

Odessa Polytechnic National University, Kiev National University, T. Shevchenko, Kharkov National University of Radio Electronics, National Aviation University; Odessa National University, I.I. Mechnikov, Sumy State University, Admiral Makarov National University of Shipbuilding; Lodz Technical University, Azerbaijan State Oil Industry University.

---



**MATERIALS**  
**OF THE XI INTERNATIONAL**  
**SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE**  
**«Information Control Systems and**  
**Technologies»**  
**(ICST- ODESSA – 2023)**  
**21<sup>th</sup> – 23<sup>th</sup> September, 2023**

**Odessa 2023**

**УДК 004:37:001:62**

**ББК 74.5(0)я431+74.6(0)я431+32.81(0)я431**

**МЗ4**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**  
**МЗ4 (ІУСТ-ОДЕСА-2023). Матеріали XI Міжнародної науково-**  
**практичної конференції, 21 - 23 вересень 2023 р. Одеса /**  
**вип. ред. В.В. Вичужанін, 2023. - 246 с.**  
**ISBN 978-617-785**

Збірник містить Матеріали, прийняті оргкомітетом до участі в Міжнародній науково - практичній конференції «ІНФОРМАЦІЙНІ УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ» (ІУСТ-ОДЕСА-2023).

Наведені матеріали конференції охоплюють основні напрямки розвитку в області інформаційних систем управління; інтелектуальних систем і аналізу даних; моделювання та розробки програм.

**УДК 004:37:001:62**

**ISBN 978-617-785**

© Національний університет  
«Одеська політехніка», 2023

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---



The collection contains materials accepted by the organizing committee for participation in the International Scientific and Practical Conference "INFORMATION CONTROL SYSTEMS AND TECHNOLOGIES" (ICST-ODESSA-2023).

The materials of the conference cover the main directions of development in the field of artificial intelligence, development and analysis of big data, blockchain and crypto technologies, control systems in robotic systems, data security and cryptography, ICT in the network and administration, information systems and technologies in Data Mining, intelligent technologies management, mathematical modeling, methodology and didactics of teaching and using ICT, application development, project management, system analysis, software development.

Conference materials are presented in the following sections:

- Information control systems
- Intelligent systems and data analysis
- Modeling and software engineering

The conference materials were reproduced from the author's originals. The organizing committee of the conference expresses gratitude to all the participants of the conference and hopes for further fruitful cooperation

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

---

**International Program Committee  
"Information Control Systems and Technologies"  
(ICST-ODESSA -2023)**

- Prof. Antoshchuk Svetlana, National University "Odessa Polytechnic" (Ukraine);  
Prof. Babichev Sergii, Kherson State University (Ukraine);  
As. Prof. Bobrovnikova, Kira Khmelnytsky National University (Ukraine);  
Prof. Cariow Aleksandr, West Pomeranian University of Technology (Poland);  
Prof. Kalashnikov Alexander, Sheffield Hallam University (United Kingdom);  
Prof. Karpinski Mikolaj, University of Bielsko-Biala (Poland);  
Prof. Kharchenko Vyacheslav, National Aerospace University KhAI (Ukraine);  
Prof. Kondratenko Yuriy, Petro Mohyla Black Sea National University (Ukraine);  
Prof. Kucher Kostiantyn Linköping University (Sweden);  
Prof. Liubchenko Vira, National University "Odessa Polytechnic" (Ukraine);  
Prof. Melnyk Viktor, Department of Applied Computer Science Institute of Mathematics (Poland);  
Prof. Overmyer Scott, Southern New Hampshire University (United States);  
Prof. Pakštas Algirdas, VU Institute of Mathematics and Informatics (United Kingdom);  
Prof. Rychlik Andrzej, Lodz University of Technology, (Poland);  
Prof. Rucinski Andrzej University of New Hampshire (United States);  
As. Prof. Rudnichenko Mykola, National University "Odessa Polytechnic" (Ukraine);  
Prof. Salem Abdel-Badeeh, Ain Shams University (Egypt);  
As. Prof. Sharma Manik, Department of Computer Science and Applications DAV University Jalandhar (India);  
Prof. Subbotin Sergey, Head of the Department of Software Tools, National University "Zaporizhzhia Polytechnic" (Ukraine);  
Prof. Tarasov Alexander, Donbass State Engineering Academy (Ukraine);  
Prof. Tripathi Anil Kumar, Indian Institute of Technology (India);  
As. Prof. Tyshchenko Oleksii, Institute for Research and Applications of Fuzzy Modeling, CE IT4Innovations, University of Ostrava (Czechia);

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

---

Prof. Vychuzhanin Vladimir. National University "Odessa  
Polytechnic" (Ukraine);  
Prof. Vynokurova Olena. GeoGuard, Kharkiv National University of  
Radio Electronics (Ukraine);  
Prof. Yakovyna Vitaliy. Lviv Polytechnic National University  
(Ukraine);  
Prof. Ye Zhengmao, Southern University (United States);  
Prof. Yin Hang, Southern University (United States).

**Organising Committee**

**Antoshchuk S.**, prof., Odessa National Polytechnic University (Ukraine);  
**Vychuzhanin V.**, prof., Odessa National Polytechnic University (Ukraine);  
**Bobrovnikova K.**, as. prof., Khmelnytsky National University (Ukraine);  
**Kondratenko Yu.**, prof., Petro Mohyla Black Sea State University  
(Ukraine);  
**Grishin S.**, as. prof., Odessa National Polytechnic University (Ukraine);  
**Rudnichenko M.**, as. prof., Odessa National Polytechnic University  
(Ukraine);  
**Shibaeva N.**, as. prof., Odessa National Polytechnic University (Ukraine).

**Technical committee**

**Committee secretaries:**

**Grishin S.**, as. prof., Odessa National Polytechnic University  
(Ukraine);  
**Rudnichenko M.**, as. prof., Odessa National Polytechnic University  
(Ukraine).

**Committee members:**

**Lavruhin V.**, Odessa National Polytechnic University (Ukraine);  
**Chesnova N.**, Odessa National Polytechnic University (Ukraine).  
International Program Committee – <http://icst-conf.com/main-eng.html>  
Address: Shevchenko avenue, 1, Odessa, 65044, Ukraine  
<https://www.facebook.com/groups/1297695647105081/>  
Phone: +38 (048) 705-85-69  
E-mail: [icst\\_nuop@ukr.net](mailto:icst_nuop@ukr.net), [126.ist.onpu@gmail.com](mailto:126.ist.onpu@gmail.com)

## **Conference sections:**

### **1. Information control systems**

1. *Blockchain and Crypto Technologies*
2. *Control Systems in Robotic Systems*
3. *Data Security and Cryptography*
4. *ICT in Network and Administration*
5. *Methodology and Didactics of Teaching and Using ICT*

### **2. Intelligent systems and data analysis**

6. *Data Mining Technologies and Big Data*
7. *Intelligent control technologies*
8. *Artificial neural networks and machine learning*
9. *Applied intelligent systems*
10. *Intellectual models and knowledge engineering technologies*
11. *Multi-agent systems and distributed computing*

### **3. Modeling and software engineering**

12. *Mathematical and simulation modeling*
13. *Project management and risk assessment*
14. *Design and development of software applications*
15. *Software testing automation*
16. *Agile methodologies and business processes formalization*

## CONTENTS

### **Section 1. Information control systems**

#### **SYNTHESIS PROCEDURE FOR DIGITAL CONTROLLERS OF PRECISION ELECTRIC DRIVES FOR SYSTEM OF ORIENTATION AND STABILIZATION OF TARGET TRACKING OF MOBILE ROBOT'S SENSORS**

*Dr.Sci. O. Tachinina<sup>1</sup>, Dr.Sci. O. Lysenko<sup>2</sup>, Ph.D. F. Kirchu<sup>3</sup>, Ph.D. O.  
Guida<sup>4</sup>, Ph.D. V. Novikov<sup>5</sup>, I. Sushyn<sup>6</sup>*

<sup>1</sup> National Aviation University, Kyiv, Ukraine,

<sup>2,5,6</sup> National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv  
Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine,

<sup>3</sup>Roesys MedTec GmbH, Espelkam, Germany,

<sup>4</sup>V. I. Vernadsky Taurida National University, Ukraine.....19

#### **METHODOLOGY FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF TECHNICAL INFORMATION PROTECTION FOR A REAL HACKING PROCESS**

*Ph.D. B. Zhurylenko*

*National Aviation University, Ukraine.....22*

#### **THE MODEL OF AGENT-ORIENTED EDUCATIONAL PLATFORM**

*Dr.Sci. N. Axak, Ph.D. M. Kushnaryov, A. Tatarnykov*

*Harkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.....25*

#### **SERIAL CONNECTION OF THE SAME TYPE OF BANDPASS FILTERS TO INCREASE THE ORDER OF SIGNAL PROCESSING IN THE INFORMATION AND CONTROL SYSTEM**

*T. Sytnikov, Dr.Sci. V. Sytnikov, Ph.D. O. Streltsov, Ph.D. P.I Stupen*

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine.....28*

#### **OPTIMIZED HASH FUNCTIONS FOR INTEGRITY CONTROL AND DATA RECOVERY IN EMBEDDED SYSTEMS**

*Ph.D. I. Rozlomii, Ph.D. A. Yarmilko, S. Naumenko*

*Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine.....31*

#### **INFORMATION TECHNOLOGY FOR IDENTIFYING THE MODEL OF MECHATRONIC OBJECT DYNAMICS**

*Ph.D. V. Zozulya*

*State University of Trade and Economics, Ukraine.....35*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

---

**CONCEPTS OF THE DEVELOPMENT OF A CIVIL NETWORK  
SYSTEM OF UNDERWATER TRAFFIC CONTROL**

***Ph.D. Y. Kalinichenko***

*Odessa National Maritime University, Ukraine.....38*

**RF-PSO: AN OPTIMIZED APPROACH FOR DIABETES  
PREDICTION**

***Amine Ziane<sup>1,2</sup>, Houda El Bouhissi<sup>1,2</sup>, Lamia Rahmani<sup>1</sup>, Meriem Medbal<sup>1</sup>  
and Mariia Kostiuk<sup>3</sup>***

<sup>1</sup> *LIMED Laboratory, Faculty of Exact Sciences, University of Bejaia,  
Algeria,*

<sup>2</sup> *Laboratoire LITAN, Ecole Supérieure en Sciences et Technologies de  
l'Informatique et du Numérique, Algeria,*

<sup>3</sup> *Khmelnyskyi National University, Ukraine.....41*

**INTELLIGENT AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF  
UNIVERSAL ROBOTIC PLATFORM'S ADHESION**

***Y. Zheng<sup>1</sup>, Dr.Sci. O. Kozlov<sup>2</sup>, Ph.D. G. Kondratenko<sup>2</sup>, A. Denysenko<sup>2</sup>***

<sup>1</sup> *Yancheng Polytechnic College, Yancheng, China,*

<sup>2</sup> *Petro Mohyla Black Sea National University, Ukraine.....44*

**STEGANO-ANALYTIC METHOD FOR DIGITAL VIDEO  
EXAMINATION**

***Dr.Sci. I. Bobok, Dr.Sci. A. Kobozieva and Ph.D. N. Kushnirenko***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine.....47*

**CREATION OF AN ELECTRONIC MOCK BOARD FOR  
PROGRAMMING THE ATMEL ATMEGA8 MICROCONTROLLER  
AND CHECKING THE OPERATION OF THE PROGRAMS**

***Ph.D. S. Zahorodniuk, Ph.D.B. Sus, Ph.D. O. Bauzha, V. Malyarenko***

*Kyiv National University named after Taras Shevchenko, Ukraine.....50*

**BLOCKCHAIN AND CRYPTOTECHNOLOGIES: THE  
EVOLUTION OF INFORMATION AND TECHNOLOGY  
MANAGEMENT IN THE DIGITAL AGE**

***V. Lavrukhin***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine.....54*



## **Section 2. Intelligent systems and data analysis**

### **USING ADAPTIVE ACTIVATION FUNCTIONS IN PRE-TRAINED ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODELS**

**Dr.Sci. Y. Bodyanskiy, S. Kostiuk**

*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine .....58*

### **HARDWARE USAGE IMPROVEMENT FOR SMALL DATA PROBLEM SOLVING BY DEEP LEARNING METHODS**

**Ph.D. V. Kuznetsov<sup>a</sup>, Ph.D. S. Kondratiuk<sup>a,b</sup>, Dr.Sci. Iu. Krak<sup>a,b</sup>, Ph.D. O.Stelia<sup>b</sup>, Ph.D. V. Kasianiuk<sup>b</sup>, Dr.Sci. O. Barmak<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> *Glushkov Cybernetics Institute, Kyiv, Ukraine,*

<sup>b</sup> *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine,*

<sup>c</sup> *Khmelnyskyi National University, Khmelnytsky, Ukraine .....60*

### **DELIVERING RESULTS OF ANALYSIS OF OPERATIONAL PROPERTIES OF MODIFIED SOLUTIONS TO DECISION MAKERS**

**Ph.D. S. Grishin<sup>1</sup>, Dr.Sci. E. Shinkevich<sup>2</sup>, A.Surkov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Odessa Polytechnic National University, Ukraine,*

<sup>2</sup> *Odessa State Academy of Construction and Architecture, Ukraine .....63*

### **COGNITIVE PERCEPTION AS A BASE MODEL OF THE FEELING ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

**Dr.Sci. A. Kargin, Ph.D. T. Petrenko**

*Ukrainian State University of Railway Transport, Ukraine .....66*

### **MODEL DIAGNOSTICS TECHNICAL CONDITION INTELLECTUALIZATION SHIP COMPLEX SYSTEMS FAILURES RISK**

**Dr.Sci. V. Vychuzhanin**

*National University "Odessa Polytechnic", Ukraine .....68*

### **CONTROLLING CHARACTERS IN COMPUTER GAMES USING THE IMMUNE APPROACH**

**Dr.Sci. M. Korablyov, Ph.D. O. Fomichov, D. Antonov, S.Dykyi**

*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine .....73*

### **CONTROL OF THE PIVOT POINT POSITION OF A CONVENTIONAL SINGLE-SCREW VESSEL**

**Dr. Sci. S. Zinchenko<sup>1</sup>, Dr. Sci. V. Kobets<sup>2</sup>, Ph.D. O. Tovstokoryi<sup>1</sup>,**

**Ph.D. K. Kyrychenko<sup>1</sup>, Ph.D. P. Nosov<sup>1</sup>, Dr. Sci. I. Popovych<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Kherson State Maritime Academy, Ukraine,*

<sup>2</sup> *Kherson State University, Ukraine .....76*

**IMPLEMENTATION PECULIARITIES OF THE STRATEGY OF  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT IN UKRAINE**

***Dr.Sci. A. Shevchenko<sup>1</sup>, Dr.Sci. Y. Kondratenko<sup>1,2</sup>, Dr.Sci. V. Slyusar<sup>1</sup>,  
Dr.Sci. Y. Zhukov<sup>3</sup>, Ph.D. G. Kondratenko<sup>2</sup>, Ph.D. M. Vakulenko<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup> Institute of Artificial Intelligence Problems of the Ministry of Education  
and Science and National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine,*

*<sup>2</sup> Petro Mohyla Black Sea National University, Ukraine,*

*<sup>3</sup> C-Job Nikolayev, Ukraine.....80*

**ROAD SURFACE DAMAGE INSPECTION BY A DEEP LEARNING  
TECHNOLOGIES**

***Ph.D. G. Yegoshyna<sup>1</sup>, Ph.D. S. Voronoy<sup>1</sup>, M. Severin<sup>2</sup>, A. Kulyak<sup>3</sup>***

*<sup>1</sup>National University "Odessa Polytechnic", Ukraine,*

*<sup>2</sup>State University of Intelligent Technologies and Telecommunications,  
Ukraine,*

*<sup>3</sup>Luxoft Solutions LLC.....83*

**FEATURES OF USING INTELLIGENT AUTOMATION FOR  
WATER JET TECHNOLOGY**

***Ph.D. O. Ilyunin, S. Serdiuk, V. Pyrohov, M. Tryhuba***

*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.....85*

**MODELING OF LINGUISTIC VARIABLES AND MEMBERSHIP  
FUNCTIONS OF THE SET OF CLASSIFICATION FEATURES OF  
SATELLITES**

***Ph.D. I. Bespalko<sup>1</sup>, L. Naumchak<sup>1</sup>, Ph.D. D. Pekariev<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Korolyov Zhytomyr Military Institute, Ukraine,*

*<sup>2</sup>Section of applied problems of the Presidium of the National Academy of  
Sciences of Ukraine, Ukraine.....87*

**BUILDING INTELLIGENT GEOPOLYMER  
CHARACTERISATION SYSTEM USING MULTI-CRITERIA  
ANALYSIS AND MARKOV CHAINS**

***Dr.Sci. O. Sharko<sup>1</sup>, Ph.D. P. Louda<sup>2</sup>, Ph.D. A. Sharko<sup>2</sup>, Ph.D.  
D. Stepanchikov<sup>3</sup>, Ph.D. T. Nguyen<sup>4</sup>, Ph.D. D. Tran<sup>4</sup>, Ph.D. K.  
Buczowska<sup>5</sup>, Ph.D. V. Le<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Kherson State Maritime Academy, Ukraine,*

*<sup>2</sup>Technical University in Liberec, Czech Republic,*

*<sup>3</sup>Kherson National Technical University, Ukraine,*

*<sup>4</sup>Nha Trang University, Vietnam,*

*<sup>5</sup>Lodz University of Technology, Poland.....90*

**OPTIMUM VECTOR INFORMATION TECHNOLOGIES BASED  
ON THE MULTI-DIMENSIONAL COMBINATORIAL  
CONFIGURATIONS**

**Ph.D. V. Riznyk, O. Bilyk, O. Demianiv, S. Ivasiv, Ph.D. I. Prots'ko**  
*Lviv Polytechnic National University, Ukraine.....93*

**ASTRONOMICAL DATA MINING OF THE PROCESSING  
CONFIGURATION PARAMETERS BY THE THRESHOLDS TOOL**

**Ph.D. S.i Khlamov, T. Trunova, Ph.D. I. Tabakova**  
*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.....96*

**SMART CONTROL OF TEMPERATURE AND AUDIO  
MONITORING INSIDE BEEHIVE: IOT ESP8266 NODEMCU AND  
ANDROID MOBILE PLATFORMS**

**A. Zhenishbekova<sup>1</sup>, Ph.D. A. Kupin<sup>2</sup>, Ph.D D. Zubov<sup>1</sup>**  
*<sup>1</sup>University of Central Asia, Kyrgyzstan,  
<sup>2</sup>Kryvyi Rih National University, Ukraine..... 99*

**ASSESSING OF CLIMATE IMPACT ON WHEAT YIELD USING  
MACHINE LEARNING TECHNIQUES**

**Dr.Sci. P. Hrytsiuk, T. Babych, S. Baranovsky, M. Havryliuk**  
*The National University of Water and Environmental Engineering,  
Ukraine.....102*

**METHOD FOR WIRELESS IMAGE TRANSMISSION UTILIZING  
NEURAL NETWORKS**

**Dr.Sci. V. Slyusar, N. Bihun**  
*The Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the  
Armed Forces of Ukraine, Ukraine.....106*

**SYSTEM OF NEURAL NETWORK IDENTIFICATION OF SHIP  
STEAM BOILER PARAMETERS**

**Dr.Sci. V. Mykhailenko<sup>1</sup>, L. Martynovych<sup>2</sup>, Ph.D. H. Korenkova<sup>2</sup>**  
*<sup>1</sup>National University "Odesa Maritime Academy", Ukraine,  
<sup>2</sup> Odessa I.I. Mechnikov National University, Ukraine .....109*

**FEATURES OF USING NEURAL NETWORK MODELS FOR  
INTELLIGENT MANAGEMENT OF CONTINUOUS PROCESSES**

**Ph.D. N. Serdiuk, M. Volhust, O. Hasholok**  
*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.....112*

**ASTRONOMICAL METADATA MINING FROM FITS FILES BY  
THE TELESCOPE TOOL**

**Ph.D. S. Khlamov, T. Trunova, Ph.D. I. Tabakova**  
*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.....114*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

**SYSTEM FOR FORECASTING FINANCIAL TIME SERIES BASED  
ON USING NEURAL NETWORKS**

***D. Shvedov, Ph.D. I. Shpinareva, Ph.D. M. Rudnichenko***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....117*

**FACE DETECTION METHODS IN VIDEO**

***Ph.D. I. Shpinareva<sup>1</sup>, A. Yakushina<sup>1</sup>, Ph.D. O.Nazarenko<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Odessa I.I. Mechnikov National University, Ukraine,*

*<sup>2</sup>Odessa State Academy of Construction and Architecture, Ukraine.....119*

**SOFTWARE APPLICATION FOR PREDICTING THE RESULTS  
OF PROGRAMMING COMPETITIONS**

***M.Kislov, A. Kislov, Ph.D. S. Kosenko.***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....122*

**INTELLECTUALIZATION of technical condition assessment of SHIP  
COMPLEX SYSTEMS**

***A. Vychuzhanin***

*National University "Odessa Polytechnic" .....124*

**IMAGE GENERATION FROM DESCRIPTION USING DEEP  
MACHINE LEARNING**

***Y.i Shcherbyna., Ph.D. I. Shpinareva***

*Odessa I.I. Mechnikov National University, Ukraine .....131*

**SOFTWARE APPLICATION OF OPTICAL TEXT RECOGNITION  
CONCEPT**

***A. Kislov, M. Kislov, Ph.D. S. Hryshyn***

*Odessa I.I. Mechnikov National University, Ukraine .....133*

**INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATION OF METHOD  
DATA PROCESSING AND ANALYSIS DEVELOPMENT**

***V. Mironov, Ph.D. I. Shpinareva***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....135*

**APPLICATION OF REINFORCEMENT LEARNING IN  
SIMULATION OF MULTI-AGENT SYSTEMS**

***I. Tkachuk, Ph.D. T. Otradska, Ph.D. M. Rudnichenko***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....138*

**INTELLIGENT NAVIGATION SYSTEMS FOR CHARGES AND  
SHIPS**

***I. Yudin, Ph.D. M. Yadrova***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....140*

**Section 3. Modeling and software engineering**

**MULTIFACTORIAL LINEAR REGRESSION MODELS FOR  
PREDICTING THE SEVERITY OF BRONCHIAL ASTHMA IN  
CHILDREN**

*Dr.Sci. O. Pihnastyi, Ph.D. O. Kozhyna, Ph.D. Y. Karpushenko*

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine..143*

**SYMMETRIC BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR A LAYER  
WEAKEND BY A TROUGH HOLE WITH THE ENDS COVERED  
WITH A DIAPHRAGM**

*Dr.Sci. B. Panchenko<sup>1</sup>, Ph.D. Yu. Kovalev<sup>2</sup>, L. Bukata<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Odessa I.I. Mechnikov National University, Ukraine,*

*<sup>2</sup> National University of Intelligent Technologies and Communications,  
Ukraine.....146*

**METHOD FOR COMPUTING EXPONENTIATION MODULO THE  
POSITIVE AND NEGATIVE INTEGERS**

*Dr.Sci. V.Krasnobayev<sup>1</sup>, Ph.D. A. Yanko<sup>2</sup>, Ph.D. A. Martynenko<sup>3</sup>,  
D. Kovalchuk<sup>4</sup>*

*<sup>1,4</sup> V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine,*

*<sup>2,3</sup> National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Ukraine.151*

**APPLICATION OF THE THEORY OF SYMMETRY FOR THE  
MANAGEMENT OF FINANCIAL FLOWS OF INTERNAL  
TOURISM UNDER THE CONDITIONS OF UNSTABLE  
ENVIRONMENTAL FACTORS**

*Dr.Sci. M. Sharko<sup>1</sup>, N. Petrushenko<sup>2</sup>, Dr.Sci. O. Korniienko<sup>3</sup>, Dr.Sci. O.  
Gonchar<sup>4</sup>, Ph.D. A. Bitiy<sup>5</sup>, A. Berdychevskiy<sup>6</sup>*

*<sup>1</sup> Priazov State Technical University, Ukraine,*

*<sup>2</sup> Ukrainian Academy of Printing, Ukraine,*

*<sup>3</sup> Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine,*

*<sup>4,5,6</sup> Khmelnytskyi National University, Ukraine.....154*

**DISTRIBUTION-FREE METHOD OF FLIGHT STYLE DATA  
PROCESSING**

*Dr.Sci. Yu. Hryshchenko, Dr.Sci. M. Zaliskyi, Ph.D. V. Romanenko,  
Ph.D. Yu. Petrova, V. Hryshchenko*

*National Aviation University, Ukraine.....156*

**SIMULATION OF NON-ISOTHERMAL FRACTIONAL-ORDER  
MOISTURE TRANSPORT USING MULTI-THREADED TFQMR  
AND DYNAMIC TIME-STEPPING TECHNIQUE**

*Ph.D. V. Bohaenko*

*Institute of Cybernetics named after V.M. Hlushkova National Academy of  
Sciences of Ukraine, Ukraine.....159*

**THE OVERVIEW OF COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS FOR  
CLOTHES DESIGNING**

*Ye. K. Zavalniuk<sup>1</sup>, Dr.Sci. O. Romanyuk<sup>2</sup>, Ph.D. T. Korobeinikova<sup>3</sup>*

*<sup>1,2</sup>Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine,*

*<sup>3</sup>Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine.....162*

**STUDY BRIDGE STRUCTURES DYNAMICS USING SIMULATION  
ON ANSYS**

*Ph.D. A. Stakhova, Ph.D. A. Bekö*

*Slovak University of Technology, Slovak Republic.....166*

**DESIGN OF INFORMATION AND KERUYUCHOY SYSTEM OF  
FUNDING OF DIALICY OF BUSINESS OF RETAIL TRADING**

*A. Azarenkov O., Dr.Sci. V. Vychuzhanin*

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine.....170*

**RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF FAULT-TOLERANT  
OPERATION OF A COMPUTER SYSTEM IN A NON-POSITIONAL  
NUMBER SYSTEM IN RESIDUAL CLASSES**

*Dr.Sci. V. Krasnobayev<sup>1</sup>, Ph.D. A. Yanko<sup>2</sup>, I. Fil<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine*

*<sup>2,3</sup>National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Ukraine.175*

**GENERAL METHODS FOR STUDYING INPUT MATERIAL FLOWS OF CONVEYOR TRANSPORT SYSTEM**

*Dr.Sci. O. Pihnastyi, Ph.D. M. Sobol*

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine.179*

**ON UNICAST ROUTING ALGORITHMS ON HYPERCUBE**

*A.Tankül, Ph.D. B. Selçuk, Ph.D. M. Turan*

*Karabuk University, Turkey.....182*

**COMPUTER MODELLING AND INVESTIGATION OF INVESTMENT PORTFOLIOS**

*Dr.Sci. N. Kuznietsova, O. Shevchuk*

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky", Ukraine.....185*

**DETERMINATION OF PARAMETERS OF ELECTRONIC COMPONENTS BASED ON CLASSIFICATION WITH WAVELET TRANSFORMATION AND MARKOV CHAINS**

*Dr.Sci. G. Shcherbakova, S. Minaev*

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine.....188*

**THE ANALYSIS OF MODELS OF THE BLOCK-CYCLIC STRUCTURES OF THE DCT-II CORE FOR THE SYNTHESIS OF FAST ALGORITHMS**

*Dr.Sci. I. Prots'ko, R. Rykmas*

*Lviv Polytechnic National University, Ukraine.....190*

**INCREASING THE RELEVANCE OF SEARCHING FOR SCIENTIFIC ARTICLES ON THE INTERNET BASED ON THE COMBINED USE OF DIFFERENT METHODS**

*Ph.D. L. Vasylieva, D. Ipatov, Dr.Sci. O. Tarasov*

*Donbas State Engineering Academy, Ukraine.....193*

**AUTOMATION SYSTEM FOR THE RECOGNITION OF MEDICAL  
DRUGS USING MACHINE LEARNING TOOLS**

**Ph.D. M. Rudnichenko<sup>1</sup>, O. Sinyavsky<sup>2</sup>, Dr.Sci. I. Petrov<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>National University “Odessa Polytechnic”, Ukraine,*

*<sup>2</sup>National University “Odessa Marine Academy”, Ukraine .....195*

**ANALYSIS OF PETROL STATION VULNERABILITY FACTORS  
REGARDING ACCIDENTS USING ANALYTIC HIERARCHY  
PROCESS AND RANKING**

**Ph.D. O. Ivanov, Dr.Sci. O. Arsirii, Ph.D. S. Smyk, V. Oliinyk, K. Bieliaiev**

*National University "Odessa Polytechnic" .....198*

**PROBABILISTIC RELIABILITY ANALYSIS FOR PUMPS OF  
SAFETY RELATED SYSTEMS AT NUCLEAR POWER PLANTS**

**Dr.Sci. V.Skalozubov, Dr.Sci. Yu. Komarov, A. Verinov, Ph.D. S. Kosenko,  
D. Bundev, H. Hayo, V. Kochnyeva**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....201*

**ANOMALIES IDENTIFICATION SYSTEM PROJECT IN AN  
INTERACTIVE VIRTUAL ENVIRONMENT**

**Ph.D. M. Rudnichenko<sup>1</sup>, Yu. But<sup>2</sup>, Ph.D. T. Otradska<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>National University “Odessa Polytechnic”, Ukraine,*

*<sup>2</sup>Interregional Academy of Personnel Management, Ukraine .....203*

**PRODUCTION OF COMBINATION METHODS FOR ANALYSIS  
OF RISKS IN THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE**

**Ph.D. N. Shybaieva**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....205*

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF PROGRAMMING LANGUAGES  
ON THE SORTING ALGORITHMS' SPEED**

**Ph.D. O. Trofymenko<sup>1</sup>, Ph.D. Y. Prokop<sup>2</sup>, M. Kornüichuk<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> National University “Odessa Law Academy”, Ukraine,*

*<sup>2</sup> Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....208*



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

---

**THE METHOD OF CHOOSING THE BEST ROUTE BY A TEAM  
OF VOLUNTEERS DURING SOLUTION OF OPERATIONAL  
TASKS OF TRANSPORT LOGISTICS**

***D. Horpenko, Ph.D. V. Boltenkov***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....211*

**ANALYSIS OF IT PROJECT MANAGEMENT PROBLEMS**

***Ph.D. O. Trofymenko, Ph.D. N. Loginova***

*National University “Odessa Law Academy”, Ukraine .....214*

**MODELING OF INTELLIGENT SECURITY DIAGNOSTICS AND  
MONITORING OF ELEMENTS IN SHIP INSTALLATIONS BY  
LANTSYUGIV MARKOV**

***Dr.Sci. O. Sharko, A. Yanenko***

*Kherson State Maritime Academy, Ukraine .....217*

**ON THE ARCHITECTURE AND MODULARIZATION APPROACH  
FOR ANDROID APPLICATIONS**

***Ph.D. O. Potiienko***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....221*

**LARGE LANGUAGE MODEL TRACKING AND COMPARISON  
FRAMEWORK PROJECT**

***N. Gezha, Ph.D. M. Rudnichenko, S. Tyshchenko***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....223*

**DISCRETE-EVENT SIMULATION MODEL OF THE MASS  
SERVICE SYSTEM**

***V. Galyn, Dr.Sci. V. Vychuzhanin, Ph.D. S. Hryshyn***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....226*

**DISCRETE-EVENT SIMULATION MODEL OF THE MASS  
SERVICE SYSTEM**

***A. Wojciechowski, Ph.D. N. Shibaeva***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....229*

**DEVELOPMENT AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE  
ALGORITHM FOR TRANSFERRING FACIAL EXPRESSIONS TO  
A MASK IN IN REAL TIME USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

***O. Pavlov, B. Prodanov***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....231*

**CALCULATION OF RISKS DURING DEVELOPMENT USING  
WEIGHTED RISK ASSESSMENT AND INFLUENCE POINTS  
ANALYSIS**

***M. Batura, O. Potienko***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....234*

**CONCEPT OF DETECTING STUDENTS' TENDENCIES BASED ON  
THE ANALYSIS OF THEIR BEHAVIORAL PATTERNS**

***N. Predein, D. Shibaev, G. Tsirulnikova***

*<sup>1</sup>Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

*<sup>2</sup>Odesa College "Server", Ukraine .....235*

**AUTOMATIC DETECTION OF OBJECTS IN IMAGES USING  
NEURAL NETWORKS**

***K. Cheban, Ph.D. S. Kosenko, Ph.D. M. Rudnichenko***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....237*

**ORGANIZATION OF THE VOICE INTERFACE IN THE  
INFORMATION SYSTEMS**

***S. Tishchenko, Ph.D. M. Rudnichenko***

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine .....241*

**CALCULATION OF THE STRESS-STRAIN STATES OF  
ELASTOMER-BASED MATERIALS USING THE MOMENT  
DIAGRAM OF FINITE ELEMENTS**

***V. Lavrik***

*Berdyansk State Pedagogical University, Ukraine .....244*

---

---

**SECTION 1. INFORMATION CONTROL SYSTEMS**

UDC 621.396.4 (045)

**SYNTHESIS PROCEDURE FOR DIGITAL CONTROLLERS OF  
PRECISION ELECTRIC DRIVES FOR SYSTEM  
OF ORIENTATION AND STABILIZATION OF TARGET  
TRACKING OF MOBILE ROBOT'S SENSORS**

**Dr.Sci O. Tachinina**<sup>1</sup>[0000-0001-7081-0576], **Dr.Sci O. Lysenko**<sup>2</sup>[0000-0002-7276-9279],  
**Ph.D. F. Kirchu**<sup>3</sup>[0000-0001-8437-4402], **Ph.D. O. Guida**<sup>4</sup>[0000-0002-2019-2615]  
**Ph.D. V. Novikov**<sup>5</sup>[0000-0003-4199-9968], **I. Sushyn**<sup>6</sup>[0000-0003-4866-4351]

<sup>1</sup> National Aviation University, Kyiv, Ukraine,

<sup>2,5,6</sup> National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic  
Institute», Kyiv, Ukraine,

<sup>3</sup>Roesys MedTec GmbH, Espelkam, Germany,

<sup>4</sup>V. I. Vernadsky Taurida National University, Kyiv, Ukraine

EMAIL:<sup>1</sup>(corresp.) tachinina5@gmail.com, <sup>2</sup>lysenko.a.i.1952@gmail.com,

<sup>3</sup>fkirchu@gmail.com, <sup>4</sup>guydasg@ukr.net, <sup>5</sup>novikov1967@ukr.net,

<sup>6</sup>rubin268@ukr.net

**МЕТОДИКА СИНТЕЗУ ЦИФРОВИХ КОНТРОЛЕРІВ ТОЧНИХ  
ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ДЛЯ СИСТЕМИ ОРІЄНТАЦІЇ ТА  
СТАБІЛІЗАЦІЇ СУПРЕДОВЛЕННЯ ЦІЛІ СЕНСОРІВ  
МОБІЛЬНОГО РОБОТА**

**Dr.Sci O. Тачініна**<sup>1</sup>, **Dr.Sci O. Лисенко**<sup>2</sup>, **Ph.D. Ф. Кирчу**<sup>3</sup>, **Ph.D. О. Гуйда**<sup>4</sup>,  
**Ph.D. В. Новіков**<sup>5</sup>, **І. Сушин**<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Національний авіаційний університет, Київ, Україна,

<sup>2,5,6</sup> Національний технічний університет України «Київський  
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна,

<sup>3</sup>Roesys MedTec GmbH, Еспелькам, Німеччина,

<sup>4</sup>Таврійський національний університет імені І. Вернадського, Київ, Україна

**Abstract.** The article is devoted to the methodology of synthesizing digital regulators in precision electric drives for orientation and stabilization target tracking system of mobile robot's directional sensors.

**Keywords:** digital automatic control, mobile robots, electric drive.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Анотація.** Стаття присвячена методології синтезу цифрових регуляторів у прецизійних електроприводах системи орієнтації та стабілізації цілей супроводу датчиків орієнтації мобільних роботів.*

***Ключові слова:** цифрове автоматичне керування, мобільні роботи, електропривод.*

Successfully solving the problem of localizing the robot's mobile base and working body is a necessary condition for its effective use and determines the possibility of its application in general [1]. Prospective mobile robots for all environments are mostly intended for autonomous use, i.e. using their own resources during operation.

Thus, the speed, accuracy and energy conservativeness, range of navigation system sensors and the working body allow to increase the time of mobile robot effective active operation for its intended purpose. Special requirements for mobile robot sensors arise when robots are used in groups to perform a common task in conditions with unpredictably moving mobile obstacles.

Methods for solving such problems assume the presence of sufficiently accurate information about the state vector, absolute and relative speeds of robot and obstacle movement.

A possible way to solve the problem of providing primary navigation information to mobile robot navigation systems is to use a large number of heterogeneous omnidirectional sensors.

However, using an excessive number of omnidirectional sensors in autonomous operation worsens the robot operation technical and economic indicators.

Using directional sensors allows solving the problem of obtaining high-precision primary information quickly and efficiently only if there is a of orientation (reorientation) electric drives special system and target tracking stabilization [2].

Currently, digital control of mechatronic devices electric drives that are actually used in practice is carried out, at best, by digital PID regulators. These DPID regulators are parametrically tuned to deterministic mathematical models that are only suitable for tuning in orientation (reorientation) mode [3,4].

Then, at best, parametric fine-tuning is performed during field tests or maintenance work during normal operation. Algorithmic correction of electric drive dynamic characteristics is not performed. The electric drive

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

rotor speed and (or) its rotation angle are measured by special mechanical sensors (primary information sensors) that do not have sufficient reliability and, at the same time, increase the mass and electric drive energy consumption [5].

Thus, the task of developing an engineering methodology for the precision electric drives digital regulators synthesis for the orientation and stabilization of mobile robots directional sensors target tracking system is relevant.

The article is devoted to the methodology of synthesizing digital regulators in precision electric drives for orientation and stabilization target tracking system of mobile robot's directional sensors.

The methodology makes it possible to reduce the transition time in the electric drive rotor angle control channel, to synthesize a quasiinvariant digital automatic control system in relation to the external perturbing influence.

Use of the methodology will allow: to improve electric drive dynamic characteristics with an insignificant increase in energy consumption; to increase reliability and reduce electric drive mass-size parameters.

### References

- [1] Mykhaylov E.P., Skrynnyk A.I.: Study of the means of local navigation of mobile robots. Lifting and transport equipment. Vol. 3, pp. 55-61. (2017).
- [2] Gurko A., Hurko V., Bio-inspired methods for planning the path of mobile robots. Bulletin of Kharkov National Automobile and Highway University. Vol. 98. pp. 37. (2022).
- [3] Lysenko O., Tachinina O., Guida O. et al. Methodology of algorithmic modernization for digital electric drives in mechatronic devices for small civil aviation. Lecture Notes in Networks and Systems, Vol 736, Springer, Singapore, pp. 15–30, (2023).
- [4] Lysenko, O. Handong unitwin fellowship (Republic of Korea). Course [S084-Ukraine]. Mathematical programming and operations research in telecommunications. <https://www.hufocw.org/Course/263>, last accessed 2023/06/10.
- [5] L. Yang, S. Pan, Sliding mode control method for trajectory tracking control of wheeled mobile robot. Journal of Physics: Conference Series. Vol. 1074, P. 012059 (2018). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1074/1/012059>, last accessed 2023/06/10.

УДК 004.056.5(043)

## МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ З РЕАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЗЛАМУ

Журиленко Б.Є., к.ф.-м.н.<sup>[0000-0003-2980-5630]</sup>  
Національний авіаційний університет, Україна  
EMAIL: zhurylenko@gmail.com

## METHODOLOGY FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF TECHNICAL INFORMATION PROTECTION FOR A REAL HACKING PROCESS

Ph.D. Zhurylenko B.  
National Aviation University, Ukraine

*Анотація.* В результаті досліджень було, з досить високою точністю, визначено невідомі параметри технічного захисту інформації, такі як: коефіцієнт ефективності захисту

*Ключові слова:* технічний захист інформації, реальний процес зламу

*Abstract.* As a result of the research, the unknown parameters of technical information protection were determined with fairly high accuracy, such as: protection effectiveness coefficient

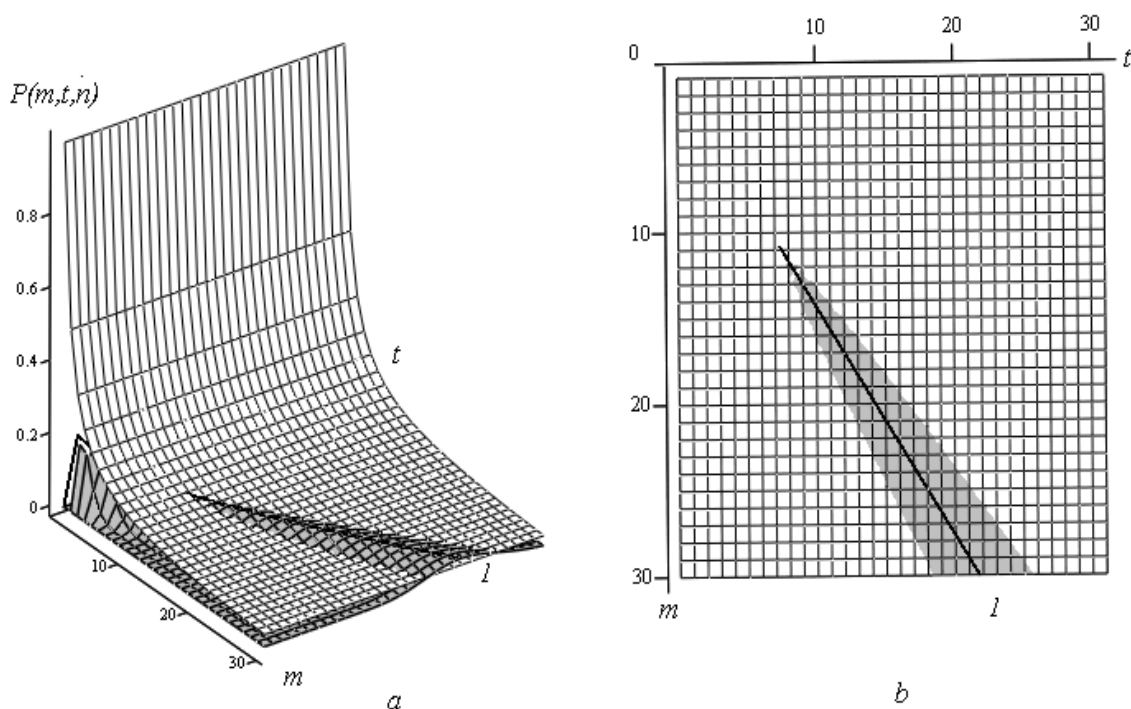
*Keywords:* technical protection of information, real hacking process

Щоб отримати вирази для визначення параметрів технічного захисту інформації (ТЗІ) з реального процесу зламу, необхідно мати поверхні для реального напрямку зламу (лінія 1), які представлені на рис.1. Ці поверхні побудовані у відповідність до параметрів проектованої ТЗІ та за формулами роботи [1,2]. Математична модель ймовірності фізичного процесу зламу ТЗІ має вигляд

$$P_{взл}(m, t, n) = P_{взл}(m, t) \cdot P_m(t) \cdot P(n). \quad (1)$$

де  $P_{взл}(m, t)$  - ймовірність зламу ТЗІ, яка залежить від проєктованих спроб та їх часу зламу і напрямку реального процесу зламу; вкладеного

у захист фінансування та його ефективності;  $P_m(t)$  - ймовірність, що відповідає реальному процесу зламу і описується розподілом Пуассона;  $P(n)$  - ймовірність, що пов'язана зі вгадуванням, наприклад, цифрового коду.



**Рисунок 1.** Поверхні розподілів: сіра – ймовірність процесу зламування ТЗІ, що відбувається; світла – ймовірність реального зламу захисту

При зламі ТЗІ реально контрольованими параметрами можуть бути спроба, при якій стався злам, і час цієї спроби зламу. Вважаємо, що злам проходить по лінії перетину сірої та світлої поверхонь (рис.1), при рівності теоретично можливого (світла поверхня) і реального (сіра поверхня) процесів зламу.

З аналізу виразу (1) видно, що для визначення всіх параметрів у виразі (1) необхідно мати, як мінімум систему рівнянь з 4-х точок, але через пов'язаність виразів для вкладеного в ТЗІ фінансування та її ефективності достатньо вибрати 3 точки. Вибираємо 3 точки по лінії,

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

отримаємо систему з 3-х рівнянь. Визначаємо можливість реального процесу зламу для кожної точки за формулою

$$P_{взл}(m, t, n) = 1 / m . \quad (2)$$

де  $m$  – спроба, коли стався реальний злам ТЗІ.

Використовуючи вирази роботи [1] для системи рівнянь, отримаємо формули, за допомогою яких можна визначити параметри використовуваної ТЗІ для порівняння з проектованою ТЗІ. На підставі порівняння параметрів можна зробити висновок про ефективність та необхідність застосування тієї чи іншої ТЗІ.

В результаті досліджень було, з досить високою точністю, визначено невідомі параметри ТЗІ, такі як: коефіцієнт ефективності захисту  $\gamma$  – 0,054%; ймовірність зламу від вкладеного у захист фінансування  $P(X)$  – 0,014%; спроба максимального значення ймовірності зламу у напрямку процесу зламу,  $m_c$  – 0,043%; час максимального значення ймовірності зламу у напрямку процесу зламу,  $t_c$  – 0,049%; наведене вкладене у захист фінансування  $X$  – 0,06%.

Неясним залишається питання, чому ймовірність цифрового коду, яка дорівнювала одиниці (тобто коду не було) дала досить великий відсоток помилки ймовірності зламу порядку  $P(n)$  - 9,12%.

З іншого боку, ця точність ближче до одиниці, ніж до ймовірності 0,5 (44,98%), при вгадуванні найпростішого цифрового коду, що складається з двох однозначних цифр. Можливо, відсоток помилки буде меншим при використанні ймовірності коду набагато меншої одиниці.

### Література

- [1]. Журиленко Б.Є. Оцінка проектованого та працюючого технічного захисту інформації за допомогою математичної моделі реального фізичного процесу зламу захисту//Б.Є.Журиленко// Захист інформації, том.23 №4, с.226-233. (2021) doi : 10.18372/2410-7840.23.16769
- [2]. Журиленко Б.Є. Математична модель фізичного процесу зламу технічного захисту інформації //Б.Є.Журиленко, К.І.Ніколаєв, Л.В.Рябова // Захист інформації, том.23, №3, с.167-176. (2021) doi: 10.18272/2410-7840.23.16405



УДК 004.056.5(043)

## МОДЕЛЬ АГЕНТНО-ОРІЄНТОВНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ

Dr.Sci. Н.Аксак<sup>1</sup> [0000-0001-8372-8432], Ph.D. М.Кушнар'юв<sup>1</sup> [0000-0002-3772-3195],  
А.Татарников<sup>1</sup> [0000-0002-1632-8188]

<sup>1</sup> Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна  
EMAIL: nataliia.axak@nure.ua, mauxion@gmail.com, andrii.tatarnykov@nure.ua

## THE MODEL OF AGENT-ORIENTED EDUCATIONAL PLATFORM

Dr.Sci. N. Axak, Ph.D. M. Kushnaryov, A. Tatarnykov  
Harkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

**Анотація.** В роботі пропонується архітектура агентно-орієнтовної навчальної платформи, яка може сприяти підвищенню якості освіти завдяки автоматизованій аналітиці та аналізу поведінки студентів.

**Ключові слова:** мультиагентні системи, віртуальні середовища

**Abstract.** The work proposes the architecture of an agent-oriented educational platform that can contribute to the improvement of the quality of education thanks to automated analytics and analysis of student behavior.

**Keywords:** multi-agent systems, virtual environments

Всебічне розповсюдження розподілених обчислень та Інтернет речей (Іот) призвело до поширення мультиагентних систем (МАС) у різних сферах діяльності, включаючи освіту. До основних досягнень мультиагентних систем [1,2,3] в освіті можна віднести таке:

- адаптація до потреб кожного учня, надаючи індивідуальну підтримку та рекомендації. МАС можуть враховувати стиль навчання, рівень знань, інтереси та особливості кожного учня, щоб створити оптимальні умови для навчання;

- створення віртуальних середовищ, в яких учні можуть спілкуватися та співпрацювати. МАС можуть розробляти завдання, які стимулюють колективну роботу, розвивають комунікативні навички та сприяють взаємодопомозі між учнями;

- допомога в створенні віртуальних лабораторій та середовищ для моделювання складних процесів. МАС дозволяють учням

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

експериментувати, спостерігати та аналізувати різні сценарії, що сприяє кращому розумінню матеріалу та розвитку практичних навичок;

- автоматизація процесу оцінювання знань учнів, використовуючи методи штучного інтелекту. MAC можуть аналізувати відповіді учнів, визначати їх рівень знань, ідентифікувати прогалини та пропонувати індивідуальні рекомендації для поліпшення результатів навчання;

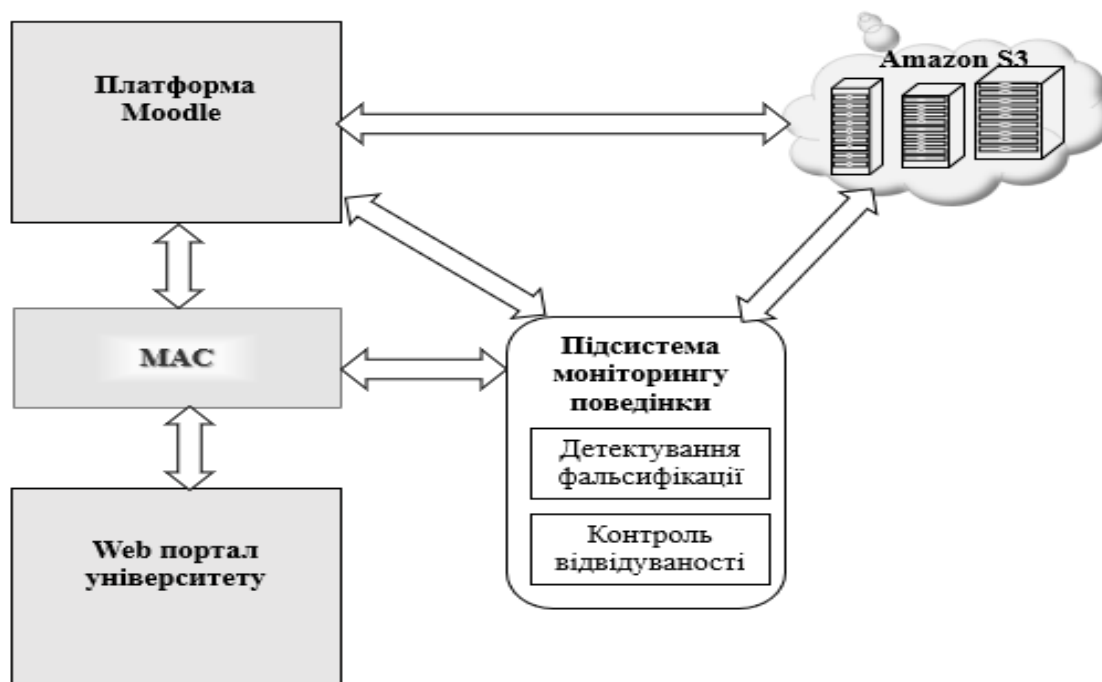
- допомога вчителям у багатьох аспектах їх роботи. MAC можуть забезпечувати педагогічну підтримку, надавати рекомендації для вдосконалення навчальних програм, стежити за прогресом учнів та надавати аналітику щодо ефективності навчання.

