова З., *Определяне на военно-икономическата ефективност при модернизация на въздухоплавателни средства, Сборник доклади на Международна научна конференция на ВВВУ „Георги Бенковски“, гр. Д. Митрополия, 2020 стр.255-261; ISSN 2738-716X*



ГОДИШНА МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ НА  
ВИСШЕ ВОЕННОВЪЗДУШНО УЧИЛИЩЕ „ГЕОРГИ БЕНКОВСКИ“  
16 ОКТОМВРИ 2020 г.  
ГР. ДОЛНА МИТРОПОЛИЯ

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ВОЕННО-ИКОНОМИЧЕСКАТА ЕФЕКТИВНОСТ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИЯ НА ВЪЗДУХОПЛАВАТЕЛНИ СРЕДСТВА

Георги Сотиров\*, Светлозар Асенов\*\*, Зоя Хубенова\*

Институт за космически изследвания и технологии – БАН, София, България\*  
Българско астронавтично дружество, Пловдив, България\*\*

## DETERMINATION OF MILITARY ECONOMIC EFFICIENCY IN MODERNIZATION OF AIRCRAFT

Georgi Sotirov\*, Svetlozar Assenov\*\*, Zoya Hubenova\*

Space Research and Technology Institute – BAS, Sofia, Bulgaria\*  
Bulgarian Astronautical Society, Plovdiv, Bulgaria\*\*

*Abstract At present, armaments and aviation radio-electronic equipment on aircraft are aging morally faster than physical ones. Given the significant increase in the cost of new products, as well as the financial constraints in the budgets of most countries around the world, special attention is required to explore the possibilities of upgrading aircraft and helicopters in service.*

- [Г8.35] *Хубенова З., Г. Сотиров, Л. Алексиев, Д. Недялков, Експеримент „Айтрекинг“ за изследване на зрителното внимание на оператори на БЛА, Сборник доклади на Международна научна конференция на ВВВУ „Георги Бенковски“, 2020, гр. Д. Митрополия, стр. 309-316 ; ISSN 2738-716X*



ГОДИШНА МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ НА  
ВИСШЕ ВОЕННОВЪЗДУШНО УЧИЛИЩЕ „ГЕОРГИ БЕНКОВСКИ“  
16 ОКТОМВРИ 2020 г.  
ГР. ДОЛНА МИТРОПОЛИЯ

**ЕКСПЕРИМЕНТ „АЙТРЕКИНГ“ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ  
НА ЗРИТЕЛНОТО ВНИМАНИЕ НА ОПЕРАТОРИ НА БЛА**

**Зоя Хубенова\*, Любомир Алексиев\*\*, Георги Сотиров\*, Димитър Недялков\***

Институт за космически изследвания и технологии – БАН, София, България\*  
Военномедицинска академия, София, България\*\*

**“EYE-TRACKING” EXPERIMENT FOR STUDY  
THE VISUAL ATTENTION OF UAV OPERATORS**

**Zoya Hubenova\*, Liubomir Alexiev\*\*, Georgi Sotirov\*, Dimitar Nedyalkov\***

Space Research and Technology Institute – BAS, Sofia, Bulgaria\*  
Military Medical Academy, Sofia, Bulgaria\*\*

*Abstract: In the article is considered the conducted pilot study related to the study of the peculiarities of the correct distribution of the visual attention of UAV operators on the individual control devices and areas of interest on the screen of simulators in the process of their training. A methodology and technical means for the experimental research are proposed, as well as the tasks that are performed at the respective workplaces. The selected registered parameters and sample results of the examination with the equipment are presented.*

*Keywords: UAV, eye-tracking, human operator; visual attention*

- [Г8.36] *Хубенова З., Г. Сотиров, С. Димитрова, Д. Недялков, Експериментални изследвания на разпределение на зрителното внимание на оператори на БЛА, Десета международна научна конференция Хемус 2020, Пловдив, 2.10. 2020*