Ці досягнення вказують на потенціал мультиагентних систем у покращенні процесу навчання та наданні індивідуального підходу до учнів. Вони можуть сприяти підвищенню якості освіти та розвитку учнів у більш ефективний спосіб. Але використання мультиагентних систем в освіті також може стикатися з рядом проблем, що пов'язані зі складністю реалізації, інтеграцією з існуючими системами, високою вартістю розробки, проблемами безпеки та конфіденційності, тощо. Ці проблеми не є непереборними, але їх варто враховувати при розробці та впровадженні мультиагентних систем в освітню сферу.

В роботі пропонується архітектура агентно-орієнтовної навчальної платформи, яка може сприяти підвищенню якості освіти завдяки автоматизованій аналітиці та аналізу поведінки студентів.

Архітектура запропонованої агентно-орієнтовної навчальної платформи, що складається з таких компонентів: система управління навчанням Moodle, багатоагентна система (MAC), Веб портал університету, хмарне сховище даних Amazon S3 та підсистема моніторингу поведінки студентів [4], наведена на рис. 1. Система керування онлайн-навчанням Moodle LMS (Learning Management System) [5] - це відкрите, безкоштовне, веб-орієнтоване програмне забезпечення, створене для підтримки навчального процесу та ефективного управління навчанням онлайн.

Це потужна і гнучка навчальна платформа, яка допомагає створювати інтерактивні, ефективні та доступні навчальні курси для різних типів користувачів. Moodle дозволяє створювати онлайн-курси з різноманітними матеріалами: тексти, відео, аудіо, зображення, веб-посилання, інтерактивні завдання та багато іншого.



*Рисунок 1. Архітектура агентно-орієнтованої навчальної платформи*

Можна створювати і керувати користувачами з різними ролями: адміністратори, викладачі, студенти та інші. Кожен користувач має свій особистий обліковий запис з можливістю персоналізації налаштувань. Багатоагентна система (MAC) складається з агентів, які виконують різні ролі: агент “*Lecturer*” аналізує актуальну інформацію з LMS Moodle, Веб порталу університету, Amazon S3 та допомагає викладачу приймати рішення в освітньому процесі; агент “*Student*” аналізує актуальну інформацію з Веб порталу університету, від деканату та викладачів та допомагає студенту своєчасно виконувати індивідуальний план навчальної підготовки; агент “*Admin*” виконує необхідні дії для ефективної роботи платформи Moodle та Веб порталу університету; агент “*Rectorate*” допомагає надавати інформацію для Веб порталу університету.

Веб портал університету це офіційний сайт закладу освіти. Підсистема моніторингу поведінки користувача за допомогою веб камери відстежує присутність студентів на заняттях (модуль контроль відвідуваності), а також виявляє фальсифікацію під час проведення дистанційного тестування або іспиту (модуль детектування фальсифікації). Amazon S3 (Simple Storage Service) це сервіс-сховище

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

даних, який призначений для зберігання, обробки та розповсюдження великих обсягів даних з високою швидкістю та надійністю.

**Література**

- [1] Chen, Fei, et al. On the control of multi-agent systems: A survey. Foundations and Trends® in Systems and Control, 2019, 6.4: 339-499.
- [2] Mahela, Om Prakash, et al. Comprehensive overview of multi-agent systems for controlling smart grids. CSEE Journal of Power and Energy Systems, 2020, 8.1: 115-131.
- [3] Herrera, Manuel, et al. Multi-agent systems and complex networks: Review and applications in systems engineering. Processes, 2020, 8.3: 312.
- [4] Axak N., Tatarnykov, A. The Behavior Model of the Computer User, IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 2022, pp. 458-461.
- [5] Moodle LMS. URL: <https://moodle.com/solutions/lms/>

UDC 621.396.4 (045)

**SERIAL CONNECTION OF THE SAME TYPE OF BANDPASS  
FILTERS TO INCREASE THE ORDER OF SIGNAL PROCESSING  
IN THE INFORMATION AND CONTROL SYSTEM**

**T. Sytnikov** <sup>[0000-0002-0137-5643]</sup>, **Dr.Sci.V. Sytnikov** <sup>[10000-0003-3229-5096]</sup>,  
**Ph.D. O. Streltsov** <sup>[0000-0002-4691-5703]</sup>, **Ph.D. P. Stupen** <sup>[0000-0003-1952-6144]</sup>  
*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*  
*EMAIL: tykhon.sytnikov@gmail.com, sitnikov@op.edu.ua, streltsov.o.v@op.edu.ua,*  
*stupen@op.edu.ua*

**ПОСЛІДОВНЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ ОДНОТИПНОГО  
СМУГОВОГО ФІЛЬТРУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПОРЯДКОВОСТІ  
ОБРОБКИ СИГНАЛУ В ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІЙ  
СИСТЕМІ**

**Т. Ситников, Dr.Sci. В. Ситников, Ph.D. О. Стрельцов, Ph.D. П. Ступень**  
*Odessa Polytechnic National University, Україна*

***Abstract.** The paper is considered the problem of constructing system components with the possibility of rearranging their characteristics depending on the operating conditions. A new approach is proposed for calculating the parameters of a new connection with a series connection of low-order components of the same*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*type. The resulting ratio allows you to accurately calculate the frequencies of the  $n$ -th connection of the same type components. In addition, such a connection allows increasing the rate of rise and falling of the fronts of the amplitude frequency characteristic and reducing the bandwidth by 3 times with eight connected filters of the same type. Bandpass filters and notch filters are considered. Behavior of the AFC for serial connection is described.*

**Keywords:** *industry 4.0-5.0, frequency-dependent components, serial connection, amplitude frequency characteristic, bandpass filters.*

**Анотація.** *У роботі розглянуто задачу побудови компонентів системи з можливістю перебудови їх характеристик залежно від умов експлуатації. Запропоновано новий підхід до розрахунку параметрів нового з'єднання з послідовним з'єднанням однотипних компонентів низького порядку. Отримане співвідношення дозволяє точно розрахувати частоти  $n$ -го з'єднання однотипних компонентів. Крім того, таке підключення дозволяє збільшити швидкість наростання і спаду фронтів амплітудно-частотної характеристики і зменшити смугу пропускання у 3 рази при восьми підключених однотипних фільтрах. Розглядаються смугові фільтри та поведінка амплітудно-частотної характеристики для такого з'єднання.*

**Ключові слова:** *індустрія 4.0-5.0, частотно-залежні компоненти, послідовне з'єднання, амплітудна частотна характеристика, смугові фільтри.*

To date, the general approach to building such systems is based on the concept of Industry 4.0. Computerization and informatization of many research processes and industrial production has led to the emergence of the Industrial Internet of Things (Industrial Internet of Things, IIoT) [1]. To create such systems, it is necessary to have filters in the sensor signal processing channel that are capable of restructuring their characteristics by software or hardware, depending on the operating conditions, operating modes and the presence of interference to improve the efficiency of the system as a whole. The digital channel for sensor signals processing in mobile autonomous systems includes various filters. Basically, it is created on low-order filters, because this is due to the low cost of calculating the transfer function coefficients and the number of coefficients, the ease of setting or rebuilding the filter, moderate power consumption and processing time. To increase the order of signal processing, it is proposed to use a serial connection of the same type of digital bandpass filters.

With a serial connection, the transfer functions are multiplied, and in the case of devices of the same type, it is raised to a power. The purpose of the work is to improve the order of signal processing in the information and

control system due to the serial connection of the same type of digital filters, which is reduce the bandwidth and increase the steepness of the amplitude frequency characteristic (AFC). In addition, it is necessary to improve the approach to calculating the cutoff frequencies(граничных частот) of the new connection.

With a series connection of the same type of bandpass filters, the AFC of the new connection is compressed, as it were, while the cutoff frequencies are shifted to the center frequency and the steepness of the AFC increases. The square of the AFC of a first-order bandpass filter is described as

$$H^2(\varpi) = \frac{(2a_0 \sin(\varpi))^2}{(1-b_2)^2 + b_1^2 + 2b_1(1+b_2)\cos(\varpi) + 4b_2 \cos^2(\varpi)} \quad (1)$$

Usually, the level at which the cutoff frequency is determined is  $c = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$ , i.e.  $H(\varpi_c) = c$ , where  $\varpi_c$  — AFC cutoff at the level  $c$ . To determine the cutoff frequencies of the new AFC after connecting  $n$  filters of the same type according to the main AFC, it is necessary to solve [2]

$$H^2(\varpi) = \frac{(2a_0 \sin(\varpi_{1n}))^2}{(1-b_2)^2 + b_1^2 + 2b_1(1+b_2)\cos(\varpi_{1n}) + 4b_2 \cos^2(\varpi_{1n})} = \sqrt[n]{c^2} = c^{\frac{2}{n}} \quad (2)$$

where  $\varpi_{1n}$  — cutoff frequency at a new level  $\sqrt[n]{c}$ .

To simplify the representation of the result, introduce new notation

$$A = 4b_2 c^{\frac{2}{n}} + (1-b_2)^2; B = -b_1(1+b_2)c^{\frac{2}{n}}; \quad (3)$$

$$C = (1-b_2) \sqrt{(1-c^{\frac{2}{n}}) \left[ (4b_2 - b_1^2)c^{\frac{2}{n}} + (1-b_2)^2 \right]} \quad (4)$$

As a result, obtain the cutoff frequencies of the AFC with the  $n$ -th connection of the same type of filters

$$\varpi_{cn1} = \arccos\left(\frac{B+C}{A}\right); \quad \varpi_{cn2} = \arccos\left(\frac{B-C}{A}\right) \quad (5)$$

Serial connection of frequency-dependent components of low order of the same type leads to exponentiation of the transfer function and AFC. This leads to compression of the AFC with an increase in the steepness of the AFC. The paper shows, using the example of a band-pass filter, that with such a connection, the center frequency does not change. It remains in its place, the cutoff frequencies (left and right) are shifted to the center. In addition, a new approach is obtained for calculating the exact values of the cutoff frequencies and bandwidth.

### References

- [1] I. Grangel-González; P. Baptista; L. Halilaj; S. Lohmann; Maria-Esther Vidal; C. Mader, The industry 4.0 standards landscape from a semantic integration perspective, IEEE 22 (ETFA) (2017). doi: 10.1109/ETFA.2017.8247584 2017
- [2] L. I. Zhyvtsova, H. V. Ukhina, V. S. Sytnikov, O. V. Streltsov, P. V. Stupen, Integrated improvement of the efficiency of computer control system of spatial orientation settings of drilling facilities, Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (2022). doi: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-1/116>.

UDC 004.056.5(043)

## OPTIMIZED HASH FUNCTIONS FOR INTEGRITY CONTROL AND DATA RECOVERY IN EMBEDDED SYSTEMS

**Ph.D. I. Rozlomii O.** <sup>[0000-0001-5065-9004]</sup>, **Ph.D. A.Yarmilko** <sup>[0000-0003-2062-2694]</sup>,  
**S. Naumenko** <sup>[0000-0002-6337-1605]</sup>

*Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine  
EMAIL: inna-roz@ukr.net*

## ОПТИМІЗОВАНІ ХЕШ-ФУНКЦІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЦІЛІСНОСТІ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДАНИХ У ВБУДОВАНИХ СИСТЕМАХ

**Ph.D. I. O.Розломій, Ph.D. А. Ярмілко, С.Науменко С.**

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна*

***Abstract:** The method of constructing a generalized cryptographic hashing method for integrity control and data recovery with the introduction of minimal*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*redundancy is discussed. It is suggested to use a hash code system to control data integrity. They are built according to rules similar to the rules for building linear redundant codes. The method has the potential to be implemented in embedded systems, in particular, in IoT systems.*

**Keywords:** *Data integrity control, data recovery, hash function, matrix crypto transformations, redundant codes.*

**Анотація:** *Розглянуто метод побудови узагальненого криптографічного методу хешування для контролю цілісності та відновлення даних із впровадженням мінімальної надлишковості. Для контролю цілісності даних пропонується використовувати систему хеш-кодів. Вони будуються за правилами, подібними до правил побудови лінійних надлишкових кодів. Метод має потенціал для реалізації у вбудованих системах, зокрема, в системах IoT.*

**Ключові слова:** *контроль цілісності даних, відновлення даних, хеш-функція, матричні криптоперетворення, надлишкові коди.*

The rapid development of embedded systems technologies demands reliable methods for data integrity assurance that take into account the limited resources of embedded systems. Among various methods, hash function schemes are of significant interest. They are successfully applied in tasks related to localizing faulty blocks; however, they are not without drawbacks. The main one among them is the high redundancy when verifying the integrity of small-sized message block sequences.

Considering the mentioned drawback of existing solutions, the search for ways to reduce redundancy, introduced for a given level of data protection in the presence of random errors and destructive influences from an attacker, is relevant. Moreover, despite the widespread use of hash functions, they are relatively under-researched. Practical proposals for their application mainly focus on finding ways to enhance their cryptographic strength [1]. However, proposals for the application of hash functions that would allow reducing the introduced redundancy for a given level of data protection are very scarce. The results obtained up to the current period allow for the substantiated formulation of requirements for information protection means, including its authenticity and integrity control. A proven means of managing the authenticity of information transmission is error-resistant encoding [2]. Today, Hamming codes are considered a fundamental approach to building error-resistant systems for encoding and decoding digital data. Existing research and publications provide a sufficient foundation for generalizing the concepts of error-resistant coding and hashing methods [3]. They



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

confirm the fact that the theory of error-resistant coding, particularly Hamming correction codes, has been adapted to address data integrity issues in various application domains. The introduction of redundant information into transmitted data, which can be altered during network transmission, enables the detection and correction of errors at the receiver's end of the information message. The mathematical theory of constructing redundant (error-resistant) codes has made significant advancements. However, there exists a substantial gap between the level of theoretical achievements in error-resistant coding theory and the level of practical results derived from applying this theory.

We have proposed a method of cryptographic hashing based on Hamming codes for information protection and recovery. Using the mathematical framework of vector system theory, we have developed an algorithm for constructing linear hash codes to ensure data integrity in information systems. The construction rules of hash codes are influenced by the specified (or necessary) level of information resource protection. The redundancy of the control information depends on the need for error-correcting properties. The construction rules of linear hash code systems are analogous to the rules for constructing Hamming codes. Thus, a well-developed theory of linear redundant codes can be applied in the new area of constructing linear hash code systems. The main advantage of the proposed method is the ability to control information integrity and correct defects for a given level of protection with minimal redundancy and the capability to localize integrity violations and correct a specified number of errors. The developed linear hash codes, constructed by analogy to Hamming codes, allow for error correction in message blocks. However, the number of errors that can be corrected (the code's error-correcting capability) depends on the size of the redundant code (control blocks of information).

Therefore, it's essential to rationally select the necessary redundant code to ensure the required information reliability while not burdening communication channels with excessive redundant data. In other words, the goal is to achieve data integrity with minimal redundant code.

The proposed solutions can be applied both in traditional information systems and in the implementation of intelligent systems with hybrid human-machine intelligence.

An example of this is the contemporary concept of creating production systems (such as Industry 4.0, Industry 5.0), which focus on utilizing artificial intelligence as a secure, reliable, and responsible component within

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

a unified human-machine functional and communication space. The intellectualization of human-machine interaction, the cooperative nature of intelligent agent activities, and their interaction in an open functional space undoubtedly emphasize the issues of efficiency, security, and predictability of such systems. The urgency of these problems, directly related to the state of communication, is likely to intensify as these technologies transition from being unique and experimental projects to becoming widespread utilitarian applications. Since a common solution for creating modules of cooperative systems of this kind involves their replication on an embedded systems platform, the presence of constrained devices and battery life limitations will directly affect the operation of security subsystems.

Therefore, the security problem in such systems needs to be addressed comprehensively.

Methods and algorithms that are not only aligned with the main functional capabilities but also resource-efficient for the technical platform are of high priority. In general, the practical implementation of relevant software tools should contribute to enhancing trust among communication process participants by enabling the identification and recovery of damaged message fragments in the information stream. Considering these aspects, the proposed method of ensuring message integrity aligns with the general requirements for such means.

The obtained results provide a scientific and engineering toolkit for controlling and ensuring data integrity, with the ability to verify their authenticity after recovery in case of integrity violations. They also provide the necessary conditions for creating advanced and improving existing data storage systems.

### **References**

- [1] J. Andress, *The basics of information security: understanding the fundamentals of InfoSec in theory and practice*, 2nd. ed., Syngress, 2014.
- [2] J. Sima, J. Bruck, *On optimal k-deletion correcting codes*, *IEEE Transactions on Information Theory* 67.6 (2020) 3360-3375.
- [3] A. Yarmilko, I. Rozlomii, H. Kosenyuk, *Hash method for information stream's safety in dynamic cooperative production system*, in: S. Shkarlet et al. (Eds): *Mathematical Modeling and Simulation of Systems*, volume 344 of *Lecture Notes in Networks and Systems*, Springer, Cham, 2022, pp. 173-183. doi.org/10.1007/978-3-030-89902-8\_14.

УДК 004.056.5(043)

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МОДЕЛІ  
ДИНАМІКИ МЕХАТРОННОГО ОБ'ЄКТА**

**Ph.D. В.Зозуля** [0000-0003-3793-4686]

*Державний торговельно-економічний університет, Україна*

*EMAIL: irish38@ukr.net*

**INFORMATION TECHNOLOGY FOR IDENTIFYING THE MODEL  
OF MECHATRONIC OBJECT DYNAMICS**

**Ph.D. V. Zozulya**

*State University of Trade and Economics, Ukraine*

***Анотація:** метою даної роботи є розробка зручної інформаційної технології ідентифікації моделі динаміки багатовимірного рухомого об'єкта, мехатронного типу та збурень, що діють на нього під час функціонування, за даними векторів сигналів керування та сигналів на виході об'єкту, направленої на підвищення надійності отримання результатів обчислення.*

***Ключові слова:** платформи Стюарта, модель динаміки багатовимірного рухомого об'єкта*

***Abstract:** the purpose of this work is to develop a convenient information technology for identifying the dynamics model of a multidimensional moving object, mechatronic type, and the disturbances acting on it during operation, based on the data of control signal vectors and object output signals, aimed at increasing the reliability of obtaining calculation results.*

***Keywords:** stewart platforms, model of dynamics of a multidimensional moving object*

Особливий інтерес, в якості об'єкта ідентифікації, представляє просторові механізми паралельної кінематичної структури на основі платформи Стюарта, яка має шість однотипних кінематичних ланцюгів (штанг) [1]. Програмно регулюючи довжину штанг платформи Стюарта, можна керувати положенням вихідної ланки, переміщати її в вертикальному і горизонтальному напрямках, повертати в трьох площинах. Проведений аналіз видів завдань, які вирішуються механізмами на основі платформи Стюарта [2] дав можливість класифікувати його як багатоступеневий, багатокомпонентний і

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

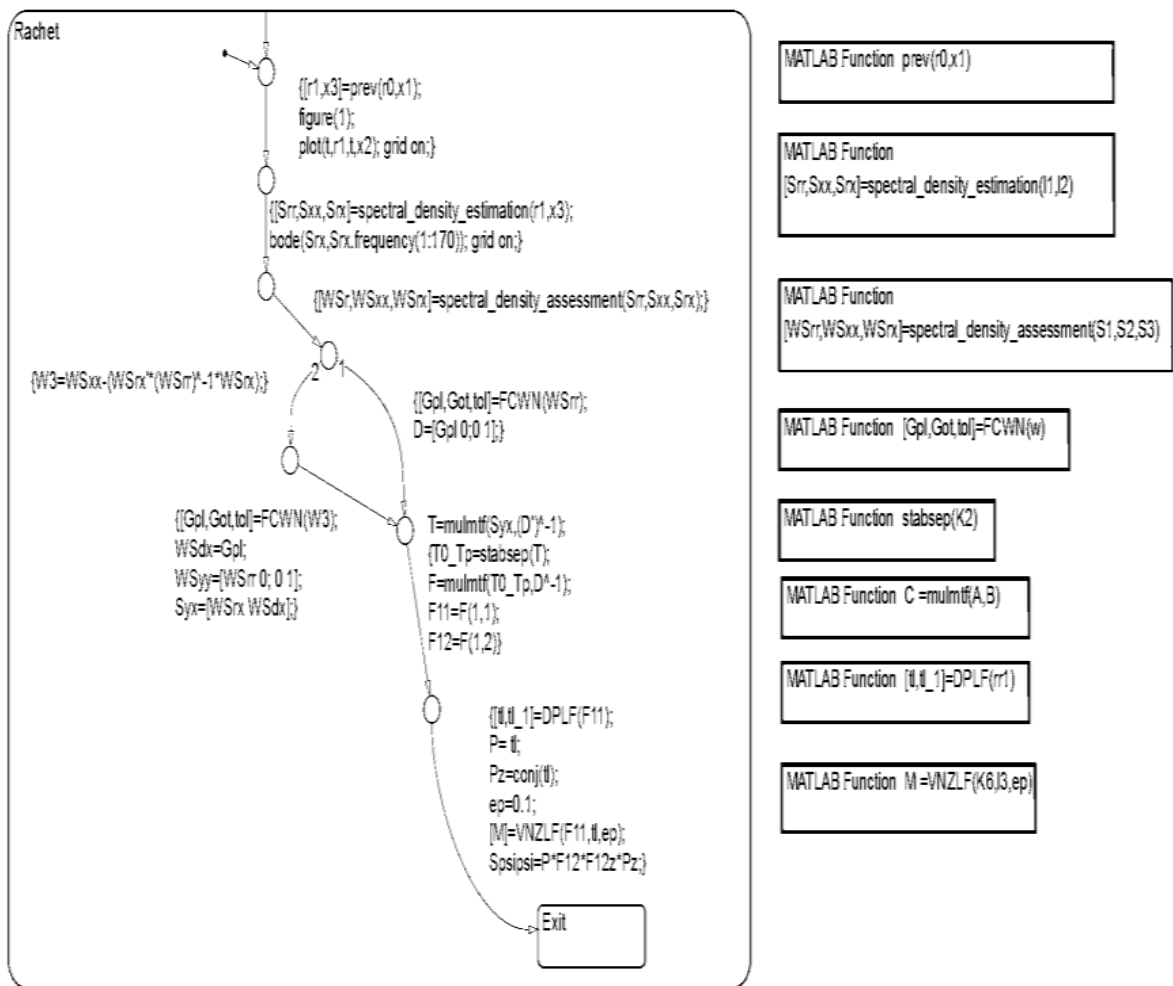
---

багатозв'язних мехатроний об'єкт, що діє в режимі програмного керування.

Обґрунтований в роботі [3] алгоритм дозволяє запропонувати інформаційну технологію ідентифікації моделі динаміки багатовимірного рухомого об'єкта. Для створення інформаційної технології ідентифікації використано прикладне середовище Stateflow Matlab, яка показала високу ефективність при вирішенні задач проектування багатовимірних систем автоматичного керування. Stateflow є інтерактивним інструментом розробки в області моделювання складних, керованих подіями систем, що характеризуються складною поведінкою. Програмний засіб Stateflow є розширенням системи Matlab Simulink та забезпечує можливість формування кінцевих автоматів шляхом побудови ієрархічних моделей у вигляді підсистем.

В системі Stateflow створена відповідна діаграма потоків, що реалізує інтерактивний процес ідентифікації моделі динаміки платформи Стюарта (рис. 1). Блок Racht в Stateflow включено в модель системи Simulink. Відмінною рисою інформаційної технології виконання етапів ідентифікації моделі динаміки багатовимірного рухомого об'єкта є підвищена точність та надійність виконання обчислень, які досягнуті за рахунок впровадження нового підходу до процесів факторизації поліноміальних матриць (функція FCWN (рис. 1)) та обчислювального алгоритму, побудованого на його основі, удосконалення алгоритмів множення поліноміальних матриць (функція Mulmtf (рис. 1)) з системи розрахунків Stateflow Matlab для зменшення втрати вірних значущих цифр за рахунок відповідного впорядкування і ранжирування елементарних операндів (функція Stabsep (рис. 1)), множення дробово-раціональних матриць (функція Mulmtf (рис. 1)) для зменшення зростання порядків результатів на основі використання операцій видалення відповідних полюсів праворуч та ліворуч (функції DPRT та DPLF (рис. 1)) та вводу відповідних нулів праворуч та ліворуч (функції VNZRT та VNZLF (рис. 1)).

Для підтвердження працездатності інформаційної технології та алгоритмічного забезпечення програмного комплексу було виконане моделювання для оцінки точності *ідентифікації* моделі динаміки платформи Стюарта, яке здійснено за допомогою інструменту моделювання SIMULINK середовища Matlab 2014a.



**Рисунок 1.** Діаграма потоків процесу ідентифікації моделі динаміки багатовимірного рухомого об'єкта в Stateflow

### Література

[1] Taghirad H.D. Parallel Robots. Mechanics and Control. Taylor & Francis Group, CRC Press; 2013. 533 p.

[2] Зозуля В.А. Класифікація завдань і принципів управління механізмом паралельної кінематичної структури для вирішення різних завдань. / В.А. Зозуля, С.І. Осадчий, Ю. Беляєв, Р. Pawłowski // Automation of Technological and Business Processes. – 2018. – Т.10 №2. – С. 18 – 29.

[3] Advances in Intelligent Robotics and Collaborative Automation. Chapter 2. The Dynamic Characteristics of the Manipulator With Parallel Kinematic Structure Based on Experimental Data // S.Osadchy, V. Zozulya, A. Timoshenko, - River Publishers, 2015. – pp. 27-48.

UDC 621.396.4 (045)

## CONCEPTS OF THE DEVELOPMENT OF A CIVIL NETWORK SYSTEM OF UNDERWATER TRAFFIC CONTROL

Ph.D. Y. Kalinichenko<sup>[0000-0003-2898-7313]</sup>

Odessa National Maritime University, Ukraine  
EMAIL kalinichenko.yevgeniy1964@gmail.com

## КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ ЦИВІЛЬНОЇ МЕРЕЖЕВОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІДВОДНИМ РУХОМ

Ph.D. Є. Калініченко

Одеський національний морський університет, Україна

**Abstract.** *The article examines the development of underwater space in the interests of maritime freight transport as such, which increases the carrying capacity of existing sea transport routes, increases energy efficiency and reduces the risks of freight transport, provided there is no negative impact on the movement of the vehicle by wind, surface waves and drift currents. In the future, hybrid data exchange systems will be created under water, based on the physical principles of data transmission by radio, laser, hydroacoustic communication.*

**Keywords:** *underwater space, underwater vehicles, hydroacoustics, cargo transportation.*

**Анотація.** *У статті розглядається освоєння підводного простору в інтересах морського вантажного транспорту як такого, що підвищує пропускну спроможність існуючих морських транспортних шляхів, підвищує енергоефективність та знижує ризики вантажного транспорту за умови відсутності негативного впливу на рух вітром, поверхневими хвилями та дрейфовими течіями. У перспективі під водою будуть створені гібридні системи обміну даними, засновані на фізичних принципах передачі даних за допомогою радіо-, лазерного, гідроакустичного зв'язку.*

**Ключові слова:** *підводний космос, підводні апарати, гідроакустика, вантажоперевезення.*

The doctrine of transportation by sea transport is to reduce the cost price. Conceptually, the specified doctrine is ensured by savings on the construction and engineering maintenance of highways and railways. Sea routes do not exclude land area from use. An additional resource of sea transport is the ability to transport cargoes that are extremely large in

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

volume and weight. The advantage of sea transport is the absence of settlements along the shipping routes, which allows for the safe transportation of explosive, chemically aggressive and radioactive cargoes for the population. The use of the transport resource of the sea underwater space logically fits into the concept of the implementation of the world maritime transport doctrine. Movement under water does not depend on weather conditions, therefore it is safer and has less energy consumption. The creation of an extensive network of cargo transportation in the underwater space, as an alternative to conventional shipping, will first of all be implemented by ensuring traffic in certain directions, that is, along underwater shipping lanes. In the open ocean, that is, at depths of more than 200 meters, traffic can be additionally organized along appropriate corridors, that is, in different directions in a certain range of depths. Thus, the analogue of the 3D cargo transportation system in the underwater space is the aircraft transport system. The world's maritime transport network has witnessed a significant rise in ship traffic density, resulting in heightened congestion and potential safety hazards. This phenomenon is especially pronounced on water surfaces, where a dense network of vessels vies for space, posing challenges for efficient and secure cargo transportation.

The escalation of ship traffic density on global waterways is a well-documented consequence of increased international trade and maritime activities. Studies such as those conducted by the International Maritime Organization (IMO) and the World Maritime University have indicated a substantial surge in vessel movements, leading to congestion in key shipping routes. This congestion not only reduces the maneuverability of ships but also raises concerns about collision risks, navigational complexities, and delays in cargo delivery. As ship traffic continues to grow, particularly in strategic maritime corridors such as the Suez Canal, Panama Canal, and other major straits, it becomes imperative to explore alternative transportation routes. One promising avenue is the exploration of underwater cargo transportation using unmanned vehicles, which could offer a solution to the challenges posed by surface ship congestion. Conventional cargo transportation on water surfaces is susceptible to the unpredictable forces of meteorological conditions such as cyclones, strong winds, and high wave heights. This juxtaposition of adverse weather patterns with dense ship traffic increases the vulnerability of cargo shipments, highlighting the need for alternative transportation methods. Meteorological conditions play a pivotal role in shaping the safety and efficiency of maritime transportation.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Studies conducted by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) [1] and the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [2] have underscored the escalating intensity and frequency of extreme weather events, including cyclones, hurricanes, and intense wind patterns, in key shipping regions. The interaction of these meteorological phenomena with densely populated shipping routes can lead to disruptions, delays, and even catastrophic accidents. High wave heights, driven by powerful winds, further amplify these challenges, endangering cargo integrity and crew safety. The concept of underwater cargo transportation through unmanned vehicles offers a promising avenue to mitigate these risks. By operating beneath the water's surface, these vehicles can potentially evade the impact of surface-level meteorological conditions. This could lead to enhanced safety, reduced cargo vulnerability, and improved delivery reliability compared to traditional shipping methods. While underwater cargo transportation offers significant advantages, it also presents a set of complex challenges that must be addressed. These challenges encompass safe navigation, effective vehicle control, communication in deep waters, and reliable positioning. Drawing on a hybrid of existing naval technologies, a comprehensive solution emerges that leverages optical fiber links, hydroacoustic communication, laser-based communication, inertial positioning methods, satellite-based control, and underwater automatic identification systems. Safe underwater navigation remains a paramount concern due to the intricate nature of underwater environments. Addressing this concern necessitates the integration of advanced technologies. The Tactical Underwater Network Architecture (TUNA), developed by the Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) [3], proposes an optical fiber link that enables reliable underwater communication and navigation. Hydroacoustic underwater wireless communication offers another avenue for robust communication in deep waters. Research by Hughes and Lee [4] explores the potential of hydroacoustic modems for reliable and high-capacity data transfer underwater. Short-distance underwater communication benefits from laser-based methods. The work by Geng et al. [5] introduces the concept of underwater laser communication, enabling high-speed data transmission over short ranges. Satellite-based control systems have demonstrated feasibility in experiments such as the Seaweb 2005 project, allowing for direct and remote control of underwater vehicles. Furthermore, underwater automatic identification systems (AIS) could enable operators to track, identify, and monitor the positions of



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

vehicles underwater. By combining these diverse technologies, a comprehensive framework emerges for overcoming the challenges associated with underwater cargo transportation, ensuring safe and efficient operations.

**References**

- [1] National Oceanic and Atmospheric Administration. "Extreme Weather and Climate Change: Assessing the Science." NOAA Climate Program Office, 2017.
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change. "Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate." IPCC, 2019.
- [3] Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). "Tactical Underwater Network Architecture (TUNA)." DARPA, 2015.
- [4] Hughes, Chris and Lee, Earl. "Hydroacoustic Modem Communication for Underwater Unmanned Vehicles." OCEANS, 2017.
- [5] Geng, Xin et al. "Underwater Laser Communication Using a 450-nm Continuous-Wave Laser Diode." Optics Letters, 2017.

UDC 621.396.4 (045)

**RF-PSO: AN OPTIMIZED APPROACH FOR DIABETES  
PREDICTION**

**Amine Ziane<sup>1,2</sup>, Houda El Bouhissi<sup>1, 2</sup>[0000-0003-3239-8255], Lamia Rahmani<sup>1</sup>,  
Meriem Medbal<sup>1</sup> and Mariia Kostiuk<sup>3</sup> [0000-0002-9559-4109]**

<sup>1</sup> LIMED Laboratory, Faculty of Exact Sciences, University of Bejaia, Algeria

<sup>2</sup> Laboratoire LITAN, Ecole Supérieure en Sciences et Technologies de  
l'Informatique et du Numérique, Algeria

<sup>3</sup> Khmelnytskyi National University, Ukraine

EMAIL: amine.ziane@univ-bejaia.dz, houda.elbouhissi@gmail.com

lamia.rahmani@univ-bejaia.dz, meriem.medbal@univ-bejaia.dz, maria@khnu.km.ua

**RF-PSO: ОПТИМІЗОВАНИЙ ПІДХІД ДО ПРОГНОЗУВАННЯ  
ДІАБЕТУ**

**Amine Ziane<sup>1,2</sup>, Houda El Bouhissi<sup>1,2</sup>, Lamia Rahmani<sup>1</sup>, Meriem Medbal<sup>1</sup> та  
Марія Костюк<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Лабораторія LIMED, Факультет точних наук, Університет Беджайя, Алжир

<sup>2</sup> Лабораторія ЛІТАН, Вища школа наук та технологій інформатики та  
нумерики, Алжир

<sup>3</sup> Хмельницький національний університет Україна

**Abstract.** Diabetes is a chronic disease due to a malfunction of the pancreas, which leads to high concentration of blood sugar in the blood, and can affect the

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*functioning of the body system. We need to develop a system capable of effectively diagnosing diabetic patients using medical details. This work is a continuation of our previous contribution for diabetes prediction; we will use a swarm intelligence algorithm to extract best features for training the Random Forest model. Results showed that the combination of these models provides better accuracy.*

**Keywords:** RF-PSO model, system architecture  
*Keywords: RF-PSO model, system architecture*

**Анотація.** Цукровий діабет є хронічним захворюванням, спричиненим порушенням роботи підшлункової залози, що призводить до високої концентрації цукру в крові та може вплинути на функціонування системи організму. Нам потрібно розробити систему, здатну ефективно діагностувати хворих на діабет за допомогою медичних даних. Ця робота є продовженням нашого попереднього внеску щодо прогнозування діабету; ми будемо використовувати алгоритм ройового інтелекту, щоб отримати найкращі функції для навчання моделі Random Forest. Результати показали, що поєднання цих моделей забезпечує кращу точність.

**Ключові слова:** модель RF-PSO, архітектура системи

Diabetes is a widely chronic malady that occurs when the pancreas does not produce enough insulin, or when the body cannot effectively use it has produced insulin [1].

Researchers have built various systems to reduce the risk of infection by enabling early detection and a better understanding the factors that significantly regulate it.

All these works differ in precision and accuracy.

The present study, which is a continuation of our previous contribution [2], propose a novel approach using the PSO (Particle Swarm Optimization) algorithm and RF classifier for diabetes prediction (RF-PSO).RF [3] is an ensemble learning method that combines multiple decision trees to make predictions.

PSO [4] is a metaheuristic optimization algorithm inspired by the social behavior of bird flocking or fish schooling for feature selection.

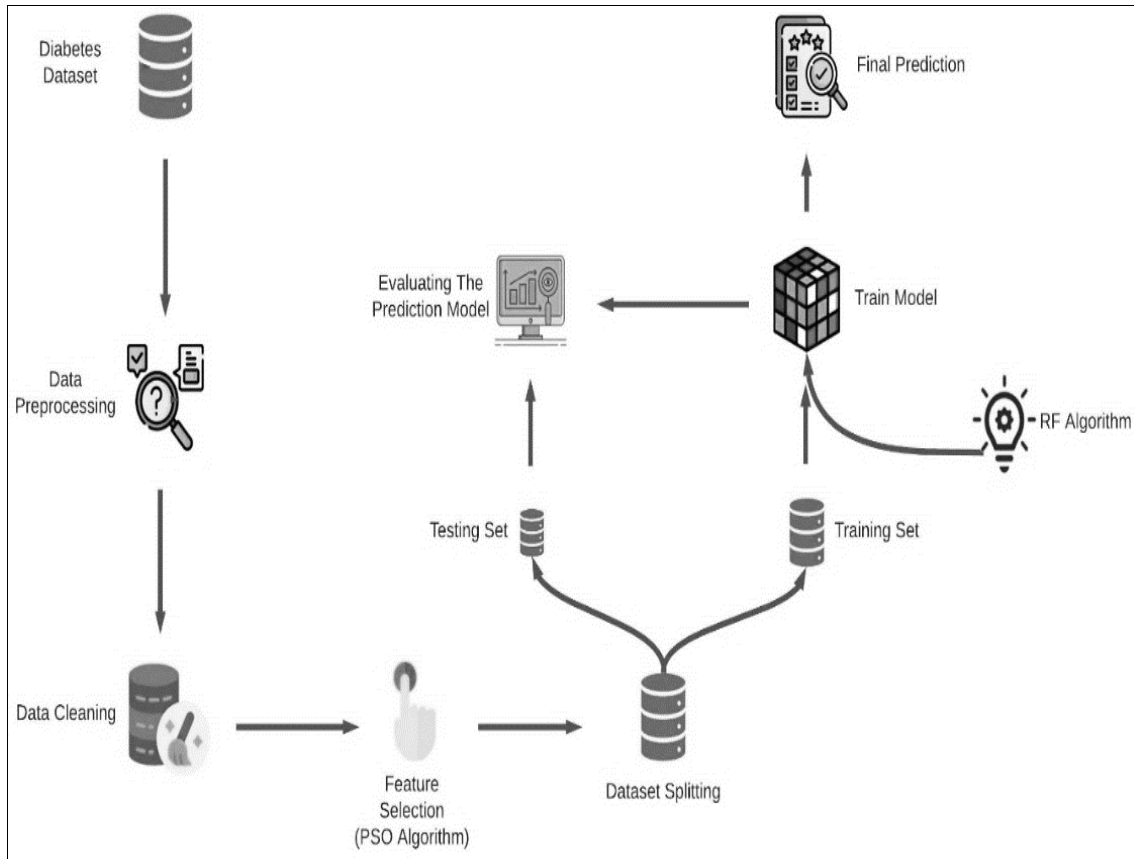
The aim of our research is to predict in the future whether a healthy person will become diabetic or not, based on data concerning the person and his/her personal information and history.

The Figure 1 depicted the overall architecture of the proposal, called RF-PSO, which involves four main steps:

The first step concerns the data collection.

The second step involves various phases for data processing.

The third step includes the selection of the best features for the RF algorithm; this step is performed using PSO.



*Figure 1. System architecture*

Finally, the last step concerns the prediction process using the RF algorithm.

To evaluate and validate the proposed approach, we implemented a software tool in python. Machine learning metrics are used to evaluate the performance and effectiveness of RF-PSO model [5]. The combination of RF and PSO gives highest accuracy of 90% with a 10% increase regarding RF model. We conclude that by using PSO for feature selection, we obtain an improved accuracy. In this paper, we have explored and analyzed the main related works for diabetes diagnosis and we have proposed a hybrid model based on RF and PSO. This model revealed a highest accuracy. In our future work, we plan to examine other swarm intelligence optimization algorithms such as Elephant Herding Optimization (EHO) and Grey Wolf Optimization (GWO) to achieve a better accuracy.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

---

**References**

- [1] Diabetes. Retrieved, June 2023, from <https://www.who.int/health-topics/diabetes>.
- [2] El Bouhissi, Houda, Rafa E. Al-Qutaish, Amine Ziane, Kamal Amroun, Nabila Yaya, and Melissa Lachi. "Towards Diabetes Mellitus Prediction Based on Machine-Learning." In 2023 International Conference on Smart Computing and Application (ICSCA), pp. 1-6. IEEE, 2023.
- [3] Eesha Goel and Er. Abhilasha, "Random Forest: A Review", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, vol. 7, no. 1, pp. 251-257, January 2017.
- [4] Ali, E. S., El-Sehiemy, R. A., El-Ela, A. A. A., Kamel, S., & Khan, B. (2022). Optimal planning of uncertain renewable energy sources in unbalanced distribution systems by a multi-objective hybrid. PSO–SCO algorithm. IET Renewable Power Generation, 16(10), 2111-2124.
- [5] Amini, Mahyar, and Ali Rahmani. "Machine learning process evaluating damage classification of composites." International Journal of Science and Advanced Technology 9, no. 2023 (2023): 240-250.

UDC 621.396.4 (045)

**INTELLIGENT AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF  
UNIVERSAL ROBOTIC PLATFORM'S ADHESION**

**Y. Zheng<sup>1</sup>[0000-0003-4690-098X], Dr.Sci. O. Kozlov<sup>2</sup>[0000-0003-2069-5578],  
Ph.D. G. Kondratenko<sup>2</sup>[0000-0002-8446-5096], A. Denysenko<sup>2</sup>[0009-0001-0816-462X]**

<sup>1</sup>*Yancheng Polytechnic College, Yancheng, China, ,*

<sup>2</sup>*Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine,*

*EMAIL: and\_bsb@126.com, kozlov\_ov@ukr.net,*

*halyna.kondratenko@chmnu.edu.ua, andrij.denysenko@gmail.com*

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ  
ЗЧИПЛЕННЯМ УНІВЕРСАЛЬНОЇ РОБОТИЗОВАНОЇ  
ПЛАТФОРМИ**

**Ю. Чжен<sup>1</sup>, Dr.Sci. О. Козлов<sup>2</sup>, Ph.D. Г. Кондратенко<sup>2</sup>, А. Денисенко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Яньченський політехнічний коледж, Китай,*

<sup>2</sup>*Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Україна,*

***Abstract.** The proposed system has the two-level structure (with tactical and executive levels of automatic control) and is based on the principles of artificial intelligence that provide flexible automatic control of the adhesion force depending*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*on the various modes of movement of the platform and the performance of various technological operations, as well as on many other factors.*

***Keywords:** mobile robotics, automatic control, universal mobile robotic platforms*

***Анотація.** Запропонована система має дворівневу структуру (з тактичним і виконавчим рівнями автоматичного керування) і базується на принципах штучного інтелекту, що забезпечує гнучке автоматичне керування силою зчеплення залежно від різних режимів руху платформи та продуктивності. різноманітних технологічних операцій, а також від багатьох інших факторів.*

***Ключові слова:** мобільна робототехніка, автоматичне керування, універсальні мобільні роботизовані платформи*

This study is devoted to modern aspects of mobile robotics, namely to the universal mobile robotic platforms (UMRP) that can be used in various technological environments and conditions to perform different technical tasks at industrial facilities and enterprises.

The given platforms are capable of moving on horizontal surfaces with complex terrain as well as climbing vertically on sheer walls and ceilings and are the universal autonomous means of carrying out complex operations in hard-to-reach and dangerous places for humans [1].

One of the biggest challenges in operating these robotic platforms is proper adhesion control when moving on inclined planes [2, 3]. In this paper, the authors performed the design and study of the intelligent adhesion control system that provides efficient and reliable fastening and movement of the platform on inclined surfaces of various types. This system is based on fuzzy control principles that allows determining the necessary adhesion force of the robotic platform for its safe and efficient use at various angles of the surface inclination [4, 5].

Moreover, the proposed system has the two-level structure (with tactical and executive levels of automatic control) and is based on the principles of artificial intelligence that provide flexible automatic control of the adhesion force depending on the various modes of movement of the platform and the performance of various technological operations, as well as on many other factors. In particular, the tactical-level subsystem is designed on the basis of fuzzy logic and allows determining the necessary adhesion force of the UMRP to the working surface taking into account the current values of the angle of inclination of the surface, the coefficient of friction and the traction

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

force of the propulsion devices. In turn, the designed fuzzy subsystem is implemented on the basis of Mamdani-type inference engine and has 54 production rules in the rule base compiled on the basis of expert knowledge.

This gives the opportunity to ensure the most efficient use of the adhesion device with energy saving that provides reliable holding and movement of the platform on the working surface with different inclinations and characteristics in the process of performing various technological operations.

The high efficiency of the developed fuzzy subsystem of the tactical level is confirmed by the simulation results obtained in the form of characteristic surfaces for various conditions.

Moreover, the additional advantage of this system is that it can be successfully applied to determine the adhesion force for various types of the adhesion devices (propeller, vacuum, magnetic, electromagnetic, and others).

Further research should be carried out towards the development of the executive-level intelligent subsystem of the UMRP based on the neural network controller for providing high accuracy and speed of the adhesion force stabilization and automatic control when performing various technological operations.

### **References**

- [1] Canelon-Suarez, D., Wang, Y., Papanikolopoulos, N. Omnibot: A Small Versatile Robotic Platform Capable of Air, Ground, and Underwater Operation, in: 2020 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), Athens, Greece, 2020, pp. 1742-1747. doi: 10.1109/ICUAS48674.2020.9214021.
- [2] Kondratenko, Y. P. Robotics, automation and information systems: future perspectives and correlation with culture, sport and life science, in: A.M. Gil-Lafuente, C. Zopounidis (Eds.), Decision making and knowledge decision support system: Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Switzerland, Springer International Publishing, Vol. 675, 2015, pp. 43-56.
- [3] Kondratenko, Y.P., Kondratenko, V.Y. Advanced Trends in Design of Slip Displacement Sensors for Intelligent Robots, in: R. Duro, Y. Kondratenko (Eds.), Advances in Intelligent Robotics and Collaborative Automation, River Publishers, 2015, pp. 167-192. doi: 10.1201/9781003337119-8
- [4] Zadeh, L.A., Abbasov, A.M., Yager, R.R., Shahbazova, S.N., Reformat, M.Z. (Eds.). Recent developments and new directions in soft computing. STUDEFUZ 317, Cham: Springer, 2014. DOI 10.1007/978-3-319-06323-2

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

[5] Kozlov, O., et al., Synthesis and Optimization of Green Fuzzy Controllers for the Reactors of the Specialized Pyrolysis Plants, in: Kharchenko V., Kondratenko Y., Kacprzyk J. (Eds.) Green IT Engineering: Social, Business and Industrial Applications, Studies in Systems, Decision and Control, Vol 171, Springer, Cham, 2019, pp. 373-396. doi: 10.1007/978-3-030-00253-4\_16

УДК 004.056.5(043)

**СТЕГАНОВАНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД ДЛЯ ЕКСПЕРТИЗИ  
ЦИФРОВОГО ВІДЕО**

**Dr.Sci. I. Бобок**<sup>[0000-0003-4548-0709]</sup>, **Dr.Sci. А.Кобозєва**<sup>[0000-0001-7888-0499]</sup>,  
**Ph.D. Н. Кушниренко**<sup>[0000-0003-3722-0229]</sup>

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна  
EMAIL: onu\_metal@ukr.net, alla\_kobozeva@ukr.net, infsec2011@gmail.com*

**STEGANO-ANALYTIC METHOD FOR DIGITAL VIDEO  
EXAMINATION**

**Dr.Sci. I. Bobok, Dr.Sci. A. Kobozieva and Ph.D. N. Kushnirenko**  
*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** В роботі запропонований стеганоаналітичний метод для виявлення результатів вбудови додаткової інформації в цифровому відео одним з найпоширеніших на сьогоднішній день стеганографічних методів – LSB-методом*

***Ключові слова:** стеганографія, захист інформації*

***Abstract.** The work proposes a steganoanalytic method for detecting the results of embedding additional information in a digital video using one of the most common steganographic methods today - the LSB method*

***Keywords:** steganography, information protection*

Стеганографія в даний момент залишається одним з основних напрямків захисту інформації.

Розвиток цього напрямку відбувається швидко й ефективно. Але необхідність уникнення негативних наслідків прихованої комунікації, метою якої є протиправні дії, приводить до підвищення актуальності

стеганоаналізу, основною задачею якого є виявлення наявності додаткової інформації в тому чи іншому інформаційному контенті.

Перевага при організації прихованого каналу зв'язку сьогодні віддається цифровому відео (ЦВ): по-перше, відео-трафік сьогодні становить основну частину всього споживчого інтернет-трафіка, по-друге, саме відео дає можливість забезпечити високу пропускну спроможність прихованого каналу зв'язку, зокрема, у режимі реального часу [1], по-третє, сучасний стеганоаналіз відео відстає від необхідного рівня у силу складності задачі, що розглядається, зокрема в умовах малої пропускну спроможності прихованого каналу (ПСПК) [1].

В роботі запропонований новий ефективний стеганоаналітичний метод для виявлення результатів вбудови додаткової інформації в ЦВ одним з найпоширеніших на сьогоднішній день стеганографічних методів – LSB-методом [2]. Основою розробленого методу є чутливість до збурних дій встановленої авторами раніше властивості лінійності частоті сингулярних векторів матриць кадрів оригінального ЦВ, де частість  $\bar{\eta}$  сингулярного вектору  $u_i, i = \overline{1, n}$ ,  $n \times n$ -матриці  $F$  кадру визначається наступним чином [3]:

$$\bar{\eta} = \begin{cases} \frac{\eta}{2}, & \text{якщо } \eta - \text{парне} \\ \frac{\eta + 1}{2}, & \text{якщо } \eta - \text{непарне} \end{cases}$$

де  $\eta$  - кількість змін знака координат  $u_i, i = \overline{1, n}$ .

У ході розробки методу були встановлені кількісні відмінності характеристик функції залежності частоті сингулярного вектору матриці кадру ЦВ від його номера  $fr(i), i = \overline{1, n}$ , для оригінальних контентів і стеганоповідомлень, отриманих за допомогою LSB-метода з використанням різної ПСПК. У якості таких характеристик у результаті обґрунтованого вибору виступили: середні значення по всіх кадрах ЦВ максимального відхилення функції  $fr(i)$  від її лінійної апроксимації, а також мода гістограми максимальних відхилень  $fr(i)$



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

від лінійної апроксимації, отриманих для кожного кадру цифрового відео.

Установлені кількісні відмінності дали можливість для розробки алгоритмічної реалізації запропонованого методу, ефективність якої у випадку малої ПСПК (<0.25 біт/піксель) перевищує ефективність найкращого сучасного аналога [4], визначену за допомогою параметра *ACC* – точності виявлення порушення цілісності [5]:

$$ACC = (TP + TN) / (TP + FN + TN + FP),$$

де *TP* (*True Positive*) — кількість вірно виявлених стеганоповідомлень; *TN* (*True Negative*) — кількість вірно виявлених контейнерів; *FP* (*False Positive*) — кількість контейнерів, що помилково визначені як стеганоповідомлення (помилки II роду); *FN* (*False Negative*) — кількість невиявлених стеганоповідомлень (помилки I роду), при цьому максимальне підвищення відповідає ПСПК=0.1 біт/піксель в умовах, коли вбудова додаткової інформації відбувається в 40% кадрів ЦВ, і складає більше 11%, що дало можливість підвищити ефективність стеганоаналізу ЦВ у цілому.

### Література

- [1] M. Bouzegza, A. Belatreche, A. Bouridane, M. Tounsi, A comprehensive review of video steganalysis, *IET Image Process.* 16 (2022) 3407–3425. doi:10.1049/ipr2.12573
- [2] M. Fateh, M. Rezvani, Y. Irani, A New Method of Coding for Steganography Based on LSB Matching Revisited, *Security and Communication Networks* 2021 (2021). doi:10.1155/2021/6610678
- [3] A.A. Kobozeva, A.V. Sokolov, The Sufficient Condition for Ensuring the Reliability of Perception of the Steganographic Message in the Walsh-Hadamard Transform Domain, *Problemele Energeticii Regionale* 2 (2022) 84-100. doi:10.52254/1857-0070.2022.2-54.08
- [4] K. Wu, Research of Video Steganalysis Algorithm Based on H265 Protocol, in: *MATEC Web of Conferences* 25, 03003 (2015). doi:10.1051/mateconf/20152503003
- [5] S. Geetha, S. Sindhu, N. Kamaraj, Close Color Pair Signature ensemble Adaptive Threshold based Steganalysis for LSB Embedding in Digital Images, *Trans. Data Privacy* 1 (2009) 140–161.

УДК 004.519

**СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ МАКЕТНОЇ ПЛАТИ ДЛЯ  
ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРА ATMEL ATMEGA8 І  
ПЕРЕВІРКИ РОБОТИ ПРОГРАМ**

**Ph.D. С. Загороднюк, Ph.D. Б. Сусь, Ph.D. О. Баужа, В. Маляренко**  
*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна*  
*EMAIL: bnsuse@gmail.com, asb@mail.univ.kiev.ua, szagorodniuk@gmail.com*

**CREATION OF AN ELECTRONIC MOCK BOARD FOR  
PROGRAMMING THE ATMEL ATMEGA8 MICROCONTROLLER  
AND CHECKING THE OPERATION OF THE PROGRAMS**

**Ph.D. S. Zahorodniuk, Ph.D. B. Sus, Ph.D. O. Bauzha, V. Malyarenko**  
*Kyiv National University named after Taras Shevchenko, Ukraine*

***Анотація.** В статті описано етапи розробки та виготовлення макетної макетної плати для програмування мікроконтролера Atmel AtMega8 і перевірки роботи програм макетної плати.*

***Ключові слова:** мікроконтролер, системне переривання, таймер, семисегментний індикатор*

***Abstract.** The article describes the stages of development and production of a mock-up breadboard for programming the Atmel AtMega8 microcontroller and checking the operation of breadboard programs.*

***Keywords:** microcontroller, system interrupt, timer, seven-segment indicator*

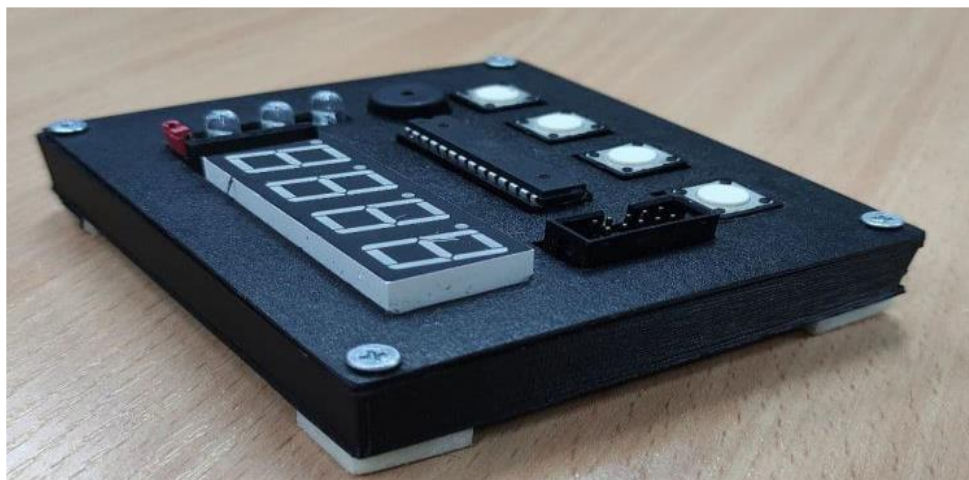
**Вступ.** Корпорація Atmel (США) добре відома на міжнародному ринку електронних компонентів і є одним із визнаних світових лідерів у розробці та виробництві складних виробів сучасної мікроелектроніки – пристроїв енергонезалежної пам'яті високої швидкодії та мінімального питомого енергоспоживання, мікроконтролерів загального призначення та мікросхем програмованої логіки [1].

Мікроконтролери AVR – один із найцікавіших напрямів, розвитку якого приділяє велику увагу корпорація Atmel [1,2]. Ці мікросхеми є потужним інструментом для створення високопродуктивних та економічних контролерів багатоцільового призначення, у тому числі і вбудованих. На даний момент співвідношення “ціна – продуктивність

– енергоспоживання” для AVR є одним з найкращих на світовому ринку 8-ми розрядних мікроконтролерів. Можна вважати, що AVR є індустріальним стандартом серед 8-розрядних мікроконтролерів загального призначення. На цей час у виробництві Atmel наявні два сімейства AVR – “Tiny” та “Mega”, які мають різні області застосування [2]. Зокрема, “Tiny” AVR – це інтелектуальні автомобільні датчики різного призначення, іграшки, ігрові приставки, зарядні пристрої, детектори диму та полум’я, побутова техніка, різні інфрачервоні пульти дистанційного керування. У свою чергу, “Mega” AVR – це аналогові (NMT, ETACS, AMPS) та цифрові (GSM, CDMA) мобільні телефони, принтери та контролери для них, контролери апаратів факсимільного зв’язку та ксероксів, контролери сучасних дискових накопичувачів тощо [2,3]. Метою створення макетної плати є організація і проведення лабораторного практикуму для студентів, які зможуть самостійно написати нову програму для мікроконтролера ATmega8, записати її до мікроконтролера і перевірити правильність виконання програми за допомогою засобів введення та виведення інформації макетної плати [3]. Такими засобами є відповідно кнопки та індикатор з семисегментними індикаторами. Таким чином, студенти добре ознайомлюються з практичною реалізацією гарвардської архітектури ЕОМ на прикладі 8-розрядного мікроконтролера з ядром AVR (ATmega8), а також із основними зовнішніми модулями сучасних мікроконтролерів.

**Особливості макетної лабораторної плати.** Схема (рис. 1) містить 46 компонентів. Контролер ATMEGA 8 має 28 виводів для підключення до компонентів схеми. Контролер підключений до схеми через спеціальний сокет на 28 контактів, що дозволяє використовувати різні контролери ATMEL у макетній платі. І тому, у разі необхідності високої обчислювальної потужності, можна зробити заміну контролера на більш потужний. І навпаки, за необхідності здешевлення продукту або зменшення електроспоживання, є можливість змінити контролер, наприклад, на ATtiny, вартість якого менше 2 \$ за одиницю. Для підключення плати до контролера (комп’ютера) у схему інтегрований роз’єм H10-10, який має 10 виводів (3-й вивід у даному випадку не використовується). За допомогою цього роз’єму програматор AVR USBasp підключається до плати і через нього виконується запис програмного забезпечення у пам’ять мікроконтролера. До інших компонентів схеми можна віднести: 4 кнопки для керування системою;

гучномовець, який підключений через NPN транзистор до мікроконтролера; 3 світлодіоди. Код команд реалізується мовою C.



*Рисунок 1. Зовнішній боковий вигляд макетної плати з мікроконтролером ATМega8.*

Але, оскільки мікроконтролер “не розуміє” мову високого рівня, для нього необхідно створити код з команд, що записані шістнадцятковими числами. Ці команди повинні зберігатися в файлі з розширенням .hex. Однією з програм для перетворення коду C в hex-файл може служити AVR Studio 5. З інтерфейсом даного програмного середовища можна ознайомитись в [3]. Крім компіляції коду, написаного мовою C, потрібно записати програму до самого контролера. Така задача може бути вирішена за допомогою програмами-програмами AVR Dude або eXtreme Burner AVR. Увесь корпус макетної плати надрукований 3D-принтером за допомогою чорної пластикової нитки, через що в лабораторії є в наявності 10 таких плат, які мають практично однаковий вигляд. Їх відрізняє лише те, що на одні макетні плати укомплектовані червоними семисегментними індикаторами, а другі плати - зеленими семисегментними індикаторами. Мікроконтролер ATМega 8 має як восьмирозрядні, так і шістнадцятирозрядні таймери-лічильники. Кожний восьмирозрядний таймер є один восьмирозрядний регістр, який для мікроконтролера є регістром вводу / виводу. Цей регістр зберігає поточне значення таймера та називається лічильним регістром. Шістнадцятирозрядні таймери мають шістнадцятирозрядний

лічильний регістр. Кожний регістр має своє ім'я. Мікроконтролер ATmega 8 має налагоджувальний елемент – програмовані перемикачі режимів. Ці перемикачі виконані у вигляді спеціальних комірок, які по суті, є ще одним видом перепрограмованої енергонезалежної пам'яті. Кожний конфігураційний перемикач призначений для того, щоб змінювати який-небудь один параметр або режим роботи мікроконтролера. У документації кожний такий перемикач має визначене ім'я. Деякі біти конфігураційних комірок об'єднані в групи. Відповідно до термінології фірми Atmel, конфігураційні комірки називаються Fuse Bits. Запис і читання конфігураційних комірок можливо лише за допомогою програматора в режимі програмування. Всі незапрограмовані Fuse-комірки містять одиницю. При програмуванні в комірку записується нуль.

**Висновки.** В результаті роботи створено макетну плату для проведення лабораторного практикуму для студентів, які зможуть самостійно написати нову програму для мікроконтролера ATmega8, записати її до мікроконтролера і перевірити правильність виконання програми за допомогою засобів введення та виведення інформації макетної плати. Таким чином, слухачі спеціалізованих курсів і студенти закладів вищої освіти отримують нову можливість добре ознайомитись з практичним використанням 8-розрядного мікроконтролера з ядром AVR (ATmega8), з сучасними замовами введення і виведення інформації, а також із основними зовнішніми модулями сучасних мікроконтролерів.

### Література

- [1] Genemo, Hussein and Miah, Shah Jahan, "Assessment Issues in Mathematics: Design Science Approach for developing an Expert-System Based Solution" (2015). ACIS 2015 Proceedings. 63. URL: <https://aisel.aisnet.org/acis2015/63>
- [2] I. Merino, J. Azpiazu, A. Remazeilles, and B. Sierra, "2d Image Features Detector and Descriptor Selection Expert System," in 8th International Conference on Natural Language Processing (NLP 2019), Sep. 2019, pp. 51–61, doi: 10.5121/csit.2019.91206.
- [3] M. Bohlouli, N. Mittas, G. Kakarontzas, T. Theodosiou, L. Angelis, and M. Fathi, "Competence assessment as an expert system for human resource management: A mathematical approach," Expert Systems with Applications, vol. 70, pp. 83–102, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.eswa.2016.10.046.

UDC 004.519

**BLOCKCHAIN AND CRYPTOTECHNOLOGIES: THE  
EVOLUTION OF INFORMATION AND TECHNOLOGY  
MANAGEMENT IN THE DIGITAL AGE**

**V. Lavrukhin**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine  
EMAIL: lavrslava@gmail.com*

**БЛОКЧЕЙН ТА КРИПТОТЕХНОЛОГІЇ: ЕВОЛЮЦІЯ  
УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЄЮ ТА ТЕХНОЛОГІЯМИ В  
ЦИФРОВІЙ ЕПОСІ**

**В. Лаврухін**

*Національний університет "Одеська політехніка", Україна*

**Abstract.** *The rapidly evolving digital landscape has witnessed few technological advancements that have had as profound an impact as blockchain and cryptotechnologies. These innovations have transcended their initial application in cryptocurrencies, reshaping the fundamentals of information management systems and technologies. This presentation delves deeper into the potential of blockchain and cryptotechnologies, exploring their core principles, diverse applications, advantages, limitations, and the perspectives they offer for the future.*

**Keywords:** *blockchain, cryptotechnologies, information management, decentralization, transparency, smart contracts, innovation, future perspectives*

**Анотація.** *Цифровий світ, що швидко змінюється, ознаменував небагатьма технологічними досягненнями, що справили настільки глибокий вплив, як блокчейн і криптотехнології. Ці інновації вийшли за рамки свого початкового застосування в галузі криптовалют і переформували основи систем управління інформацією та технологіями. Ця доповідь заглиблюється в потенціал блокчейна і криптотехнологій, досліджуючи їхні основні принципи, різноманітні застосування, переваги, обмеження і перспективи, які вони пропонують для майбутнього.*

**Ключові слова:** *блокчейн, криптотехнології, управління інформацією, децентралізація, прозорість, смарт-контракти, інновації, перспективи майбутнього*

The purpose of this paper is to analyze the role of blockchain and cryptotechnology in the evolution of information systems and technologies,

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

and to identify the key benefits, limitations, and challenges they face. To achieve this goal, the following objectives are set: Examining the basic principles of blockchain and cryptotechnology. Analyzing the diverse applications of blockchain, including finance, supply chain management, healthcare, and other industries. Identifying the benefits of blockchain and cryptotechnology, such as decentralization, transparency, efficiency, and autonomous smart contracts. Examining the limitations and challenges, such as scalability and energy costs.

The object of the study covers blockchain and crypto technologies, their impact and applications in different fields. The subject of the study includes the advantages, limitations, challenges and prospects of these technologies.

The main findings of the study emphasize the significance of blockchain and cryptotechnologies for revolutionizing information systems and technologies. These innovations provide decentralized, reliable and secure solutions applicable in different sectors such as finance, supply chain and healthcare.

The benefits of blockchain, including decentralization, transparency and autonomous smart contracts, offer new opportunities to innovate and optimize business processes.

However, there are challenges to overcome, including scalability and energy costs.

The development of more efficient algorithms and a focus on environmental sustainability will further encourage participants to embrace these technologies. Social, legal and economic aspects also play a key role in the successful adoption of blockchain and crypto technologies.

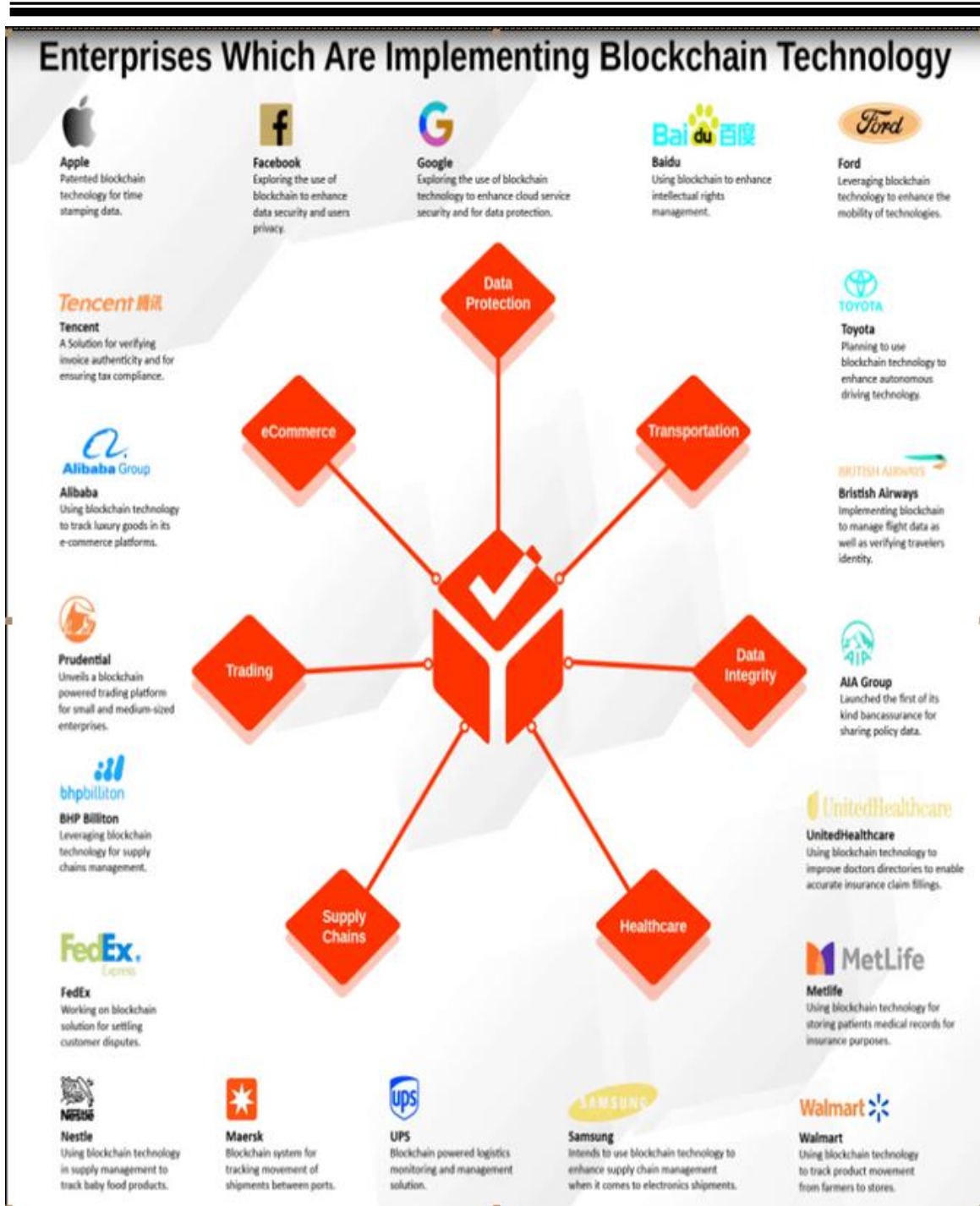
Transparency, data protection and the development of appropriate regulations are important to ensure the safety of users and prevent undesirable practices. The impact on the economy and business is undeniable: lower costs, more efficient transactions and new business models drive innovation.

However, companies also face the challenges of adapting to the new demands associated with these technologies. The benefits of blockchain and crypto technologies, including decentralization, transparency, and autonomous smart contracts, are having a profound impact on different areas of business, creating a sustainable and secure environment for collaboration.

In the future, blockchain and crypto technologies will continue to evolve and increase their capabilities. The growth of the technology and ecosystem will allow its application to expand into new industries and fields.



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**



*Figure 1. Enterprises implementing blockchain technology*



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

The development of more efficient algorithms, increased scalability, and environmental sustainability will make these technologies even more attractive to a wider audience. In conclusion, blockchain and cryptotechnologies, having earned their reputation as revolutionary tools for data management and transactions, will forever be part of our future digital reality.

Presenting the future prospects of blockchain and crypto technologies. However, the success of their use depends on understanding and balancing their potential and limitations. In doing so, it is important to maintain a balance between innovation and security.

The development of standards, legislation and robust data protection mechanisms will play an important role in ensuring the sustainable and effective development of blockchain and crypto-technologies.

This will allow market participants to harness the potential of these technologies without risking security and privacy. In conclusion, blockchain and cryptotechnologies are not only technical innovations, but also fundamental changes in the way we think about information transfer and trust.

With their help, we can create fairer and more transparent economic and social relationships, optimize business processes and ensure strong data protection.

Thus, through continuous development, expanding applications and incorporating social, economic and legal aspects, blockchain and crypto-technologies promise to remain key drivers of progress in the digital age.

Their impact on information systems, economies and businesses will continue to expand, making our world more decentralized, efficient and secure.

### **References**

- [1] Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- [2] Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world. Penguin.
- [3] Mougayar, W. (2016). The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology. John Wiley & Sons.
- [4] Swan, M. (2015). Blockchain: blueprint for a new economy. O'Reilly Media, Inc.

**SECTION 2. INFORMATION CONTROL SYSTEMS**

UDC 004.048

**USING ADAPTIVE ACTIVATION FUNCTIONS IN PRE-TRAINED  
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODELS**

**Dr.Sci. Y.Bodyanskiy<sup>1</sup> [0000-0001-5418-2143], S.Kostiuk<sup>2</sup> [0000-0003-4196-2524]**

*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.*

*EMAIL:<sup>1</sup> yevgeniy.bodyanskiy@nure.ua, <sup>2</sup> serhii.kostiuk@nure.ua*

**ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ ФУНКЦІЙ АКТИВАЦІЇ В  
ПОПЕРЕДНЬО ПІДГОТОВЛЕНИХ МОДЕЛЯХ ШТУЧНОЇ  
НЕЙРОМЕРЕЖІ**

**Dr.Sci. Ю. Бодянський, С.Костюк**

*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.*

**Abstract.** This paper introduces the adaptive activation function replacement method for pre-trained artificial neural network models. The method enables the usage of adaptive functions instead of their non-adaptive counterparts without spending time training the model from scratch. The effectiveness of activation function replacement is evaluated on the image recognition task using a CNN in PyTorch and CIFAR-10.

**Keywords:** adaptive activation function, pre-trained artificial neural network model, transfer learning, deep neural network

**Анотація.** Ця стаття представляє метод адаптивної заміни функції активації для попередньо навчених моделей штучної нейронної мережі. Метод дозволяє використовувати адаптивні функції замість їх неадаптивних аналогів, не витрачаючи час на навчання моделі з нуля. Ефективність заміни функції активації оцінюється на задачі розпізнавання зображень за допомогою CNN у PyTorch та CIFAR-10.

**Ключові слова:** функція адаптивної активації, попередньо навчена модель штучної нейронної мережі, трансферне навчання, глибока нейронна мережа

Artificial neural network models have become essential to modern data processing systems [1]. To improve the efficiency of artificial neural models and process new kinds of data, researchers continue increasing the complexity of the models, introducing new architectures, and experimenting with activation functions. One such area of research is synthesizing new

adaptive activation functions for different target applications, including piece-wise and continuous activations [2]. Traditionally, the industry has been training new models, including the models with adaptive activation functions, from scratch. As the complexity of artificial network models increases, their training requires more time and computational resources, limiting the innovation space to big companies or inferior model architectures. Based on that, the industry is growing interested in techniques like transfer learning, using pre-trained neural networks and their components (blocks) [3]. Compared to training from scratch, using such pre-trained models and blocks dramatically reduces the training time and the amount of resources required for this process. The paper proposes the activation function replacement method for pre-trained neural networks. The method allows using commercially available pre-trained models, their saved weights, and their state as the base of new models with adaptive activation functions. Applying this method does not require re-training of the base weights, speeding up the training time and shortening the development cycle. We demonstrate and evaluate the method using a convolutional neural network trained on the CIFAR-10 dataset. For evaluation, we study eight variants of the model: four base variants with non-adaptive activation functions and four derived models with the corresponding replacements. We select AHAF [4] as the exact replacement for SiLU and a continuous approximation for ReLU. We select F-neuron [5] as a piece-wise linear approximation for Sigmoid and Tanh. In order to correct possible approximation errors, we run fine-tuning of the activation function parameters after the replacement. The evaluation confirms the method's viability for the exact replacement and approximation of commonly used functions, such as ReLU, SiLU, Tanh, and Sigmoid. The fine-tuned derived models perform consistently better than the base models on CIFAR-10.

### References

- [1] Paleyes A. Challenges in Deploying Machine Learning: a Survey of Case Studies [Electronic resource] / Andrei Paleyes, Raoul-Gabriel Urma, Neil D. Lawrence // ACM Computing Surveys. – 2022. – Mode of access: <https://doi.org/10.1145/3533378>.
- [2] Dubey S. R. Activation functions in deep learning: A comprehensive survey and benchmark [Electronic resource] / Shiv Ram Dubey, Satish Kumar Singh, Bidyut Baran Chaudhuri // Neurocomputing. – 2022. – Vol. 503. – P. 92–108. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.06.111>.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

- [3] Pre-Trained Models: Past, Present and Future [Electronic resource] / Xu Han [et al.] // AI Open. – 2021. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.aiopen.2021.08.002>.
- [4] Bodyanskiy Y. Adaptive hybrid activation function for deep neural networks [Electronic resource] / Yevgeniy Bodyanskiy, Serhii Kostyuk // System research and information technologies. – 2022. – No. 1. – P. 87–96. – Mode of access: <https://doi.org/10.20535/srit.2308-8893.2022.1.07>.
5. Bodyanskiy Y. Deep neural network based on f-neurons and its learning [Electronic resource] / Yevgeniy Bodyanskiy, Serhii Kostyuk. – [S. l.: s. n.], 2022. – (Preprint). – Mode of access: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2032768/v1>.

UDC 621.396:519.15

**HARDWARE USAGE IMPROVEMENT FOR SMALL DATA  
PROBLEM SOLVING BY DEEP LEARNING METHODS**

**Ph.D. V. Kuznetsov**<sup>a,1[0000-0002-1068-769X]</sup>, **Ph.D. S. Kondratiuk**<sup>a,b,2[0000-0002-5048-2576]</sup>,  
**Dr.Sci. Iu. Krak**<sup>a,b,3[0000-0002-8043-0785]</sup>, **Ph.D. O. Stelia**<sup>b,4[0000-0002-1453-501X]</sup>,  
**Ph.D. V. Kasianiuk**<sup>b,5[0000-0003-3268-303X]</sup>, **Dr.Sci. O. Barmak V.**<sup>c,6[0000-0003-0739-9678]</sup>  
<sup>a</sup> *Glushkov Cybernetics Institute, Kyiv, Ukraine*  
<sup>b</sup> *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine*  
<sup>c</sup> *Khmelnyskyi National University, Khmelnytsky, Ukraine*  
*EMAIL: <sup>1</sup> kuznetsow.wlad@gmail.com, <sup>2</sup> sergey.kondrat1990@gmail.com,*  
*<sup>3</sup> yuri.krak@gmail.com, <sup>4</sup> oleg.stelya@gmail.com, <sup>5</sup> veda.kasianiuk@gmail.com, <sup>6</sup>*  
*alexander.barmak@gmail.com*

**ПОКРАЩЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ З МАЛИМИ  
ДАНИМИ МЕТОДАМИ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ**

**Ph.D. В. Кузнецов О<sup>а</sup>, Ph.D. С. Кондратюк<sup>а</sup>, Dr.Sci. Ю. Крак<sup>а</sup>, Ph.D. О.  
Стелія<sup>б</sup>, Ph.D. В. Касіянюк<sup>б</sup>, Dr.Sci. О. Бармак<sup>с</sup>**  
<sup>а</sup> *Інститут кібернетики імені Глушкова, Київ, Україна*  
<sup>б</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна*  
<sup>с</sup> *Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна*

**Abstract.** Findings enable us to make better decisions in selecting appropriate devices for deep learning tasks based on their sophistication. As a result, we were able to enhance both productivity and experiment quality. Through our research, we were able to improve the efficiency of our deep learning tasks

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*Keywords: devices for deep learning tasks based*

*Анотація. Отримані дані дозволяють нам приймати кращі рішення щодо вибору відповідних пристроїв для завдань глибокого навчання на основі їхньої складності. У результаті ми змогли підвищити як продуктивність, так і якість експерименту. Завдяки нашим дослідженням ми змогли підвищити ефективність наших завдань глибокого навчання*

*Ключові слова: пристроїв для завдань глибокого навчання*

Deep learning methods have demonstrated remarkable success across various domains. However, the computational demands of sophisticated calculations, involving deep neural networks, especially on small data machine learning tasks, can result in challenges related to cost, repeatability, and experiment consistency. In this paper, we address the issue of hardware usage optimization to improve the efficiency of deep learning computations. We propose a novel approach to handle small data problems, utilizing different neural network architectures, such as RCNNs and DCGANs, using all available computing units - central processing units (CPUs) and graphic processing units (GPUs). These architectures are known for their memory-intensive nature, particularly when applied to specific datasets. Our key focus lies in refining the process of data handling, and we compare hardware performance using established techniques, benchmarking CPUs and GPUs [1]. We conducted experiments with proven and publicly available datasets, which allowed us to evaluate performance using Direct ML library. By analyzing the behavior of CPUs and GPUs utilization during deep neural network training, we identify crucial differences that impact performance.



*Figure 1. AMD Adrenalin performance monitor during the experiments*

In order to perform most computing intense tasks we used the test system, comprising of AMD Ryzen 3600X processor and AMD Radeon RX6500XT GPU, 16 GB RAM, using dual-boot setup with Windows 10 and Ubuntu 18. The experiment showcased here is related to human face recognition. Here, we use data available online - FER2013 [2] and a

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

convolution network (CNN) that performs facial expression classification. To verify the performance, we used the AMD Adrenalin Radeon resource monitor [3] (Fig. 1), and used the Anaconda console that writes the necessary information (Fig. 2).



```
Jupyter Notebook (Anaconda)
[W 23:59:45.467 NotebookApp] Replacing stale connection: ed6b8326-f569-46a6-bbe1-f5a4984c7efa:74cc5bbdbf29454a95853d2e553abd0f
[I 23:59:45.954 NotebookApp] Saving file at /Untitled35.ipynb
[W 23:59:45.965 NotebookApp] Notebook Untitled35.ipynb is not trusted
[W 23:59:50.362 NotebookApp] 404 GET /static/components/react/react-dom.production.min.js (:::1) 2.00ms referer=http://localhost:8888/notebooks/Untitled35.ipynb
[W 23:59:50.401 NotebookApp] 404 GET /static/components/react/react-dom.production.min.js (:::1) 2.00ms referer=http://localhost:8888/notebooks/Untitled35.ipynb
[W 23:59:50.764 NotebookApp] Notebook Untitled35.ipynb is not trusted
[I 23:59:52.024 NotebookApp] Kernel started: 8bf9d75c-515b-4e0c-8a74-5e7b34b19e98
[I 23:59:53.095 NotebookApp] Adapting from protocol version 5.1 (kernel 8bf9d75c-515b-4e0c-8a74-5e7b34b19e98) to 5.3 (client).
2023-02-07 00:00:25.221116: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:142] Your CPU supports instructions that this TensorFlow binary was not compiled to use: AVX2
2023-02-07 00:00:25.230668: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:97] Successfully opened dynamic library D:\Users\vlads\Anaconda3\lib\site-packages\tensorflow_core\python\directml.24bfac66e4ee42ec393a5fb471412d0177bc7bcf.dll
2023-02-07 00:00:25.231620: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:97] Successfully opened dynamic library dxgi.dll
2023-02-07 00:00:25.235876: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:97] Successfully opened dynamic library d3d12.dll
2023-02-07 00:00:25.573484: I tensorflow/core/common_runtime/dml/dml_device_cache.cc:250] DirectML device enumeration: found 1 compatible adapters.
2023-02-07 00:00:25.573624: I tensorflow/core/common_runtime/dml/dml_device_cache.cc:186] DirectML: creating device on adapter 0 (AMD Radeon RX 6500 XT)
2023-02-07 00:00:25.701084: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:97] Successfully opened dynamic library Kernel32.dll
[I 00:01:52.024 NotebookApp] Saving file at /Untitled35.ipynb
[W 00:01:52.026 NotebookApp] Notebook Untitled35.ipynb is not trusted
```

**Figure 2.** Python interpreter console and Jupyter environment (Anaconda)

Based on our series of experiments we have found the following:

1. According to the tests on image recognition and autoencoder training, we found that the GPU computation speed is non-linear and dependent on number of iterations as well as sophistication of computation task.

2. As we used the DCGAN and RCNN model, we needed to overcome the performance bottleneck in GPU memory size and bus width, utilizing the processor, that allowed to increase the performance in 2.74 times.

3. Type of the operational system and hardware memory size are less important, than new technologies (smart access memory, memory type) used in processors and graphic processing units in deep learning tasks.

Our findings enable us to make better decisions in selecting appropriate devices for deep learning tasks based on their sophistication. As a result, we

were able to enhance both productivity and experiment quality. Through our research, we were able to improve the efficiency of our deep learning tasks.

### References

- [1] A survey on edge performance benchmarking / B. Varghese et al. ACM computing surveys. 2021. Vol. 54, no. 3. P. 1–33. URL: <https://doi.org/10.1145/3444692>.
- [2] Giannopoulos P., Perikos I., Hatzilygeroudis I. Deep learning approaches for facial emotion recognition: A case study on FER-2013. Advances in hybridization of intelligent methods. Cham, 2017. P. 1–16. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-66790-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-66790-4_1).
- [3] Peddie J. The GPU environment–software extensions and custom features. The history of the GPU - eras and environment. Cham, 2022. P. 251–281. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-13581-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-13581-1_7).

UDC 004.043:691:389.6

## **DELIVERING RESULTS OF ANALYSIS OF OPERATIONAL PROPERTIES OF MODIFIED SOLUTIONS TO DECISION MAKERS**

**Ph.D. S. Grishin** <sup>1[0000-0002-1933-9552]</sup>, **Dr.Sci. E. Shinkevich** <sup>2[0000-0002-2842-1785]</sup>,  
**A.Surkov**

<sup>1</sup> *Odessa Polytechnic National University, Ukraine,*

<sup>2</sup> *Odessa State Academy of Construction and Architecture, Ukraine*

*EMAIL: grishin\_si@ukr.net, elena\_shinkevich@ukr.net*

## **ДОСТАВКА КОРИСТУВАЧАМ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНИХ РОЗЧИН**

**Ph.D. С. Гришин<sup>1</sup>, Dr.Sci. С. Шинкевич<sup>2</sup>, А. Сурков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Національний університет «Одеська політехніка», Україна,*

<sup>2</sup> *Одеська державна академія будівництва та архітектури, Україна*

**Abstract.** *The expediency of using patterns of visual data analysis to assess the competitiveness of compositions of fine-grained concretes for polyfunctional purposes is substantiated.*

**Keywords:** *fine fillers, activation, visual analysis, data warehouse.*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Анотація.** Обґрунтовано доцільність використання закономірностей візуального аналізу даних для оцінки конкурентоспроможності складів дрібнозернистих бетонів поліфункціонального призначення.*

***Ключові слова:** тонкі наповнювачі, активація, візуальний аналіз, сховище даних.*

Modern construction requires the use of new effective materials, among which an important place is occupied by high-quality fine-grained solutions and highly mobile mixtures. Obtaining fine-grained mixtures of high uniformity, vitality and strength is impossible without the use of multifunctional modifier additives, the most effective of which are complexes based on superplasticizers and highly dispersed mineral additives based on silica fume.

Different silica-containing active micro- and macro-fillers with different specific surface area, structure and polymineral composition can have different effects on the rheology of mixtures, structure formation and solution hardening processes.

The issues of the joint action of these additives and the priority of their influence on the properties of mixtures and concretes, the development of highly mobile mixtures with various plasticizers determine the subject of a wide range of experimental and statistical studies.

The multiplicity and versatility of the compositions obtained by researchers based on the same qualitative and different quantitative compositions of organo-mineral modifiers predetermine the feasibility and relevance of automating analytical studies using a decision support system (DSS) [1] using the ROLAP data warehouse.

The main objective of the system is to provide information on existing compositions and polyfunctional modifiers.

This allows you to expand the field of choice and evaluate the competitiveness of the composition. DSS data visualization is used both for data exploration and for explaining the findings to the customer.

The widespread technology of experimental and statistical studies is based on the search for hypotheses for the mathematical description of dependencies and on their verification. For data visualization, this technology uses a mathematical description that can generate modified and even integrated data.

The storage can contain the primary data layer, i.e. store and display data in a form that matches the source as much as possible. This will improve the



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

quality of data visualization. At the same time, the experience gained in the visualization of data from experimental and statistical studies of modified solutions [2] can be applied in the DSS in the form of a library of templates for line graphs, linear, bar, pie, sector and vector diagrams.

Analysis of the storage ROLAP model shows that the dimension required for display can reach 12. When using one-, two- and three-dimensional representation of information, the following templates have been prepared:

- graphs (for example, "Changes in the physical and mechanical properties of arbolite concrete depending on the content of the binder in relation to the content of organic aggregate");
- flat diagrams (for example, "Analysis of the influence of the fractional composition of organic aggregate on the properties of arbolite concrete on a composite gypsum binder");
- bar charts (for example, "Influence of pozzolanic additives on the properties of the composite gypsum binder");
- three-dimensional space in the form of a cube (For example, "Visualization of the change in strength under the influence of three independent indicators (two factors that take into account the influence of time on processes and the amount of inorganic additive)");

If the data set has more than three dimensions, then templates of view complexes are applied, using dimension reduction to one-, two- or three-dimensional view by factor analysis [3].

### References

- [1] Grishin, S.I. Computer modeling of operational properties of modified solutions. / S.I. Grishin, E.S. Shinkevich // Actual problems of information systems and technologies: monograph. Under scientific ed. prof. V. Vychuzhanina. - Odessa: NU "OMA", 2020. - p. 155-164.
- [2] Shinkevich, E. S. Arbolite concrete of reduced density on a composite gypsum binder / E. S. Shinkevich, D. S. Linnik, S. S. Zakabluk // Problems of modern concrete and reinforced concrete: Sat. scientific tr. / Inst. BelNIIS. - Minsk, 2019. - Issue. 11. - p. 331–347.
- [3] Grishin, S.I. Application of factor analysis of operational properties of modified solutions. / S.I. Grishin, E.S. Shinkevich, I.N.Lisitsina // Proceedings of the 9th International Conference "Information Control Systems & Technologies", Odessa, Ukraine, September 23–25, 2021. – Odessa: NU «OP», 2021. – P.121-123.

УДК 004.043:691:389.6

## КОГНІТИВНЕ СПРИЙНЯТТЯ ЯК БАЗОВА МОДЕЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЩО ВІДЧУВАЄ

**Dr.Sci. А. Каргін**<sup>1</sup>[0000-0003-2885-9071], **Ph.D. Т. Петренко**<sup>2</sup>[0000-0001-6305-7918]  
Український державний університет залізничного транспорту, Україна  
EMAIL: <sup>1</sup>kargin@kart.edu.ua, <sup>2</sup>petrenko\_tg@kart.edu.ua

## COGNITIVE PERCEPTION AS A BASE MODEL OF THE FEELING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

**Dr.Sci. А. Kargin, Ph.D. Т. Petrenko**  
Ukrainian State University of Railway Transport, Ukraine

***Анотація.** Штучний Інтелект (ШІ) відіграє важливу роль у підтримці необхідного рівня автономності Безпілотних Систем (БС). Створення ШІ нового покоління, а саме ШІ що Відчуває (ШІВ) для БС є актуальною проблемою сьогодення. Одним із компонентів ШІВ є модель когнітивного сприйняття (КС). В доповіді розглянуто модель КС що враховує когнітивні процеси відображення даних від датчиків у їх сенс. Важливою особливістю когнітивного сприйняття є старіння інформації та її забування з часом. У доповіді розглядається алгоритм, який реалізує модель КС з механізмом старіння даних.*

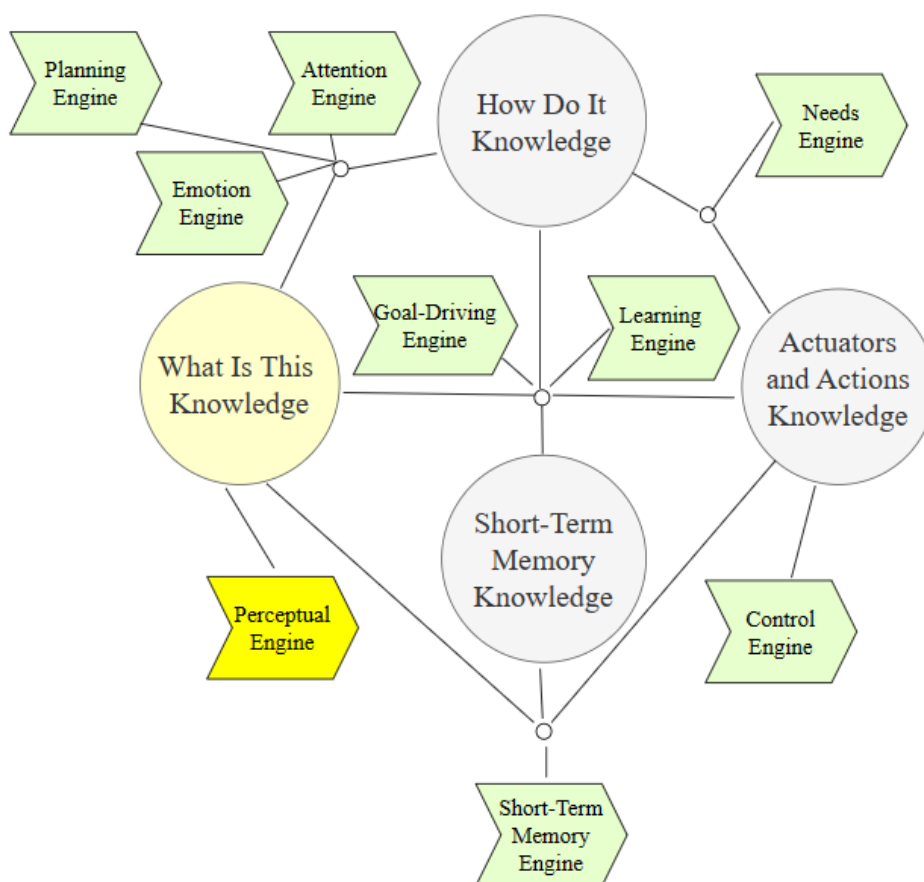
***Ключові слова:** автономна інтелектуальна безпілотна система, штучний інтелект що відчуває, когнітивне сприйняття, дані з датчиків, старіння інформації.*

***Abstract.** Artificial Intelligence (AI) plays an important role in maintaining the required level of Unmanned System (US) autonomy. Creation of the new generation of AI, namely Feeling AI (FAI) for US is actual nowadays problem. One of the components of the FAI is a Cognitive Perception (CP) model. The CP model considered takes into account such cognitive processes as the mapping of data from sensors in their meaning. An important feature of cognitive perception is aging of information and its forgetting over time. The article considers an algorithm that implements a model of cognitive perception with an aging mechanism.*

***Keywords:** autonomous intelligent unmanned system, feeling artificial intelligence, cognitive perception, data from sensor, aging of information.*

У науковому співтоваристві обговорюється можливість створення ШІ третього покоління для БС, який враховує їх особливості та має

когнітивні здібності, що підтримують автономне прийняття рішень в умовах невизначеності та в недружньому середовищі. Запропоновано модель та ескіз архітектури ШІВ [1-3]. Одним із основних компонентів архітектури ШІВ є система сприйняття, яка реалізує когнітивну функцію дистиляції сенсу даних від сенсорів [3]. Ескіз архітектури ШІВ, що запропоновано в [2], показано на рис. 1.



*Рисунок 1. Проект архітектури штучного інтелекту що відчуває*

Чотири бази знань відображені у вигляді кол. Функції ШІВ реалізовані дев'ятьма механізмами нечіткого виведення на знаннях. Вони показані у вигляді шестикутників. Механізм сприйняття моделі КС використовує базу знань «Що це?». Модель КС враховує основні особливості систем сприйняття живої природи. По-перше, в кожен момент часу обчислюється сенс не цілісної ситуації, а якогось фрагмента середовища БС, виділеного механізмом уваги. Сенс цілісної ситуації формується послідовно шляхом переміщення уваги з одного

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

фрагмента середовища на інший. По-друге, послідовно сформований опис сенсу повної ситуації підтримується когнітивним механізмом старіння даних щоб мінімізувати ризики від прийнятих рішень.

**Література**

- [1] M. Czerwinski, J. Hernandez, D. McDuff, "Building an AI That Feels: AI systems with emotional intelligence could learn faster and be more helpful", IEEE Spectrum, vol.58/5, May 2021, pp.32-38. doi:10.1109/MSPEC.2021.9423818.
- [2] A. Kargin, T. Petrenko, Feeling Artificial Intelligence for AI-Enabled Autonomous Systems, in: Conference Proceedings of 2022 IEEE Global Conference on Artificial Intelligence and Internet of Things (GCAIoT), Alamein New City, Egypt, 18-21 December 2022, pp.88-93.
- [3] A. Kargin, T. Petrenko, Knowledge Distillation for Autonomous Intelligent Unmanned System, in: Witold Pedrycz, Shyi-Ming Chen, Advancements in Knowledge Distillation: Towards New Horizons of Intelligent Systems, Studies in Computational Intelligence, vol. 1100. Springer International Publishing, 2023, pp. 193-231.

UDC 004.519

**MODEL DIAGNOSTICS TECHNICAL CONDITION  
INTELLECTUALIZATION SHIP COMPLEX SYSTEMS FAILURES  
RISK**

**Dr.Sci. V. Vychuzhanin**<sup>[0000-0002-6302-1832]</sup>  
*National University "Odessa Polytechnic", Ukraine*  
*EMAIL: 126.ist.onpu@gmail.com*

**МОДЕЛЬ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ  
ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ РИЗИКА ВІДМОВ СУДОВНИХ  
СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

**Dr.Sci. В. Вичужанін**  
*Національний університет "Одеська політехніка", Україна*

**Abstract.** *The article presents the results of developing a model for diagnosing a ship complex technical system. In artificial intelligence, knowledge representation models are actively developing - Bayesian Belief Networks, used to diagnose the technical condition of complex systems The model for diagnosing and predicting the risk of failures of subsystems, components, interconnections can be considered as a*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*conceptual model of an intelligent system for diagnosing and predicting the risk of failures of complex technical systems on network infrastructures, which has a relative insensitivity to incomplete technological data. The use of the developed method and model, taking into account the hierarchical levels subsystems, components, intersystem and complex technical systems intercomponent communications, when searching for the causes of failures in complex technical systems, allows us to control failures risk in systems when information about failures in their structures is received according to technical condition.*

**Keywords:** *subsystems, components, intersystem, intercomponent communications, complex technical system, risk, diagnostics, intelligent system, Bayesian belief network, insensitivity to incomplete data.*

**Анотація.** У статті наведено результати розробки моделі діагностування складної технічної системи судна. У штучному інтелекті активно розвиваються моделі представлення знань – Bayesian Belief Networks, що використовуються для діагностики технічного стану складних систем. Модель діагностики та прогнозування ризику відмов підсистем, компонентів, взаємозв'язків можна розглядати як концептуальну модель інтелектуальної системи діагностики та прогнозування ризику відмов складних технічних систем на мережевих інфраструктурах, яка має відносну нечутливість до незавершених технологічних даних. Використання розробленого методу та моделі з урахуванням ієрархічних рівнів підсистем, компонентів, міжсистемних і міжкомпонентних зв'язків комплексних технічних систем при пошуку причин відмов у складних технічних системах дозволяє контролювати ризик відмов у системах, коли інформація про відмови в їх структурах надходить за технічним станом.

**Ключові слова:** *підсистеми, компоненти, міжсистемні, міжкомпонентні комунікації складна технічна система, ризик, діагностика, інтелектуальна система, мережа переконань Байєса, нечутливість до неповних даних.*

In artificial intelligence, knowledge representation models are actively developing - Bayesian Belief Networks (BBN), used to diagnose the technical condition (TC) of complex systems [1,2]. One of the BBNs advantages for vehicle diagnostics is their ability to work with uncertain and incomplete CTS process data. BBN can be applied to assess the risk of failures in complex technical systems (CTS), providing data and knowledge integration to assess the likelihood of various failure scenarios and their consequences. By identifying critical components, evaluating maintenance strategies, and supporting regulatory compliance, BBNs can help ensure safe and reliable CTS operations.

Problems associated with ensuring the reliable operation of ship CTS

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

require further improvement and the search for new methods, models and algorithms aimed at promptly detecting emergency conditions of equipment, at solving the problems of diagnosing and predicting system failures risk under conditions of relative insensitivity to incomplete data on FS, FC, FIC and FI (subsystems - FS, components - FC, intersystem -FI and CTS intercomponent communications - FIC). Since all modern ships must be equipped with automation systems for technical means using artificial intelligence technologies, the introduction of approaches based on such methods, models and algorithms should help ensure ship's CTS reliable operation. A formalized generalized model for the intellectualization of TC diagnostics and predicting failures risk of FS, FC, FIC and FI by diagnostic features can be described as follows:

$$\langle G, S(C), I_S(I_C), R_{S(C)}, R_{I_S(I_C)}, L \rangle,$$

where:  $S(C)$ , set FS (FC);

$I_S(I_C)$ , set FIC (FI);

$R_{S(C)}, R_{I_S(I_C)}$ , set of failures risk diagnostic assessments FS (FC), FIC (FI) CTS;

$L$  - mapping relationships between sets  $S(C), I_S(I_C), R_{S(C)}, R_{I_S(I_C)}$ , based on the fault tree of the CTS diagnostic mode.