**ABSTRACT:** The article discusses the problems related to the role of the human operator in remotely controlled flight systems. An innovative oculographic method for studying the distribution of visual attention of UAV operators in the process of training is presented

- [Г8.37] *Алексиев Л., З. В. Хубенова, Д. Александрова, Изследване на визуално разпределение на вниманието на оператори (пилоти) при обучение, Международната научна конференция „Съвременни изследвания и технологии за отбраната“, ВВУ „Н. Вапцаров“, гр. Варна, 2021 (под печат)*

**ABSTRACT:** This article proposes yet another approach towards looking into various causes for attention distribution of an operator of unmanned aerial vehicle. During examination, the operator is being tested at dedicated flight simulator whilst data are gathered and visualized through a mobile eye tracker. The results of the research of candidates for operators in the training process are presented

38. Отчет по договор I етап на тема: „Човешкият фактор в дистанционно-управляемите летателни системи (ДПЛА) – анализ, оценка и подбор» (2019 - 2021), текущ, договор с ФНИ: КП-06/Н27 от 11.12.2018 по конкурс за фундаментални научни изследвания, ръководител проф. дтн Г. Сотиров.

**Резюме:** Основна цел на проекта е провеждане на фундаментални и приложни изследвания за дейността на човека, като елемент от системата „ДПЛА – оператор“ при работа в сложна информационна среда. Анализират се възможностите, предлагани от технологията за проследяване на очите (ай трекинг) за изследване на разпределението на визуалното внимание на операторите на БЛА по време на тренировъчния процес на различни по тип симулатори. Провеждат се експерименти за проверка на методиката за изследване и се събират данни за анализ и оценка на зрителното внимание в лабораторни условия и реални полети с ДПЛА.

39. Отчет по договор на тема: „Разработване на нисколетяща платформа на базата на безпилотни летателни апарати за изграждане на интелигентна градска транспортна система” (Development of the UAV Low Altitude Monitoring Platform for Urban Intelligent Transportation System Construction) по договор с ФНИ КП-06-Китай /3 от 2018 по конкурс за проекти по програми за двустранно сътрудничество 2018 г. – БЪЛГАРИЯ - КИТАЙ (между ИКИТ-БАН и Ningbo Technological University (NBTU)- Ningbo, China, ръководител проф. дтн Д. Зафиров

**Резюме:** Целта на проекта е чрез съвместно сътрудничество да се направят изследвания за изграждане на интелигентна транспортна система за управление на трафика и паркирането в градовете, като се разработи концептуален модел на платформа от нисколетящи БЛА. Определиха се основните функционални характеристики и структурата на системата за мониторинг на трафика на базата на БЛА и използване данни от 4G/5G мрежа. Изследваха се възможностите на операторите в центровете за управление в се анализира вида и обема на информацията и технологиите за нейното предаване в реално време.

40. Отчет по договор ESA: Subject “Development and application of technology for production of space food’s modules for crews working in extreme conditions (**Space foods**); ESA Contract №4000 126 140/18/NL/MH; ESA - Programme for European Cooperating States (PECS); Duration : 12 months (2019-2020), ръководител чл.кор. дтн П. Гецов.

**Резюме:** Целта на проекта е разработване и прилагане на технология за производство на космически хранителни модули на различни контингенти от хора и екипажи, работещи в екстремни условия. Предложените космически модули за храна имат разширени възможности с адаптогенен и биостимулиращ ефект, осигуряващи както поддържане на високо ниво на работоспособност, така и адаптация и добро здраве за хората и екипажите, работещи в екстремни условия. Космическата храна е разнообразие от хранителни продукти, специално създадени и обработени за използване в космически полети. Тази храна трябва да отговаря на редица специфични изисквания, за да може да осигури балансирано хранене за работещите в екстремни условия, като същевременно лесно и безопасно се съхранява, приготвя и консумира в среда с ниска гравитация.

10.07.2021 г.

Съставила: доц. д-р З. Хубенова