As an BBN example for interconnected power plant units IE, CAS, SPP and interconnections IE-CAS, CAS - SPP, sets of failure risk at the initial time and taking into account the dynamics of technical conditions over time based on a priori data on intensities bounce

$$R(\text{Work}_{1,3,8}^{1,2,3})_{t=0} = 0;$$

$$R(\text{Not\_work}_{1,3,8}^{1,2,3})_{t=0} = 1;$$

$$R(\text{Work}_{IE-CAS, CAS-SPP}^{2,3})_{t=0} = 0;$$

$$R(\text{Not\_work}_{IE-CAS, CAS-SPP}^{2,3})_{t=0} = 1;$$

$$R((\text{Work}_{1,3,8}^{1,2,3})_t / (\text{Work}_{1,3,8}^{1,2,3})_{t-1}) = 0,1;$$

$$R((\text{Work}_{IE\_CAS, CAS\_SPP}^{2,3})_t / (\text{Work}_{IE\_CAS, CAS-SPP}^{2,3})_{t-1}) = 0,1$$

Symbols of subsystems, components of the SPP in BBN: Input element - IE; Fire fighting system - FFS; Compressed air system - CAS; Manual

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

control of the main engine - MCME; Control system - CS; Remote automated control system of the main engine - RACSME; Intermediate component - P1; Ship power plant - SPP; Main engine - ME; Ballast drainage system - BDS; Emergency drive propulsion and steering complex - ED PSC; Control system for propulsion and steering complex - CSPSC; Boiler plant - BP; Transfer of power from the main engine to the propeller - TPMEP; Intermediate component - P2; Propulsion and steering complex - PSC; Output component - EXIT. Sets of risk of failures at the current moment of time, taking into account the previous state of subsystems and intersystem communications, can be within:

the level of risk of failure is estimated as minimal, the consequences of an accident are minimal at:

$$R((Not\_work_{1,3,8}^{1,2,3})_t / (Work_{1,3,8}^{1,2,3})_{t-1}) = 0,1 - 0,2;$$

$$R((Not\_work_{IE\_CAS,CAS\_SPP}^{2,3})_t / (Work_{IE\_CAS,CAS\_SPP}^{1,3})_{t-1}) = 0,1 - 0,2$$

the risk failure level is assessed as acceptable, the consequences of the accident are insignificant at:

$$R((Not\_work_{1,3,8}^{1,2,3})_t / (Work_{1,3,8}^{1,2,3})_{t-1}) = 0,2 - 0,37;$$

$$R((Not\_work_{IE\_CAS,CAS\_SPP}^{2,3})_t / (Work_{IE\_CAS,CAS\_SPP}^{1,3})_{t-1}) = 0,2 - 0,37$$

the risk failure level is estimated as maximum, the consequences of the accident are significant at:

$$R((Not\_work_{1,3,8}^{1,2,3})_t / (Work_{1,3,8}^{1,2,3})_{t-1}) = 0,37 - 0,63;$$

$$R((Not\_work_{IE\_CAS,CAS\_SPP}^{2,3})_t / (Work_{IE\_CAS,CAS\_SPP}^{2,3})_{t-1}) = 0,37 - 0,63$$

the failure risk level is assessed as critical at:

$$R((Not\_work_{1,3,8}^{1,2,3})_t / (Work_{1,3,8}^{1,2,3})_{t-1}) = 0,63 - 1$$

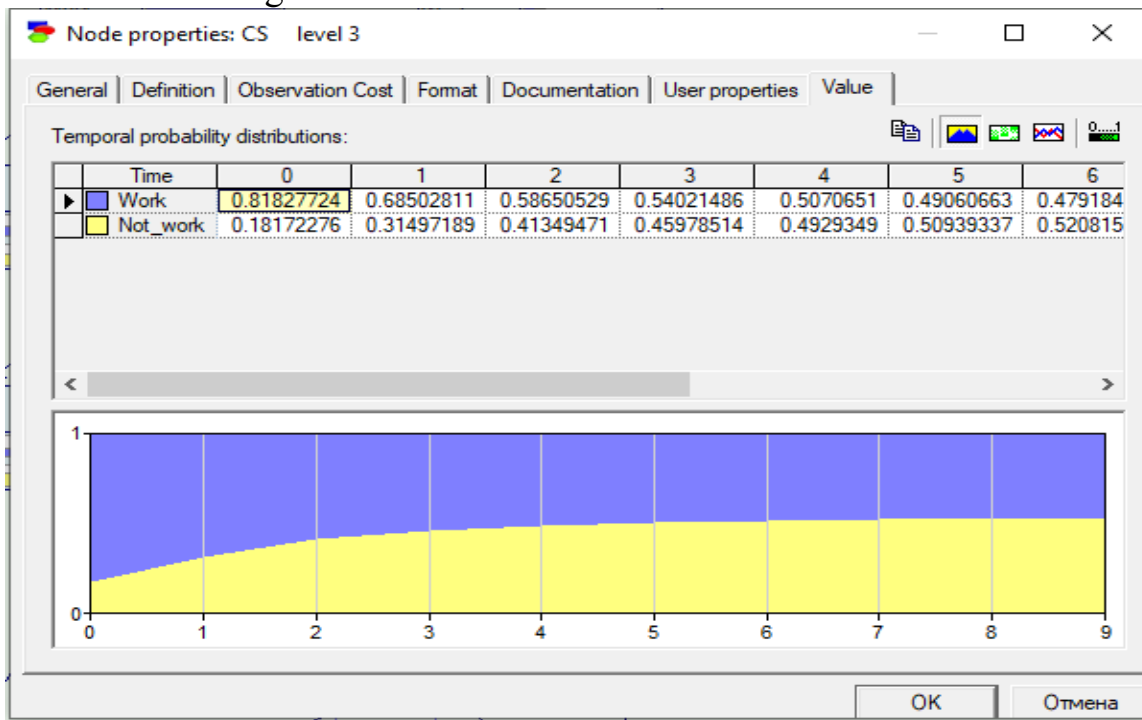
$$R((Not\_work_{IE\_CAS,CAS\_SPP}^{2,3})_t / (Work_{IE\_CAS,CAS\_SPP}^{2,3})_{t-1}) = 0,63 - 1$$

The operating state and failure, for example, of the CS subsystem for the risk of failure at the input element of the SPP 0.26 when simulating the BBN of the SPP is shown in Fig. 1. The described method, the developed model of an intelligent system for assessing and predicting the risk of CTS failures

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

on network infrastructures, as a research result, confirmed the relative insensitivity to incomplete technological data FS, FC, FIC and FI.

Application of research results allows providing: formation of principles for the intelligent system for diagnosing and predicting the CTS failures risk construction and operation; intellectualization model of TC estimation and forecasting ship CTS failures risk oby diagnostic features, which has a relative insensitivity to incomplete technological data FS, FC, FIC and FI CTS creation; intellectualization model for ES evaluation based on the use of a priori information about failures, linking the types of TC FS, FC, FIC and FI of complex systems and their diagnostic features in the failure risk form creation; identifying the most vulnerable FS, FC, FIC and FI CTS and solving the problem of determining the failures causes depending on failures risk in the TC diagnostics.



**Figure 1.** Operating state and failure of the CS subsystem for failure risk the input component of the SPP 0.26

The results of the development of a diagnostic model for a complex technical system with incomplete technological data and its implementation in an intelligent system for assessing and predicting FS, FC, FIC and FI ship CTS failures risk made it possible to obtain a priori information about the technical condition of a complex system. The types of technical condition



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

FS, FC, FIC and FI are determined on the basis of diagnostic features of a complex system using ship power plant example. Predicting complex technical system technical state type was carried out using a posteriori inference in Bayesian belief networks. The conducted studies presented in the article evaluated the results of functioning of an intelligent system for diagnosing and predicting complex technical system failures risk, which makes it possible to identify the most vulnerable FS, FC, FIC and FI CTS and predict their TC. The model for diagnosing and predicting the risk of failures of subsystems, components, interconnections can be considered as an intelligent system conceptual model for diagnosing and predicting complex technical systems failures risk on network infrastructures, which has a relative insensitivity to incomplete technological data.

**References**

- [1] R. Wang Chen, C. Guan, A Bayesian inference-based approach for performance prognostics towards uncertainty quantification and its applications on the marine diesel engine, *ISA Trans*, 118 (2021) 159–173. DOI: 10.1016/j.isatra.2021.02.024  
[2] D. Handayani, W. Sediono. Anomaly Detection in Vessel Tracking: A Bayesian Networks (Bns) Approach, *International Journal of Maritime Engineering (RINA Transactions Part A)* 157 (2015) 145–152. DOI:10.3940/rina.ijme.2015.a3.316

УДК 004.048

**КЕРУВАННЯ ПЕРСОНАЖАМИ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ  
З ВИКОРИСТАННЯМ ІМУННОГО ПІДХОДУ**

**Dr.Sci. M. Корабльов**<sup>1[0000-0002-8931-4350]</sup>, **Ph.D. O. Фомічов** **O.**<sup>2[0000-0001-9273-9862]</sup>,  
**Д. Антонов.**<sup>3[0009-0000-2079-3413]</sup>, **С. Дикий**<sup>4[0009-0007-5396-2413]</sup>

*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна,  
EMAIL: mykola.korablyov@nure.ua<sup>1</sup>, oleksandr.fomichov@nure.ua<sup>2</sup>,  
danylo.antonov@nure.ua<sup>3</sup>, stanislav.dykyi@nure.ua<sup>4</sup>*

**CONTROLLING CHARACTERS IN COMPUTER GAMES  
USING THE IMMUNE APPROACH**

**Dr.Sci. M. Korablyov, Ph.D. O. Fomichov, D. Antonov, S. Dykyi**  
*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine*

***Анотація.** Було проведено кілька ігрових сеансів з різною кількістю ігрових персонажів на різних за розміром картах ігрового світу. При порівнянні*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*продуктивності моделі baiNet в різних умовах використання вивчалася поведінка імунних об'єктів, що формують популяцію антитіл, і їх відношення до певної кількості класів, представлених набором антигенів.*

**Ключові слова:** імунні об'єкти, ігрові персонажі

**Abstract.** *Several game sessions were conducted with different numbers of game characters on different size maps of the game world. When comparing the performance of the baiNet model in different conditions of use, the behavior of immune objects forming the population of antibodies and their relationship to a certain number of classes represented by a set of antigens was studied.*

**Keywords:** *immune objects, game characters*

Стрімкий розвиток інформаційних технологій призвів до появи нових можливостей для розробників і видавців ігрового програмного забезпечення [1, 2]. Завдяки цьому в області розробки ігрових додатків з'явилася велика кількість платформ, шаблонів розробки архітектури ігрових додатків, а також середовищ, що дозволяють спростити і автоматизувати процес розробки ігрового програмного забезпечення.

В теперішній час штучний інтелект (ШІ) широко використовується в ігровій індустрії і застосовується для створення суперників гравця, що є основою всіх відеоігор [3]. Важливо створити інтелектуальну модель керування ігровими персонажами, щоб імітувати поведінку гравців багатьох користувачьких комп'ютерних ігор.

Ігровий додаток, використаний у роботі, моделює футуристичний космічний світ, де гравець взаємодіє з іншими персонажами у вільному ігровому просторі [4]. Гравець керує власним космічним кораблем, який може пересуватися по просторах ігрового світу, знаходити і добувати ігрові ресурси, обмінюватися ними в певних точках на карті ігрового світу для розвитку власного корабля. На карті ігрового світу є кілька локацій, де гравець разом з іншими персонажами може обмінюватися зібраними ресурсами, ремонтувати свій корабель і підвищувати його рівень і характеристики.

Дана робота спрямована на використання імунних методів обробки інформації та прийняття рішень в ігрових проектах. Задачу керування поведінкою персонажів в ігровому програмному забезпеченні можна вважати окремим випадком задачі класифікації, для вирішення якої пропонується використовувати штучні імунні системи (ШІС). Тоді можливі варіанти дій ігрового персонажа формують набір класів, які представлені популяцією антигенів ШІС [5]. Ознаками класу є кілька

параметрів, які мають конкретні фіксовані значення. Шляхом їх клонування, мутації та взаємодії з іншими персонажами ШІС для кожного окремого персонажа вибирається тип поведінки.

За основу створення моделі керування поведінкою персонажів у комп'ютерних іграх обрано модель штучної імунної мережі aiNET, яка зазвичай використовується для вирішення проблем класифікації, кластеризації та розпізнавання образів. Запропоновано модифіковану модель імунної мережі – behavioral aiNET (baiNET), яка може бути використана для вирішення конкретної практичної задачі. Роботу моделі baiNET можна умовно розділити на два основних етапи:

1. Етап формування специфічної імунної відповіді шляхом відтворення набору антигенів, що визначають класи поведінки ігрових персонажів у процесі тренування імунітету.

2. Етап визначення об'єктів, з якими ці антитіла будуть взаємодіяти для реалізації специфічної поведінки обраного класу.

Реалізація цих етапів здійснюється шляхом послідовного виконання відповідних імунних операторів.

Програмна реалізація ігрового програмного забезпечення виконана на Unity 2017 з використанням платформи .NET та мови програмування C#.

Програма реалізована на основі загального архітектурного шаблону програмування MVI.

Розроблений ігровий додаток є досить складним програмним засобом і умовно розділений на кілька основних модулів з різним функціональним призначенням. Було проведено кілька ігрових сеансів з різною кількістю ігрових персонажів на різних за розміром картах ігрового світу. При порівнянні продуктивності моделі baiNet в різних умовах використання вивчалася поведінка імунних об'єктів, що формують популяцію антитіл, і їх відношення до певної кількості класів, представлених набором антигенів.

Важливо відзначити, що запропонована модель baiNet проста в реалізації та модифікації, що дає можливість надалі її використовувати для керування персонажами в іграх інших жанрів.

#### **Література**

- [1] F. Schröter and J.-N. Thon, Video Game Characters Theory and Analysis. DIEGESIS 3.1, 2014, pp. 40-77.
- [2] A. Gast, Identification with Game Characters. Effects of visual attributes on the

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

identification process between players and characters. Stockholm, 2017.

[3] A. Simons, I. Wohlgenannt, S. Zelt, M. Weinmann, J. Schneider and J. vom Brocke. Intelligence at play: game-based assessment using a virtual-reality application. Springer, 2023.

[4] R. Snyder, 10 Best Spaceships in Video Games, 2023.

[5] D. Dasgupta, S. Yu, L.F. Nino, Recent Advanced in Artificial Immune Systems: Models and Applications. Applied Soft Computing, Elsevier, 2011, pp. 1574-1587.

UDC 004.048

**CONTROL OF THE PIVOT POINT POSITION OF A  
CONVENTIONAL SINGLE-SCREW VESSEL**

**Dr.Sci. S. Zinchenko<sup>1</sup>[0000-0001-5012-5029], Dr.Sci. V. Kobets<sup>2</sup>[0000-0002-4386-4103],  
Ph.D. O. Tovstokoryi<sup>3</sup>[0000-0003-3048-0028], Ph.D. K. Kyrychenko<sup>4</sup>[0000-0002-0974-6904],  
Ph.D. P. Nosov<sup>5</sup>[0000-0002-5067-9766], Dr.Sci. I. Popovych<sup>6</sup>[0000-0002-1663-111X]**

<sup>1,3,4,5</sup>*Kherson State Maritime Academy, Ukraine*

<sup>2,6</sup>*Kherson State University, Ukraine*

*EMAIL: <sup>1</sup>srz56@ukr.net, <sup>2</sup>vkobets@kse.org.ua, <sup>3</sup>otovstokory@gmail.com,*

*<sup>4</sup>kvklecturer@gmail.com, <sup>5</sup>pason@ukr.net, <sup>6</sup>ihorpopovych999@gmail.com*

**КОНТРОЛЬ ПОЛОЖЕННЯ ТОЧКИ ПОВОРОТУ ЗВИЧАЙНОЇ  
ОДНОГВИНТОВОЇ ПОСУДИНИ**

**Dr.Sci. С. Зінченко<sup>1</sup>, Dr.Sci. В. Кобець<sup>2</sup>, Ph.D. О. Товстокорій<sup>3</sup>,  
Ph.D. К. Кириченко<sup>4</sup>, Ph.D. П. Носов<sup>5</sup>, Dr.Sci. І Попович<sup>6</sup>**

<sup>1,3,4,5</sup>*Херсонська державна морська академія, Україна*

<sup>2,6</sup>*Херсонський державний університет, Україна*

***Abstract.** The article deals with the issue of reducing the maneuvering area of a conventional single-screw vessel due to the use, when determining controls, of the refined calculation scheme "gravity center – rotation center – pivot point".*

***Keywords:** navigation safety, pivot point, rotation center, maneuvering area, automated system.*

***Анотація.** У статті розглядається питання зменшення площі маневрування звичайного одногвинтового судна за рахунок використання при визначенні засобів управління уточненої розрахункової схеми «центр тяжіння – центр обертання – точка повороту».*

***Ключові слова:** безпека судноплавства, опорна точка, центр повороту, район маневрування, автоматизована система*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Over the past decades, the number and dimensions of vessels have grown at a much faster rate than the size of ports.

To ensure navigational safety, it is important to develop methods of vessel's control in ports, narrows and other restricted waters, which would allow reducing the maneuvering area.

One of the effective directions for solving this problem is the use of the pivot point concept – an alternative view of the processes of controlling the vessel's rotation.

Until recently, it was believed that the pivot point was counted from the gravity center of the vessel.

This is not entirely true, since the vessel does not rotate around the gravity center, but around the rotation center.

When the longitudinal speed appears and increases, the rotation center shifts relative to the gravity center [1], which causes deviation of the real trajectory of movement from the expected one.

Since the pivot point position is calculated from the rotation center, which also shifts, depending on the vessel speed, it is important to know the movement of the pivot point relative to a fixed point on the vessel's hull, for example, the middle frame.

This distance is equal to

$$R_{mid} = \Delta x + R_x \quad (1)$$

Displacement rotation center relative to the gravity center can be calculated using the formula [2]

$$\Delta x = \frac{L}{2} \left( 1 - \frac{V_{\max}}{\eta V_x + V_{\max}} \right) \quad (2)$$

or in relative quantities

$$\Delta \bar{x} = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{1}{\eta \bar{V}_x + 1} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{\eta \bar{V}_x}{\eta \bar{V}_x + 1} \right) \quad (3)$$

where  $\eta = \frac{2\xi}{1-2\xi}$ ,  $\xi$  is the coefficient determined by the ratio of the

rotation center maximum displacement to the vessel length.

The position  $R_x$  of the pivot point relative to the rotation center is determined by a well-known formula  $R_x = -\frac{V_y}{\omega_z}$ .

For the steady motion of the vessel, this formula can be reduced to the form

$$R_x = \frac{\partial V_y}{\partial F_y} \frac{\partial M_z}{\partial \omega_z} \frac{1}{(l + \Delta x)}$$

or in relative quantities

$$\bar{R}_x = \frac{\partial V_y}{\partial F_y} \frac{\partial M_z}{\partial \omega_z} \frac{1}{L^2} \frac{1}{(\bar{l} + \Delta \bar{x})} \quad (4)$$

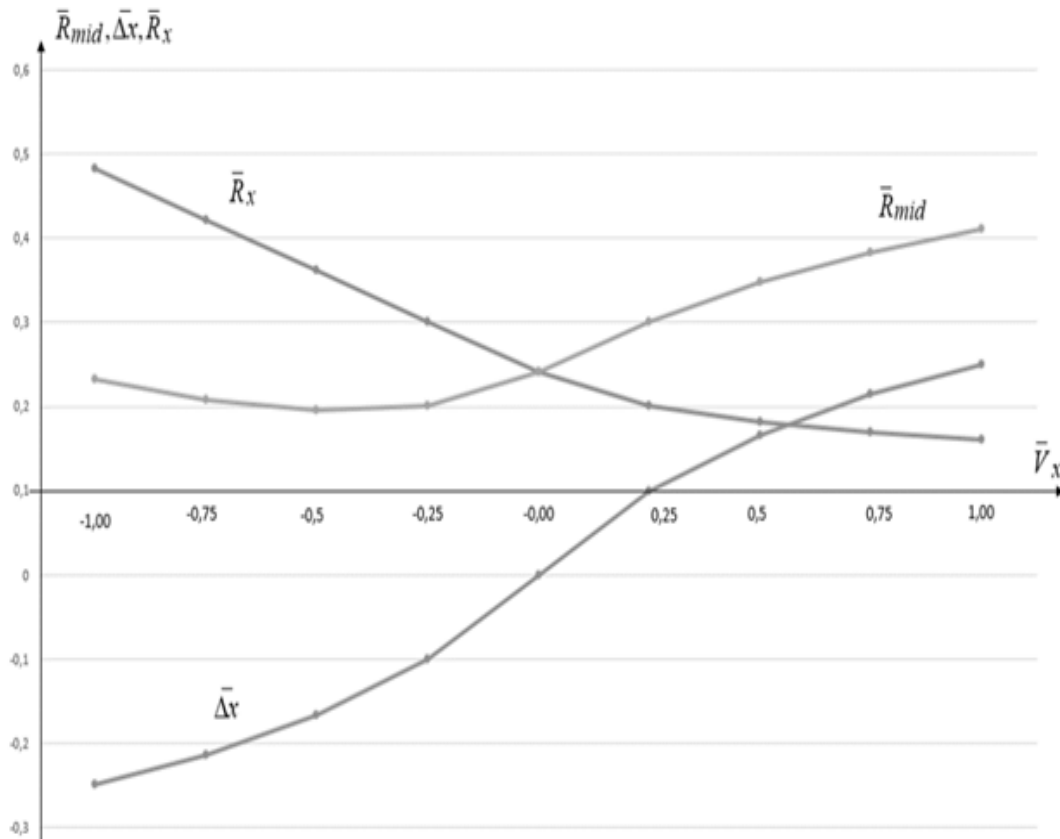
Equations (3) and (4) determine the dependence  $\bar{R}_{mid} = f(\bar{V}_x)$  shown in Fig.1.

As can be seen from the obtained results, an increase in speed leads to a shift of the rotation center relative to the gravity center/middle frame forward and a shift of the pivot point relative to the rotation center backward.

This leads to the fact that the sum of these movements  $\bar{R}_{mid}$  varies in a much smaller range.

So, for the entire range of forward speeds, the pivot point position relative to the middle frame is within  $\bar{R}_{mid} = (0,25 - 0,4)$  and for the entire range of reverse speeds, the pivot point position relative to the middle frame is within  $\bar{R}_{mid} = (0,2 - 0,25)$ .

Pivot point is always within the vessel's hull, forward of the middle frame.



**Figure 1.** Dependence pivot point position from the longitudinal speed

The results of the mathematical modeling showed that taking into account the dependence  $\bar{R}_{mid} = f(\bar{V}_x)$  in the formation of controls allows to reduce the deviation of the actual circulation from the expected one by 23%.

### References

- [1] Cauvier H. The Pivot Point, The Pilot. The official organ of the United Kingdom maritime pilots' association, 2008. – Vol. 295, available: <http://www.pilotmag.co.uk/wp-content/uploads/2008/06/pilotmag-295-final-web.pdf>.
- [2] Zinchenko S., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I., Kyrychenko K., Pivot point position determination and its use for manoeuvring a vessel, Ships and offshore structures, 2022. – Vol.18, Issue 3, pp. 358-364. doi: 10.1080/17445302.2022.2052480.

UDC 004.89

## IMPLEMENTATION PECULIARITIES OF THE STRATEGY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT IN UKRAINE

**Dr.Sci. A. Shevchenko** <sup>1</sup>[0000-0002-0095-538X],  
**Dr.Sci. Y. Kondratenko** <sup>1,2</sup>[0000-0001-7736-883X],  
**Dr.Sci. V. Slyusar** <sup>1</sup>[0000-0002-2912-3149], **Dr.Sci. Y. Zhukov** <sup>3</sup>[0000-0002-6391-4382],  
**Ph.D. G. Kondratenko** <sup>2</sup>[0000-0002-8446-509], **Ph.D. M. Vakulenko** <sup>1</sup>[0000-0003-0772-7950]

<sup>1</sup> Institute of Artificial Intelligence Problems of the Ministry of Education and  
Science and National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine,

<sup>2</sup> Petro Mohyla Black Sea National University, Ukraine,

<sup>3</sup> C-Job Nikolayev, Ukraine

EMAIL: rector\_iai@ukr.net, swadim@ukr.net, maxvakul@gmail.com  
y\_kondrat2002@yahoo.com, halyna.kondratenko@chmnu.edu.ua,  
y.zhukov@c-job.com.ua

## ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УКРАЇНІ

**Dr.Sci. А. Шевченка**<sup>1</sup>, **Dr.Sci. Ю. Кондратенко**<sup>1,2</sup>, **Dr.Sci. В. Слюсар**<sup>1</sup>,  
**Dr.Sci. Ю. Жукова**<sup>3</sup>, **Ph.D. Г. Кондратенко**<sup>2</sup>, **Ph.D. М. Вакуленко**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Інститут проблем штучного інтелекту МОН і НАН України, Україна,

<sup>2</sup> Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Україна,

<sup>3</sup> С-Job Миколаїв, Україна

**Abstract.** This paper is devoted to the analysis of the specific focuses, directions,  
and peculiarities of the Strategy of Artificial Intelligence Development in Ukraine.

**Keywords:** artificial intelligence, ChatGPT

**Анотація.** Дана стаття присвячена аналізу конкретних фокусів,  
напрямків та особливостей Стратегії розвитку штучного інтелекту в  
Україні.

**Ключові слова:** штучний інтелект, ChatGPT

Artificial intelligence (AI) plays a more and more important role in the  
different fields of human activity.

Scientists and experts are expecting revolutionary results with AI  
development and implementation in medicine and healthcare, transportation,  
science, education, military and defense, manufacturing, agriculture, space  
exploration, and different services [1].



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

This paper is devoted to the analysis of the specific focuses, directions, and peculiarities of the Strategy of Artificial Intelligence (AI) Development in Ukraine (AIDU Strategy).

The main paper's components are:

- an analysis of the current state of the justification, development, and governmental approval of the National Strategy of AI in Ukraine;
- key elements and main priority areas of AI implementation according to the Institute of Artificial Intelligence Problems's (IAIP) project "Strategy for AI Development in Ukraine" [2];
- proposals for AI development in short- and long-term perspectives and features of the AI implementation in Ukraine during the current wartime.

Special attention is paid to such focuses in AI research and development as:

- (a) the design of AI systems based on conscience conceptions;
- (b) new solutions in intelligent robotic systems for ground, underwater and aerial applications;
- (c) AI perspectives in the marine industry;
- (d) prospective AI implementation in education;
- (e) linguistic competency of AI systems.

This paper aims to the analysis of the main focuses of the AIDU strategy. It is very important for consolidation and concentration of the research efforts for implementing AI in priority areas.

The main peculiarities of the developed AIDU Strategy, priorities in AI implementation, and prospective research directions in the AI field are focused on and discussed in detail.

The result of the "Strategy for AI Development in Ukraine" implementation should be dealt with the creation of breakthrough technologies in the field of computer science and artificial intelligence as well as the creation of conscious AI-powered computers that make decisions considering ethical, moral, and legal norms.

At the next step, future research must be dealt with software and hardware development, testing and implementation of proposed new-generation intelligent systems with AI based on the conscience conception.

Another important direction is the development of linguistic technologies, particularly those providing semantic text analysis that manifest the emergence of linguistic competency of an artificial personality.

Besides, the authors analyzed and underlined the most important fields for AI implementation in Ukraine, as well as, developed, formalized and

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

justified priority practical-research directions for future successful AI results and achievements, in particular:

- five main directions in intelligent robotics [3] based on application of large language models (LLMs), Augmented Reality (AR) technology and others;

- two main directions in the marine industry based on increasing efficiency of AI-based ship safety monitoring systems which involve AI algorithms and advanced digital sensors [4] to detect and analyze potential hazards in real-time operations, using Digital Twins technology and others;

- six main directions in the education sphere based on LLMs ChatGPT and GPT-4 application, as well as, the efficiency of training students in the AI field at the university level may be significantly increased in the framework of specialized integrated education environments [5] such as multi-university (academic) consortia and academic-industry consortia.

Scientific efforts must be concentrated on intensive AI research in the abovementioned directions to increase the role of Ukraine in the world as a high-technological country, strong marine country and country with high-caliber standards in education.

### **References**

- [1] Y.P. Kondratenko, et al. (Eds.), *Artificial Intelligence in Control and Decision-making Systems. Studies in Computational Intelligence*, vol. 1087, Springer, Cham, 2023.
- [2] A.I. Shevchenko, et al., *Strategy for Artificial Intelligence Development in Ukraine*, IAIP: Nauka i osvita, Kyiv, 2023.
- [3] V. Slyusar, et al., Improving a neural network model for semantic segmentation of images of monitored objects in aerial photographs, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 6/2 (114) (2021) 86–95.
- [4] Yu. Zhukov, et al., Polymetric Sensing in Intelligent Systems, in: R. Duro, et al. (Eds.), *Advances in Intelligent Robotics and Collaborative Automation*, River Publishers, Aalborg, 2015, pp. 211-234.
- [5] G. Kondratenko, et al., Fuzzy Decision Making System for Model-Oriented Academia/Industry Cooperation: University Preferences, in: *Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 125, Springer, Berlin, Heidelberg, 2018, pp. 109-124.

УДК 004.89

## ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ В ЗАДАЧАХ ВИЯВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Ph.D. Г. Єгошина<sup>1</sup> [0000-0002-2381-1231], Ph.D. С. Вороной<sup>1</sup> [0000-0001-8564-1103],  
М. Северин<sup>2</sup> [0000-0002-2706-5205], А. Куляк<sup>3</sup> [0000-0001-8694-1453]

<sup>1</sup>Національний університет «Одеська політехніка», Україна

<sup>2</sup>Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Україна

<sup>3</sup>Luxoft Solutions LLC,

EMAIL: yehoshyna.h.a@op.edu.ua

## ROAD SURFACE DAMAGE INSPECTION BY A DEEP LEARNING TECHNOLOGIES

Ph.D. G. Yegoshyna<sup>1</sup>, Ph.D. S. Voronoy<sup>1</sup>, M. Severin<sup>2</sup>, A. Kulyak<sup>3</sup>

<sup>1</sup>National University "Odessa Polytechnic", Ukraine

<sup>2</sup>State University of Intelligent Technologies and Telecommunications, <sup>3</sup>Luxoft  
Solutions LLC, Ukraine

***Анотація.** В дослідженні розглядається детектування не за допомогою спеціалізованих систем з камерами високої роздільної здатності, а на базі зображень (фотографій). Дане дослідження сконцентроване на детектуванні пошкоджень дорожнього покриття за допомогою зображень та орієнтоване на їх використання на мобільних пристроях.*

***Ключові слова:** детектуванні пошкоджень дорожнього покриття*

***Abstract.** In the study, detection is considered not with the help of specialized systems with high-resolution cameras, but on the basis of images (photographs). This study is focused on the detection of road surface damage using images and is oriented towards their use on mobile devices.*

***Keywords:** detection of road surface damage*

Згідно з дослідженнями до 20% усіх дорожньо-транспортних пригод у всьому світі відбуваються через погані дорожні умови, а саме через дефекти, що виникають на асфальтовому покритті [1].

Переважну частину пошкоджень дорожнього покриття можливо визначити через характерні візуальні ознаки, тому ця задача є окремим випадком задачі детектування об'єктів на зображенні. Трендом

сьогодення для даного класу задач є використання методів глибокого навчання [2]. В дослідженні розглядається детектування не за допомогою спеціалізованих систем з камерами високої роздільної здатності, а на базі зображень (фотографій). Дане дослідження сконцентроване на детектуванні пошкоджень дорожнього покриття за допомогою зображень та орієнтоване на їх використання на мобільних пристроях. В якості вхідних даних для тренування моделі обирались виключно дані з відкритим доступом. В результаті проведеного аналізу було обрано Road Damage Dataset 2020, який включає зображення доріг відразу з декількох різних держав.

В даному датасеті до кожного зображення додається анотація з типом пошкодження та його місцем знаходження на зображенні (у вигляді координат обмежувальної рамки).

В рамках даного дослідження було проаналізовано декілька сучасних та популярних моделей нейронних мереж, які сьогодні використовуються для вирішення задач знаходження дефектів дорожнього покриття. За результатами дослідження було прийнято рішення використовувати модель нейронних мереж SSD MobileNet [3], яка дозволяє з порівняно невеликими затримками та вимогами до апаратного забезпечення знаходити та класифікувати об'єкти на зображенні. Навчання моделей проводилося засобами TensorFlow Object Detection API з підтримкою апаратного прискорення за рахунок графічного прискорювача, що підтримує технологію Nvidia CUDA, яка значно прискорює виконання матричних операцій, таких як операції згортки (convolution) та об'єднання (pooling).

Модель нейронної мережі на основі SSD MobileNet навчалася з початковою швидкістю  $\eta = 0.0033$ , коефіцієнтом згасання  $\gamma = 0.95$  та ітерацією завершення згасання  $j = 9000$ . Гіперпараметри моделі використовувались ті ж самі, що запропоновані базовою моделлю SDD MobileNet у збірнику моделей TensorFlow. В даному випадку, для фінального навчання тимчасове збільшення швидкості навчання не використовувалася, оскільки попередні експерименти показали гіршу ступінь подальшого навчання моделі та часті розбіжності функції витрат при навчанні. За результатами навчання було проведено оцінку точності моделі. Виявилось, що під час тренування F1-міра інколи перевищувала значення 0.5. У середньому показник міри тримався на значенні 0.42. На тестовій множині середній показник F1-міри досягав 0.3.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

**Література**

- [1] M. Rojo, H. Gonzalo-Orden, A. Linares, L. dell’Olio, "Impact of a Lower Conservation Budget on Road Safety Indices", *Journal of Advanced Transportation*, vol. 2018, 9 pages, 2018.
- [2] V. Pereira, S. Tamura, S. Hayamizu, and H. Fukai, “A deep learningbased approach for road pothole detection in timor leste,” in 2018 *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)*, pp. 279–284, July 2018
- [3] Howard AG, Zhu M, Chen B, et al (2017) MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. <https://arxiv.org/abs/1704.04861>

УДК 621.396:519.15

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ WATER JET TECHNOLOGY**

**К.Т.Н. О. Ілюнін<sup>[0000-0002-7751-4814]</sup>, С. Сердюк<sup>[0009-0008-2330-8004]</sup>, В. Пирогов,  
М. Тригуба**

*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна  
EMAIL: oleh.iliunin@nure.ua, sofia.serdiuk@nure.ua, vladyslav.pyrohov@nure.ua,  
mykola.tryhuba@nure.ua*

**FEATURES OF USING INTELLIGENT AUTOMATION FOR  
WATER JET TECHNOLOGY**

**Ph.D. O. Ilyunin, S. Serdiuk, V. Pyrohov, M. Tryhuba**  
*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine*

**Анотація.** *Пропонується застосовування інтелектуального управління для усунення поверхневих дефектів прокату за допомогою водоструминної технології на основі радіальної базової мережі, яка оцінює тривалість сигналу напруги, керуючої тиском струменю.*

**Ключові слова:** *водоструминна технологія, нечітка класифікація, інтелектуальне управління*

**Abstract.** *It is proposed to apply intelligent control for the elimination of surface defects of rolled products using water jet technology based on a radial basic network, which estimates the duration of the voltage signal controlling the jet pressure.*

**Keywords:** *water jet technology, fuzzy classification, intelligent control*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Технологія водоструминної обробки (Water Jet Technology, WJT) — це виробничий процес, у якому використовується струмінь води або розчину під високим тиском, іноді в поєднанні з абразивним матеріалом (гідроабразивна обробка), для обробки поверхонь або різання різноманітних матеріалів. WJT широко використовується в металообробній, аерокосмічній, автомобільній та електронній промисловості.

Перевагами WJT обробки є її універсальність та точність. WJT може обробляти широкий діапазон матеріалів, від металів до пластика, причому забезпечувати високу точність різання з мінімальними зонами впливу тепла, що виділяється.

Це є перевагою для матеріалів, чутливих до тепла: мінімізуються ризики деформації та зміни властивостей матеріалу. Також, на відміну від традиційних методів термічного різання та механічної обробки поверхонь, WJT виключає утворення небезпечних випарів та відходів, що робить його екологічним.

Застосування інтелектуального управління у WJT може сприяти підвищенню якості продукції, продуктивності, точності та ефективності процесу обробки, зниженню витрат на енергію, матеріали та обслуговування.

Інтелектуальна система управління WJT може бути навчена розпізнавати різні типи оброблюваних матеріалів, що дозволить автоматично налаштуватися для оптимальної обробки матеріалів різних типів.

Система управління усуненням поверхневих дефектів сталевого прокату за допомогою WJT водоструминної технології є конвеєром інтелектуальних моделей [1].

В залежності від нечіткої класифікації товщини дефектів за їх кольором з урахуванням зростання абразивних властивостей оборотного розчину з плином часу, радіально - базисна мережа визначає завдання необхідного тиску розчину при WJT обробці по (РБМ) верхні сталевому прокату.

Наступна РБМ оцінює тривалість сигналу керуючої напруги для виконання завдань зміни тиску подачі розчину крізь жиклери аналогічно рішенням наведеному в [2].

Запропонований спосіб, на відміну від поширених, враховує зміни абразивних властивостей розчину і є перспективною технологією.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Спосіб може бути використано для різних видів інтелектуальної WJT обробки з використанням абразиву:

- закруглення гострих країв;
- шліфування та полірування складних поверхонь;
- зняття задирок і очищення зварних швів;
- підготовка поверхонь морських суден до нанесення покриття;
- видалення відкладень з корабельних гвинтів, бетонних поверхонь;
- високоточна водяна різка металів.

Мала габаритність моделей дозволяє реалізувати рішення в ІОТ-структурі інтелектуальної системи управління WJT процесами різання або обробки поверхні матеріалів у вигляді бюджетного мікроконтролера.

### Література

- [1] О. Ілюнін, М. Ходак, В. Пурхов, О. Пашолок, М. Тригуба, С. Сердюк. Intelligent models for control of jet hydro-processing of rolled steel defects. Інтегровані технології та енергозбереження. – 2023. – Вип. 2. – с. 45-56. Фахове видання.
- [2] Oleg Ilyunin; Oleg Rudenko; Oleksandr Bezsonov; Stanislav Boldyryev; Viktor Zorenko; Nataliia Serdiuk. Neural Network Controller of Flow through a Butterfly Valve // Proc. 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). – Kharkiv, Ukraine, 2022. <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916374>.

UDC 621.396:519.15

## MODELING OF LINGUISTIC VARIABLES AND MEMBERSHIP FUNCTIONS OF THE SET OF CLASSIFICATION FEATURES OF SATELLITES

**Ph.D. I. Bepalko**<sup>1[0000-0002-7197-7324]</sup>, **L. Naumchak**<sup>1[0000-0002-7311-6659]</sup>,  
**Ph.D. D. Pekariev**<sup>2[0000-0002-5056-4993]</sup>

<sup>1</sup>*Korolyov Zhytomyr Military Institute, Ukraine*

<sup>2</sup>*Section of applied problems of the Presidium of the National Academy of Sciences  
of Ukraine, Ukraine*

*EMAIL: biran198311@gmail.com, naumchak.leonid@gmail.com, dmvlpek@ukr.net*

**МОДЕЛЮВАННЯ ЛІНГВІСТИЧНИХ ЗМІННИХ ТА ФУНКЦІЇ  
ПРИНАЛЕЖНОСТІ ОЗНАК КЛАСИФІКАЦІЇ КОСМІЧНИХ  
АПАРАТІВ**

**Ph.D. І. Беспалко<sup>1</sup>, Л. Наумчак<sup>1</sup>, Ph.D. Д. Пекарєв<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова, Україна

<sup>2</sup>Секція прикладних проблем при Президії Національної академії наук України,

***Abstract.** The proposed approach can be used when solving the problem of complex classification of satellites, taking into account the majority of heterogeneous features.*

***Keywords:** complex classification of satellites*

***Анотація.** Запропонований підхід може бути використаний при вирішенні задачі комплексної класифікації супутників з урахуванням більшості різномірних ознак.*

***Ключові слова:** комплексна класифікація супутників*

The modern approaches to the classification of satellites were analyzed in the article, the relevance of the use of the fuzzy logic apparatus and the main stages of solving the given problem using the theory of fuzzy sets was determined.

The first stage of the process of fuzzy derivation – fuzzification of input variables – establishing correspondence between the specific (usually numerical) value of a separate input variable of the system of fuzzy derivation and the value of the membership function of the corresponding term of the input linguistic variable was considered.

After that, specific values of membership functions for each of the linguistic terms used in the prerequisites of the fuzzy inference system rule base must be determined for all input variables [1,2].

The features of the classification of satellites, which can be obtained both from the analysis of a priori and a posteriori information about satellites, and can be numerical, categorical or linguistic, was determined.

It is possible to classify satellites according to the information that precedes their launch and the information that is available for analysis after its launch.

Thus, it is possible to distinguish a priori (before launch) and a posteriori (after launch) features of classification, which, in turn, can be direct and indirect [3].



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

The initial information before launch for classification is the satellite launch plan. Information from the satellite launch plan can be about the stated purpose of the satellite, the launch site (cosmodrome), the type of launch vehicle that will be used to launch the satellite, name of satellite, the customer of the satellite, the developer of the satellite, configuration of the satellite, launch mass of the satellite, estimated (warranty) period of operation of the satellite, type of orbit etc.

The need to define linguistic variables and their linguistic terms for those features of the classification of satellites that can be presented in a linguistic form was substantiated.

The choice of the method of constructing the membership function of a fuzzy set of defined features of the classification of satellites, which can be presented in a linguistic form, was justified.

Thus, using the theory of fuzzy sets, the linguistic variables of some features of the classification of satellites were formalized and an example of the calculation of their membership functions was given.

The following steps in the classification process are: finding the degrees of truth of the simplest statements based on the given values of the input parameters; calculation of the truth of the prerequisites of the rules; determination of membership functions of each of the conclusions for the general linguistic variable; unification of membership functions through the construction of their maximum; obtaining a specific value of the output variable.

The proposed approach can be used when solving the problem of complex classification of satellites, taking into account the majority of heterogeneous features.

### References

- [1] O. A. Khorozov Application of fuzzy logic for telemedicine systems, *Kybernetyka y vychyslytelnaia tekhnika*, VD «Akademperiodyka» NAN Ukrainy, No. 2, 2017, pp. 36-48. doi: : <https://doi.org/10.15407/kvt188.02.036>
- [2] T. A. Zheldak, L. S. Koryashkina, S. A. Us, *Fuzzy sets in management and decision-making systems*, textbook, Dnipro, 2020, 387 p. URL: <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/156356>
- [3] O. O. Pisarchuk, Modeling of situational management and identification processes in energetic information and management systems, *Bulletin of ZhSTU, Technical sciences*, No. 4 (71), 2014, pp. 98-105 URL: <http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/2197/17.pdf?sequence=2>

УДК 621.396:519.15

**ПОБУДОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ  
ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОПОЛІМЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ  
БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТА ЛАНЦЮГІВ  
МАРКОВА**

**Dr.Sci. О. Шарко<sup>1</sup>[0000-0001-9025-7990], Ph.D. П. Лоуда<sup>2</sup>[0000-0002-0426-2943],  
Ph.D. А. Шарко<sup>2</sup>[0000-0002-6350-7189], Ph.D. Д. Степанчиков<sup>3</sup>[0000-0001-5027-2213],  
Ph.D. Т. Нгуен<sup>4</sup>, Ph.D. Д. Тран<sup>4</sup>, , Ph.D. К.Бучковська<sup>5</sup>[0000-0002-6869-1392],  
Ph.D. В. Ле<sup>2</sup>[0000-0002-6350-7189]**

<sup>1</sup>Херсонська державна морська академія, Україна,

<sup>2</sup>Технічний університет в Ліберці, Чеська республіка,

<sup>3</sup>Херсонський національний технічний університет, Україна,

<sup>4</sup>Університет Нячанга, В'єтнам,

<sup>5</sup>Лодзинський технічний університет, Польща

EMAIL:katarzyna.ewa.buczowska@tul.cz sharkoartem@seznam.cz,

longsuvp90@gmail.com dmitro\_step75@ukr.net xiemnt@ntu.edu.vn

alexandr.vladimirovich.sharko@gmail.com

**BUILDING INTELLIGENT GEOPOLYMER  
CHARACTERISATION SYSTEM USING MULTI-CRITERIA  
ANALYSIS AND MARKOV CHAINS**

**Dr.Sci. О. Sharko<sup>1</sup>, Ph.D. P. Louda<sup>2</sup>, Ph.D. А. Sharko<sup>2</sup>, Ph.D. D.  
Stepanchikov<sup>3</sup>, Ph.D. Т. Nguyen<sup>4</sup>, Ph.D. D. Tran<sup>4</sup>, Ph.D. K. Buczowska<sup>5</sup>,  
Ph.D. V. Le<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kherson State Maritime Academy, Ukraine,

<sup>2</sup>Technical University in Liberec, Czech Republic,

<sup>3</sup>Kherson National Technical University, Ukraine,

<sup>4</sup>Nha Trang University, Vietnam,

<sup>5</sup>Lodz University of Technology, Poland

**Анотація.** Представлені аспекти визначення механічних властивостей геополімерів та їх взаємозв'язок через механізм структуроутворення були покладені в основу побудови матриці перехідних ймовірностей. Встановлено, що обробка цієї матриці методом розрахунку ланцюгів Маркова дозволяє визначити значення вагових коефіцієнтів.

**Ключові слова:** матриць перехідних ймовірностей, ланцюгі Маркова

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Abstract.** The presented aspects of determining the mechanical properties of geopolymers and their relationship through the mechanism of structure formation were used as the basis for the construction of the matrix of transition probabilities. It was established that the processing of this matrix by the method of calculation of Markov chains allows to determine the value of the weighting coefficients.*

***Keywords:** matrices of transitional probabilities, Markov chains*

Моделювання фізико-механічних і технологічних властивостей геополімерів проводилось з використанням гібридної реалізації багатокритеріальної оптимізації та ланцюгів Маркова.

Представлено вирішення актуальної проблеми сучасного матеріалознавства та будівельної галузі розробки оптимального складу геополімерів на основі обробки експериментальних даних за допомогою ланцюгів Маркова та багатокритеріального аналізу.

Геополімери це новий клас будівельних матеріалів, призначених для заміни портландцементу.

Практичне застосування результатів досліджень з оцінки геополімерних сумішей із заданими фізико-механічними властивостями обмежується емпіричним підбором складу геополімерних компонентів та встановленням діапазонів їх варіювання [1,2].

Основною особливістю глобальної оптимізації для всіх параметрів геополімерів є висока обчислювальна складність цільових функцій, оскільки для більшості практичних задач оптимізації аналітичні вирази граничних функцій невідомі.

Колективне прийняття рішень на основі кількісних і якісних критеріїв є основним напрямком досліджень.

Гібридна модель починається як система, яка використовує один автономний метод, і закінчується як система, яка використовує інший метод.

Метою роботи є не тільки дослідження фізичних і технологічних параметрів різних геополімерних композицій, але й моделювання цих властивостей за допомогою багатокритеріальної оптимізації та ланцюгів Маркова.

В якості матеріалів для дослідження використано фізико-механічні та технологічні властивості геополімерів: їх кількісні значення та пріоритетні ймовірності основних характеристик, які в кінцевому підсумку визначають ваговий склад компонентів суміші. Наведено

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

технологію виробництва геополімерів, їх рецептурні властивості, хімічний склад і структуру, які є основою вхідної інформації для дослідження фізико-механічних та технологічних властивостей.

Представлені аспекти визначення механічних властивостей геополімерів та їх взаємозв'язок через механізм структуроутворення були покладені в основу побудови матриці перехідних ймовірностей.

Встановлено, що обробка цієї матриці методом розрахунку ланцюгів Маркова дозволяє визначити значення вагових коефіцієнтів.

Кожному стану параметрів, що характеризують інформаційну ситуацію визначення механічних властивостей геополімерів для заданої рецептури їх приготування, приписується певна ймовірність, яка записується у вигляді лінії матриці стану.

Блукання системи по її станах описується матрицею інтенсивності або переходів системи.

У процесі аналізу матриці стану всі можливі стани параметрів перераховуються з їх ймовірностями, тобто ми маємо справу зі стохастичною матрицею переходів, набір векторів усередині якої відображає значення ймовірностей між градаціями.

На основі результатів ланцюгів Маркова та результату розрахунків методами багатокритеріальної оптимізації побудовано концептуальну модель гібридної реалізації та оргграф взаємодій основних характеристик геополімеру в реальному часі.

### Література

- [1] Sharko, A., Louda, P., Nguyen, V. V., Buczkowska, K. E., Stepanchikov, D., Ercoli, R., ... & Le, V. S. (2023). Multicriteria Assessment for Calculating the Optimal Content of Calcium-Rich Fly Ash in Metakaolin-Based Geopolymers. *Ceramics*, 6(1), 525-537.
- [2] Sharko M., Petrushenko N., Gonchar O., Vasylenko N., Vorobyova K., Zakryzhevskaya I. Information Support of Intelligent Decision Support Systems for Managing Complex Organizational and Technical Objects Based on Markov Chains CEUR Workshop Proceedings, 2022, 3171, pp. 986-998.

UDC 621.396:519.15

**OPTIMUM VECTOR INFORMATION TECHNOLOGIES BASED  
ON THE MULTI-DIMENSIONAL COMBINATORIAL  
CONFIGURATIONS**

**Ph.D. V. Riznyk**<sup>[0000-0002-3880-4595]</sup>, **O. Bilyk**<sup>[0000-0002-3589-5401]</sup>,  
**O. Demianiv**<sup>[0009-0005-6361-416X]</sup>, **S. Ivasiv**<sup>[0009-0007-3406-7376]</sup>,  
**Ph.D. I. Prots'ko**<sup>[0000-0002-3514-9265]</sup>

*Lviv Polytechnic National University, Ukraine*

*EMAIL: volodymyr.v.riznyk@lpnu.ua; olha.bilyk.mknus.2022@lpnu.ua;  
oleh.demianiv.mknus.2022@lpnu.ua; stanislav.ivasiv.mknus.2022@lpnu.ua;  
ihor.o.protsko@lpnu.ua*

**ОПТИМАЛЬНІ ВЕКТОРНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА  
ОСНОВІ БАГАТОВИМІРНИХ КОМБІНАТОРНИХ  
КОНФІГУРАЦІЙ**

**Ph.D. В.Різник, О.Білик, О.Дем'янів, С. Івасів, Ph.D. І.Процько**  
*Національний університет «Львівська політехніка», Україна*

**Abstract.** *Applications profiting from optimum vector information technologies based on the multi-dimensional combinatorial theory provided data mining technologies and big vector data processing, data analysis and system security, signal compression and reconstruction, vector computing and telecommunications, and other branches of sciences and advanced information technologies.*

**Keywords:** *Intelligent information technology, IRB, torus coordinate system, big data, optimum vector data coding system, category, attribute.*

**Анотація.** *Додатки, що отримують прибуток від оптимальних векторних інформаційних технологій, заснованих на багатовимірній комбінаторній теорії, забезпечують технології інтелектуального аналізу даних і обробку великих векторних даних, аналіз даних і безпеку системи, стиснення та реконструкцію сигналів, векторні обчислення та телекомунікації та інші галузі науки та передові інформаційні технології.*

**Ключові слова:** *інтелектуальна інформаційна технологія, IRB, торична система координат, великі дані, оптимальна векторна система кодування даних, категорія, атрибут.*

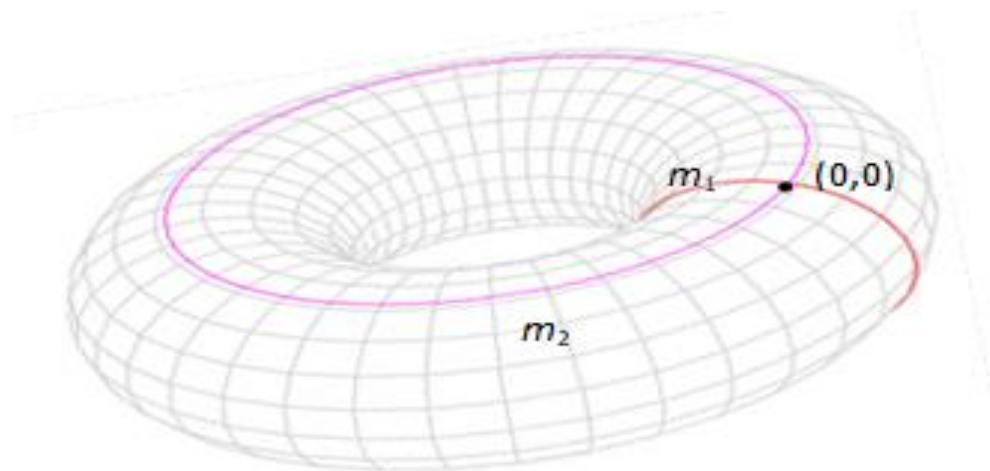
Big vector data information technology, as known, is able to define as a software-utility that is designed to analysis process and extract the data from

extremely complex and large data sets, which the traditional data processing software could never deal with.

For example, in global review [1] authors discuss and itemize this topic from three aspects according to different information technical levels of big spatial vector data management.

This paper deals with application of multi-dimensional combinatorial configurations for improving the quality indices for vector information technologies with respect to memory economy, transformation speed and security (e.g., big vector data processing), using remarkable properties of the configurations, namely, Ideal Ring Bundles (IRBs) encoded from “perfect” symmetry and asymmetry geometric ensembles [2].

Multi-dimensional IRBs make available to configure intelligent information or telecommunication systems providing generate the maximum number of distinct vector sums of consecutive terms in the combinatorial configuration [2]. For instance, in the case of two- dimensional ( $t=2$ ) coordinate system it is a coordinate grid of sizes  $m_1 \times m_2$  covered surface of usual torus with  $(0,0)$  common reference point.



***Figure 2.** Two- dimensional ( $t=2$ ) vector data coordinate system of sizes  $m_1 \times m_2$  covered surface of usual torus with  $(0,0)$  common reference point*

Regarding a coordinate system based on the two- dimensional ( $t=2$ ) Ideal Ring Bundle  $\{(1,0), (0,1), (0,2)\}$  encoded from the 7-fold ( $S=7$ )

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

rotational symmetry, we have a torus surface coordinate grid with sizes  $m_1 \times m_2 = 2 \times 3$ , where  $m_1 = n - 1 = 2$ ,  $m_2 = n = 3$  [2]. This system provides 2D vector data coding by two ( $t=2$ ) categories of three ( $n=3$ ) attributes (Table 1).

**Table 1.** 2D vector data coding system by two ( $t=2$ ) categories of three ( $n=3$ ) attributes

No	Category index	Attribute index	Digit weight (1,0)	Digit weight (0,1)	Digit weight (0,2)
1	1	1	1	1	0
2	0	1	0	1	0
3	1	2	1	0	1
4	0	2	0	0	1
5	1	0	1	0	0
6	0	0	0	1	1

Table 1 contains a set of six ( $m_1 \times m_2 = 2 \times 3 = 6$ ) 3-digit ( $n=3$ ) binary code words for 2D data storage, transmission and processing, each of them have information about two ( $t=2$ ) indexed data set. For example, attribute with digital index “1” and category with index “1” respond to code word “1 1 0”, because  $\{(1,0) + (0,1)\} \equiv \{1,1\} \pmod{m_1, m_2}$ , where  $m_1 = 2$ ,  $m_2 = 3$ ; attribute with digital index “0” and category with index “1” - to code word “0 1 0”.

Category with digital index “1” and attribute with index “2” respond to code word “1 0 1”, where  $\{(1,0) + (0,2)\} \equiv \{1,2\} \pmod{m_1, m_2}$ . Category with digital index “0” and attribute with index “2” respond to code word “0 0 1”; category with digital index “1” and attribute with index “0” - to code word “1 0 0”. Finally, category with digital index “0” and attribute with index “0” respond to code word “0 1 1”. So, vector code based on the IRB  $\{(1,0), (0,1), (0,2)\}$  make it possible to organize intelligent information technology for 2D vector data processing over combinatory two-digital sets of indexed arbitrary categories and attributes, taking in account two ( $t=2$ ) categories and three ( $n=3$ ) attributes. Theoretically, there are infinitely many intelligent IRB ensembles. Accordingly, increasing the number bit depth and dimension of optimum  $t$ -dimensional torus IRB-codes provides lowered use computer time and memory due to vector data processing by  $t$  categories of attributes concomitantly [2].

Applications profiting from optimum vector information technologies based on the multi-dimensional combinatorial theory provide for example

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

data mining technologies and big vector data processing, data analysis and system security, signal compression and reconstruction, vector computing and telecommunications, and other branches of sciences and advanced information technologies.

**References**

- [1] Y. Xiaochuang, and Li Guoqing, “Big spatial vector data management: a review,” in *Big Earth Data*, vol.2, No1, 2018, pp.108-129. doi: 10.1080/20964471.2018.1432115.
- [2] V.V. Riznyk, “Multi-modular Optimum Coding Systems Based on Remarkable Geometric Properties of Space,” in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol.512. 2017, pp.129–148. doi:10.1007/978-3-319-45991-2\_9.

UDC 004.048

**ASTRONOMICAL DATA MINING OF THE PROCESSING  
CONFIGURATION PARAMETERS BY THE THRESHOLDS TOOL**

**Ph.D. S. Khlamov**<sup>[0000-0001-9434-1081]</sup>, **T. Trunova**<sup>[0000-0003-2689-2679]</sup>,

**Ph.D. I. Tabakova**<sup>[0000-0001-6629-4927]</sup>

*Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine*

*EMAIL: sergii.khlamov@gmail.com, tetiana.trunova@nure.ua,  
iryna.tabakova@nure.ua*

**АСТРОНОМІЧНИЙ МІНІНГ ПАРАМЕТРІВ  
КОНФІГУРАЦІЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ  
ІНСТРУМЕНТУ THRESHOLDS**

**Ph.D. С. Хламов, Т. Трунова, Ph.D. І. Табакова**

*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна*

**Abstract.** *The article is devoted to the implementation of data mining purposes related to the astronomical processing configuration parameters during invocation to the image processing pipeline. The ThresHolds tool in scope of the CoLiTec software was successfully installed as the main astronomical image processing pipeline in the different observatories.*

**Keywords:** *data mining, processing pipeline, dataflow, configuration parameters, XML.*



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Анотація.** Стаття присвячена реалізації цілей інтелектуального аналізу даних, пов'язаних з параметрами конфігурації астрономічної обробки під час звернення до конвеєра обробки зображень. Інструмент ThresHolds у рамках програмного забезпечення CoLiTec було успішно встановлено як основний конвеєр обробки астрономічних зображень у різних обсерваторіях.*

***Ключові слова:** інтелектуальний аналіз даних, конвеєр обробки, потік даних, параметри конфігурації, XML.*

The complex scientific processing pipelines are required to implement the different image processing and machine vision tasks.

In common words, the processing pipeline is a set of data processing modules connected in series, where the output of one module is the input of the next one.

The modules in pipeline are often executed consequently one by one and rare in parallel or in time-sliced fashion. Also, there are different buffer storage can be inserted between the modules to save the intermediate results or processing data.

For our research we have selected the astronomical scientific software for detection the moving objects in a series of CCD-frames called “CoLiTec” [1], which implements the image processing pipeline.

Such software performs almost all astronomical image processing tasks, like filtering, brightness equalization, background alignment, image stacking/segmentation, object detection, motion detection, object astrometry, object photometry, object’s image and motion parameters estimation, machine (computer) vision of the reference objects to be cataloged [2], object recognition and others.

CoLiTec software realizes the different knowledge discovery in databases and data mining approaches, like pre-processing, clustering, classification, identification, processing, summarization [3].

CoLiTec software is a very complex astronomical system for the big data sets processing, which includes the different features, user-friendly tools for the processing management, results reviewing, integration with online astronomical catalogs and a lot of computational components and modules that are based on the developed mathematical methods.

Totally, the CoLiTec software consists of more than 30 mathematical and processing modules/components related to the different stages of the image processing that included to the common processing pipeline.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Each such module/component has a lot of configuration parameters to be set for the proper image processing and tuning the processing results.

All relationships between processing modules and components in the CoLiTec software are based on the predefined contracts as a stable form of the input description for the module processing.

Under the research in scope of the CoLiTec project we have developed the ThresHolds tool for the following data mining and processing tasks:

- mining the astronomical processing configuration parameters;
- classification, managing and validating of the astronomical processing configuration parameters;
- visualization for the end user; preparing the batch of required configuration parameters for the appropriate stage in processing pipeline of the big astronomical data from the different storages and archives.

The ThresHolds tool realize the different data mining tasks, like receiving, storing, selecting, preprocessing, transforming, useful data extraction, classification, and knowledge discovery in databases (KDD) [4].

The ThresHolds tool was developed as a part of the CoLiTec software [5]. It was tested during several years after successful installation in scope of the astronomical image processing pipelines on the different observatories.

### References

- [1] Khlamov S., Savanevych V., Big astronomical datasets and discovery of new celestial bodies in the Solar System in automated mode by the CoLiTec software. Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation, Astrogeoinformatics: Elsevier, pp. 331–345. (2020). doi: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00030-8.
- [2] Savanevych V., et al., Selection of the reference stars for astrometric reduction of CCD-frames. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 1080, pp. 881–895. (2020). doi: 10.1007/978-3-030-33695-0\_57.
- [3] Khlamov S., et al., Data Mining of the Astronomical Images by the CoLiTec Software. CEUR Workshop Proceedings, vol. 3171, pp. 1043–1055. (2022).
- [4] Luo Q., Advancing knowledge discovery and data mining. First International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining (WKDD 2008), IEEE, pp. 3–5. (2008). doi: 10.1109/WKDD.2008.153.
- [5] Savanevych V., et al., CoLiTecVS software for the automated reduction of photometric observations in CCD-frames. Astronomy and Computing, vol. 40 (100605), 15 p. (2022). doi: 10.1016/j.ascom.2022.100605.

UDC 004.048

**SMART CONTROL OF TEMPERATURE AND AUDIO  
MONITORING INSIDE BEEHIVE: IOT ESP8266 NODEMCU AND  
ANDROID MOBILE PLATFORMS**

**A. Zhenishbekova**<sup>1</sup>[0009-0006-2683-3360], **A. Kupin, Ph.D.**<sup>2</sup> [0000-0001-7569-1721],  
**Ph.D. D. Zubov** <sup>1</sup>[0000-0002-5601-7827]

<sup>1</sup>University of Central Asia, Kyrgyzstan,

<sup>2</sup>Kyryvi Rih National University, Ukraine

EMAIL: aiza.zhenishbekova\_2023@ucentralasia.org, kupin@knu.edu.ua,  
dzubov@ieee.org

**РОЗУМНЕ КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ ТА  
АУДИОМОНІТОРИНГ В СЕРЕДИНІ ВУЛИКА: ІОТ ESP8266  
NODEMCU ТА МОБІЛЬНІ ПЛАТФОРМИ ANDROID**

**А. Женішбекова, Ph.D. А. Купін, Ph.D. Д. Зубов**

<sup>1</sup> Університет Центральної Азії, Киргизстан,

<sup>2</sup>Криворізький національний університет, Україна

**Abstract.** This study addresses two problems in the development of an IoT device for temperature control and audio monitoring inside a beehive. A new portable soft-/hardware complex of the affordable was developed employing automatic configuration (autonomous / network) at the system start. A web-based mobile user interface was designed to support the decision-making

**Keywords:** IoT for temperature control, software and hardware complex

**Анотація.** У цьому дослідженні розглядаються дві проблеми в розробці пристрою IoT для контролю температури та моніторингу звуку всередині вулика.. Розроблено новий доступний портативний програмно-апаратний комплекс з використанням автоматичного налаштування (автономного/мережевого) при запуску системи. Веб-інтерфейс мобільного користувача був розроблений для підтримки прийняття рішень

**Ключові слова:** IoT для контролю температури, програмно-апаратний комплекс

Honeybees are crucial pollinators for natural ecosystems and contributors to sustainable development targets such as the quantity and quality of food, nutrition, medicine, inclusive communities, forest

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

conservation and regrowth, healthy and diverse ecosystems, innovation and inspiration, biofuels, and economic opportunities [1].

Some apiaries experience high mortality due to factors such as natural disasters and internal beehive issues. These can include floods, fires, droughts, extremely cold temperatures, honeybee starvation, and honeybee queenlessness. For instance, approximately 38 % of beekeepers' colonies in the United States died between October 1, 2018, and April 1, 2019. However, very few control systems have been developed to notify beekeepers and minimize the impact of negative external and internal factors on the beehive. Approximately 35 % of bee colonies support 75 % of crops worldwide, and hence even a small success rate in the survival of honeybees implies a large global benefit.

Existing devices employ various sensors (e.g., temperature, humidity, sound, piezoelectric transducer, motion, and flame) to monitor parameters inside and outside a beehive. Inside the beehive, climate control (temperature mainly, but humidity as well) and audio monitoring (mostly amplitude and frequency) are emphasized.

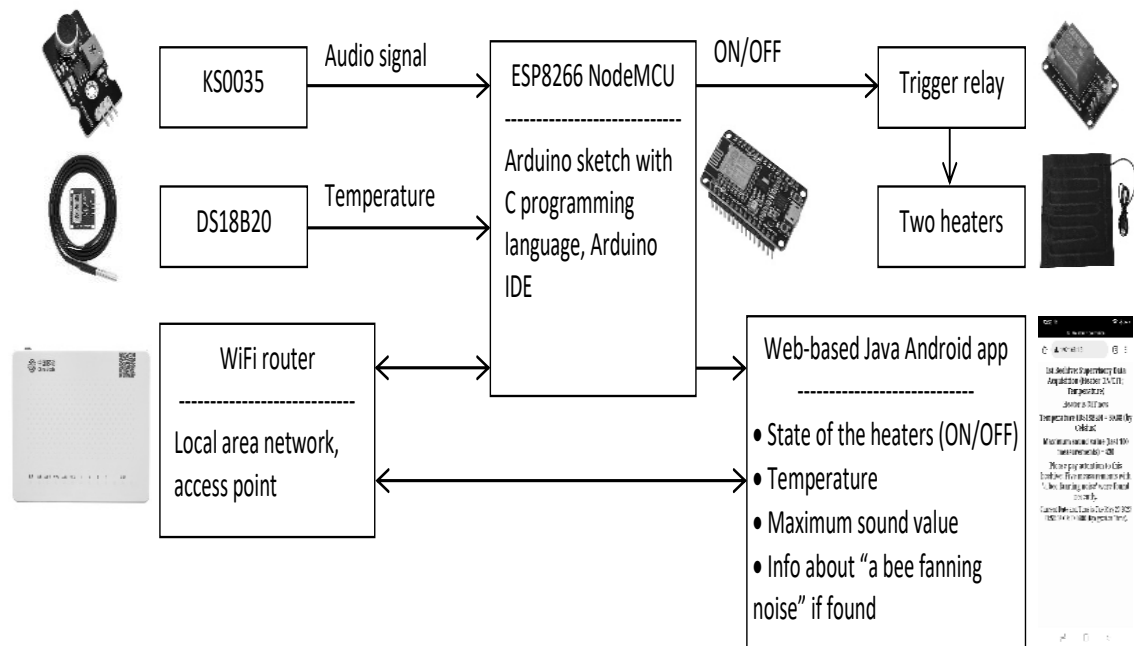
However, some commercial products are quite expensive. For instance, the Beewise Beehome costs USD 400 per month for 24 bee colonies as of May 2023. In addition, some devices are relatively large (e.g., a Bee Board module is approx. 30×20×5 cm) and require special external installation.

This study presents a prototype of an Internet of Things (IoT) device for temperature control and audio monitoring inside a beehive. The main hardware components are the ESP8266 NodeMCU board [2] (approx. USD 2), temperature sensor DS18B20 (approx. USD 1), BESTEP 3.3 V trigger relay (approx. USD 2), Keyestudio microphone sound sensor KS0035 (approx. USD 3), two 8 W portable waterproof heaters (approx. USD 4 for two pieces), enclosure (approx. USD 1), breadboard and wires (approx. USD 1).

The size of the box is approx. 85×85×44 mm, and it does not require any special installation.

The external power supply, for example, solar panels with batteries or power grid lines, depends on the apiary location; hence, its price is not initially considered.

A WiFi router is an optional device that connects ESP8266 NodeMCU boards and the beekeeper's Android smartphone. Thus, the basic price of the kit is approx. USD 14, which is an affordable competitive level.



*Figure 1. System soft-/hardware structure*

This study addresses two problems in the development of an IoT device for temperature control and audio monitoring inside a beehive. A new portable soft-/hardware complex of the affordable price of USD 14 was developed employing automatic configuration (autonomous / network) at the system start.

A web-based mobile user interface was designed to support the beekeeper's decision-making using information about the state of heaters (ON/OFF), the temperature, the maximum audio signal in a FIFO queue of 100 elements inside specific beehive (the mobile app activity shows a list of beehives at the beginning), and a bee fanning noise if it is detected.

The soft-/hardware complex is composed of two parts – Java Android application (smartphone Doogee S96 Pro with Android 10 OS and IP68 dust/water resistance is employed in this prototype) and ESP8266 node microcontroller unit with temperature sensor DS18B20, BESTEP 3.3 V trigger relay (Keyestudio 5 V relay KS0011 also showed the operability in experiments), Keyestudio microphone sound sensor KS0035, and two 8 W portable waterproof heaters. The smartphone and microcontroller are connected via a WiFi router (ZTE ZXHN F663N in this prototype; see Figure 1).

**References**

- [1] Katumo D. M., Liang H., Ochola A. C., Lv M., Wang Q.-F., Yang C.-F. Pollinator diversity benefits natural and agricultural ecosystems, environmental health, and human welfare. *Journal of Plant Diversity*. 2022. № 44(5). P. 429-435.
- [2] Electromania, Programming ESP8266 ESP-12E NodeMCU Using Arduino IDE. 2017. URL: [www.instructables.com/Programming-ESP8266-ESP-12E-NodeMCU-Using-Arduino/](http://www.instructables.com/Programming-ESP8266-ESP-12E-NodeMCU-Using-Arduino/)

UDC 004.048

**ASSESSING OF CLIMATE IMPACT ON WHEAT YIELD USING  
MACHINE LEARNING TECHNIQUES**

**Dr.Sci. P. Hrytsiuk<sup>[0000-0002-3683-4766]</sup>, T. Babych<sup>[0000-0001-6927-7313]</sup>,  
S. Baranovsky<sup>[0000-0002-8056-2980]</sup>, M. Havryliuk<sup>[0000-0003-1149-625]</sup>**

*The National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine  
EMAIL: p.m.hrytsiuk@nuwm.edu.ua, , t.iu.babych@nuwm.edu.ua,  
s.v.baranovskyi@nuwm.edu.ua, m.s.havryliuk@nuwm.edu.ua*

**ОЦІНКА ВПЛИВУ КЛІМАТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ЗА  
ДОПОМОГОЮ МЕТОДИКИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ**

**Dr.Sci. П. Грицюк, Т. Бабич, С. Барановський, М. Гаврилюк**  
*І Національний університет водного господарства та інженерії  
природокористування, Україна*

**Abstract.** *In this paper, five methods used to build a binary classification model. Classification results analysis showed that none of the classification methods could predict the correct result in three cases out of 39 controls. Among the machine learning methods tested, LDA and GLM showed the highest accuracy. The model allows future yields to be predicted in advance and can support optimal investment and marketing decisions.*

**Keywords:** *optimal investment and marketing decisions*

**Анотація.** *У цьому документі п'ять методів, використаних для побудови моделі бінарної класифікації. Аналіз результатів класифікації показав, що жоден із методів класифікації не міг передбачити правильний результат у трьох випадках із 39 контрольних. Серед протестованих методів машинного навчання найвищу точність показали LDA і GLM. Модель дозволяє заздалегідь*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*передбачити майбутні доходи та може підтримувати оптимальні інвестиційні та маркетингові рішення.*

**Ключові слова:** *оптимальні інвестиційні та маркетингові рішення*

Grain production in Ukraine is one of the main sectors of the economy that ensures national food demand and a stable inflow of money to the state budget.

In 2019-2021, the average annual grain production in Ukraine reached 75 million tons, while the average annual exports during this period amounted to 50 million tons [1].

At the same time, cereal production has fluctuated significantly due to the effects of changing climatic factors.

Climate change over the last 30 years has led to changes in cultivated cereals' diversity and geography [2-4].

In Ukraine's Chernozem and Polissia regions, the production of heat-loving crops such as corn, soybean and sunflower has increased.

In this study, statistical climate and wheat yield data for the period 2000-2021 for the Sumy, Kharkiv, Poltava, Kyiv, Cherkasy, and Vinnytsia regions, which are located in the Chernozem zone of the forest-steppe in Ukraine were used.

Wheat growth has a decisive influence on yield [3].

The average decadal temperature values for April, May, and June and monthly amounts of precipitation for this period were used for assessing the climate impact on wheat yield.

Analysis of wheat yield dynamics in various regions of Ukraine over the last 22 years shows that yields have been increasing [1].

However, the upward trend in grain yields is accompanied by significant yield fluctuations, mostly caused by the influence of weather and climatic factors.

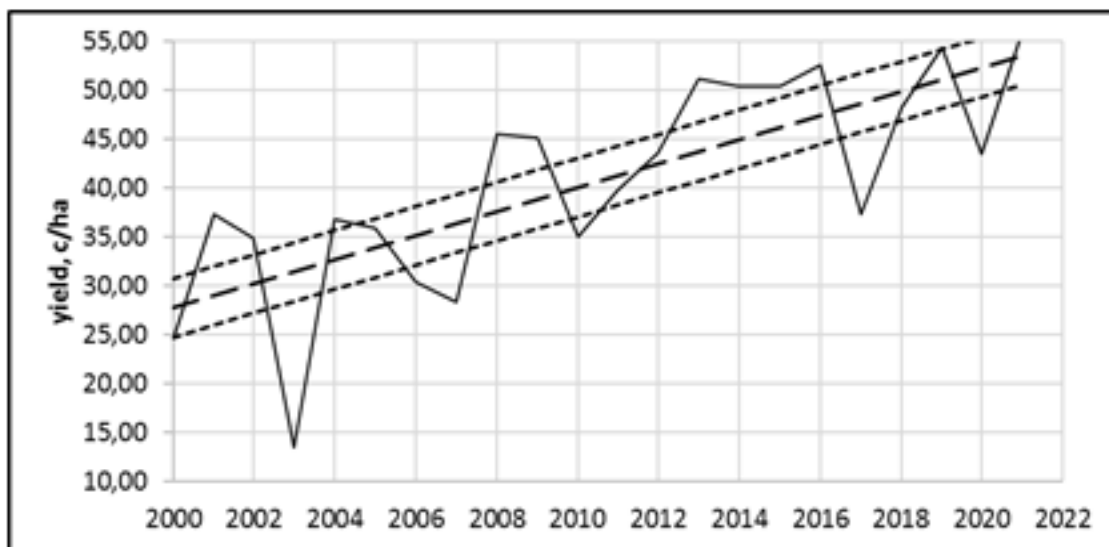
For example, consider the wheat yield fluctuations in the Cherkasy region: the largest negative deviations from the yield trend were observed in 2003, 2007, 2017 and 2020 (Figure 1).

A linear trend model is used to model yield dynamics

$$tr_t = a_0 + ta_1. \quad (1)$$

To make an interval forecast of yield, it is necessary to check the hypothesis about a normal distribution of detrended yield  $eps$

$$eps_t = y_t - tr_t. \quad (2)$$



**Figure 1.** Wheat yield dynamics in the Cherkasy region. The dashed line is a linear trend. Dotted lines are high and low yield boundaries. Author's calculations according to [1]

For making investment decisions and planning agribusiness logistics, it is necessary to predict future yields in terms of “high yield” - “low yield”. The main task of this study is to estimate low yield values for wheat.

The “low yield” group includes yield values with probability  $p < 0.33$ . To bring a classification approach to yield estimation, a binary variable  $eps1$  is introduced.

It takes only two values: 1 (“low yield”) and 0 (“high yield”). At the same time, the value of the variable  $eps1$  is determined by the rule (3).

$$eps1 = \begin{cases} 1, & \text{if } F(eps) < 0.33; \\ 0, & \text{if } F(eps) \geq 0.33. \end{cases} \quad (3)$$



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

---

The following indicators are used for evaluating the performance of the classifiers were built: the error matrix, the overall accuracy of the classification, the sensitivity of the classification, the specificity of the classification and the area under the ROC curve (the criterion for classifier evaluating).

In this paper, five methods were used to build a binary classification model. Classification results analysis showed that none of the classification methods could predict the correct result in three cases out of 39 controls.

Among the machine learning methods tested, LDA and GLM showed the highest accuracy (Table 1). The model allows future yields to be predicted in advance (three months in advance) and can support optimal investment and marketing decisions.

**Table 1.** Quality Criteria of machine learning techniques

	Accuracy	Sensitivity	Specificity	AUC
LDA	0.872	0.545	1.000	0.684
SVML	0.821	0.364	1.000	0.727
SVMR	0.769	0.636	0.821	0.983
RF	0.769	0.455	0.893	0.973
GLM	0.872	0.545	1.000	0.688

### References

- [1] State Statistics Service of Ukraine, 2022. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
- [2] T. Adamenko, Climate change and agriculture in Ukraine: what farmers should know. German-Ukrainian agropolitical dialogue, Zapovit, Kyiv, 2019.
- [3] P. Grytsyuk, L. Bachyshyna. Influence of change in climatic conditions on the dynamics of the crop yield of cereals in Ukraine, Economy of Ukraine 6 (2016) 68–75.
- [4] IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, in: P. R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley (Eds.), Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

UDC 004.048

## METHOD FOR WIRELESS IMAGE TRANSMISSION UTILIZING NEURAL NETWORKS

**Dr.Sci. V. Slyusar**<sup>1[0000-0002-2912-3149]</sup>, **N. Bihun**<sup>2[0000-0003-3327-5521]</sup>

*The Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed  
Forces of Ukraine*

*EMAIL: swadim@ukr.net<sup>1</sup>, bigun0714@ukr.net<sup>2</sup>*

## МЕТОД БЕЗДРОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ

**Dr.Sci. В. Слюсар, Н. Біхун**

*Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки  
збройних сил України, Україна*

**Abstract.** *This paper proposes an optimized approach for image transmission from Unmanned Aerial Vehicles using split autoencoders and super-resolution techniques. The autoencoder, partitioned between the UAV and receiver, compresses and reconstructs images, saving energy and bandwidth. Super-resolution methods are applied at the receiver to counter quality loss from compression, enhancing the reconstructed images. The combined approach improves image transmission efficiency and quality, suggesting considerable enhancements for UAV-based remote sensing and monitoring applications.*

**Keywords:** *UAV, wireless networks, encoder, decoder, CNN*

**Анотація.** *У цьому документі пропонується оптимізований підхід для передачі зображення з безпілотних літальних апаратів з використанням розділених автокодерів і методів надвисокої роздільної здатності. Автокодер, розділений між БПЛА та приймачем, стискає та реконструює зображення, заощаджуючи енергію та пропускну здатність. Методи надвисокої роздільної здатності застосовуються в приймачі для запобігання втраті якості від стиснення, покращуючи реконструйовані зображення. Комбінований підхід покращує ефективність і якість передачі зображення, пропонуючи значні вдосконалення програм дистанційного зондування та моніторингу на основі БПЛА.*

**Ключові слова:** *БПЛА, бездротові мережі, кодер, декодер, CNN*

The use of unmanned aerial vehicles (UAVs), commonly known as drones, has become increasingly popular in recent years. These versatile and

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

manoeuvrable devices have been used in various applications, from commercial uses such as delivery of goods and aerial photography to more important tasks such as surveillance, disaster relief and environmental monitoring.

One of the most important uses of UAVs is to collect data, especially visual data, which can provide valuable insights into various phenomena.

Transmitting high-quality images from UAVs over wireless channels can be challenging, however. High-dimensional image data generated by UAVs can be large and difficult to transmit efficiently, especially over wireless networks. To solve this problem, researchers have proposed an optimised approach to UAV image transmission using split autoencoders and ultra-high-resolution techniques.

The proposed approach primarily uses a split auto-encoder, where the encoder is installed on board the UAV and the decoder is located at the receiving end (Fig.1).

The encoder significantly reduces the size of high-dimensional image data by converting it into a compact, lower-dimensional representation of the hidden space, or "latent space".

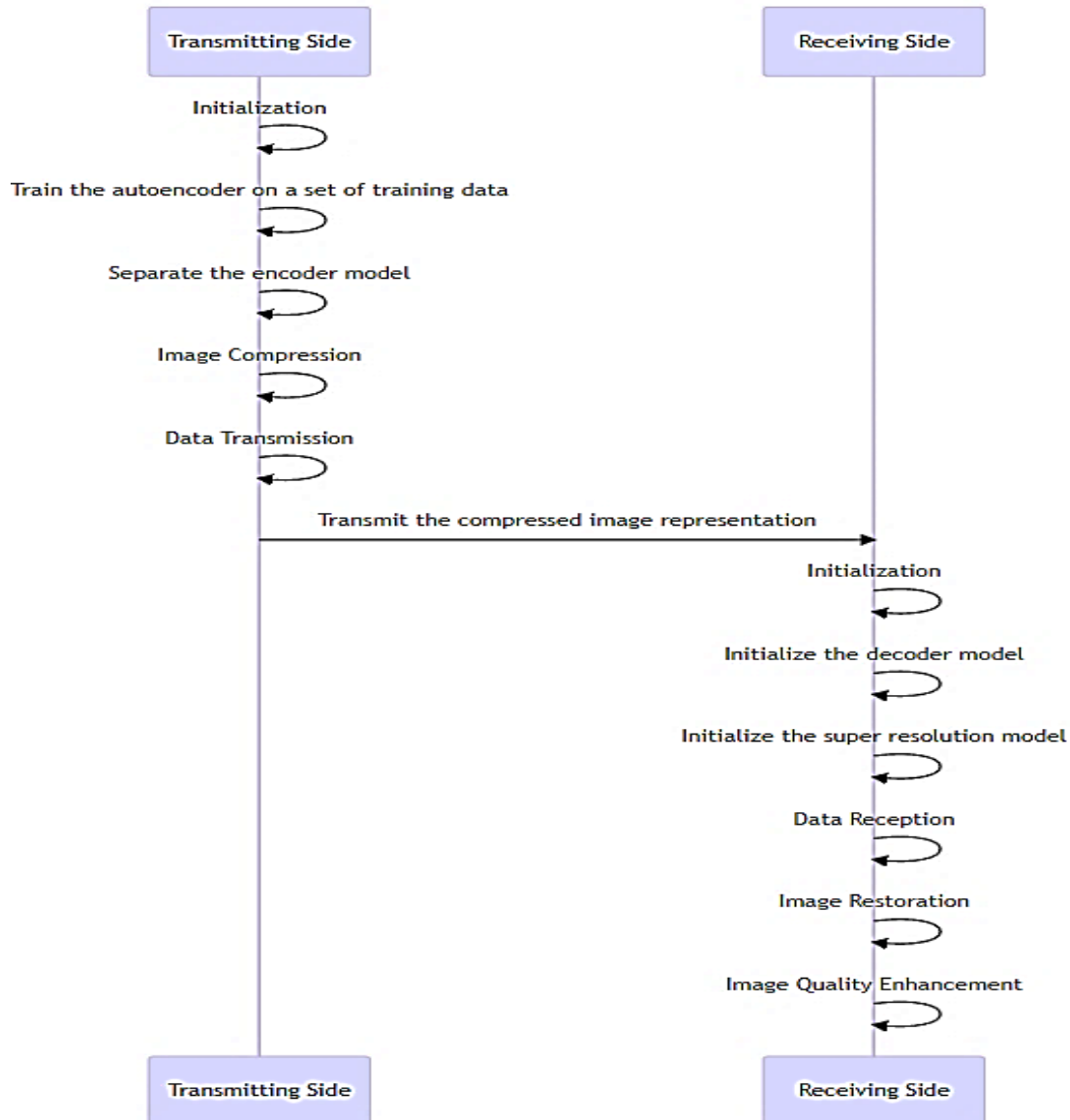
However, compressed images suffer from a certain loss of quality when they are restored by the decoder. To solve this problem, ultra-high-resolution methods were introduced. Using techniques such as SISR and GAN. Essentially, it learns to match low-resolution images with their high-resolution counterparts [1].

The proposed approach has several advantages for commercial and mission-critical UAV applications. Using split autoencoders and ultra-high-resolution techniques, high-quality images can be efficiently transmitted over wireless channels.

This can be particularly useful for real-time aerial surveillance, remote sensing and other applications that require high-quality images to be transmitted from UAVs.

The approach can also help reduce the power consumption of UAVs, which can extend their flight time and increase their operational range. In addition, the approach can help reduce the bandwidth requirements for image transmission, which can be particularly important in situations where network bandwidth is limited or expensive [2].

In conclusion, the proposed approach for UAV image transmission using split autoencoders and ultra-high-resolution techniques is a valuable contribution to the field of image transmission.



*Figure 1. The block diagram of the method for wireless image transmission utilizing neural networks*

It has the potential to significantly improve the efficiency and quality of UAV image transmission, which could have significant implications for real-time aerial surveillance, remote sensing and many other applications. With more data and training, the system can be continuously improved, making it an exciting area of research.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

---

**References**

- [1] Слюсар В.И. Методы передачи изображений сверхвысокой четкости. Первая миля. Last mile. 2019. №2. С. 46–61
- [2] Slyusar V., Bihun N. The method of increasing the immunity of data transmission in communication channels. Problems of Infocommunications. Science and Technology: 2022 International Scientific-Practical Conference, PIC S&T'2022.

UDC 004.048

**SYSTEM OF NEURAL NETWORK IDENTIFICATION OF SHIP  
STEAM BOILER PARAMETERS**

**Dr.Sci. V. Mykhailenko<sup>1</sup> [0000-0002-1401-0053], L. Martynovych<sup>2</sup> [0000-0001-7351-1467],  
Ph.D. H. Korenkova<sup>2</sup> [0000-0001-7207-3688] ,**  
<sup>1</sup>*National University "Odesa Maritime Academy", Ukraine*  
<sup>2</sup>*Odesa I.I. Mechnikov National University, Ukraine*  
*EMAIL:vladmihailen@gmail.com, larysa.yaroslavna@onu.edu.ua,*  
*korenkova@onu.edu.ua*

**СИСТЕМА НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ  
ПАРАМЕТРІВ СУДНОВОГО ПАРОВОГО КОТЛА**

**Dr.Sci. В. Михайленко<sup>1</sup>, Л. Мартинович<sup>2</sup>, Ph.D. Г. Коренькова<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>*Національний університет «Одеська морська академія», Україна*  
<sup>2</sup>*Одеса Національний університет імені Мечникова, Україна*

***Abstract.** According to the results of the experimental analysis, a parametric model is obtained based on the observed input and output signals.*

***Keywords:** parametric model, ship's steam boiler*

***Анотація.** За результатами експериментального аналізу отримано параметричну модель на основі спостережуваних вхідних і вихідних сигналів.*

***Ключові слова:** параметрична модель, судновий паровий котел*

The necessary step in solving problems of controlling nonlinear dynamic systems is obtaining their adequate mathematical models.

This process is based on theoretical or experimental analysis of the properties of these systems.

According to the results of the experimental analysis, a parametric model is obtained based on the observed input and output signals.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

In the system of neural network identification the determination of the parameters of the ship's steam boiler (SSB) occurs after the submission of a single jump on the task channel (u).

The identifier in the form of a trained neural network is configured to determine the values of the parameters of the control object and found during an active experiment on SSB.

The neural network (NN) makes it possible to identify the noisy signal of the acceleration curve with minimal time and without repeated experiments.

Next, information about the mathematical model of the object is sent to the adapter (layer NN), which is trained to determine the optimal settings of PI and PID - controller in the parameter control system of the ship's steam boiler operating in steady and transient mode of operation.

The training of NN was carried out according to the methodology [1] and tested during simulation experiments in the MatLab package.

The computer model of the trained NN is given in [2].

The identification of SSB parameters can be considered as the process of applying the vector of input parameters to the input at the time t and obtaining the vector of output parameters at the output.

Parametric identification presupposes finding the type of mathematical model of the object with the output, and the parameters of this model that satisfy the condition of minimization of the model error [3].

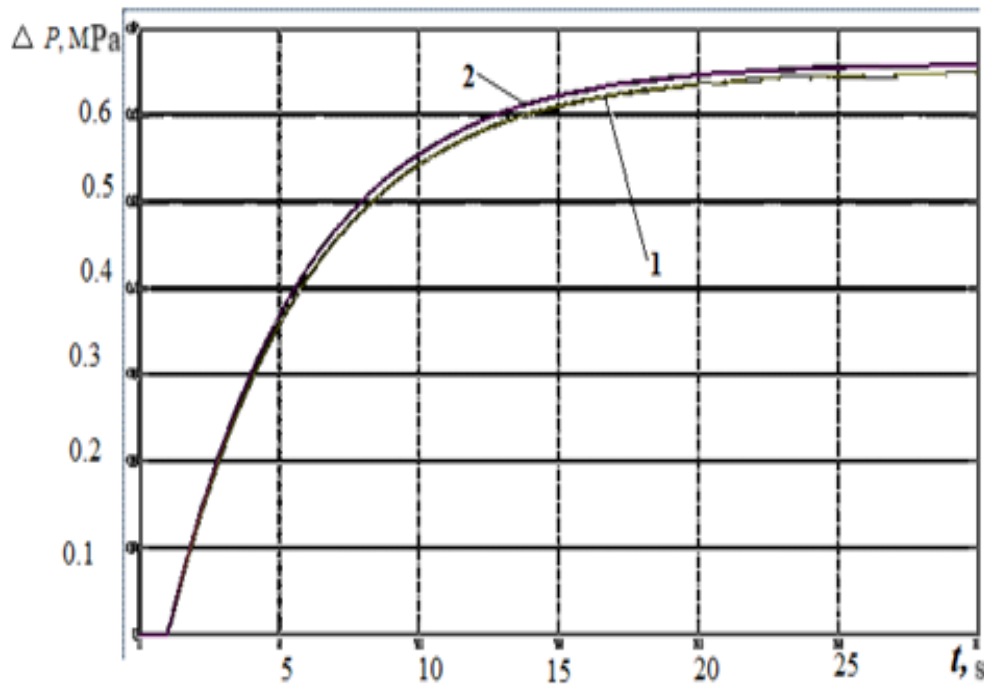
The NN identified the parameters of an auxiliary ship steam generator of the Clayton 4.7 with a steam output range the 260-4700 kg/h at working steam pressure 0.4 - 2.8 MPa through the channel "fuel consumption - steam pressure".

The mathematical model in the form of a transfer function over the control channel has the form, which was obtained in virtual experiments on the ship emulator program “Steam Engine Room Simulator” [3] and the determination of the optimal settings for the PI controller were obtained:

$$W(s) = \frac{0.65}{5s + 1} e^{-0.5s} \quad (1)$$

Interference or external noise is superimposed on the control channel. Approbation of the NN system for identifying the parameters of the Clayton 4.7 auxiliary steam generator through the channel "fuel consumption - steam

pressure" shows that the output signals of the experimentally obtained mathematical model and the calculated NN are quite close (Fig.1.).



**Figure 1.** Comparison of the NNN training process for determining SSB object parameters on the "fuel consumption - steam pressure" channel: 1- NNN acceleration curve; 2- acceleration curve of the object

The NN is well trained in the process of parametric identification. However, it is obvious that if the input signal of the dynamic system is changed (for example, when step is replaced by a sine wave), the output signal will also change, and the formation of a new training sample will be required.

A new training sample for NN can be obtained during the operation of SSB in different steam modes with the help of a ship monitoring system equipped with a database of saved values of SSB parameters.

### References

- [1] M. Solesvik. Fuzzy decision support systems in marine practice. In: Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), (9-12 July 2017), IEEE International Conference, 2017, pp. 1-6. doi: 10.1109/FUZZ-IEEE.2017.8015471.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

[2] V. Mikhailenko, R. Kharchenko. Analysis of traditional and neuro-fuzzy adaptive system of controlling the primary steam temperature in the direct flow steam generator in thermal power stations. Automatic Control and Computer Sciences. Vol. 48 (2014), 334-344. doi:10.3103/s0146411614060066.

[3] Engine room simulators, gmdss and ship handling simulators// <https://www.pcmaritime.com/simulators/>

УДК 004.048

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ  
МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ  
БЕЗПЕРЕРВНИХ ПРОЦЕСІВ**

**Ph.D. Н. Сердюк<sup>[0000-0002-0107-4365]</sup>, М. Вольгуст.<sup>[0009-0001-1443-6468]</sup>,  
О. Пашолок**

*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна  
EMAIL: nataliya.serdyuk@nure.ua, maksym.volhust@nure.ua,  
oleksii.pasholok@nure.ua*

**FEATURES OF USING NEURAL NETWORK MODELS FOR  
INTELLIGENT MANAGEMENT OF CONTINUOUS PROCESSES**

**Ph.D. N.Serdiuk, M. Volhust, O. Hasholok**  
*Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine*

***Анотація.** Розглядається інтелектуальне управління безперервними процесами, його основні компоненти, а також моделі штучного інтелекту, які можуть прогнозувати поведінку безперервних процесів.*

***Ключові слова:** інтелектуальне управління, безперервні процеси*

***Abstract.** Intelligent management of continuous processes, its main components, as well as artificial intelligence models that can predict the behavior of continuous processes are considered.*

***Keywords:** intelligent management, continuous processes*

Інтелектуальне управління є підходом до управління, яке використовує методи і технології штучного інтелекту для прийняття рішень і керування процесами, які тривають безперервно або практично без перерви, з підвищенням ефективності, зниженням витрат та досягненням бажаних результатів.



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Одним із основних компонентів процесу інтелектуального управління є збір даних, де інтелектуальна система збирає дані з датчиків, джерел даних, бази даних, Інтернету тощо.

Далі отримані дані піддаються аналізу за допомогою алгоритмів машинного навчання та інших методів штучного інтелекту, щоб отримати інформацію, зрозуміти патерни та тенденції.

На основі аналізу даних інтелектуальна система приймає рішення.

Наступний основний компонент - це управління. Інтелектуальна система виконує управлінські дії, виконує рішення, контролюючи процеси і системи, для досягнення бажаних результатів. Інтелектуальна система може стежити за параметрами процесу, датчиками виносу та станом обладнання. Вона може передбачити можливість поламки або збої та попереджати про технічні проблеми, що дозволяють вчасно провести обслуговування та запобігти виробничим затримкам.

Для інтелектуального управління безперервними процесами можуть використовуватися різні моделі штучного інтелекту, які здатні аналізувати дані, знаходити шаблони, приймати рішення та прогнозувати поведінку процесів. Одна з найпотужніших моделей штучного інтелекту - нейронні мережі, які здатні вчитися на прикладах і знаходитися в складних відносинах між даними. Рекурентні нейронні мережі використовують для аналізу та обробки даних, які зустрічаються в безперервних процесах.

Вони мають здатність зберігати попередні стани та використовувати їх для обробки нових вхідних даних, що робить їх ефективними для роботи з часовими рядами.

Виробничі процеси часто мають темпоральний зв'язок, які можуть бути прогнозовані з використанням темпоральних моделей, які є дуже потужним інструментом для інтелектуального управління, оскільки забезпечують аналіз і прогнозування змін у часі, що є критичним для багатьох безперервних процесів [1].

У суто виробничих процесах нейромережі можуть бути застосовані для автоматизації, контролю, оптимізації та підвищення ефективності дії процесів.

Окрім зазначених вище нейромереж для виробничих процесів використовуються також мережі з радіальним базисом для апроксимації складних функцій, апроксимації даних та здійснення прогнозування у виробничих процесах [2]. Також поширеним сценарієм є використання конволюційних нейронних мережі. Вони

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

можуть бути використані для візуального контролю, виявлення дефектів на виробках, аналізу зображень тощо.

Інтелектуальне управління є однією з ключових технологій, яка може допомогти вирішити складні завдання та оптимізувати ресурси для досягнення поставлених цілей. Застосування конкретних моделей штучного інтелекту в інтелектуальному управлінні безперервними процесами залежить від характеристик даних, завдань управління та контексту застосування.

**Література**

- [1] Oleg Rudenko; Oleksandr Bezsonov; Nataliia Serdiuk; Kateryna Pasichnyk. A study of temporal and recurrent neural networks for CO2 emission forecasting // The Sixth International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2023), May 3, 2023, Zaporizhzhia, Ukraine. <https://doi.org/10.32782/cmisis/3392-10>
- [2] Oleg Ilyunin; Oleg Rudenko; Oleksandr Bezsonov; Stanislav Boldyryev; Viktor Zorenko; Nataliia Serdiuk. Neural Network Controller of Flow through a Butterfly Valve // Proc. 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), October, 26 2022. – Kharkiv, Ukraine, <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916374>

UDC 004.048

**ASTRONOMICAL METADATA MINING FROM FITS FILES BY  
THE TELESCOPE TOOL**

**Ph.D. S. Khlamov**<sup>1[0000-0001-9434-1081]</sup>, **T. Trunova**<sup>2[0000-0003-2689-2679]</sup>,  
**Ph.D. I. Tabakova**<sup>3[0000-0001-6629-4927]</sup>  
<sup>1,2,3</sup> *Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine*  
*EMAIL:*<sup>1</sup> *sergii.khlamov@gmail.com*, <sup>2</sup> *tetiana.trunova@nure.ua*,  
<sup>3</sup> *iryna.tabakova@nure.ua*

**ОТРИМАННЯ АСТРОНОМІЧНИХ МЕТАДАНИХ З ФАЙЛІВ  
FITS ЗА ДОПОМОГОЮ TELESCOPE TOOL**

**Ph.D. С. Хламов, Т.Трунова, Ph.D. І. Табакова**  
*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна*

**Annotation.** *The article is devoted to the realization of the data mining approach related to the metadata of astronomical files from the big archives. Each astronomical file has the commonly defined structure, which contains the especial*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*format of the metadata. Such metadata contain the necessary astronomical information, which is required for the proper storing, data mining, processing, analyzing under research. The Telescope tool was developed during research under the CoLiTec project and was tested with the astronomical files from several archives on the different observatories. Also, the Telescope software was successfully implemented and installed on the astronomical image processing pipelines in such observatories.*

**Keywords:** *data mining, big data, metadata, database, processing pipeline.*

**Анотація.** *Стаття присвячена реалізації підходу інтелектуального аналізу даних щодо метаданих астрономічних файлів із великих архівів. Кожен астрономічний файл має загальноприйнятну структуру, яка містить спеціальний формат метаданих. Такі метадані містять необхідну астрономічну інформацію, яка необхідна для належного зберігання, аналізу даних, обробки, аналізу під час дослідження. Інструмент Telescope був розроблений під час досліджень у рамках проекту CoLiTec і протестований з астрономічними файлами з кількох архівів у різних обсерваторіях. Також програмне забезпечення Telescope було успішно впроваджено та встановлено на конвеєрах обробки астрономічних зображень у таких обсерваторіях.*

**Ключові слова:** *інтелектуальний аналіз даних, великі дані, метадані, база даних, конвеєр обробки.*

Almost all astronomical frames are made by the CCD-camera and can be received from the different sources: archives, servers, predefined series of frames, Virtual Observatories, clusters, etc.

Each software for preparing the astronomical frames creates them as the digital files in the FITS (Flexible Image Transport System) format [1].

This format is a digital files format for storing and transferring of their image and metadata (spreadsheets). Metadata is a kind of data, which provides the information about other data, except the original data content.

The main purpose of metadata is to provide the information about the different aspects of the original data and to summarize the basic information about it, which make tracking and processing it easier.

The examples of metadata are the following: time and date of data creation, its meaning and purpose, creator or author, location, file size, used standards, sources, quality, etc.

Almost all astronomical frames have a FITS format with standardized file structure and extension. In the common case the astronomical file extensions are: \*.fits, \*.FITS, \*.fts, \*.FTS, \*.fit, \*.FIT. Such FITS format is

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

commonly used for the transformation, transferring, and archiving of astronomical data.

The FITS format was developed by National Aeronautics and Space Administration (NASA) and is accepted as an international astronomical standard and is used by many astronomical and scientific organizations, like International Astronomical Union (IAU), and other national and international organizations that deal with the astronomy or related scientific fields.

The FITS format is commonly used for the storing the data without the image, like spectrums, photons list, data cubes or even structured data, such as databases with multiple tables.

The FITS format includes many provisions to describe the photometric and spatial calibration, as well as image metadata.

Under the research in scope of the CoLiTec project [2] we have developed the Telescope tool for mining the big astronomical data from the different storages and archives, parsing the metadata from each astronomical file, and collecting it with the further insertion into the database. Such parsed data were used for the different purposes of the astronomical image processing and machine vision.

The Telescope tool realizes the different data mining tasks [3], like receiving, storing, selecting, preprocessing, transforming, useful data extraction, classification, and knowledge discovery in databases (KDD) [4].

The following stack of technologies were used for the software development: C# programming language, .NET platform, Windows Forms technology and MDB (SQL) database.

The Windows Forms (WinForms) is an open-source and free graphical library, which is in a scope of the Microsoft .NET Framework and play the role as a platform for developing the client applications for desktop, laptop, and tablet PCs. As a database the developers have selected a MDB database as a native format for the Microsoft Access desktop database management system with “.mdb” extension.

There are different fields located in several tables of the MDB database in the Telescope software that represent the necessary for research metadata of the astronomical file. The Telescope tool was tested with up to 1 million astronomical files from several archives on the different observatories.

Also, the Telescope software was successfully implemented and installed on the astronomical image processing pipelines in such observatories.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

**References**

- [1] Pence W., Chiappetti L., Page C., Shaw R., Stobie E., Definition of the flexible image transport system (fits), version 3.0. *Astronomy & Astrophysics*, vol. 524, A42. (2010). doi: 10.1051/0004-6361/201015362.
- [2] Khlamov S., Savanevych V., Big astronomical datasets and discovery of new celestial bodies in the Solar System in automated mode by the CoLiTec software. *Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation, Astrogeoinformatics: Elsevier*, pp. 331–345. (2020). doi: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00030-8.
- [3] Khlamov S., et al., Data Mining of the Astronomical Images by the CoLiTec Software. *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 3171, pp. 1043–1055. (2022).
- [4] Luo Q., Advancing knowledge discovery and data mining. *First International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining (WKDD 2008)*, IEEE, pp. 3-5. (2008). doi: 10.1109/WKDD.2008.153.

УДК 004.048

**СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ЧАСОВИХ  
РЯДІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

**Д. Шведов**<sup>1[0000-4322-1819-9633]</sup>, **Ph.D. І. Шпінарева**<sup>1[0000-2389-1163-7267]</sup>,  
**Ph.D. М. Рудніченко**<sup>1[0000-0002-7343-8076]</sup>  
<sup>1</sup>*Національний університет «Одеська політехніка», Україна,  
EMAIL: denoutofspace@gmail.com, irinashpinareva@gmail.com*

**SYSTEM FOR FORECASTING FINANCIAL TIME SERIES BASED  
ON USING NEURAL NETWORKS**

**D. Shvedov, Ph.D. I. Shpinareva, Ph.D. M. Rudnichenko**  
*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** У роботі наведено опис розробки системи прогнозування фінансових часових рядів на основі використання нейронних мереж.*

***Ключові слова:** прогнозування часових рядів, штучні нейромережі.*

***Abstract.** The paper describes the development of a system for forecasting financial time series based on the use of neural networks.*

***Keywords:** time series forecasting, artificial neural networks.*

Сучасні інформаційні технології і засоби зв'язку дозволяють продавцям і покупцям акцій зустрітися на електронних торговельних

майданчиках. Ці ж технології призводять до значного зростання кількості подій, що відбуваються в деяку одиницю часу в галузі електронної торгівлі [1]. Такі масиви інформації, а також загальна складність цієї області зробили явною необхідність створення систем, що займаються торгівлею. Застосування штучних нейронних мереж (ШНМ) в якості доповнення дає унікальну можливість об'єднати ці два методи. Такий аналіз, на відміну від технічного, не має ніяких обмежень по характеру вхідної інформації. Для прогнозування фінансових часових рядів можливе використання багатошарових перцептронів [2]. Використання мереж із зворотними зв'язками в даному випадку недоцільно в зв'язку з труднощами навчання таких мереж і неактуальністю основних характеристик мереж із зворотними зв'язками - короткострокової пам'яті.

У розробленій системі при організації процесу навчання ШНМ, призначених для прогнозування фінансових часових рядів, використовують наступний підхід. Наявні приклади розбиваються на три вибірки: навчальну, валідаційні і тестову. Навчальна вибірка призначена для підстроювання синаптичних коефіцієнтів нейронних мереж з метою мінімізації помилки на виході мережі. Валідаційна вибірка використовується для вибору найкращих з декількох навчених мереж та для визначення моменту зупинки навчання. Тестова вибірка, яка не використовувалася у процесі навчання, використовується для контролю якості прогнозування. Для вибору ринкової позиції надійне визначення знака курсу більш важливо, ніж зниження середньоквадратичного відхилення. Помилка мережі представляється у вигляді функції від синаптичних коефіцієнтів і мінімізується одним з градієнтних методів. Традиційно використовують середньоквадратичну помилку (підсумовування по всіх виходах).

$$E = \frac{1}{2} \sum (y_t - d_t)^2, \quad (1)$$

де  $y$  – вихід нейронної мережі,  $d$  - бажане значення виходу.

Метою використання пропонованої системи прогнозування фінансових рядів є отримання і максимізація прибутку. Помилку  $E$  усереднюють по всіх прикладах навчальної вибірки, і отримане значення використовується для підстроювання синаптичних коефіцієнтів. Спрямованість прогнозу і істинного значення виражена наступною функцією

$$E = -\ln[1 + yd] \quad (2)$$

На базі Keras реалізуємо наступну архітектуру ШНМ: вхідний шар з 30 нейронами (довжина нашого вікна), перший прихований шар з 64 нейронами, після нього BatchNormalization в зв'язку з ефектінви застосування практично для будь-яких багат шарових мереж, потім активаційна функція LeakyReLU. На виході розмістимо один нейрон (два для класифікації), який в залежності від завдання (класифікація або регресія) буде або мати softmax на виході, або залишимо його без нелінійності, щоб мати можливість прогнозувати будь-яке значення.

Висновки. Наведена система дозволяє реалізувати базові можливості з побудови та навчання ШНМ для прогнозування фінансових часових рядів в автоматизованому режимі.

#### Література

- [1] Bastens D.E. Neural networks and financial markets: decision making in trading operations / D.E. Bastens, V.M. Van Den Bergh, D. Wood. – К.: TVP, 2017. - 236 p.  
[2] Billings S.A. Dual – orthogonal radial function networks for nonlinear time series prediction / S.A. Billings, X. Hong // Neural Networks. - 2008. - №11. - P. 479–493.

УДК 004.8

### МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ОБЛИЧЧЯ У ВІДЕО

**Ph.D. І.Шпінарева<sup>1</sup>[0000-0001-9208-4923], А. Якушіна<sup>1</sup>[0000-0001-9510-159X],  
Ph.D. О. Назаренко<sup>2</sup>[0000-0003-0405-6522]**

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І.І.Мечникова, Україна  
<sup>2</sup>Одеська державна академія будівництва та архітектури, Україна  
EMAIL: [ishpinareva@gmail.com](mailto:ishpinareva@gmail.com), [ayakushina07@gmail.com](mailto:ayakushina07@gmail.com),  
[gelo.fabric@gmail.com](mailto:gelo.fabric@gmail.com)

### FACE DETECTION METHODS IN VIDEO

**Ph.D. I. Shpinareva<sup>1</sup>, A. Yakushina<sup>1</sup>, Ph.D. O.Nazarenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Odessa I.I. Mechnikov National University, Ukraine

<sup>2</sup>Odessa State Academy of Construction and Architecture, Ukraine

*Анотація.* Розглянути методи виявлення об'єктів у відеофайлах H.264 та запропоновано метод виявлення облич за допомогою нейронної мережі SSD та векторів руху з неключових кадрів з використанням переваг стиснутих

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

відеопослідовностей. Зіставлення виявлених і вже відстежаних рамок об'єктів виконується за допомогою угорського алгоритму. При тестування алгоритму AP досягає 82.5%.

**Ключові слова:** методи виявлення об'єктів, методи глибокого навчання, SSD.

**Abstract.** *Methods for object detection in H.264 video files are considered and a method for face detection using SSD neural network and motion vectors from non-key frames is proposed, taking advantage of compressed video sequences. The matching of detected and already tracked object frames is performed using the Hungarian algorithm. When testing the algorithm, AP reaches 82.5%.*

**Keywords:** *methods for object detection, deep learning methods, SSD.*

Виявлення об'єктів є фундаментальною проблемою комп'ютерного зору і має широкий спектр застосувань.

Виявлення обличчя людини з фотографії досягло значного прогресу на основі глибокого навчання.

Однак у випадку виявлення відеооб'єктів, безпосереднє застосування детекторів об'єктів нерухомого зображення до кожного окремого відеокадру спричиняє надлишкові обчислювальні витрати та вимагає постобробки для отримання тимчасового контексту для більшої точності виявлення.

Тому дуже важливо забезпечити ефективні методи виявлення обличчя та відстеження у реальних відеопослідовностях із складними сценами.

Для виявлення відеооб'єктів використовують різні методи захоплення просторово-часових відносин, які повною мірою враховують характеристики відео.

Найбільш популярними є методи глибокого навчання. Виявлення відеооб'єктів даними методами долають недоліки традиційних [1] методів, такі як низька точність та недостатня стійкість до джерел шуму. На основі використання тимчасової інформації та агрегації ознак, вилучених із відеофрагментів, детектори відеооб'єктів можна розділити на потокові [2], засновані на LSTM [3], на основі уваги [4], на основі відстеження [5] та інших методів.

Але головним досягненням методів заснованих на відстеження, на відміну інших груп методів виявлення об'єктів, є фокус на відстеження об'єктів у відео, а чи не поліпшення покадрового виявлення, що потребує багато обчислювальних ресурсів.



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

В роботі запропоновано використання методу розпізнавання облич в відеопослідовності на основі каскадної структури нейронної мережі SSD з попередньо підготовленими ваговими коефіцієнтами на наборі даних WIDER FACE.

Обрана нейронна мережа виявляє ознаки об'єкта на декодованому кадрі. Далі відстежуванні об'єкти зіставляються з нововиявленими. Зіставлення виконується за допомогою угорського алгоритму, застосованого до матриці IoU усіх можливих пар рамок.

Якщо ж ще не пройшов зазначений інтервал з останнього виявлення об'єктів, відбувається зміщення вже відстежуваних рамок за допомогою інформації о векторах руху з неключових кадрів.

Таким чином, отримується інформація о зміщенні об'єктів, але без використання згорткових мереж на кожному з кадрів, що істотно зменшує кількість обчислювальних витрат.

Запропонований метод виявлення облич має дві основні переваги:

- значно прискорює процедуру отримання ознак для стиснутої відеопослідовності: повна мережу розпізнавання використовується з певним інтервалом між кадрами, а для всіх інших кадрів задіяний механізм відстеження на основі інформації про вектори руху;

- на відміну від існуючих методів, що створюють додаткову мережу для моделювання руху кадрів, використано всі переваги векторів руху вільно доступних у стиснутих відеопослідовностях.

Шляхом модифікацій обраного методу виявлення облич в стиснутій відеопослідовності досягнуто найбільшого значення AP – 82.5%.

### **Література**

- [1] Zhu, X., Xiong, Y., Dai, J., Yuan, L., Wei, Y. Deep Feature Flow for Video Recognition. In Proceedings of the 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Venice, Italy, 22–29 October 2017, pp. 4141–4150.
- [2] Liu, M., Zhu, M., White, M., Li, Y., Kalenichenko, D. Looking Fast and Slow: Memory-Guided Mobile Video Object Detection, 2019, arXiv:1903.10172.
- [3] Chen, Y., Cao, Y., Hu, H., Wang, L. Memory Enhanced Global-Local Aggregation for Video Object Detection. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Seattle, WA, USA, 16–18 June 2020.
- [4] Guo, C., Fan, B., Gu, J., Zhang, Q., Xiang, S., Prinet, V., Pan, C. Progressive Sparse Local Attention for Video object detection. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, Seoul, Korea, 27 October–2 November 2019.

УДК 004.8

## РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗМАГАНЬ З ПРОГРАМУВАННЯ

М. Кислов<sup>[0000-7733-9814-3118]</sup>, А. Кислов<sup>[0000-8912-4499-2146]</sup>,  
Ph.D. С. Косенко<sup>[0000-0189-3476-1156]</sup>

Національний університет «Одеська політехніка», Україна,  
EMAIL: thugnatter@gmail.com, kisliymax@gmail.com, kosenkoserg@gmail.com

## SOFTWARE APPLICATION FOR PREDICTING THE RESULTS OF PROGRAMMING COMPETITIONS

Kislov M.O., Kislov A.O., Ph.D. Kosenko S.I.  
Odessa Polytechnic National University, Ukraine

*Анотація.* У роботі наведено розробку структури програмного додатку для виконання прогнозів зі змагань з програмування.

*Ключові слова:* прогнозування, спортивне програмування.

*Abstract.* The paper describes the development of the structure of a software application for making predictions from programming competitions.

*Keywords:* forecasting, sports programming.

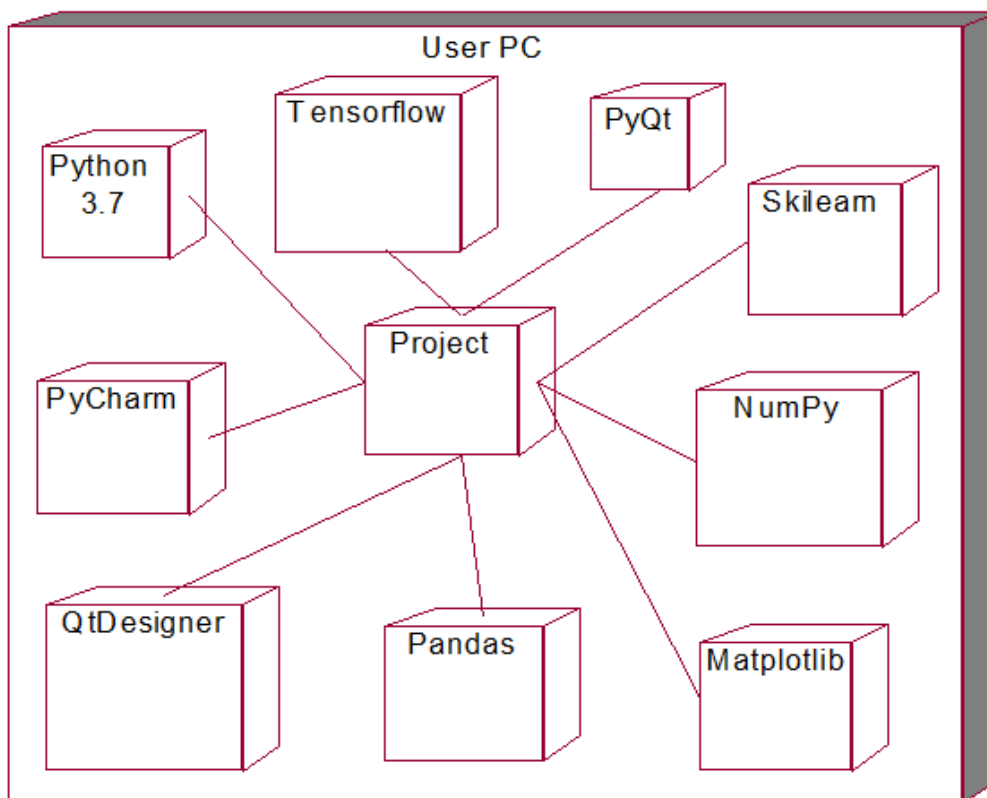
В даний час все більш актуальними стають напрямки використання методів та технологій штучного інтелекту для вирішення прикладних завдань з метою автоматизації аналітичних та обчислювальних процесів з обробки та аналізу даних [1].

Завдяки високому потенціалу низки сучасних інтелектуальних методів аналізу даних, зокрема методів машинного навчання, ставати можливим вирішення завдань прогнозування заданих параметрів, характеристик або показників людської діяльності. У зв'язку з необхідністю аналізу даних з різних команд, що у спортивному програмуванні з метою оцінки потенціалу учасників, виникає потреба у використанні методів інтелектуального аналізу інформації, що буде розглянуто у межах даної роботи [2,3].

Проект, що розробляється, є клієнтським десктопним додатком, що складається з ряду функціональних модулів, у тому числі: модуль імпорту та обробки даних; модуль відображення даних; модуль

конфігурації та побудови моделей; модуль візуалізації графіків оцінки моделей; модуль прогнозування даних на базі одержаних моделей.

Для структурного відображення залежностей у процесі запуску та використання програми розроблено діаграму розгортання програми, наведену на рис.1.



*Рисунок 1. Діаграма розгортання системи*

Користувач має можливості імпорту даних, перегляду даних у табличному вигляді, введення пропорції тестової множини, введення значень гіперпараметрів моделей регресії, випадкового лісу та нейромережі, запуску процесу навчання моделей, перегляд результатів роботи моделей, побудови та перегляду графіків оцінок процесу навчання моделей та збереження їх у вигляді графічних файлів; здійснення введення даних для побудови прогнозу з видачею відсотка перемоги за кожною із створених моделей. Всі залежності підключаються до проекту, що запускається у середовищі PyCharm у вигляді бібліотек, додатково використовується зовні програма QT

Designer для створення розмітки інтерфейсу. Складання здійснюється засобами середовища розробки без використання додаткових плагінів та компонувань. Для додаткового угруповання елементів управління процесом обробки даних використовуються контейнери groupBox, що дозволяє створити зв'язність основних налаштувань атрибутів, що відповідають вкладеним віджетам.

Висновки. Розроблений програмний додаток може бути використано для отримання орієнтовних прогнозів перемог учнів у проведених олімпіадах та конкурсах з програмування.

### Література

- [1] Рафаловіч В. Data mining, або Інтелектуальний аналіз даних для зайнятих. Практичний курс / В. Рафалович. - К.: СмартБук, 2014. - 110 с.
- [2] Храмов А.Г. Методи та алгоритми інтелектуального аналізу даних / А.Г. Храмов. - О: Екологія, 2019. - 176 с.
- [3] Тиханичів О.В. Автоматизація процесу прийняття рішень / О.В. Тихановичів. - К.: Едітус, 2015. - 94 с.

UDC 004.519

## INTELLECTUALIZATION OF TECHNICAL CONDITION ASSESSMENT OF SHIP COMPLEX SYSTEMS

**A. Vychuzhanin**<sup>[0000-0001-8779-2503]</sup>  
*National University "Odessa Polytechnic"*  
*EMAIL: 126.ist.onpu@gmail.com*

## ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ СУДНОВОГО КОМПЛЕКСУ

**А. Вичужанін**  
*Національний університет "Одеська політехніка"*

**Abstract.** *The article presents the results of developing a model for diagnosing a ship complex technical system with incomplete data and its implementation in an intelligent system for assessing the risk of failures of subsystems, components, intercomponent links, which allows obtaining a priori information about the technical condition of a complex system. Types of technical condition of subsystems, components, intercomponent connections are determined on the basis of diagnostic*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*features of a complex system using the example of a ship power plant to assess the risk of their failures. Predicting the type of technical state of a complex technical system was carried out using a posteriori inference in Bayesian belief networks. The model for diagnosing and predicting the risk of failures of subsystems, components, interconnections can be considered as a conceptual model of an intelligent system for diagnosing and predicting the risk of failures of complex technical systems on network infrastructures, which has a relative insensitivity to incomplete technological data.*

**Keywords:** *technical condition, complex technical system, risk of failure, diagnostics, forecasting, intelligent system, Bayesian belief network, insensitivity to incomplete data.*

**Анотація.** У статті наведено результати розробки моделі діагностування суднової складної технічної системи з неповними даними та її реалізації в інтелектуальній системі оцінки ризику відмов підсистем, компонентів, міжкомпонентних зв'язків, що дозволяє отримати апіорну інформацію про технічний стан складної системи. Визначено види технічного стану підсистем, компонентів, міжкомпонентних зв'язків на основі діагностичних ознак складної системи на прикладі суднової енергетичної установки для оцінки ризику їх відмов. Прогнозування типу технічного стану складної технічної системи було здійснено за допомогою апостериорного висновку в байєсівських мережах вірувань. Модель діагностики та прогнозування ризику відмов підсистем, компонентів, взаємозв'язків можна розглядати як концептуальну модель інтелектуальної системи діагностики та прогнозування ризику відмов складних технічних систем на мережесевих інфраструктурах, яка має відносну нечутливість до неповної технологічної дані.

**Ключові слова:** *технічний стан, складна технічна система, ризик відмови, діагностика, прогнозування, інтелектуальна система, байєсовська мережа переконань, нечутливість до неповних даних.*

Diagnostics and prediction of technical condition (TC) helps to reduce the complex technical systems (CTS) risk of failures of subsystems, components, intersystem and intercomponent connections at their operation stage [1,2,3].

The CTS reliability can be assessed by the results of diagnosing the TC, and the prediction of changes in the TC makes it possible to operate the systems until signs of a dangerous decrease in reliability appear, while excluding premature dismantling of components and assemblies, as well as performing other labor-intensive work that is often of dubious usefulness for the CTS reliable operation. In artificial intelligence, knowledge

representation models are actively developing - Bayesian Belief Networks (BBN), used to diagnose the TC of complex systems [4,5]. One of the BBNs advantages for vehicle diagnostics is their ability to work with uncertain and incomplete CTS process data. BBN can be applied to assess the risk of failures in CTS, providing data and knowledge integration to assess the likelihood of various failure scenarios and their consequences.

By identifying critical components, evaluating maintenance strategies, and supporting regulatory compliance, BBNs can help ensure safe and reliable STS operations. In a formalized form, BBN for diagnosing the TC and predicting the risk of ship CTS failures contains an acyclic directed graph  $G$ , a set of vertex variables and directed links between them. A formalized generalized model for the intellectualization of TC diagnostics and predicting failures risk of FS, FC, FIC and FI (subsystems - FS, components - FC, intersystem - FI and CTS intercomponent communications - FIC) by diagnostic features can be described as follows:

$$\langle G, S(C), I_S(I_C), R_{S(C)}, R_{I_S(I_C)}, L \rangle,$$

where:  $S(C)$ , set FS (FC);

$I_S(I_C)$ , set FIC (FI);

$R_{S(C)}, R_{I_S(I_C)}$ , set of failures risk diagnostic assessments FS (FC) и FIC (FI) CTC;

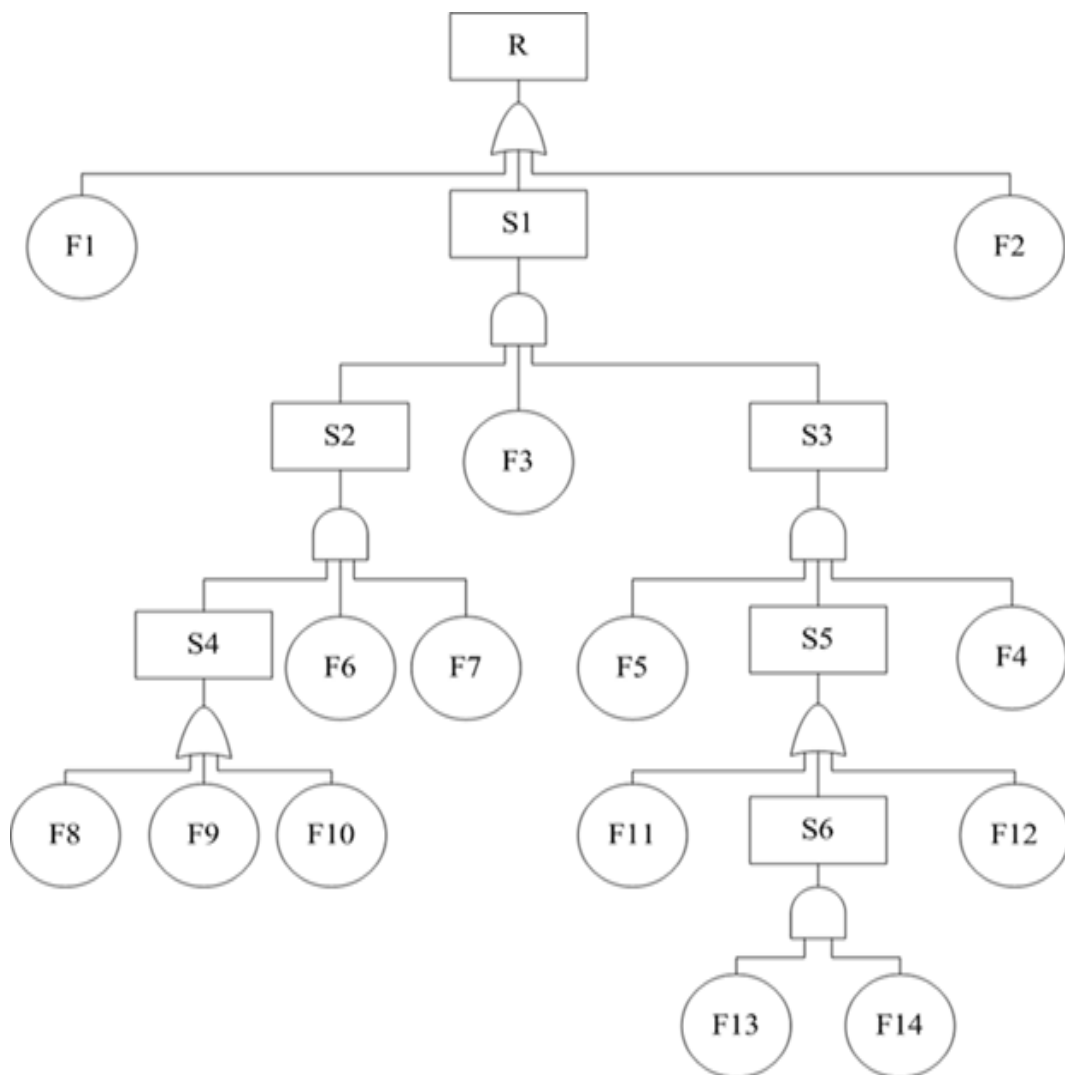
$L$  - mapping relationships between sets  $S(C), I_S(I_C)$ ,

$R_{S(C)}, R_{I_S(I_C)}$ , based on the fault tree of the CTS diagnostic model.

The initial data for constructing an intellectualization model for assessing the technical condition and predicting the risk of failures of complex systems on the example of a ship power plant (SPP) based on dynamic are: PPS principle operation scheme; failure probabilities FS, FC, FIC and FI CTC.

The set of TS FS, FC, FIC and FI CTC is determined based on the failure tree, presented as a set of their failure risk (Fig. 1). Symbols of subsystems, components of the SPP in BBN: Input element - IE; Fire fighting system - FFS; Compressed air system - CAS; Manual control of the main engine - MCME; Control system - CS; Remote automated control system of the main engine - RACSME; Intermediate component - P1; Ship

power plant - SPP; Main engine - ME; Ballast drainage system - BDS; Emergency drive propulsion and steering complex - ED PSC; Control system for propulsion and steering complex -CSPSC; Boiler plant - BP; Transfer of power from the main engine to the propeller - TPMEP; Intermediate component - P2; Propulsion and steering complex - PSC; Output component - EXIT. Tab. 1 reflects the correspondence of symbols on the fault tree S and FS, FC BBN.



**Figure 1.** *Fault tree of subsystems (components), intersystem (intercomponent) connections of the SPP*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

**Table 1.** Correspondence table S and subsystems (components) BBN

Designation	Event characteristics
S1	Violation of the IE element
S2	Violation of the FFS, CAS, MCME elements
S3	Violation of the RACSME, P1, SPP elements
S4	Violation of the CS, BDS, BP elements
S5	Violation of the ME, ED_PSC, CSPSC elements
S6	Violation of the TPMEP, P2, PSC elements

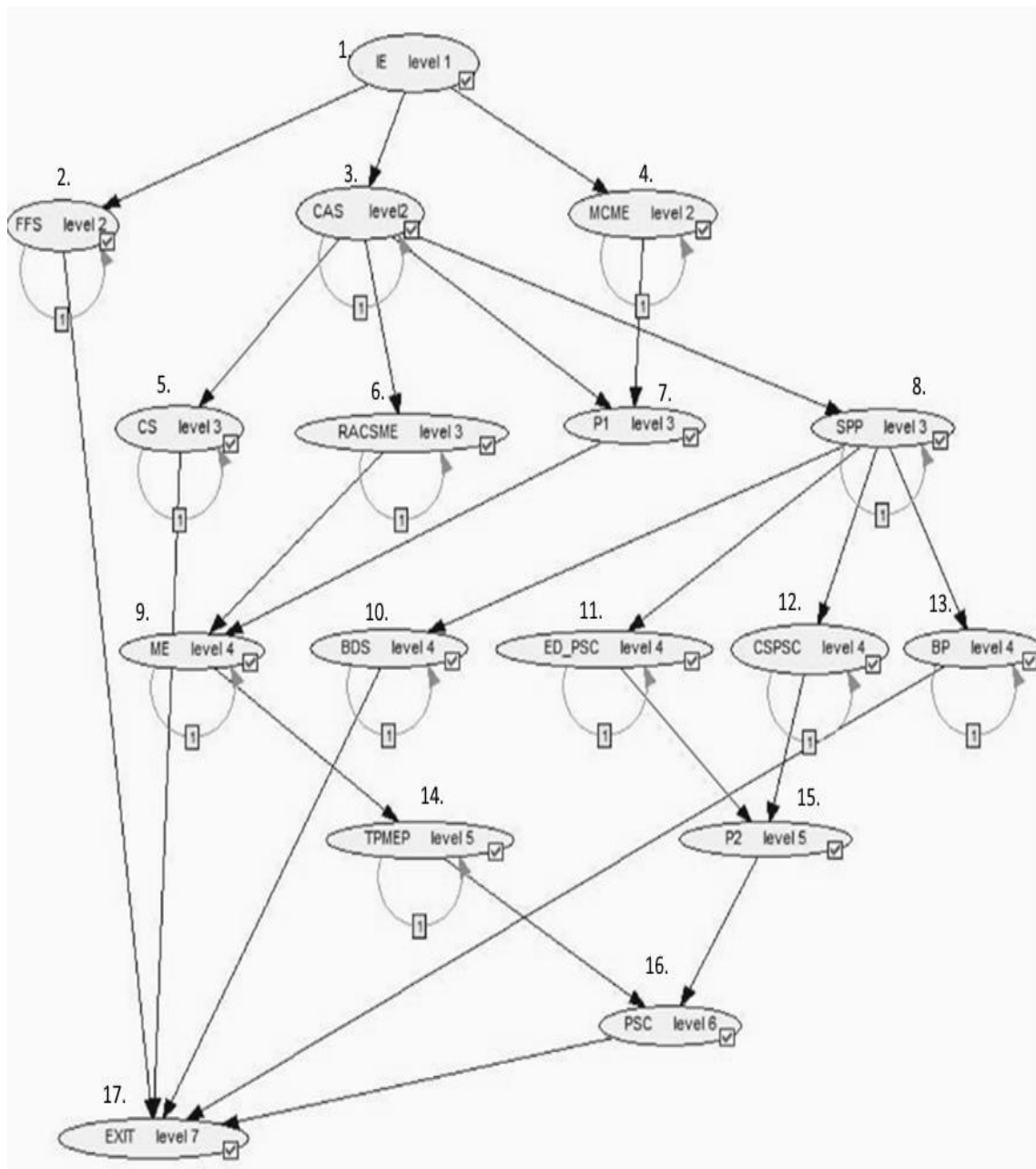
The structure of the BBN SPP, shown in Fig. 2, is a multi-level subsystem location system, consisting of 13 subsystems, 7 levels with the addition of specialized intermediate nodes P1 and P2, providing the implementation of a multi-level network structure.

As an BBN example for interconnected power plant units (Fig. 2) IE, CAS, SPP and interconnections IE-CAS, CAS - SPP, sets of failure risk at the initial time and taking into account the dynamics of technical conditions over time based on a priori data on intensities bounce

$$\begin{aligned}
 R(Work_{1,3,8}^{1,2,3})_{t=0} &= 0, \\
 R(Not \_ work_{1,3,8}^{1,2,3})_{t=0} &= 1, \\
 R(Work_{IE-CAS,CAS-SPP}^{2,3})_{t=0} &= 0, \\
 R(Not \_ work_{IE-CAS,CAS-SPP}^{2,3})_{t=0} &= 1, \\
 R((Work_{1,3,8}^{1,2,3})_t / (Work_{1,3,8}^{1,2,3})_{t-1}) &= 0,1, \\
 R((Work_{IE\_CAS,CAS\_SPP}^{2,3})_t / (Work_{IE\_CAS,CAS-SPP}^{2,3})_{t-1}) &= 0,1
 \end{aligned}$$

When modeling the SPP's BBN (Fig. 2), for various failure risk values the input component, the failures risk values of functionally interconnected and interacting FS for 20,000 hours SPP operation were determined (Fig. 3).

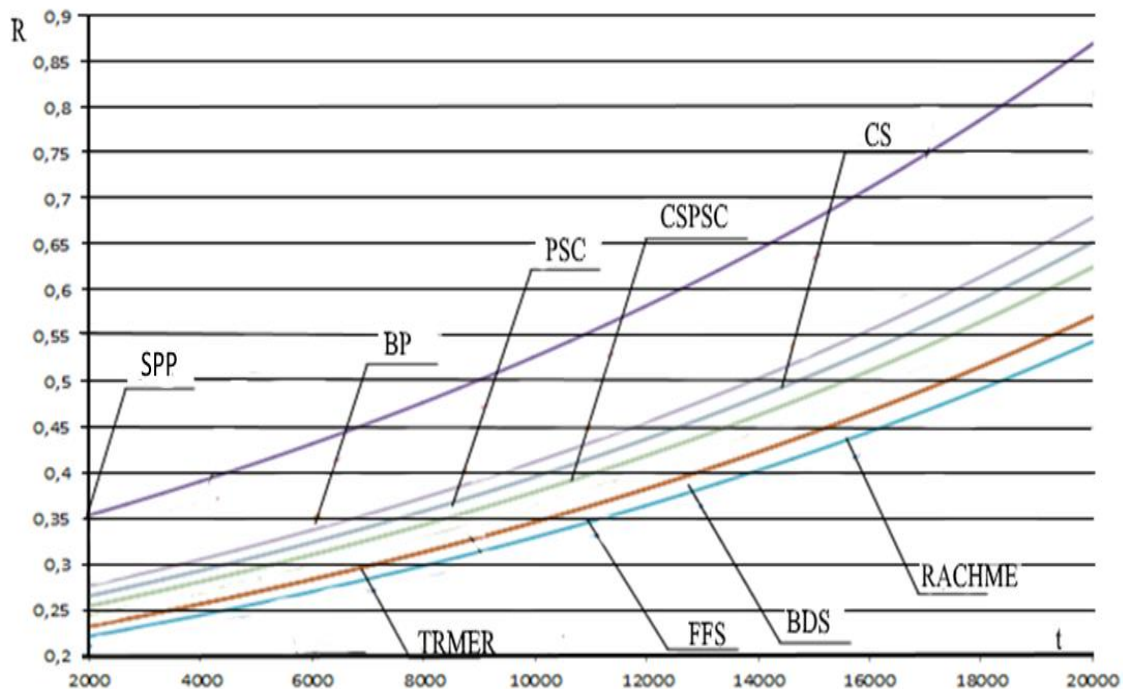




**Figure 2.** Structure of BBN SPP

The use of the developed method and model, taking into account the hierarchical levels FS, FC, FIC and FI, when searching for the causes of failures in complex technical systems, allows us to control failures risk in systems when information about failures in their structures is received according to TC. The application of the method and model allows predicting

trends in the risk of system failures, taking into account changes in individual FS failures risk of FC, FIC and FI in order to further choose a strategy for their restoration or replacement.



**Figure 3.** SPP subsystems predictable risk

### References

- [1] V. Vyuzhuzhanin, N. Rudnichenko, N. Shibaeva, Data Control in the Diagnostics and Forecasting the State of Complex Technical Systems, Herald of Advanced Information Technology, 2 (2019) 183-196. DOI:10.15276/hait.03.2019.2.
- [2] V. Vychuzhanin, N. Rudnichenko, Complex Technical System Condition Diagnostics and Prediction Computerization, in: CMIS-2020 Computer Modeling and Intelligent Systems / Ceur-ws.org. 2608.2020. pp.1-15. DOI:10.32782/cmisis/2608-4
- [3] J. Sørensen, Marine Control Systems Propulsion and Motion Control of Ships and Ocean Structures, 2013.
- [4] R. Wang Chen, C. Guan, A Bayesian inference-based approach for performance prognostics towards uncertainty quantification and its applications on the marine diesel engine, ISA Trans, 118 (2021) 159–173. DOI: 10.1016/j.isatra.2021.02.024
- [5] D. Handayani, W. Sediono. Anomaly Detection in Vessel Tracking: A Bayesian Networks (Bns) Approach, International Journal of Maritime Engineering (RINA Transactions Part A) 157 (2015) 145–152. DOI:10.3940/rina.ijme.2015.a3.316

УДК 004.8

## ГЕНЕРАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ОПИСОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЛИБОКОГО МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Є. Щербина<sup>[0009-0002-0150-3091]</sup>, Ph.D. І. Шпінарева<sup>[0000-0001-9208-4923]</sup>  
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, Україна  
EMAIL: scherbinag2001@gmail.com, ishpinareva@gmail.com

## IMAGE GENERATION FROM DESCRIPTION USING DEEP MACHINE LEARNING

Y. Shcherbyna, Ph.D. I. Shpinareva  
Odessa I.I. Mechnikov National University, Ukraine

**Анотація.** У роботі розглянуто питання покращення методів генерації зображень за описом за допомогою глибокого машинного навчання для вирішення прикладних задач створення контенту, так і для розвитку штучного інтелекту як технологічної галузі.

**Ключові слова:** глибоке машинне навчання, генерація зображень, Natural Language Processing, штучний інтелект, BERT, Imagen, DALL-E-2

**Abstract.** The paper discusses the issues of improving the methods of generating images by description using deep machine learning to solve applied problems of content creation, as well as the development of artificial intelligence as a technology industry.

**Keywords:** deep machine learning, image generation, Natural Language Processing, artificial intelligence, BERT, Imagen, DALL-E-2.

Методи генерації зображень за текстовим описом все більше проникають в повсякденне життя.

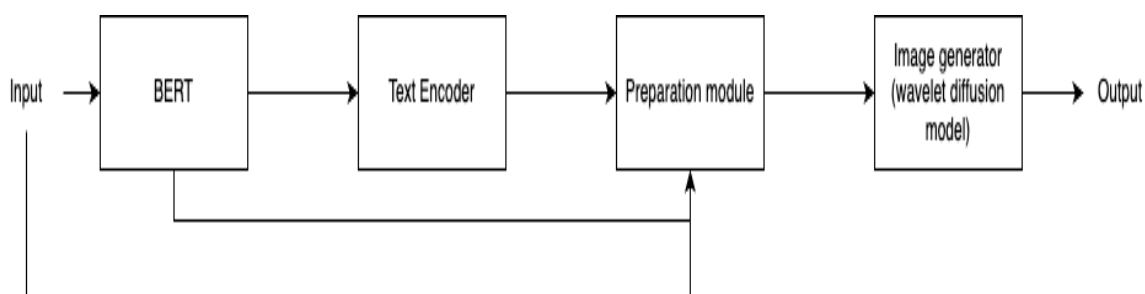
За допомогою цих технологій спеціалісти творчих професій можуть швидко робити приклади сцен для кіно, або концептуальні зразки одягу, а технічні спеціалісти отримали можливість генерувати тестові та тренувальні дані для навчання інших методів комп'ютерного зору. Це лише базові приклади, але вже вони показують наскільки багато сфер нашого життя може розвинути генерація зображень.

Основними проблемами методів генерації зображень за описом є якість отриманих зображень, швидкість генерації та баланс між швидкістю та якістю. Саме ці проблеми розглянуто в роботі.

За основу взяті дві сучасні моделі генерації зображень з опису природною мовою: DALL-E-2, яка розроблена компанією OpenAI та Imagen розроблена Google. Дані системи для створення зображень використовують метод дифузії. Серед відкриттів DALL-E-2 є новий підхід до вхідних даних генератору зображень у вигляді Prior моделі[1]. Основне відкриття Imagen – великі мовні моделі доволі гарно справляються з формуванням даних для генерації зображень [2,3]. Виходячи із цього запропонована оновлена модель, яка включає найкращі якості наведених вище моделей.

По-перше, для того, щоб покращити розуміння тексту та якість генерації складних зображень, запропоновано використати модель BERT в першому блоці обробки текстового вводу [4,5]. По-друге, запропоновано використати Preparation модуль, що використовує дані текстового контексту та підготовлює їх для генерації зображень. Цей модуль налаштований емпірично для отримання найбільш якісного результату. По-третє, запропоновано використати wavelet diffusion model для генерації зображень замість звичайної diffusion model. За дослідженнями wavelet diffusion моделі дозволяють скоротити час генерації зображень і при цьому не погіршити якість згенерованих зображень відносно звичайної дифузійної моделі. Wavelet моделі працюють не з пікселями зображення, а з їхніми wavelet репрезентаціями, що дозволяє скоротити час обробки [6].

Повна архітектура зображена на рис. 1.



**Рисунок 1.** Запропонована архітектура моделі генерації зображення за описом

Для тренування моделі використовується датасет Laion Aesthetics та його варіації, оскільки цей датасет містить найбільш якісні зображення із текстовими описами [7]. Для оцінки якості

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

використовується як експертна оцінка, так і FiD score, що показує відстань між векторами ознак реальних зображень та згенерованих.

**Література**

- [1] A.Ramesh, P.Dhariwal, A.Nichol, C.Chu, M.Chen Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents. 2022 – DOI:10.48550/arXiv.2204.06125
- [2] Imagen. Unprecedented photorealism and deep level of language understanding – Режим доступу: <https://imagen.research.google/>
- [3] R.O'Connor How Imagen Actually Works. 2022 <https://assemblyai.com/blog/how-imagen-actually-works/>
- [4] A.Vaswani, N.Shazeer, N.Parmar, Attention Is All You Need. 2023 DOI:10.48550/arXiv.1706.03762
- [5] J.Devlin, Ming-Wei Chang, K.Lee, K. Toutanova BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. 2018 DOI:10.48550/arXiv.1810.04805
- [6] H.Phung, Q.Dao, A.Tran Wavelet Diffusion Models are fast and scalable Image Generators. 2022.– DOI: 10.48550/arXiv.2211.16152
- [7] LAION-AESTHETICS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://laion.ai/blog/laion-aesthetics/>

УДК 004.8

**РОЗРОБКА КОНЦЕПТУ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУВАННЯ  
ОПТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУ**

**А. Кислов**<sup>[0000-8912-4499-2146]</sup>, **М. Кислов**<sup>[0000-7733-9814-3118]</sup>,  
**Ph.D. С. Гришин** <sup>[0000-0012-6611-2215]</sup>

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна,  
EMAIL: thugnatter@gmail.com, kisliymax@gmail.com, grishinserg@gmail.com*

**SOFTWARE APPLICATION OF OPTICAL TEXT RECOGNITION  
CONCEPT**

**Kislov A.O., Kislov M.O., Ph.D. Hryshyn S.I.**  
*Odessa I.I. Mechnikov National University, Ukraine*

***Анотація.** У роботі наведено результати розробки концепту системи з розпізнавання тексту на основі застосування елементів штучного інтелекту.*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*Ключові слова:* розпізнавання тексту, штучні нейромережі.

*Abstract.* The paper presents the results of developing the concept of a text recognition system based on the use of artificial intelligence elements.

*Keywords:* text recognition, artificial neural networks.

Розпізнавання тексту сьогодні широко використовується для конвертації книг і документів в електронний вигляд, для автоматизації систем обліку в бізнесі або для публікації тексту на веб-сторінці [1]. Оптичне розпізнавання тексту дозволяє редагувати текст, здійснювати пошук слова чи фрази, зберігати його в більш компактній формі, демонструвати або роздруковувати матеріал, не втрачаючи якості, аналізувати інформацію, а також застосовувати до тексту електронний переклад, форматування або перетворення в мову [2].

В рамках пропонованого концепту проекту застосовано штучну нейромережу прямої архітектури. Вхідний шар штучної нейронної мережі визначає вхідні дані. У нашому випадку це означає, що ми хочемо розбити растрову графіку на окремі літери, які будуть виступати в якості вхідних даних для нашої нейронної мережі. Для цього створюється сітка 20 x 20 для кожної букви і вимірюється тональність кожного з 400 прямокутників. Ці значення тональності (0 = білі і чорний = 1) заповнюємо для подальшої обробки в 400-вимірному векторі. Є багато емпіричних методів для визначення правильного числа нейронів, для використання в прихованих шарах, таких як наступні: кількість прихованих нейронів повинна бути в межах від розміру вхідного шару і розміру вихідного шару; кількість прихованих нейронів має бути  $2/3$  розміру вхідного шару, плюс розмір вихідного шару; кількість прихованих нейронів повинно бути менше подвоєного розміру вхідного шару. Навчання нейронної мережі полягає в тому, що ваги її зв'язків коригуються, при пред'явленні навчальної пари (вхідного вектора та відповідного йому вихідного вектора). У даній системі нейронна мережа навчається за методом зворотного поширення помилки. На вхід нейронної мережі надходить вектор, який видає елемент, в якому вводиться малюнок літери. Цей вектор складається з чотирьохсот елементів. Порожній клітці відповідає елемент 0, а зафарбованій клітці - елемент 1. Мережа прораховується, і аналізується вихідний вектор нейронної мережі. Номеру максимального елемента відповідає номер розпізнаної літери. Це

дозволяє правильно розпізнати букву, навіть коли вона надходить на вхід з перешкодами. При впізнаванні слова модель нейромережі порівнює знайдене слово за словником і редагує його при необхідності. Виконується перевірка слова на наявність його в словнику. Якщо є в словнику - слово зберігається так, якщо немає - перехід до пункту 2. Якщо у слова, мається відхилення тільки в одну літеру, то слово з найбільшою частотою повторення буде повернуто. Якщо у слова різниця більше ніж в 1 літеру, то переходимо до пункту 3. Якщо слово має відхилення в 2 літери, то буде повернуто слово з найбільшою частотою повторення. Якщо слово не знайдене у словнику то воно залишається. Висновки. Пропонований концепт програмного забезпечення дозволяє здійснювати подальше проектування та реалізацію повноцінної кроссплатформеної системи для використання її з метою вирішення практичних завдань.

#### **Література**

- [1] Мерков А. Б. Розпізнавання образів. Введення у методи статистичного навчання. / А.Б. Мерків. – К.: Едиторіал УРСС, 2021. – 256 с.  
[2] Журавльов Ю. І. Розпізнавання. Математичні методи. програмна система. Практичні застосування / Ю.І. Журавльов, В.В. Рязанов, О.В. Сенько. - В.: ФАЗІС, 2016. - 176 с.

УДК 004.8

### **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ МЕТЕОДАНИХ**

**В. Міронов**<sup>[0000-6570-4047-8852]</sup>, **Ph.D. І. Шпінарева**<sup>[0000-3443-2574-1251]</sup>  
*Національний університет «Одеська політехніка», Україна,  
EMAIL: Mironov-vlad@gmail.com, irinaspinareva@gmail.com*

### **INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATION OF METHOD DATA PROCESSING AND ANALYSIS DEVELOPMENT**

**Mironov V.K., Ph.D. Shpinareva I.M.**  
*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

*Анотація.* У роботі наведено результати розробки інформаційної системи автоматизації процесів обробки та аналізу метеоданих з метою прогнозування кліматичних змін.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*Ключові слова:* інтелектуальний аналіз даних, моделювання.

*Abstract.* The work presents the results of the development of an information system for automating the processes of processing and analyzing meteorological data for the purpose of forecasting climate changes.

*Keywords:* intelligent data analysis, modeling.

Сьогодні інформаційні технології активно використовуються в метеорології і роботі синоптиків, так як дозволяють не тільки автоматизувати їх роботу, а також підвищити зручність її виконання і значно підвищити точність результату.

Використання обчислювальної техніки і відповідних програм дозволяє вирішувати завдання метеорології з великою точністю, для значно більших територій, при цьому за більш короткий термін і з залученням менших людських ресурсів. У зв'язку з цим дана галузь вкрай сильно потребує розробки зручних і високопродуктивних програмних засобах [1].

Усі елементи розробленої інформаційної системи є взаємопов'язаними з роботою з метеорологічними даними. Це дозволяє отримати повний огляд метеорологічної ситуації. Кожен із варіантів використання має спеціалізоване призначення, і має бути описаний індивідуально, наведемо основні з них далі.

Перегляд завантажених нейромереж. Для перегляду завантажених нейромереж користувачу потрібно в шапці сайту вибрати пункт «Нейромережі».

Після переходу на дану сторінку користувач бачить таблицю з усіма завантаженими нейромережами для обробки та аналізу метеоданих.

На цій сторінці користувач може завантажити архів з файлами нейромережі, для цього треба вказати яку функцію виконує нейромережа, обробка метеоданих чи їх аналіз, та додати опис її всіх шарів.

Після завантаження нейромережі вона підлягає тестуванню в системі, після чого результати оцінки ефективності системи будуть відображені на сторінці.

Перегляд зібраних метеоданих. Для перегляду зібраних метеоданих користувачу потрібно в шапці сайту вибрати пункт «метеодані». Після переходу на дану сторінку користувач бачить таблицю з усіма



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

зібраними метеоданими, доступна функція фільтрації, сортування. Перегляд розрахованих прогнозів.

Для перегляду розрахованих прогнозів користувачу потрібно в шапці сайту вибрати пункт «перегляд прогнозів». Після переходу на цю сторінку користувач бачить таблицю з усіма прогнозами метеоданих та погодних явищ, доступна функція фільтрації, пошуку та сортування.

Перегляд даних в таблицях. Користувач може переглядати дані виведені в таблиці на сторінках сервісу.

Перший рядок таблиці це рядок з іменами стовпчиків, при натисканні на ім'я виконується сортування таблиці в алфавітному порядку за цим ім'ям.

При повторному натисканні буде відображено в алфавітному порядку.

Пошук. Є розширенням інформаційної системи та дозволяє відшукувати данні в таблицях за будь-яким ключем. Ключем може бути будь-який текст, будь-то цифри, символи чи букви.

Оновлення метеоданих. На сторінці перегляду метеоданих користувач може натиснути кнопку оновлення метеоданих, це надасть сигнал на сервер та він почне викачувати нові метеодані з ресурсів.

Після оновлення система запускає алгоритм пошуку аномалій в цих даних, далі на вилучених та «чистих» даних система робить прогнозування метеоданих на наступні 3 доби і вже по цих метеоданих система прогнозує погодні явища.

Усі данні які оброблюються на даному етапі записуються в базу даних.

Висновки. Розроблена інформаційна система може використовуватися в якості самостійного програмного засобу аналізу та спрощення роботи метеорологів, а також як додатковий програмний модуль, який може бути впроваджено до існуючої інформаційної системи метеорологічних центрів.

### Література

[1] Ендрю Т. Грокаем глибоке навчання / Т. Ендрю – К.: Ранок, 2021 – 712 с.

УДК 004.8

## ЗАСТОСУВАННЯ НАВЧАННЯ ІЗ ПІДКРІПЛЕННЯМ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ БАГАТОАГЕНТНИХ СИСТЕМ

I. Ткачук<sup>[0000-X821-6872-1418]</sup>, Ph.D. Т. Отрадська<sup>[0000-0002-8740-6198]</sup>,  
Ph.D. М. Рудніченко<sup>[0000-0002-7343-8076]</sup>

Національний університет «Одеська політехніка», Україна  
EMAIL: igorthebreaker@gmail.com, tv64@ukr.net, nickolay.rud@gmail.com

## APPLICATION OF REINFORCEMENT LEARNING IN SIMULATION OF MULTI-AGENT SYSTEMS

I. Tkachuk, Ph.D. T. Otradska, Ph.D. M. Rudnichenko  
Odessa Polytechnic National University, Ukraine

*Анотація.* У роботі наведено проект підходу застосування навчання із підкріпленням при моделюванні багатоагентних систем для дослідження самоорганізуючих взаємодій.

*Ключові слова:* моделювання, машинне навчання.

*Abstract.* The paper presents a project of the reinforcement learning approach for modeling multi-agent systems for the study of self-organizing interactions.

*Keywords:* modeling, modeling, machine learning.

Трудомістким завданням для розробки нейромереж без вчителя є розробка штучного інтелекту, який має приймати різні рішення в залежності від того, що відбувається у зовнішньому середовищі. Крім самого процесу навчання, у навчанні з учителем, необхідно зібрати набір даних, за допомогою якого відбуватиметься навчання. У певних випадках набрати подібний набір даних може бути проблематичним, а іноді й неможливим завданням.

В рамках проектного підходу для моделювання прикладних систем користувач зможе здійснювати:

1. Налаштування тренування нейромережі з головного меню: зміна кількості епох необхідні навчання. Налаштування визначає скільки необхідно циклів схрещування особин для завершення тренування; зміна кількості особин, які проходять тренування. Налаштування визначає скільки особин генеруватиметься кожен епоху під час

схрещування; зміна шарів нейромережі. Налаштування визначає кількість шарів у нейромережі. Так само можна налаштувати функцію за якою вважатимуться ваги на конкретному шарі та кількість нейронів; зміна шансу мутації. Найбудова визначає шанс, з якою може статися мутація в гені, тобто з яким шансом гену (ваги в нейромережі) буде призначено випадкове значення; зміна частоти струсу. Налаштування визначає, як часто відбуватиметься струс популяції особин. Струс робить видалення самих не результативних особин із списку кращих і замінює їх випадковими особинами з випадковим набором ген.

2. Запуск тренування нейромережі. При виборі цієї опції починається процес навчання нейромережі в ігровому просторі з урахуванням ранньо введених налаштувань.

3. Обчислення результату кожної особини. Відбувається після завершення кожної епохи. Підраховується результат для всіх особин, наскільки добре вони впоралися з поставленим завданням.

4. Збереження особин із найкращим результатом. Відбувається вибір особин, які можуть потрапити до списку кращих особин, з яких відбуватиметься подальше схрещування.

5. Створення нового покоління. Відбувається схрещування особин із набору особин, які найкраще пройшли тренування у попередніх епохах.

6. Спостереження. Користувач, поки чекає завершення тренування, може здійснювати наступні дії: спостереження діями поточного покоління. Користувач може переміщатися ігровим простором і спостерігати за діями особин, які на даний момент проходять тренування; перегляд кращих особин. Користувач може дивитися на результат найкращих особин, які проходили тренування; виклик струсу. Користувач може викликати поза плановим струсом популяції, якщо вважає це за необхідне; повернення до головного меню. Користувач може повернутись у головне меню для зміни налаштувань та запуску нового варіанта тренування; збереження нейромережі. Користувач вирішує зберегти кращих особин, які пройшли тренування.

7. Завантаження нейромережі. Користувач може завантажити раніше збережену мережу.

Висновки. Пропонований підхід дозволяє проводити дослідження поведінки багатоагентних систем на базі використання штучного та обчислювального інтелекту.

Література

- [1] Холл П. Штучний інтелект: сучасний підхід / П. Холл, С. Рассел, П. Норвіг. – О.: Ліберо, 2013. – 366 с.  
[2] Немцов У. Мобільна робототехніка: практичне запровадження / У. Немцов. – В.: ВТУРЕ, 2023. – 256 с.  
[3] Леоненков С.А. Обчислювальний інтелект / С.А. Леоненков. – Х.: ХНУРЕ, 2018. – 222 с.

УДК 004.8

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ЧОВНІВ ТА СУДЕН

**I. Юдін, Ph.D. М. Ядро́ва**

*EMAIL:: ilyayudin19@gmail.com, yadrova@op.edu.ua*  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна

INTELLIGENT NAVIGATION SYSTEMS FOR CHARGES AND SHIPS

**I. Yudin, Ph.D. M. Yadrova**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

**Анотація.** Однією з ключових складових безпеки та ефективності вітрильного яхтингу та судноплавства загалом є навігаційна система. У роботі були проаналізовані існуючі системи та запропонована методика створення універсальної навігаційної системи.

**Ключові слова:** автоматична навігаційна система, засоби навігації, Raspberry PI, протокол CAN.

**Abstract.** One of the key components of the safety and efficiency of sailing yachting and shipping in general is the navigation system. The work analysed the existing systems and proposed a method of creating a universal navigation system.

**Keywords:** automatic navigation system, navigation features, Raspberry PI, CAN protocol.

Проблема точності, відмовостійкості та автоматизації навігаційних систем у судноплавстві є актуальною та складною.

Сучасні човни (вітрильні або моторні) та річні суда (торгівельні, вантажні тощо) використовують сучасні системи навігації, що

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

потребують постійного нагляду з боку екіпажу (вахтові зміни) та не є повністю автоматизованими.

До класичних засобів навігації, що є базовим набором для успішного проходження маршруту відносять: різноманітні GPS-системи, гіроскопи, гірокомпаси [1], автоматизовані системи обробки інформації про погоду та стан атмосфери, автопілоти, допоміжні прилади для спрощення швартування судна.

Спільною рисою всіх сучасних автоматичних навігаційних систем є використання міжнародного стандарту мережі CAN (англ. Controller Area Network – мережа контролерів) [2].

Протокол CAN використовується в сучасних автомобілях з автопілотом (Tesla) та вітрильних або моторних човнах.

Протокол CAN в контексті керування навігаційною системою є одним з напрямків IoT.

Серед дійсних продуктів, що сьогодні наявні на ринку, існує ряд приладів, що використовують протокол CAN та виконують (частково) задачі про спрощенню навігації. Серед них є YachtSense (виробник Raymarine), EmpirBus (виробник Garmin) та система SAILSENSE (виробник SAILSENSE).

Всі три системи об'єднує майже однакова структура.

Для повноцінного керування човном або судно під керуванням таких систем необхідний головний модуль та набір датчиків [3].

Розробка SAILSENSE відрізняється від інших подібних систем наявністю індивідуального інтернет-кабінету для кожного користувача, що дозволяє спостерігати за човном в реальному часі.

Це актуально, коли яхта знаходиться в порту. SAILSENSE надає змогу користувачу віддалено керувати акумуляторами на борту та іншими системами, що потребують постійного контролю та нагляду [4].

Головним спільним недоліком усіх вище зазначених систем є їхня несумісність з іншими продуктами на ринку та складність інсталяції на човен.

Це зумовлено тим, що при необхідності замінити ту чи іншу складову системи, човен чи судно потребуватиме серйозних втручань з боку спеціалістів, що також підіймає рівень фінансових вкладень в човен і систему.

Вище зазначені проблеми можливо вирішити за допомогою використання іншої методики розробки подібної системи.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Перша проблема – несумісність – вирішується вибором універсальної платформи для головного модуля.

Пропонується використовувати такі рішення, як розробка інтелектуальної системи навігації на основі мікрокомп'ютера Raspberry PI 4.

Проблему складної інсталяції датчиків можливо обійти за допомогою використання протоколів Wi-Fi (створення локальної захищеної мережі виключно для приладів системи) або вищеописаного CAN.

Таким чином розробка системи та її інсталяція спрощується, відмовостійкість стає вищою, а універсальність дає змогу створення дійсно автономної інтелектуальної системи навігації.

### Література

- [1] Вагущенко Л.Л. Суднові навігаційно-інформаційні системи: Одеса, Латстар, 2004. 141 с.
- [2] CAN in Automation (CiA): From physical layer to application layer and beyond. URL: <https://www.can-cia.org/can-knowledge/>
- [3] Майбутнє яхтингу: керування човном зі смартфона. URL: <https://interparus.com/ua/the-digital-future-of-yachting-boat-control-from-your-smartphone/>
- [4] SAILSENCE Solution: You Sail. URL: <https://www.sailsense.io/en/you-sail/#1648471198264-5fcab6c1-05a63e68-2761>

**SECTION 3. INFORMATION CONTROL SYSTEMS**

UDC 519.6, 539.3

**MULTIFACTORIAL LINEAR REGRESSION MODELS FOR  
PREDICTING THE SEVERITY OF BRONCHIAL ASTHMA IN  
CHILDREN**

**Dr.Sci. O. Pihnastyi**<sup>[0000-0002-5424-9843]</sup>, **Ph.D. O. Kozhyna**<sup>[0000-0002-4549-6105]</sup>,  
**Ph.D. Y. Karpushenko**<sup>[0000-0002-2196-8817]</sup>  
*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine*  
*EMAIL: pihnastyi@gmail.com*

**БАГАТОФАКТОРНІ ЛІНІЙНІ РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ДЛЯ  
ПРОГНОЗУВАННЯ СТУПІНЮ ТЯЖКОСТІ БРОНХІАЛЬНОЇ  
АСТМИ У ДІТЕЙ**

**Dr.Sci. O. Пігнастий, Ph.D. O. Кожина, Ph.D. Ю. Карпушенко**  
*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Україна*

***Abstract.** The results obtained indicate that linear regression models with a small number of factors have approximately the same value. As a result of performing this study, an important conclusion was obtained that the value slowly decreases with an increase in the number of model regressors.*

***Keywords:** linear regression models*

***Анотація.** Отримані результати свідчать про те, що моделі лінійної регресії з невеликою кількістю факторів мають приблизно однакові значення. У результаті виконання цього дослідження було отримано важливий висновок, що значення повільно зменшується зі збільшенням кількості регресорів моделі.*

***Ключові слова:** моделі лінійної регресії*

The choice of the optimal number of factors for predicting the severity of asthma in children in linear regression models is an important step in the study. Currently, due to the rapid increase of asthma incidence, this pathology can be considered as a global medical problem [1]. Studying not only the factors, but also determining their relationship with each other, is an important step in understanding the course of the disease in each

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

individual case. Regression models are used for preliminary assessment of the severity of bronchial asthma. To demonstrate the methodology for constructing approximate models regression, we will use the results of a clinical study of the severity of bronchial asthma in children of the Kharkov region in 2017. The asthma severity analysis group included 90 children aged 6 to 18 years. The structure of the group was as follows: the main subgroup included 70 children with bronchial asthma, the control group - 20 healthy children. Analyzed the data of a survey of parents about the symptoms in patients, characteristic of bronchial asthma, as well as the history of the disease of the patients. This information served as the basis for the values of the qualitative factors used to build the regression model. The clinical features of the course of the disease have been studied. Based on the results of laboratory studies, the values of the quantitative factors of the model were formed. During the analysis, 142 factors were considered [2].

The numerical characteristics of the factors selected for building models that determine the severity of the course of the disease with bronchial asthma are analyzed, which are shown in Table 1.

Table 1. The characteristics of the factors

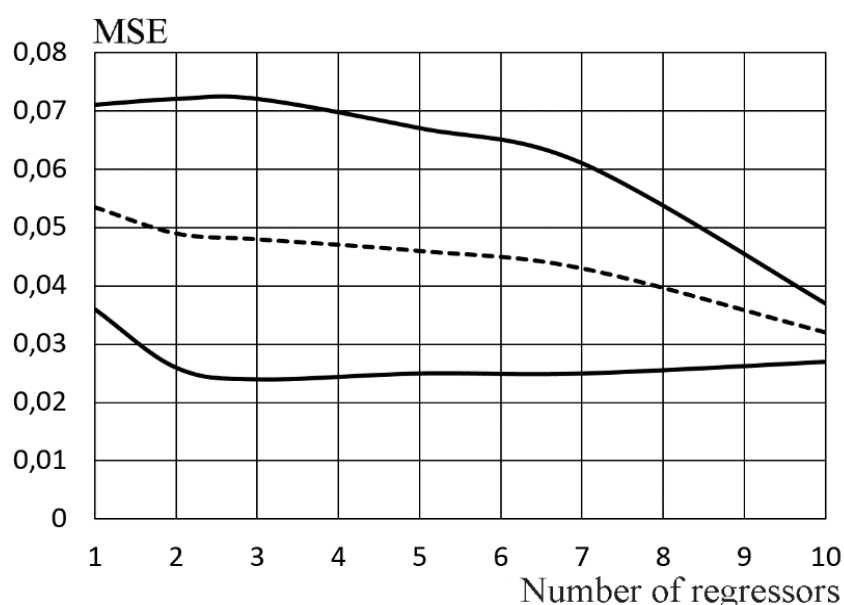
<u>Code</u>	<u>Regressor name</u>	$m_x$	$\sigma_x$	$r_{yx}$
X1	<u>Allergic rhinitis</u>	0.4494	0.4974	0.3223
X2	<u>Atopic dermatitis</u>	0.0562	0.2303	0.3767
X3	Number of years from the first symptoms	5.5281	4.4396	0.3023
X4	<u>Bronchial asthma in father</u>	0.0864	0.281	0.0309
X5	Bronchial asthma in relatives of second generation	0.0658	0.2479	0.4157
X6	<u>Eosinophils%</u>	3.913	3.4462	0.2646
X7	<u>Domestic dust</u>	2.2319	1.1312	0.3116
X8	<u>Pillow feather</u>	0.7536	0.8059	0.3681
X9	<u>Rabbit hair</u>	0.5652	0.8925	0.2236
X10	<u>Sheep wool</u>	0.5217	0.6507	0.3373
X11	<u>CD25 10*3 cells</u>	0.6937	0.3087	0.2198

The first step of the study after choosing the factors is to build a set of linear regression models for predicting the severity of the course of bronchial asthma and comparing the quality of the prediction of the observed value for a different number of model regressors. We will use the MSE value as a criterion for comparing models. The 1, 2, 3, 5, 7 and 10



factor models of linear regression are considered. The 11 factors were used to build regression models. As a result of selection from a variety of models with the number of regressors equal to 10, 7, 5, 3, 2, and 1, the model with the highest and lowest MSE values was selected. When building linear regression models, outliers were removed from the original dataset.

The MSE dependencies presented on the graphs for models Fig.1 with the best and worst forecast quality allow us to estimate the influence of the number of regressors on the approximation accuracy. The dotted line in the graph shows the average MSE for a given number of model regressors. The range of valid values with for a set of models is limited by the upper and lower curves. The graph clearly demonstrates the general trend of a decrease in MSE with an increase in the number of model regressors.



**Figure 1.** Criterion for the quality of predicting the severity of the course of bronchial asthma

Conclusions. The comparative analysis of values for multivariate linear regression models using the example of the considered dataset shows that the use of models with less than six factors is inappropriate. The results obtained indicate that linear regression models with a small number of factors have approximately the same value. As a result of performing this study, an important conclusion was obtained that the value slowly decreases with an increase in the number of model regressors.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

This raises the relevance of the search for new methods for predicting the severity of bronchial asthma disease, including the use of Machine learning. A prospect for further research is to analyze the quality of fit of the observed value depending on the number of regressors for different types of nonlinear regression models

**References**

- [1] Global Initiative for Asthma: Global Strategy for Asthma Management and Prevention. 2022. <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2022/07/GINA-Main-Report-2022-FINAL-22-07-01-WMS.pdf>.
- [2] O. Kozhyna, O. Pihnastyi, Covariance coefficients factors from a clinical study of the severity of bronchial asthma in children of the Kharkov region, 2017, Mendeley Data, 1, 2019.

УДК 519.6, 539.3

**СИМЕТРИЧНА КРАЙОВА ЗАДАЧА ДЛЯ ШАРУ,  
ПОСЛАБЛЕНОГО НАСКРІЗНИМ ОТВОРОМ, З ПОКРИТИМИ  
ДІАФРАГМОЮ ТОРЦАМИ**

**Dr.Sci. Б. Панченко<sup>1</sup>[0000-0002-8085-4043], Ph.D. Ю. Ковалев<sup>2</sup>[0009-0007-0658-6830],  
Л. Буката<sup>2</sup>[0000-0003-1707-1633]**

<sup>1</sup> *Одеський національний університет ім. Мечникова, Україна,*

<sup>2</sup> *Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Україна  
EMAIL: pr-bob@ukr.net, kovalev@ukr.net, ygrikluda@gmail.com*

**SYMMETRIC BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR A LAYER  
WEAKEND BY A TROUGH HOLE WITH THE ENDS COVERED  
WITH A DIAPHRAGM**

**Dr.Sci. B. Panchenko<sup>1</sup>, Ph.D. Yu. Kovalev<sup>2</sup>, L. Bukata<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Odessa I.I. Mechnikov National University, Ukraine,*

<sup>2</sup> *National University of Intelligent Technologies and Communications, Ukraine*

*Анотація.* В роботі наведено нову математичну модель розв'язання статичної симетричної крайової задачі для шару, послабленого наскрізним отвором, з покритими діафрагмою торцями.

*Ключові слова:* тривимірні крайові задачі, сингулярні інтегральні рівняння

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

***Abstract.** The paper presents a new mathematical model for the solution of a static symmetric boundary value problem for a layer weakened by a through hole with ends covered with a diaphragm.*

***Keywords:** three-dimensional boundary value problems, singular integral equations*

Розглянемо пружний шар  $-h \leq x_3 \leq h$ ,  $-\infty < x_1, x_2 < \infty$ , послаблений наскрізним отвором. Нехай на поверхні порожнини заданий вектор напружень  $(N, T, Z)$ . Припускаємо, що компоненти заданого навантаження розкладаються до рядів Фур'є за координатою  $x_3$  на відрізку товщині шару  $[-h, h]$ . Нехай на його торцях мають місце такі умови:

$$u_1(x_1, x_2, \pm h) = u_2(x_1, x_2, \pm h) = \sigma_{33}(x_1, x_2, \pm h) = 0. \quad (1)$$

Крайові умови (1) відповідають випадку, коли торці шару покриті діафрагмою, жорсткою у своїй площині та гнучкою у перпендикулярному напрямку. Запишемо компоненти вектору переміщення у вигляді

$$u_i = \sum_{k=0}^{\infty} u_{ik}(x_1, x_2) \cos \gamma_k x_3, \\ u_3 = \sum_{k=0}^{\infty} u_{3k}(x_1, x_2) \sin \gamma_k x_3, (i = 1, 2), \gamma_k = \frac{2k+1}{2h} \pi \quad (2)$$

Використовуючи закон Гука, запишемо крайові умови (1) в формі

$$2\sigma e^{2i\psi} \left\{ \frac{\partial^2}{\partial z^2} (i\varphi_k - \psi_k) \right\} - \frac{1}{2} \theta_k - \frac{1}{2} \sigma \gamma_k^2 \psi_k = \frac{1}{2\mu} (N_k - iT_k), \\ \operatorname{Re} \left\{ e^{i\psi} \left[ \frac{\partial}{\partial z} \left( \sigma \gamma_k \psi_k + \frac{1+\sigma}{\gamma_k} \theta_k \right) - \sigma \gamma_k \frac{\partial}{\partial z} (i\varphi_k - \psi_k) \right] \right\} = \frac{1}{2\mu} Z_k \quad (3)$$

Крайова задача (3) за допомогою відомої традиційної процедури зводиться до системи трьох сингулярних інтегральних рівнянь 2го роду (для кожного фіксованого  $k$ ).

$$\omega_{2k} a_k + \omega_{3k} b_k + \sum_{i=1}^3 \int_L \omega_{ik} G_{ik} ds = \frac{1}{2\mu} (N_k - iT_k),$$

$$\omega_{1k} c_k + \sum_{i=1}^3 \int_L \omega_{ik} G_{ik}^* ds = -\frac{1}{2\mu} Z_k \quad (4)$$

$$G_{1k}(\zeta, \zeta_0) = \frac{\sigma \gamma_k}{4} r K_1(\gamma_k r) (e^{2i(\psi_0 - \alpha_0)} + 1) - \frac{1}{2} K_0(\gamma_k r)$$

$$G_{2k}(\zeta, \zeta_0) = \frac{\sigma \gamma_k}{4} r K_0(\gamma_k r) \left[ \sin(\psi - \alpha_0) - \frac{ie^{2i\psi_0}}{2} h_1(\psi, \alpha_0) \right] +$$

$$K_1(\gamma_k r) \left\{ \frac{\sigma}{2} \sin(\psi - \alpha_0) + \frac{ie^{2i\psi_0}}{2} \left[ (1 + \sigma) e^{-i(\psi + \alpha_0)} - \frac{\sigma}{2} h_2(\psi, \alpha_0) \right] \right\}$$

$$G_{3k}(\zeta_j, \zeta_0) = \frac{\sigma \gamma_k}{4} r K_0(\gamma_k r) \left[ \cos(\psi - \alpha_0) + \frac{e^{2i\psi_0}}{2} h_2(\psi, \alpha_0) \right] +$$

$$K_1(\gamma_k r) \left\{ \frac{\sigma}{2} \cos(\psi - \alpha_0) + \frac{e^{2i\psi_0}}{2} \left[ (1 + \sigma) e^{-i(\psi + \alpha_0)} + \frac{\sigma}{2} h_1(\psi, \alpha_0) \right] \right\}$$

$$G_{1k}^*(\zeta, \zeta_0) = \frac{1}{2} [\sigma \gamma_k r K_0(\gamma_k r) - (1 + \sigma) K_1(\gamma_k r)] \cos(\psi_0 - \alpha_0)$$

$$G_{2k}^*(\zeta, \zeta_0) = \frac{\sigma \gamma_k}{4} r K_1(\gamma_k r) [\sin(\psi_0 + \psi - 2\alpha_0) - \sin(\psi_0 - \psi)] -$$

$$\frac{1}{2} K_0(\gamma_k r) \sin(\psi_0 - \psi)$$

$$G_{3k}^*(\zeta, \zeta_0) = \frac{\sigma \gamma_k}{4} r K_1(\gamma_k r) [\cos(\psi_0 + \psi - 2\alpha_0) + \cos(\psi_0 - \psi)] +$$

$$\frac{1}{2} K_0(\gamma_k r) \cos(\psi_0 - \psi)$$

$$a_k = \frac{\pi i (1 + \sigma)}{2\gamma_k}, \quad b_k = \frac{\pi (1 + \sigma)}{2\gamma_k}, \quad c_k = -b_k, \quad q_k^* = iq_k (1 + \sigma) / \sigma \gamma_k^2,$$

$$\omega_{1k} = p_k, \quad \omega_{2k} = \operatorname{Re} q_k, \quad \omega_{3k} = \operatorname{Im} q_k.$$

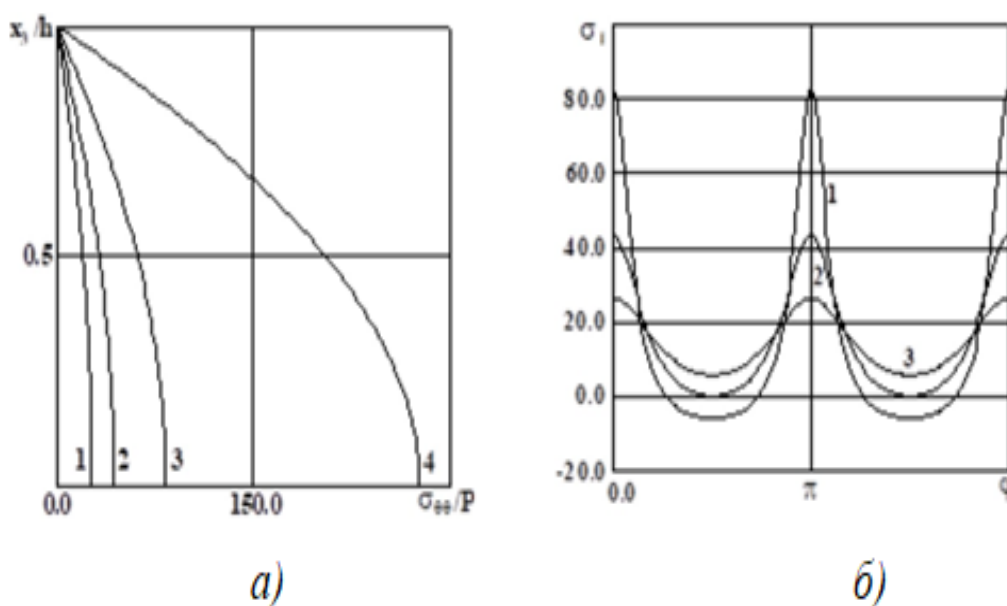
Тут  $\omega_{ik}$  - невідомі функції, що підлягають визначенню.

При чисельній реалізації алгоритму інтегральні рівняння (4) методом механічних квадратур [1] зводиться до системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Високоточна схема обчислень застосовувалася

аналогічно [2]. Для характеристики напруженого стану поверхні отвору визначалися компоненти тензора напружень:

$$\sigma_{\theta\theta} = \sigma_{11} \sin^2 \theta + \sigma_{22} \cos^2 \theta - 2\sigma_{12} \cos \theta \sin \theta, \quad \sigma_{zz} = \sigma_{33},$$

$\theta = \psi - \pi$ ,  $\sigma_{\theta z} = -\sigma_{13} \sin \theta + \sigma_{23} \cos \theta$ . Чисельні результати одержано при значенні коефіцієнта Пуассона  $\nu = 1/3$ .



**Рисунок 1.** Епюри розподілу відносних окружних напружень

На рис. 1а наведено епюри розподілу відносного окружного напруження  $\sigma_{\theta\theta}/P$  для еліптичного отвору ( $\xi_1 = R_1 \cos \varphi$ ,  $\xi_2 = R_2 \sin \varphi$ ,  $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ ) впродовж координати за товщиною в точці  $\varphi = 0$  у випадку  $h/R_1 = 4$  ( $R_1 = 1$ ). Криві 1;2;3;4 наведено для  $R_2 = 0.7;0.5;0.3;0.1$  відповідно,

На рис. 1б наведено епюри розподілу відносного окружного напруження  $\sigma_{zz}/P$  впродовж контуру еліптичного отвору  $0 \leq \varphi \leq 2\pi$  в площині  $x_3/h = 0$  у випадку ( $R_1 = 1$ ) при  $h/R_1 = 4$

відповідно. Криві 1;2;3 також наведено при  $R_2 = 0.3; 0.5; 0.7$  відповідно. За результатами чисельного дослідження можна стверджувати, що при збільшенні товщини шару, а також зі зменшенням  $R_2$  спостерігається зростання відносного окружного напруження.

### Література

- [1] Олександрович А.І. Застосування теорії функцій двох комплексних змінних до розв'язання просторових завдань теорії пружності // Изв. АН СРСР. Механіка твердого тіла. - 1977. - №2. - С.164-168.
- [2] Панченко Б.Є., Ковалев Ю.Д., Буката Л.М., Жиронкіна О.С., Математичне моделювання симетричної крайової задачі для шару з покритими діафрагмою торцями, послабленого двома наскрізними отворами // Проблеми керування та інформатики, 2023, № 2, С. 18-29

UDK 004.94

### METHOD FOR COMPUTING EXPONENTIATION MODULO THE POSITIVE AND NEGATIVE INTEGERS

**Dr.Sci. V. Krasnobayev**<sup>1[0000-0001-5192-9918]</sup>, **Ph.D. A. Yanko**<sup>2[0000-0003-2876-9316]</sup>,  
**Ph.D. A. Martynenko**<sup>3[0000-0002-9576-0138]</sup>, **D. Kovalchuk**<sup>4[0000-0002-8229-836X]</sup>  
<sup>1,4</sup>*V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine*  
<sup>2,3</sup>*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Ukraine*  
*EMAIL :<sup>1</sup>v.a.krasnobaev@gmail.com, <sup>2</sup>al9\_yanko@ukr.net,*  
*<sup>3</sup>martynenko@pntu.edu.ua, <sup>4</sup>kovalchuk.d.n@ukr.net*

### МЕТОД ОБЧИСЛЕННЯ ПІДВЕДЕННЯ В СТЕПЕНУ ЗА МОДУЛЕМ ПОЗИТИВНИХ І НЕГАТИВНИХ ЦІЛИХ ЧИСЕЛ

**Dr.Sci. V. Krasnobayev**<sup>1</sup>, **Ph.D. A. Yanko**<sup>2</sup>, **Ph.D. A. Martynenko**<sup>3</sup>,  
**Д. Ковальчук**<sup>4</sup>  
<sup>1,4</sup>*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна*  
<sup>2,3</sup>*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка», Україна*

***Abstract.** The result of the developed method is presented in the form of examples of the operation of exponentiating numbers represented in the modular*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*number system. An analysis of the solution of examples showed the practical value of the developed method.*

**Keywords:** *modular number system*

**Анотація.** *Результат розробленого методу представлено у вигляді прикладів операції з піднесенням до степеня чисел, представлених у модульній системі числення. Аналіз розв'язку прикладів показав практичну цінність розробленого методу.*

**Ключові слова:** *модульна система числення*

Research in the field of the application of the non-positional number system (NPNS), to which the modular number system (MNS) belongs, shows that its practical use in the CS allows to significantly increase the productivity of the realization of arithmetic operations.

It should be noted that there is a class of problems and algorithms where in addition to performing an integer arithmetic operations (addition, subtraction, multiplication), there is a need to implement the operation of exponentiating numbers in all numeric domain.

Thus, the operation of exponentiating integers modulo is one of the key elements of many cryptographic algorithms and has many practical applications in computer science and other fields.

At the moment, many modern programming languages do not have tools (operators) that can implement the operation of exponentiating numbers, it is especially difficult to implement this operation for negative numbers [1].

So, research is aimed at developing a method for exponentiating numbers modulo MNS are relevant and important.

However, practical methods cannot be used to perform the exponentiating operation in the negative numeric domain [2], this is mainly due to the fact that there is no simple mathematical model for the process of exponentiating integers of a natural number in the MNS, both in positive and negative numeric domains.

Therefore, the main purpose of the research to develop an effective system of mathematical ratios (SMR) of the process of exponentiating numbers in the MNS in all numeric domain.

To implement the process of performing the operation of exponentiating numbers by an arbitrary modulo MNS in all numeric domain, it is supposed to represent the original number

$C_{MNS} = (c_1 \parallel c_2 \parallel \dots \parallel c_{k-1} \parallel c_k \parallel c_{k+1} \parallel \dots \parallel c_l)$  in a modular structure  
(MS)  $C_{MNS}^{\rightarrow}$  :

$$\begin{cases} C_{MNS}^{\rightarrow} = \frac{1}{2}D + |C_{MNS}|, \text{ if } C \geq 0, \\ C_{MNS}^{\rightarrow} = \frac{1}{2}D - |C_{MNS}|, \text{ if } C < 0, \end{cases} \quad (1)$$

i.e. for positive numbers:  $C_{MNS}^{\rightarrow} = \frac{1}{2}D + |C_{MNS}|$  and for negative:

$$C_{MNS}^{\rightarrow} = \frac{1}{2}D - |C_{MNS}|,$$

where  $D = \prod_{k=1}^l p_k$ ,  $p_k$  – an arbitrary MNS module.

A system of mathematical ratios the process of exponentiating numbers was developed based on an analytical ratio  $(C_{MNS}^r)^{\rightarrow} = f(C_{MNS}^{\rightarrow})$  which defines the relation of the result  $C_{MNS}^r$  number exponentiating operations  $C_{MNS}$  in the MNS (to the degree of  $r$ ) presented in the MS, from the number  $C_{MNS}^{\rightarrow}$  immediately in the MS [3]. Processed numbers  $C_{MNS}^r$  and  $(C_{MNS}^{\rightarrow})^r$  are in the range:

$$\begin{cases} -\frac{1}{2}D \leq C_{MNS}^r \leq \frac{1}{2}(D-1), \\ 0 \leq (C_{MNS}^{\rightarrow})^r \leq D-1. \end{cases} \quad (2)$$



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

As a mathematical model of the process the process of exponentiating numbers to an arbitrary degree  $r$  of a natural number in the MNS, it is advisable to consider the mathematical ratio:

$$(C_{MNS}^r)^{\rightarrow} = (C_{MNS}^{\rightarrow})^r \quad (3)$$

Mathematical ratio (3) is a generalized SMR process of exponentiating numbers modulo MNS.

Based on the developed SMR (3) and using the tabular realization of the modular multiplication operation, the research improves the method of exponentiating numbers modulo MNS in all numeric domain.

The development of the method was carried out by applying a special coding of numbers in the MS using the tabular principle of data processing.

The result of the developed method is presented in the form of examples of the operation of exponentiating numbers represented in the MNS.

An analysis of the solution of examples showed the practical value of the developed method.

### References

- [1] Exponentiation by squaring. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Exponentiation\\_by\\_squaring](https://en.wikipedia.org/wiki/Exponentiation_by_squaring) (date of access: 16.07.2023).
- [2] Pakkiraiah Ch., Satyanarayana R. Design and FPGA Realization of an Energy Efficient Artificial Neural Modular Exponentiation Architecture. *Computing, Communication and Learning*. 2023. P. 115-126.
- [3] Krasnobaev V., Kuznetsov A., Babenko V., Denysenko M., Zub M., Hryhorenko V., The Method of Raising Numbers, Represented in the System of Residual Classes to an Arbitrary Power of a Natural Number. 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). Lviv, 2019. P. 1133-1138.

UDK 004.94

**ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ СИМЕТРІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ  
ФІНАНСОВИМИ ПОТОКАМИ ВНУТРІШНЬОГО ТУРИЗМУ В  
УМОВАХ ДІЇ НЕСТАБІЛЬНИХ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА**

**Dr.Sci. М. Шарко**<sup>1[0000-0003-2321-459X]</sup>, **Н. Петрушенко**<sup>2[0000-0001-7383-8558]</sup>,  
**Dr.Sci. О. Корнієнко**<sup>3[0000-0002-9269-6900]</sup>, **Dr.Sci. О. Гончар**<sup>4[0000-0003-3917-7586]</sup>,  
**Ph.D. А. Бітій**<sup>5[0000-0001-5075-2807]</sup>, **А. Бердичевський**<sup>6[0009-0008-9487-1988]</sup>

<sup>1</sup>Приазовський державний технічний університет, Україна,

<sup>2</sup>Українська академія друкарства, Україна,

<sup>3</sup>Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,  
Україна,

<sup>4, 5, 6</sup>Хмельницький національний університет, Україна

EMAIL: a.bityu@ukr.net, tonyberd@ukr.net, mvsharko@gmail.com,  
natalia.velikaya@gmail.com, depdean339@gmail.com, o.i.gonchar@i.ua,

**APPLICATION OF THE THEORY OF SYMMETRY FOR THE  
MANAGEMENT OF FINANCIAL FLOWS OF INTERNAL  
TOURISM UNDER THE CONDITIONS OF UNSTABLE  
ENVIRONMENTAL FACTORS**

**Dr.Sci. М. Sharko**<sup>1</sup>, **N. Petrushenko**<sup>2</sup>, **Dr.Sci. О. Korniienko**<sup>3</sup>, **Dr.Sci. О.  
Gonchar**<sup>4</sup>, **Ph.D. А. Bitiy**<sup>5</sup>, **А. Berdychevskiy**<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Priazov State Technical University, Ukraine,

<sup>2</sup>Ukrainian Academy of Printing, Ukraine,

<sup>3</sup>Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine,

<sup>4,5,6</sup>Khmelnitskyi National University, Ukraine

**Анотація.** Запропоновано вирішення актуальної проблеми управління фінансовими потоками у галузі внутрішнього туризму в умовах дії множинних чинників невизначеності оточуючого середовища під час воєнного стану з застосуванням теорії симетрії.

**Ключові слова:** теорія симетрії, алгоритми Форда-Фалкерсона, фактори зовнішнього середовища

**Abstract.** A solution to the current problem of managing financial flows in the field of domestic tourism under the influence of multiple factors of uncertainty of the surrounding environment during martial law using the theory of symmetry is proposed.

**Keywords:** theory of symmetry, Ford-Falkerson algorithms, environmental factors.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

В умовах складної ситуації, викликаній нестабільними факторами внутрішнього середовища, пов'язаного з війною Росії з Україною, введенням воєнного стану, що передбачає певні заборони і обмеження, туристична галузь опинилася у надскрутному становищі. Прогнозування ситуації навіть у короткостроковій перспективі стає неможливим. Проте туристична галузь продовжує розвиватися. Оцінка прямих і непрямих втрат і потреби відновлення української економіки (в сфері культури, туризму та спорту), у грошовому еквіваленті становить 0.7 млрд доларів США прямих втрат, 4.3 млрд – загальні втрати, та 1.6 млрд коштів станом на момент 13 червня 2022 року [1].

Внутрішні зв'язки між туристичними послугами у структурі туристичного продукту проявляються в їх симетрії під час реалізації туристичних послуг. Поведінка вихідний змінної, що відображає фінансові потоки внутрішнього туризму, детермінована комплексом причинно-наслідкових взаємозв'язків між незалежними факторами та залежною змінною. Вона покликана виділити найбільш альтернативні шляхи розвитку з різних станів. Ця особливість прогнозування використана при розробці методології управління збереженням фінансових потоків туризму за умов обмежень на реалізацію послуг.

Метою роботи є пов'язання чотирьох наукових результатів: симетрії споживання послуг, каузального прогнозування, заснованого на встановленні причинно-наслідкових зв'язків, максимізації фінансових потоків внутрішнього туризму, заснованої на теорії графів та алгоритмі Форда-Фалкерсона, а також економічних аспектів формування послуг.

Розглянуто низку нових математичних моделей, методичних підходів, пропозицій та рекомендацій, присвячених розвитку та управлінню туризмом у короткостроковій перспективі [2], каузального прогнозування [3]. В основу використання симетрії для вирішення завдань максимізації фінансових потоків при реалізації туристичних послуг покладена основна властивість теорії симетрії, а саме те, що деякі просторові фігури можуть бути отримані шляхом великої кількості поворотів навколо осі. Для визначення симетричних змін елементів інваріантних взаємодій потрібно виділити нерухомий елемент – основну туристичну послугу. В алгоритмі Форда-Фалкерсона мережа розглядається як пов'язаний оргграф, орієнтований в одному напрямку від витoku до стоку. Вихідним станом максимізації фінансових потоків туризму є граф  $G(V,E)$  з пропускнуою здатністю  $G(u,v)$  та потоком  $f(u,v) = 0$  для ребер з  $u$  и  $v$ . Робота дозволила

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

запропонувати практичні рекомендації зі збереження фінансових потоків, змоделювати структуру і умови реалізації туристичного продукту, а також розробити алгоритм можливого переходу з однієї туристичної послуги на іншу під час змін середовища.

**Література**

- [1] Звіт про прямі збитки інфраструктури, непрямі втрати економіки від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України, та попередня оцінка потреб України у фінансуванні відновлення. 2022. URL: <https://kse.ua/ua/russia-will-pay/>.
- [2] I. Ghalekhonbadi, E. Ardjmand, W.A. Young, G.R. Wechman, A review of demand forecasting models and methodological developments within tourism and passenger transportation industry, *Journal of Tourism Futures*, 5 (1), 2019, pp.75-93. doi:10.1108/JTF-10-2018-0061.
- [3] J. Sun, J.-H. Zhang, H. Zhang, C. Wang, X. Duan, M. Chen, Development and validation of a tourism fatigue scale, *Tourism Management*, 2020, 81, art. no. 104121. doi:10.1016/j.tourman.2020.104121.

УДК 004.94

**НЕПАРАМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ОБРОБЛЕННЯ  
СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ЩОДО СТИЛЮ ПІЛОТУВАННЯ**

**Dr.Sci. Ю. Грищенко<sup>[0000-0002-1318-9354]</sup>, Dr.Sci. М.Заліський<sup>[0000-0002-1535-4384]</sup>,  
Ph.D. В. Романенко<sup>[0000-0003-0048-5549]</sup>, Ph.D. Ю. Петрова<sup>[0000-0002-3768-7921]</sup>,  
В. Грищенко<sup>[0009-0008-5582-3692]</sup>**

*Національний авіаційний університет, Україна  
EMAIL: hryshchenko8y@gmail.com, maximus2812@ukr.net*

**DISTRIBUTION-FREE METHOD OF FLIGHT STYLE DATA  
PROCESSING**

**Dr.Sci. Yu. Hryshchenko, Dr.Sci. M. Zaliskyi, Ph.D. V. Romanenko,  
Ph.D. Yu. Petrova, V. Hryshchenko**  
*National Aviation University, Ukraine*

***Анотація.** Проведені у роботі розрахунки для реальних даних польотів підтвердили гіпотезу про можливість об'єднання масивів з малим обсягом у єдиний для різних польотів одного і того самого пілота.*

***Ключові слова:** масив з малим обсягом*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Abstract.** The calculations carried out in the work for real flight data confirmed the hypothesis about the possibility of combining arrays with a small volume into a single one for different flights of the same pilot.*

***Keywords:** array with a small volume*

Забезпечення безпеки польотів повітряних суден (ПС) є ключовим завданням у цивільній авіації. Безпека польотів залежить багатьох чинників, зокрема: від технічного стану ПС; погодних та інших зовнішніх умов; помилок пілота під час пілотування; помилок інженерної авіаційної служби під час здійснення технічного обслуговування та ремонту ПС тощо. Кожен з наведених факторів носить стохастичний характер і може виникнути в довільний момент часу під час польоту. З метою зменшення негативного впливу цих факторів необхідно здійснювати комплекс спеціальних заходів.

Сьогодні особлива увага приділяється питанням, пов'язаним із впливом людського чинника на безпеку польотів ПС [1]. Згідно зі статистичними даними, це зумовлено тим, що більшість подій, які є передумовами до авіакатастроф, відбуваються з вини людини. Відомо, що польотний почерк пілота є технікою пілотування ПС, для якої характерні індивідуальні особливості людини. Зазвичай польотний почерк пілота формується при здобутті ним певного досвіду пілотування та є унікальним і характерним тільки для конкретного пілота. Основною проблемою під час побудови математичної моделі льотного почерку пілота є малі обсяги вимірних даних у процесі виконання конкретного польоту. Тому в цьому дослідженні основна увага приділяється перевірці можливості об'єднання вибірок за декількома польотами для випадку сталих стресових ситуацій. Розшифровані дані польотної інформації ПС Боїнг-737-500 були отримані в авіакомпанії. При цьому були використані ділянки реальних польотів після входу в глісаду до приземлення. Захід на посадку відбувався у різних аеропортах, тому довжина глісади і відповідно кількість даних різняться. Для аналізу даних польотної інформації було обрано амплітуди тангажу. Оскільки укорочена глісада негативно впливає на психофізіологічну напруженість пілотів [2], доцільно визначити зберігається чи ні польотний почерк пілота в різних умовах польоту. Для вирішення цієї проблеми застосовано метод на основі критерію Краскела-Уолліса, який є непараметричним аналогом однофакторного дисперсійного аналізу. Критерій Краскела-Уолліса

був застосований для реальних даних, отриманих протягом чотирьох польотів ПС з одним і тим же пілотом у такій послідовності:

1. Об'єднання наявних наборів даних в єдину вибірку. Для цієї вибірки виконують перетворення числових даних у їхній номер у відповідній порядковій статистиці. Тобто для кожного значення датасету необхідно знайти його ранг, який позначимо функцією  $R(i)$ , де  $i \in [1; N]$  – номер відліку у вибірці обсягом  $N$ . При цьому вибірки можуть містити однакові значення, тоді ранги можуть не дорівнювати цілим числам. У випадку кратності повторення вибіркового значення необхідно замінити відповідні ранги скорегованими середніми значеннями цих рангів.

2. Визначення сумарних рангів за кожною вибіркою окремо, а саме

$$R_{\Sigma}(j) = \sum_{w=1}^{k_j} R(w)_j, \quad (1)$$

де  $j$  відповідає номеру вибірки,  $k_j$  – обсяг  $j$ -ої вибірки.

3. Отримання  $h$  статистики відповідно до формул

$$h = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^{k_j} \frac{R(w)_j^2}{k_j} - 3(N+1), \quad (2)$$

$$C_{\text{кор}} = 1 - \frac{1}{(N-1)N(N+1)} \sum_{u=1}^p ((t_u - 1)t_u(t_u + 1)), \quad (3)$$

$$h_{\text{кор}} = h / C_{\text{кор}}, \quad (4)$$

де  $p$  – кількість повторюваних значень у вибірці,  $t_u$  – кількість однакових рангів у  $u$ -ій групі повторення.

4. Визначення порогу прийняття рішення та порівняння з ним розрахованого значення  $h$  статистики. Якщо значення  $h$  статистики менше порогового, приймається рішення про однорідність даних та об'єднання зазначених вибірок у одну є обґрунтованим.

Проведені у роботі розрахунки для реальних даних польотів підтвердили гіпотезу про можливість об'єднання масивів з малим обсягом у єдиний для різних польотів одного і того самого пілота.

Література

- [1] Human factors digest No 7. Investigation of Human Factors in Accidents and Incidents. ICAO Circular 240-AN/144, 1993, 76 p.  
[2] Yu. Hryshchenko, V. Romanenko, M. Zaliskyi, Quality assessment of aircraft glide path entrance, CEUR Workshop Proceedings, 2020, Vol. 2711, pp. 649–660.

UDC004.94

**SIMULATION OF NON-ISOTHERMAL FRACTIONAL-ORDER  
MOISTURE TRANSPORT USING MULTI-THREADED TFQMR  
AND DYNAMIC TIME-STEPPING TECHNIQUE**

**Ph.D. V. Bohaenko**<sup>[0000-0002-3317-9022]</sup>

*Institute of Cybernetics named after V.M. Hlushkova National Academy of Sciences  
of Ukraine, Ukraine  
EMAIL: sevab@ukr.net*

**ДРОБОВО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
НЕІЗОТЕРМІЧНОГО ВОЛОГОПЕРЕНЕСЕННЯ З  
ВИКОРИСТАННЯМ БАГАТОПОТОЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ  
АЛГОРИТМУ TFQMR ТА МЕТОДИКИ ДИНАМІЧНОЇ ЗМІНИ  
КРОКУ ЗА ЧАСОМ**

**Ph.D. В. Богаєнко**

*Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Україна,*

**Abstract.** We study the efficiency of using a multi-threaded implementation of the transpose-free quasi minimal residual iterative algorithm for solving linear systems that arise after the discretization of the initial-boundary value problems for the non-isothermal fractional-differential model of moisture transport in combination with the dynamic change of time step length based on the convergence characteristics of the transpose-free quasi minimal residual algorithm.

**Keywords:** *multithreaded implementation of the non-transposed quasi-minimal residual iterative algorithm*

**Анотація.** Досліджено ефективність використання багатопоточної реалізації безтранспонованого квазімінімального залишкового ітераційного алгоритму для розв'язування лінійних систем, що виникають після дискретизації початково-крайових задач для неізотермічної дробово-диференціальної моделі переносу вологи в поєднання з динамічною зміною

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

*довжини кроку в часі на основі характеристик збіжності квазімінімального залишкового алгоритму без транспонування.*

**Ключові слова:** багатопоточна реалізація безтранспонованого квазімінімального залишкового ітераційного алгоритму

Mathematical models of migration processes that take into account non-local effects caused by media's fractal properties often have an integro-differential nature. Numerical methods for solving problems for such models have a higher order of computational complexity compared to the corresponding classical methods. Therefore, for their effective practical application, the usage of high-performance computational techniques, particularly for shared memory systems, is critical. In this regard, we study the efficiency of using a multi-threaded implementation of the TFQMR (transpose-free quasi minimal residual) [1] iterative algorithm for solving linear systems that arise after the discretization of the initial-boundary value problems for the non-isothermal fractional-differential model of moisture transport in combination with the dynamic change of time step length based on the convergence characteristics of the TFQMR algorithm. The considered model is as follows:

$$C(h) \frac{\partial h}{\partial t} = D_x^\alpha (k_x(H, T) \frac{\partial H}{\partial x}) + D_z^\beta (k_z(H, T) \frac{\partial H}{\partial z}) - S,$$

$$C_T \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) - c_v \left( v_x \frac{\partial T}{\partial x} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right),$$

$$0 \leq x \leq L_x, 0 \leq z \leq L_z, t \geq 0, 0 < \alpha, \beta < 1,$$

$$v_x = k_x(H, T) \frac{\partial H}{\partial x}, v_z = k_z(H, T) \frac{\partial H}{\partial z}, D_x^\alpha H = \frac{1}{2^\alpha} (D_{x,l}^\alpha H + D_{x,r}^\alpha H),$$

$$D_{x,l}^\alpha H = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^x \frac{\partial H}{\partial x} (x-\xi)^{-\alpha} d\xi, D_{x,r}^\alpha H = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_x^{L_x} \frac{\partial H}{\partial x} (\xi-x)^{-\alpha} d\xi$$

where  $D_x^\alpha$  is the Caputo fractional derivative [2] with respect to the variable  $x$  (derivative with respect to the variable  $z$  is denoted and

$$h(x, z, t) = \frac{P(x, z, t)}{\rho g}$$

defined similarly),  $\rho g$  is the water head,



$H(x, z, t) = h(x, z, t) + z$  is the full moisture potential,  $P(x, z, t)$  is the suction pressure,  $\rho$  is the water density,  $\mathbf{g}$  is the acceleration of gravity,  $C(h) = \frac{\partial \theta}{\partial h}$  is the differential soil moisture content,  $\theta(x, z, t)$  is the volumetric soil moisture content,  $k_x(H)$ ,  $k_z(H)$  are hydraulic conductivities in fractal dimension (we assume  $k_x(H, T) = \sigma_x^{\alpha-1} k(H, T)$ ,  $k_z(H, T) = \sigma_z^{\alpha-1} k(H, T)$ ,  $\sigma_x = \sigma_z = 2$ ),  $S(x, z, t)$  is the source function,  $C_T$  is the volumetric heat capacity of soil,  $\lambda$  is the thermal conductivity coefficient,  $C_v$  is the volumetric heat capacity of pore fluid. The model is the non-isothermal modification of the model described in [3].

The considered computation procedure, similar to the used in [3], is aimed at increasing the simulation speed without explicit consideration of the features of problem being solved. The conducted studies showed that the consideration of the temperature field, which is described by an integer-order differential model, leads to a decrease in the maximum acceleration of numerical scheme's multi-threaded implementation. It also leads to 8-10-times increase in simulation time due to the need to reduce time step length in accordance with different speeds of heat and mass transport processes.

At the same time, the procedure for dynamical change of time step length allows performing adaptive solution of the problem without user intervention. Its application does not affect the order of accuracy of the numerical method used for the discretization of the initial-boundary problems, and together with the obtained estimates of multi-threaded algorithm's performance, makes possible further development of a computationally efficient decision support system for modeling moisture transport under abnormal conditions.

### References

- [1] R. Freund, A transpose-free quasi-minimal residual algorithm for non-Hermitian linear systems, SIAM J. Sci. Comput. 14(2) (1993) 470-482. doi:10.1137/091402
- [2] I. Podlubny, Fractional differential equations, Academic Press, New York, NY, 1999.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

[3] V. Bohaienko, A. Gladky, Multithreading performance simulating fractional-order moisture transport on AMD EPYC, Journal of Numerical and Applied Mathematics 2 (2022) 174-182. doi:10.17721/2706-9699.2022.2.20

УДК 004.94

**АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
ДЛЯ ДИЗАЙНУ ОДЯГУ**

**Є. Завальнюк<sup>1</sup>[0009-0005-1202-4653], Dr.Sci. О. Романюк<sup>2</sup>[0000-0002-2245-3364],  
Ph.D. Т. Коробейнікова<sup>3</sup>[0000-0003-2487-8742]**

<sup>1-2</sup>Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна,

<sup>3</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

EMAIL:<sup>1</sup>qq9272627@gmail.com, <sup>2</sup>rom8591@gmail.com,

<sup>3</sup>tetianakorobeinikova@gmail.com

**THE OVERVIEW OF COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS FOR  
CLOTHES DESIGNING**

**Ye. Zavalniuk, Dr.Sci. O. Romanyuk, Ph.D. T. Korobeinikova**

<sup>1,2</sup>Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine,

<sup>3</sup>Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

***Анотація.** У роботі проаналізовано основні системи автоматизованого проектування одягу. Розглянуто поняття систем автоматизованого проектування. Описано функціональні можливості іноземних і українських систем дизайну одягу.*

***Ключові слова:** системи автоматизованого проектування, аналіз тканин, тривимірне моделювання, дизайн лекал, розробка матеріалів.*

***Abstract.** In the paper the main computer-aided design systems for clothes are analyzed. The concept of computer-aided design systems is discussed. The functional features of foreign and Ukrainian clothes design systems are described.*

***Keywords:** computer-aided design systems, fabrics analysis, three-dimensional modelling, French curves design, materials creation.*

**Вступ.** Системи автоматизованого проектування (САПР) [1,2] використовуються для автоматизації процесів проектування промислових виробів.

До галузей застосування САПР належать швейна та модна індустрія, у яких з розвитком технологій виникли потреби

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

автоматизації конструювання одягу та тривимірної візуалізації результатів конструювання.

**Мета.** Проаналізувати особливості основних систем автоматизованого проектування для дизайну одягу.

До відомих систем автоматизованого проектування одягу належать «Грація» та комплекси програм компаній Browzwear і Tukatech.

До засобів проектування одягу, розроблених міжнародною компанією Browzwear [3], належать VStitcher, Lotta, Stylezone, Fabric Analyzer. VStitcher є засобом тривимірного дизайну одягу.

У процесі дизайну використовується тривимірний манекен, параметри якого налаштовуються.

Підтримуються підбір фотореалістичних матеріалів і текстур одягу, створення багатошарових текстур тканин, налаштування кольорових гам, використання зовнішніх плагінів, бібліотеки ресурсів і “розумних” шаблонів (інструмент SmartDesign), формування карт напруженості тканини, інструменти демонстраційного складання та підвішування одягу, синхронізація з рисунками Adobe Illustrator, авторський захист розробки.

Програмний засіб Lotta використовується для стилізації блоків (шаблонів) одягу за допомогою підбору кольорів, матеріалів тканин, текстур.

Зображення деталей одягу формуються на основі трасування променів. Stylezone є хмарною платформою для демонстрації та продажу моделей одягу.

Fabric Analyzer є засобом аналізу фізичних властивостей тканини (товщина, еластичність).

Інформація зчитується з тканини спеціальним пристроєм. Проаналізовані властивості тканини використовуються для побудови її тривимірної моделі.

Візуалізовані тканини застосовуються при моделюванні одягу та можуть бути накладені на віртуальний манекен.

У продукції Browzwear використовується розроблений формат U3M, що включає інформацію про текстури та фізичні властивості матеріалу.

До засобів тривимірного моделювання одягу, розроблених американською компанією Tukatech [4], належать TUKA3D, TUKAcloud, TUKA3D DE Visualizer, TUKAstudio.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Використання TUKA3D полягає у взаємодії користувача з тривимірним манекеном.

Манекени сформовані на основі тривимірного сканування акторів.

Віртуальні манекени супроводжуються анімацією, що відображає взаємодію людини з одягом.

Засіб інтегрований із TUKAdesign, що забезпечує конструювання шаблонів і градування розміру одягу.

Наявна бібліотека тканин і оздоблень.

Підтримуються інтеграція із засобами Adobe Photoshop та Illustrator, текстурування тканин, накладання логотипів.

Також підтримуються налаштування камери, освітлення, вбудовані засоби рендерингу для формування віртуальних фотознімків одягу. TUKA3D DE є версією TUKA3D для дизайнерів.

Користувачу надаються вісім вбудованих силуетів одягу. TUKAcloud є частиною TUKA3D і забезпечує взаємодію розробників моделей одягу онлайн.

Число користувачів TUKAcloud у команді є необмеженою.

Наявна база даних для централізованого зберігання файлів стилю одягу. Забезпечуються засоби чату, перегляду спроектованого одягу. TUKAstudio використовується для дизайну тканин.

Підтримуються контроль кількості кольорів тканини, повторення візерунків, створення палітр кольорів, засоби подання в'язаних і переплетених тканин.

«Грація» [5] – САПР, орієнтована на дизайн лекал одягу, від компанії Grazia CAD.

Система створена на основі математичних методів, розроблених у Інституті проблем машинобудування АН України (м. Харків) у 1970-х роках.

Забезпечуються перебудова розробленого лекала відповідно до заданого розміру, нанесення на лекала написів і логотипів, друк лекала. У 2000-х роках до засобів автоматизації розкладки та конструювання додано засоби автоматизації інших етапів пошиття одягу, зокрема обліку виробництва.

«Грація» включає підсистеми дизайну (розробка ескізів), конструювання та моделювання (розробка лекал), індивідуальних і корпоративних замовлень (підтримка бази вимірів клієнтів), технології виготовлення (підтримка бази виробничих ресурсів), розкладки лекал (проекування розкладок), менеджера розкладок (підтримка бази

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

розроблених розкладок), планування колекцій (керування планом розробки моделей), планування виробництва (управління випуском виробів на основі розроблених моделей), обліку матеріалів (аналіз списку матеріалів для виробництва одягу), обліку готової продукції (аналіз поширення продукції), управління підприємством (аналіз виробничих показників).

Наявні версії «Студент», «Фрілансер», «Ательє», «Підприємство».

**Висновок.** Системи автоматизованого проектування дозволяють підвищити продуктивність виробництва одягу за рахунок зчитування характеристик тканин, формування шаблонів пошиття одягу, тривимірної візуалізації одягу, віртуального примірювання одягу на манекенах.

### Література

- [1] Романюк О. Н. Аналіз систем автоматизованого проектування для студентів. / О. Н. Романюк, М. Д. Захарчук, Т. І. Трояновська, Є. К. Завальнюк // Global Society in Formation of New Security System and World Order: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Internet Conference, July 27-28, 2023, Dnipro, Ukraine. – Дніпро: ФОП Мареніченко В. В., 2023. – С. 337 – 340.
- [2] Завальнюк Є. К. Аналіз рендерів для САПР. / Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк, О. В. Романюк, А. В. Денисюк, С. В. Котлик // Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції, 20-21 жовтня 2022, Одеса, Україна. – Одеса: ОНТУ, 2022. – С. 25 – 27.
- [3] VStitcher [Electronic resource] // Browzwear. – Electronic data. – 2023. – <https://browzwear.com/products/v-stitcher/#top/> - Title from the screen (viewed 14.08.2023).
- [4] TUKA3D 3D Fit [Electronic resource] // Tukatech. – Electronic data. – 2023. – <https://tukatech.com/tuka3d/> - Title from the screen (viewed 14.08.2023).
- [5] САПР одягу Грація [Electronic resource] // GraziaCAD. – Electronic data. – 2023. – <https://graziacad.in.ua/about/> - Title from the screen (viewed 14.08.2023).

UDC 004.8

## STUDY BRIDGE STRUCTURES DYNAMICS USING SIMULATION ON ANSYS

Ph.D. A. Stakhova<sup>1</sup>[0000-0001-5171-6330], Ph.D. A. Bekö<sup>2</sup>  
Slovak University of Technology, Slovak Republic  
EMAIL: <sup>1</sup>anzhelika.stakhova@stuba.sk, <sup>2</sup>adrian.beko@stuba.sk

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ КОНСТРУКЦІЙ МОСТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДЕЛЮВАННЯ НА ANSYS

Ph.D. А. Стахова, Ph.D. А. Бекьо  
Словацький технологічний університет, Словацька Республіка,

**Abstract.** *The results obtained from the calculations help determine resonance frequencies for the vibration modes. The ANSYS software is used to create a three-dimensional virtual model of the bridge structure, which enables a detailed analysis of its dynamic behavior. The study specifically calculates the first three vibration modes of the riverbed metal bridge structure, with numerical results obtained for six modes. The practical significance of this research is that it can facilitate informed decision-making for the construction, maintenance and modernization of bridge structures.*

**Keywords:** *ANSYS software package, computer modeling, bridge structures, dynamics, virtual model*

**Анотація.** *Отримані результати розрахунків допомагають визначити резонансні частоти для режимів коливань. Програмне забезпечення ANSYS використовується для створення тривимірної віртуальної моделі мостової конструкції, що дозволяє детально проаналізувати її динамічну поведінку. Дослідження спеціально розраховує перші три режими вібрації металевій мостовій конструкції русла річки з чисельними результатами, отриманими для шести режимів. Практичне значення цього дослідження полягає в тому, що воно може сприяти прийняттю обґрунтованих рішень щодо будівництва, обслуговування та модернізації мостових конструкцій.*

**Ключові слова:** *програмний комплекс ANSYS, комп'ютерне моделювання, мостові конструкції, динаміка, віртуальна модель*

The investigation of the dynamics of bridge structures is a multi-step process that involves analyzing the forces and loads that the bridge must

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

withstand, modeling and calculating the predicted behavior of the structure, and assessing its vibrational characteristics [1,2].

Important factors that are taken into account during the initial analysis stage include the effects of road traffic, wind, train vibrations, and other dynamic factors that may impact the bridge [1].

Numerical modeling and calculations are then carried out to determine the resonance frequencies, as well as to predict and optimize the dynamic behavior of the bridge under different conditions [2].

Finally, assessments of vibrational characteristics such as amplitude of oscillations, natural frequencies, and damping are carried out [3]. Various tools and techniques can be utilized during the process of researching the dynamics of bridge structures.

These include sensors, accelerometers, deformation sensors, and other instruments used for data collection and vibration monitoring [4]. Additionally, modern computer programs offer novel numerical modeling and analysis capabilities, enabling more accurate predictions of a bridge's behavior under different conditions [2].

The importance of this kind of research cannot be overstated; it provides critical data for informed decision-making for designing and maintaining bridge structures that are efficient, reliable, and safe for transportation [1].

Additionally, the techniques and software utilized during this research reduce the risks of unforeseen circumstances by allowing engineers and researchers to accurately predict and consider different dynamic factors that may impact the structure [2].

Dynamic testing of bridge structures involves various categories of dynamic actions, including moving dynamic loads, impact dynamic loads, and continuous vibration loads.

These actions lead to both vertical and horizontal displacements, with the effect on load-carrying capacity depending on the structure's purpose. For road bridges, vertical oscillations are typically the focus, while railway bridges require attention to horizontal vibrations. To study the dynamics of bridge structures and extract information about their characteristics, modern software packages like ANSYS are often used.

Given the complexity of bridge models and the need for accuracy and realism when considering multiple factors such as dynamic loads, environmental changes, and interactions with surrounding objects, such software is essential. The finite element method is one technique employed

in ANSYS and similar software packages to analyze complex bridge models and obtain accurate results.

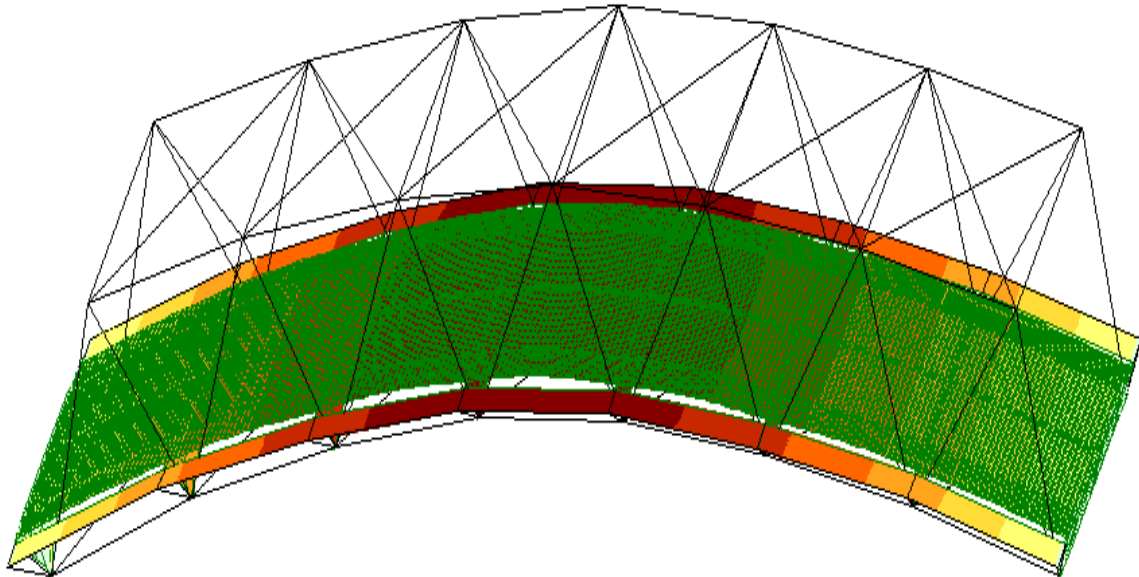
Overall, the use of software packages like ANSYS enables researchers and engineers to address the complexities of modern bridge design and construction.

By accurately analyzing the dynamic loads, vibrations, and other factors that impact these structures, this research can help ensure their safety and reliability in providing efficient transportation networks.

Using modern software tools, including ANSYS, is an effective method for studying the dynamics of bridge structures, providing valuable insights into their behavior and supporting informed engineering decisions.

For the purposes of analysis in the ANSYS software package, a bridge structure was selected. It consists of eight spans: seven approach spans and one main span (see Figure 1).

The bridge employs a deck-truss configuration for the approach spans and a truss system for the main span ( $3 \times 16.76 + 53.30 + 4 \times 16.76$ ).



*Figure 1. Calculated forms of vibrations of a metal truss bridge structure*

The overall length of the bridge is 171.64 meters. A three-dimensional virtual model of the bridge structure was created taking into account its geometry, materials, and connections.



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

Dimensions, shape, and material properties were specified for each structural element, such as stringers, piers, and connectors.

Analysis of modes and frequencies of natural vibrations in the ANSYS software package involves carrying out a specific sequence of tasks.

Calculations were performed for the first three modes of vibration of the metal superstructure over the river using ANSYS (see Figure 1).

Table 1 presents the numerical results of calculations for the first six modes of vibration of the metal superstructure over the river.

**Table 1.** Calculations of vibrations for a metal deck truss bridge structure

№ Oscillation form	1	2	3	4	5
Resonance frequency, fp, Hz	2,51	3,24	3,57	3,96	4,74

Thus, with the use of modern technologies and research methods, the study of the dynamics of bridge structures becomes more precise, detailed, and efficient.

These methods allow for considering complex physical interactions and operational conditions, conducting virtual tests, and optimizing the design to ensure its safety and durability.

Such research holds significant importance for engineers and designers, assisting them in making informed decisions during the construction, maintenance, and upgrade of bridge structures, thereby ensuring the reliability and stability of these vital infrastructure assets.

### References

- [1] Chen, Wai-Fah, and Lian Duan, eds. Bridge engineering handbook: construction and maintenance. CRC press, 2014.
- [2] Chopra, Anil K. Dynamics of structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, 2012.
- [3] Yau, J. D.; Yang, Y. B. Vibration reduction for cable-stayed bridges traveled by high-speed trains. Finite elements in analysis and design, 2004, 40.3: P. 341-359.
- [4] Kvasnikov, Volodymyr; Stakhova, Anzhelika. Vibration Measurement Technologies and Systems. In: Safety in Aviation and Space Technologies: Select Proceedings of the 9th World Congress" Aviation in the XXI Century". Springer International Publishing, 2022. p. 53-62.

УДК 004.8

## ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ

**А. Азаренков, Dr.Sci. В. Вичужанін**<sup>[0000-0002-6302-1832]</sup>

*Національний університет «Одеська Політехніка», Україна,  
EMAIL: v.v.vychuzhanin@op.edu.ua, archiblابلابلapicher@gmail.com*

## DESIGN OF INFORMATION AND KERUYUCHOY SYSTEM OF FUNDING OF DIALICY OF BUSINESS OF RETAIL TRADING

**A. Azarenkov O., Dr.Sci. V. Vychuzhanin**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

**Анотація.** У роботі наведені результати розробки проекту інформаційно-керуючої системи підтримки діяльності підприємств роздрібної торгівлі.

**Ключові слова:** інформаційно-керуюча система, вбудована система, друкована плата.

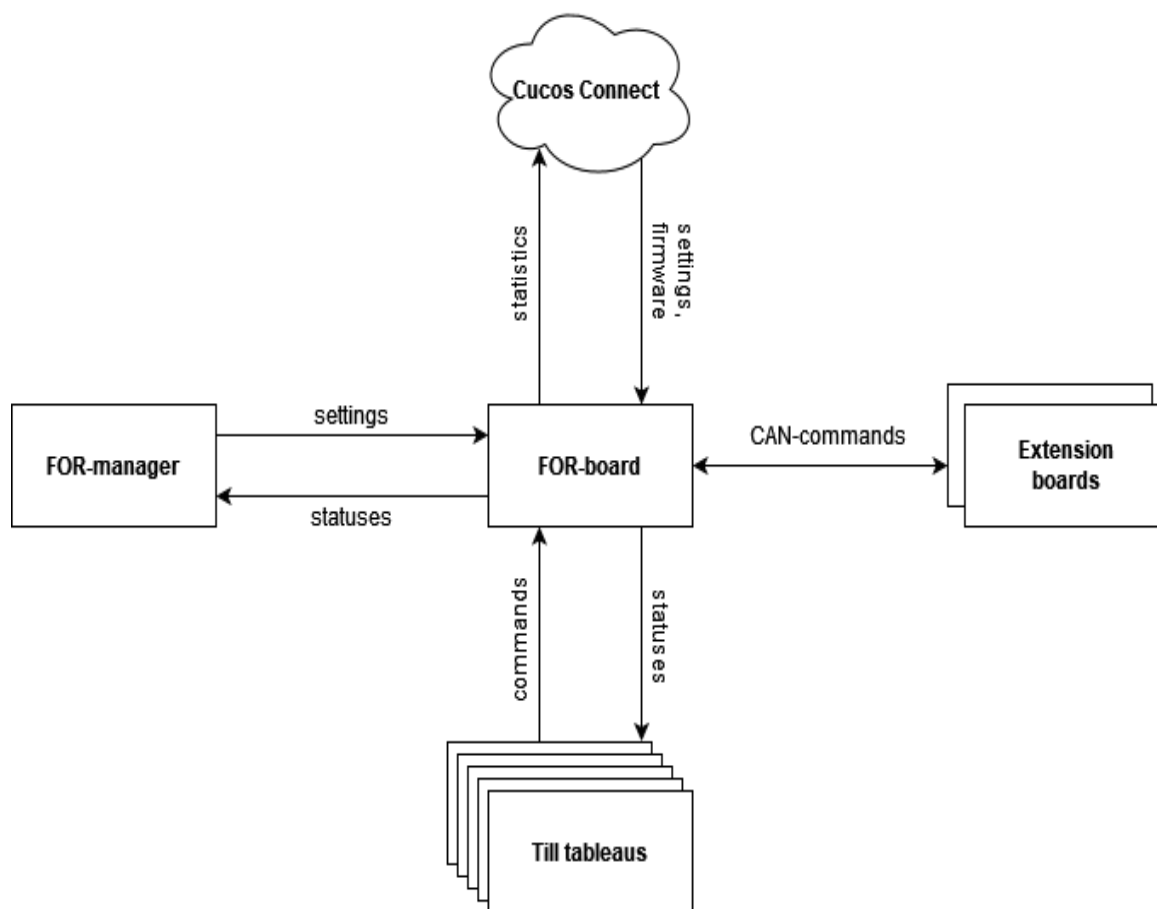
**Abstract.** The work presents the results of the development of the project of the information management system for supporting the activities of retail trade enterprises.

**Keywords:** information and control system, embedded system, printed circuit board.

В основу розробленої ІС для автоматизації діяльності підприємств роздрібної торгівлі покладена створена плата FOR з розробленим програмним забезпеченням, що забезпечує безперебійну роботу касових апаратів (рис.1).

Нижній рівень системи призначений для обробки статусів і дзвінків з кас. ІС працює в режимі безперервної обробки подій.

Наприклад, якщо запит на відкриття касового апарату надходить від пульта каси, система генерує звуковий сигнал, який повідомляє персонал про відкриття касового апарату, що також супроводжується світінням на табло відповідного світлодіода та зеленого кольору на світлодіодній стрічці.



*Рисунок 1. Схема функціонування системи FOR*

Під час роботи системи також передбачена розблокування таких функцій, як: виклик менеджера; заміна касирів; повідомлення про закриття магазину; повідомлення співробітників, що йдуть на перерву; включення сигналізації і т. д..

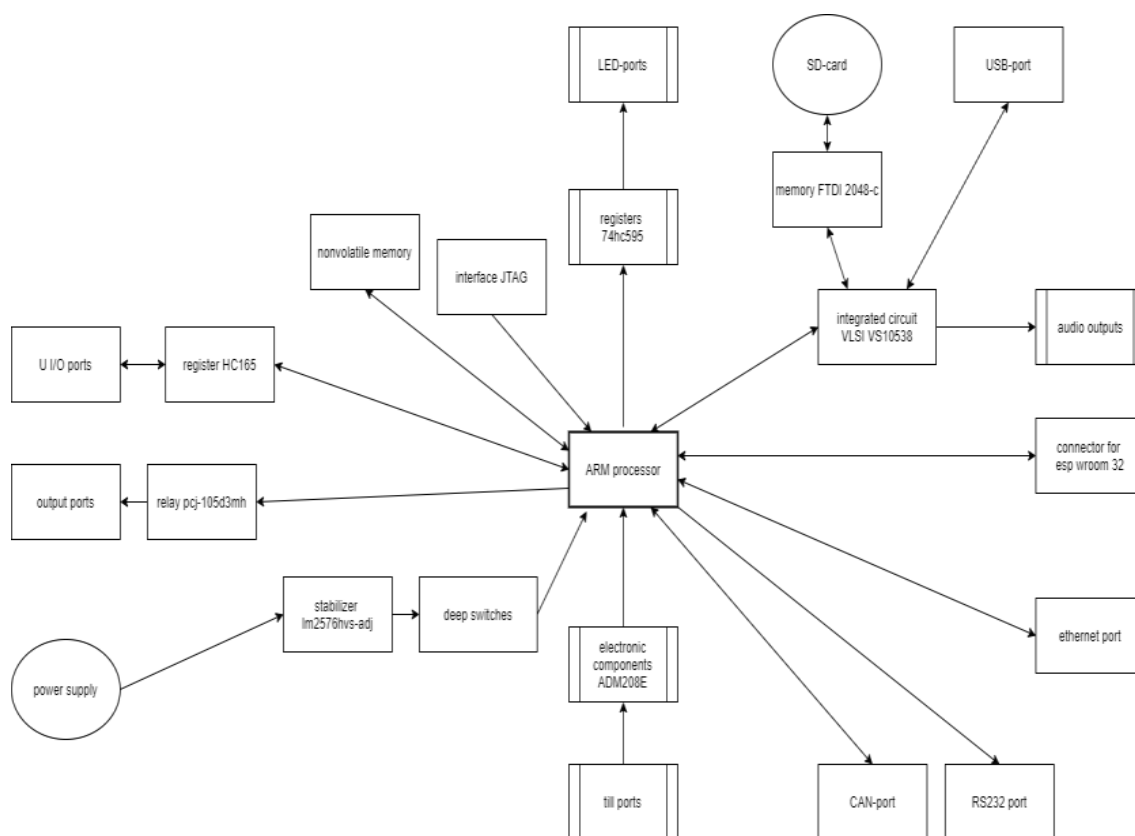
Система також обробляє інформацію з плат розширення, а саме про довгу чергу покупців з датчиків руху, сигнали від служби безпеки, сигнали від віртуальних касових апаратів та інші.

В ICS вбудовані мікропроцесори, програмний код для яких написаний мовою програмування C в середовищі розробки IAR Embedded Workbench IDE.

Апаратною основою системи є плата FOR-board. Структура апаратного забезпечення плати відповідає графічній моделі (рис. 2). Плата FOR (рис.2) реєструє, обробляє зміни статусу і генерує виклики касового апарату.

Ці дані відображаються на моніторі стану, а також в різних кольорах світлодіодів на пульті дистанційного керування, при відтворенні аудіо-файлів і т. д.

Налаштування плати робиться за допомогою програми FOR-manager. Плата FOR зазвичай розміщується в серверній кімнаті підприємства.



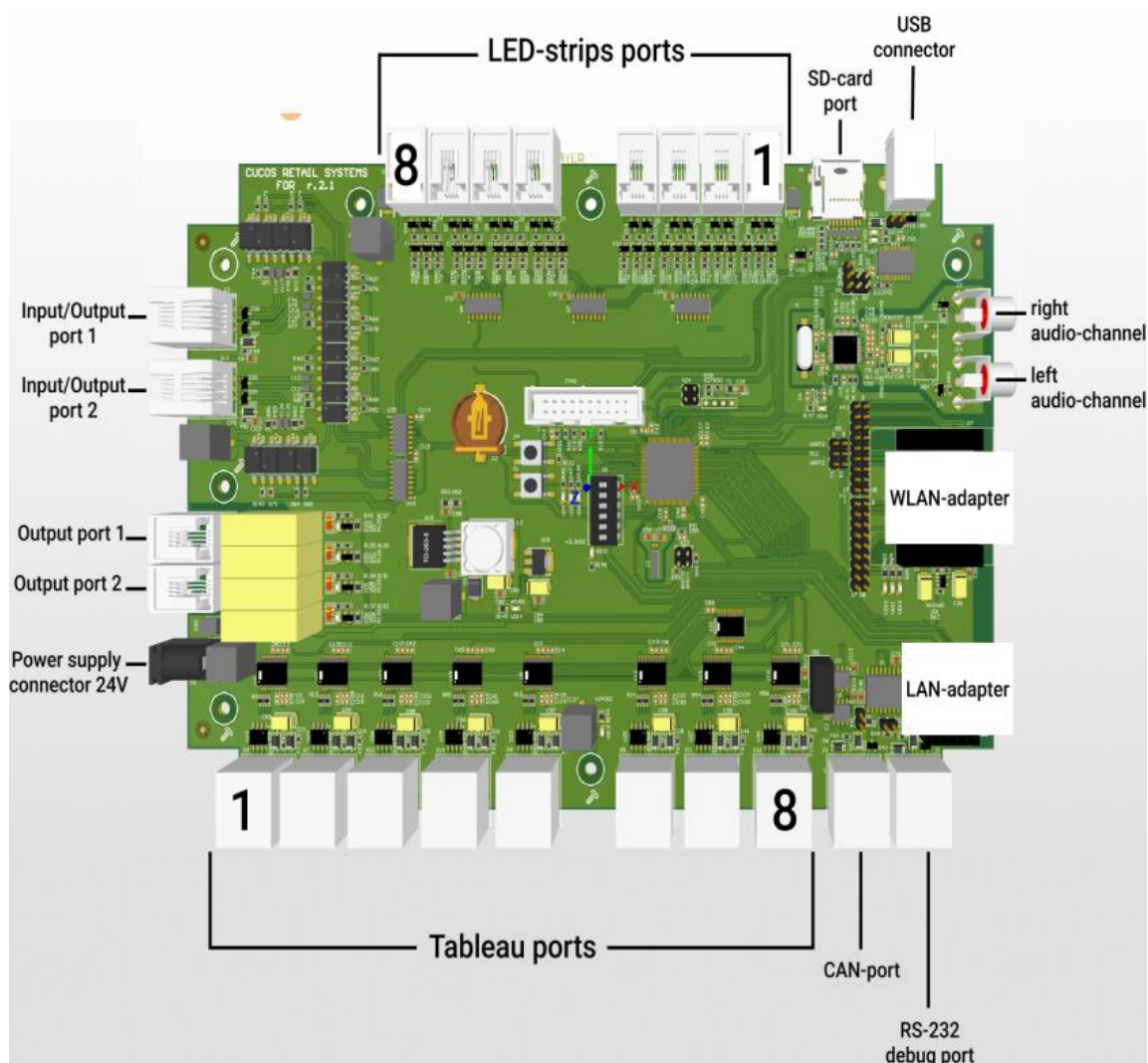
**Рисунок 2.** Модель апаратного забезпечення FOR-плати

Схему плати FOR-board наведено на (рис.3). На платі FOR присутні наступні порти: 8 портів till для кас (tabby) - вони використовуються співробітниками касових апаратів; порт CAN для підключення додаткових плат, таких як плата розширення, наприклад, для 16 касових апаратів; плата для роботи з датчиками черги, плата для роботи з раціями персоналу і т. д.; порт RS 232 для налагодження функцій; Порт Ethernet для підключення плати до мережі Ethernet; два аудіо-порти для виведення аудіо-файлів; USB-порт для підключення до комп'ютера (або до плати Raspberry Pi); порт для SD-карти - на ній

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

зберігаються аудіо-файли і виконуються деякі програмні процедури; вісім портів для світлодіодних смуг (світлодіодів), що відображають стан касових апаратів для покупців; два порти введення/виведення (вхід/вихід) для підключення виклику на задньому вході (Backdoor Bell) або плати розширення U I/O; два вихідних порти для виведення додаткових сигналів; порт для живлення плати 24 В постійного струму. Також до мікропроцесора AMD на платі розміщені: енергонезалежна пам'ять; джампери; інші елементи схеми.



*Рисунок 3. Схема FOR-плати*

Бітовий файл вбудованого програмного забезпечення програмно вшитий в мікропроцесор, забезпечуючи функції: зберігання

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

користувацьких значень; виконання обчислень; обробка і генерація подій; зв'язок з додатковими пристроями і т. д.

Живлення мікропроцесора здійснюється через стабілізатор lm2576hvs-adj і деер-джерери.

Деер-джерери призначені для переналаштування режимів роботи плати на низькому (глибокому) програмному рівні.

Незалежна пам'ять дозволяє зберігати внутрішній зворотний відлік часу роботи плати навіть у вимкненому стані, а також зберігати системні статуси на деякий час у разі збоїв живлення плати. Інтерфейс JTAG використовується при оновленні прошивки процесора за допомогою програматора STM32 ST-LINK.

З верхньої сторони моделі до світлодіодних портів підключені світлодіодні смуги, що сигналізують клієнтам і персоналу про стан касових апаратів і черг.

Порти підключені до мікропроцесора через регістри 74hc595. На SD-карті зберігаються аудіо-файли системи, файл поточних налаштувань, а також виконуються деякі процеси (наприклад, онлайн-завантаження налаштувань з сервера). SD-карта працює в поєднанні з пам'яттю FTDI 2048-C.

Таким чином, торгова організація за допомогою додаткового програмного забезпечення може налаштовувати параметри і поведінку системи, контролювати стан ІС через віддалений комп'ютерний пристрій.

Звук від подій, що відбулися виводиться на два аудіо-порти. Аудіо-файли розподіляються по двох каналах, завдяки чому одна частина аудіо може відтворюватися для клієнтів, а інша частина - для персоналу. SD-карта, USB-порт і аудіо-порти підключені до мікросхеми VLSI VS10538, яка попередньо обробляє сигнали перед їх подачею в мікропроцесор.

Роз'єми для esp wroom 32 - це потенційна функціональність API для підключення плат ESP.

За допомогою кабелю Ethernet плата може бути підключена до Інтернету або локальної мережі. Till-порти використовуються для підключення панелей управління на касах.

Ці порти підключені до мікропроцесора через електронні компоненти препроцесора ADM208E.

UDC 519.6, 539.3

**RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF FAULT-TOLERANT  
OPERATION OF A COMPUTER SYSTEM IN A NON-POSITIONAL  
NUMBER SYSTEM IN RESIDUAL CLASSES**

**Dr.Sci. V. Krasnobayev**<sup>1[0000-0001-5192-9918]</sup>, **Ph.D. A. Yanko**<sup>2[0000-0003-2876-9316]</sup>,  
**I. Fil**<sup>3[0000-0003-4582-1163]</sup>

<sup>1</sup>*V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine*

<sup>2,3</sup>*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Ukraine*

*EMAIL: <sup>1</sup>v.a.krasnobaev@gmail.com, <sup>2</sup>al9\_yanko@ukr.net,*

*<sup>3</sup>kentlovesread@gmail.com*

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВІДМОВНОСТІЙКОЇ РОБОТИ  
КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ В НЕПОЗИЦІЙНІЙ СИСТЕМІ  
ЧИСЛЕННЯ В ЗАЛИШКОВИХ КЛАСАХ**

**Dr.Sci. В. Краснобаєв**<sup>1</sup>, **Ph.D. А. Янко**<sup>2</sup>, **І. Філ**<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна*

<sup>2,3</sup>*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія*

*Кондратюка», Україна*

**Abstract.** *The activity of the human brain is close to the holographic principles of information processing, which, in turn, is consistent with the methods and algorithms for information processing in the SRC.*

**Keywords:** *algorithms for information processing in the SRC*

**Анотація.** *Діяльність людського мозку наближена до голографічних принципів обробки інформації, що, у свою чергу, узгоджується з методами та алгоритмами обробки інформації в SRC.*

**Ключові слова:** *алгоритми обробки інформації в SRC*

A explore of the process of functioning of the CS in the SRC was carried out based on the use of the principle of fault tolerance.

In the SRC, the fault tolerance of the CS is ensured by taking into account the main properties of this non-positional number system, namely: independence, equality and low-bitness of the residues, the totality of which forms a non-positional code structure [1].

For the purpose of convenience and clarity of the research of the process of functioning of the CS in the SRC, the article introduces an  $(n+1)$ -bit

binary code that displays a set of signs of a operable state of the computing tract of the CS.

By means of this code, an analysis of various modes of fault-tolerant operation of the CS in the SRC was made: the mode of multilevel replacement and the mode of gradual degradation of the computing tracts. And, finally, an analysis of the complex mode of fault-tolerant operation of the replacement mode with subsequent gradual degradation of the CS was made.

A simplified structure of a fault-tolerant CS in the SRC (a device for the simultaneous implementation of structural, informational and functional reservation in the SRC) is presented.

The peculiarity of the functioning of this device is to expand the functionality by replacing with one operable CCT not one, but simultaneously several inoperative computing tracts.

This allows you to significantly increase the fault tolerance of computing structures due to the possibility of simultaneous use of three types of reservation: structural (due to the introduction of a control computing tract, functioning in parallel with the main computing tracts), informational (due to the use of additional output information of the CCT, which provides the possibility of correcting distorted information) and functional.

The above example shows that in the SRC, unlike in the position number system (PNS), the introduced additional redundancy is used to the maximum extent possible to improve the characteristics of the CS [2].

Indeed, the use of any type of reservation ultimately leads to structural (hardware) redundancy, which in the SRC (unlike PNS) is used to organize several different types of reservation at the same time, which increases the utilization factor of the introduced redundant and common total equipment of the CS [3].

Examples of fault-tolerant functioning of the CS for a specific set of the SRC bases are given.

Comparative analysis of the results of research conducted in the article showed the following.

With fault-tolerant operation in replacement or replacement modes with subsequent gradual degradation, the CS in the SRC is more efficient than the similar CS in the PNS.

For the process of gradual degradation (graphical model) got that the CS in the SRC ( $l=1, k=1$ ) is more than twice as efficient as the analogous computing system in the PNS.



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

The use of the SRC as a number system makes it possible to create a CS structure similar to the structure of a reserved computing system in the PNS.

This circumstance, along with other positive aspects of the use of non-positional coding, due to the influence of the main properties of the SRC on the structure and principles of functioning of the CS, allows us to consider the non-positional number system in the residual classes as a powerful tool for increasing the fault tolerance of the CS.

This organization of various types of reservation at the same time due to the introduction of structural redundancy is characteristic of the structural and functional organization of the activity of the human brain and can provide high fault tolerance, reliability and survivability of computing structures, as well as a high speed of processing huge amounts of information [4].

In this aspect, the activity of the human brain is close to the holographic principles of information processing, which, in turn, is consistent with the methods and algorithms for information processing in the SRC.

### References

- [1] Krasnobayev V, Kuznetsov A., Yanko A., Koshman S., Zamula A., Kuznetsova T. Data processing in the system of residual classes. Monograph. ASC Academic Publishing: monograph. Minden, Nevada: ASC Academic Publishing, 2019. 208 p.
- [2] Wang T., Liu H., Sun M., Liu Z., Zhou M. Fault tolerance on improved distributed spanning tree structure. 2010 2nd International Conference on Advanced Computer Control. Shenyang, 27-29 July 2010. P. 296–300. doi:10.1109/ICACC.2010.5487249.
- [3] Shanthi A. P. Exploring FPGA structures for evolving fault tolerant hardware. NASA/DoD Conference on Evolvable Hardware. Chicago, 9-11 July 2003. P. 174–181. doi:10.1109/EH.2003.1217664.
- [4] Litvyak R. K., Vorobyev S. P., Katsupeev A. A. The statement and features of phase space of reliability research problem of high availability information system based on architecture with servers redundancy. 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). Chelyabinsk, 19-20 May 2016. P. 1-6. doi:10.1109/ICIEAM.2016.7911598

UDC 519.6, 539.3

## GENERAL METHODS FOR STUDYING INPUT MATERIAL FLOWS OF CONVEYOR TRANSPORT SYSTEM

Dr.Sci. O. Pihnastyi<sup>[0000-0002-5424-9843]</sup>, Ph.D. M. Sobol<sup>[0000-0002-7853-4390]</sup>  
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine  
EMAIL: pihnastyi@gmail.com

## ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВХІДНИХ МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ КОНВЕЄРНО-ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Dr.Sci. O. Пігнастий, Ph.D. M. Соболю  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Україна

**Abstract.** *A transport system model based on neural network can be used in the synthesis of algorithms for optimal control of a conveyor section flow parameters, in order to reduce the specific energy consumption of material transportation.*

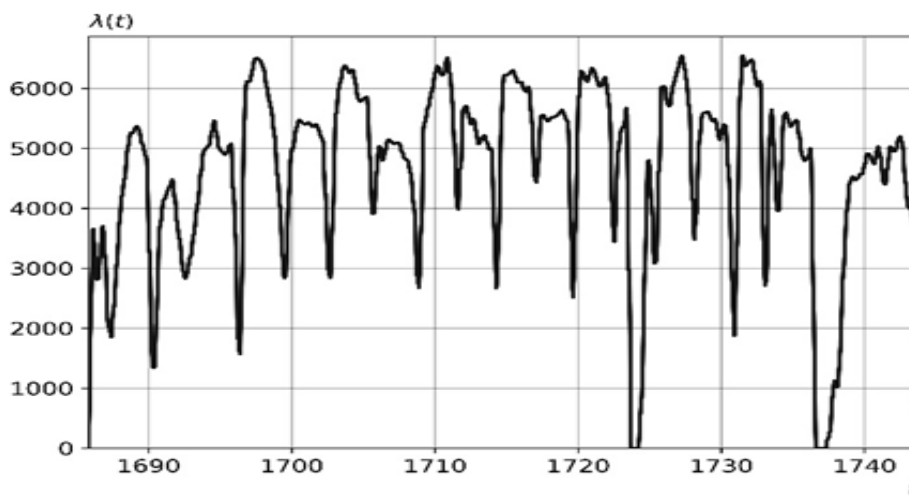
**Keywords:** *neural network, conveyor section*

**Анотація.** *Модель транспортної системи на основі нейронної мережі може бути використана при синтезі алгоритмів оптимального керування параметрами потоку секції конвеєра з метою зниження питомих енерговитрат на транспортування матеріалу.*

**Ключові слова:** *нейронна мережа, потік секції конвеєра*

Belt conveyors are one of the main types of permanent transport in the mining industry [1]. Current trends in the mining industry require an increase in rated power of transport system and its length. The total length of the modern Conveyor-type transport system exceeds 100 km, and the length of a separate section is up to 20 km. The cost of energy for transportation is a significant part of the cost of the transported material and of the mining costs. Synthesis of algorithms for optimal control of the flow parameters of a conveyor-type transport system is a way to reduce the specific energy consumption for material transportation [2]. When designing a control system for the flow parameters of the conveyor-type transport system, the analytical models were proposed as a model of a conveyor section. However, the efficiency of any analytical model decreases with an

increase in the number of sections in the transport system. In this regard, the problem of building models of the transport system containing many sections becomes an urgent problem [3]. This circumstance explains the recent appearance of a sufficient number of works devoted to the use of a neural network for modeling a transport pipeline. The main problem that hinders the widespread use of neural networks for building these models of multi-section transport systems is the lack of appropriate data sets for training a neural network. So, it is necessary to form a countable number of data sets, which are characterized by a certain correlation function and the distribution law, and which can be used to train a neural network. To construct a generator of a random process, it is required to know the law of distribution of the value of the input flow entering the transport system and the form of the correlation function. As a zero approximation, theoretical assumptions about the form of the correlation function and the distribution law of a random variable can be used. The theoretical assumptions must be substantiated by experimental results. In this paper this is made based on the assessment of functioning systems experimental data. The statistical data of the input material flow is taken for the bucket-wheel excavator SRs 2000 [4], which are shown in Fig. 1.

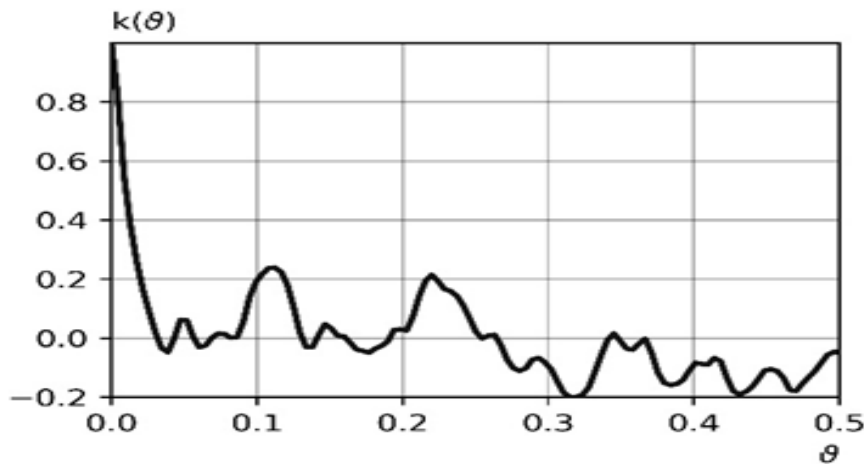


**Figure 1.** 1. Input material flow for the SRs 2000 bucket-wheel excavator [4]

The random variable  $\lambda$  is introduced as dimensionless variable  $\gamma$ . Fig.2, Fig.3 show the correlation function  $K_\gamma(\mathcal{G})$  of a random process

$\gamma(\tau)$ , as well as the distribution density  $f_s(\gamma)$  and  $f_m(\gamma)$  of random variable  $\gamma$ .

The expression for the function  $K_\gamma(\vartheta)$ , as a first approximation, to confirm the assumption that the input flow  $\lambda(t)$ , coming from the mining equipment to the conveyor section can be modeled as a stationary process with an ergodic property in terms of the average value [5].

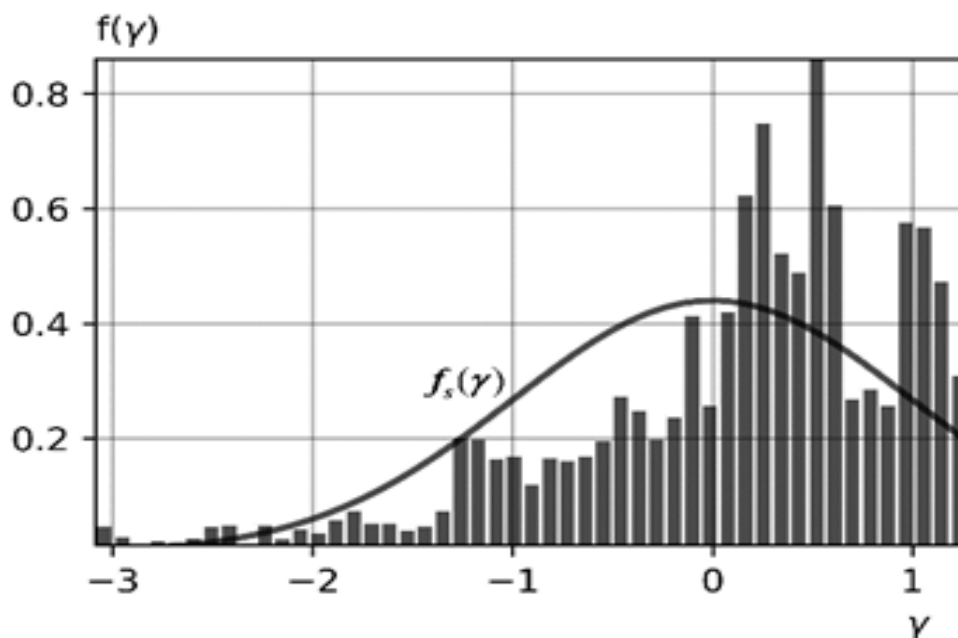


**Figure 2.** Correlation function  $K_\gamma(\vartheta)$

A comparative analysis of the discrepancy between the statistical distribution  $f_s(\gamma)$  and the theoretical distribution  $f_m(\gamma)$  according to the Pearson goodness-of-fit test  $\chi^2$  does not allow to confirm the theoretical assumption that the random variable  $\gamma$  has a normal distribution law, Fig.3. On the other hand, the existing recommendations that the correlation functions can be approximately represented in exponential form are confirmed.

The analysis and generalization of the obtained results will make it possible to form a countable number of data sets characterized by a certain correlation function and the distribution law of a random variable that can be used to train a neural network. A transport system model based on such neural network can be used in the synthesis of algorithms for optimal

control of a conveyor section flow parameters, in order to reduce the specific energy consumption of material transportation.



**Figure 3.** Distribution density  $f_s(\gamma)$  and  $f_m(\gamma)$

### References

- [1] Pihnastyi O. Hydrodynamic Model of Transport System / O. Pihnastyi, V. Khodusov. // East European Journal of Physics. – 2020. – №1. – P. 121–136. <https://doi.org/10.26565/2312-4334-2020-1-11>
- [2] Pihnastyi O. Optimal Control Problem for a Conveyor-Type Production Line / O. Pihnastyi, V. Khodusov. // Cybern. Syst. Anal. – 2018. – №54. – P. 744–753. <https://doi.org/10.1007/s10559-018-0076-2>
- [3] Pihnastyi O. M. Synthesis of the algorithm for the flow parameters optimal control of the reversible conveyor / O. M. Pihnastyi, O. V. Ivanovska, M. O. Sobol. // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2022. – №2. – P. 210–221. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2022-2-20>
- [4] Kawalec W. Generating of electric energy by a declined overburden conveyor in a continuous surface mine / W. Kawalec, R. Król. // Energies. – 2021. – №14. – P. 1–13. <https://doi.org/10.3390/en14134030>
- [5] Pihnastyi O. The Input Material Flow Model of the Transport Conveyor / O. Pihnastyi, M. Sobol // 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine. – 2022. <https://doi.org/10.1109/MEES58014.2022.10005769>.

UDC 519.6, 539.3

## ON UNICAST ROUTING ALGORITHMS ON HYPERCUBE

A. Tankül <sup>[0000-0002-4188-010X]</sup><sup>1</sup>, Ph.D. B. Selçuk <sup>[0000-0002-5141-5148]</sup><sup>2</sup>,  
Ph.D. M. Turan <sup>[0000-0002-1086-9514]</sup><sup>3</sup>

Karabuk University, Turkey

EMAIL: <sup>1</sup>aysemuraltintas@karabuk.edu.tr, <sup>2</sup>bselcuk@karabuk.edu.tr,  
<sup>3</sup>kamilturan@karabuk.edu.tr

## ПРО АЛГОРИТМИ МАРШРУТИЗАЦІЇ UNICAST НА HYPERCUBE

А. Танкюль, Ph.D. Б. Сельчук, Ph.D. М. Туран  
Університет Карабюк, Туреччина

**Abstract.** Using a parallel and distributed architecture results in improvement on runtime performance depending on the number of processors, runtime.

**Keywords:** parallel and distributed architecture

**Анотація.** Використання паралельної та розподіленої архітектури покращує продуктивність під час виконання залежно від кількості процесорів і часу виконання.

**Ключові слова:** паралельна та розподілена архітектура

In computer science, graphs are well used as a data type for researches and applications also used as a mathematical model for computation based systems and researches.

Graphs based hypercube, and their variants, are commonly used in computer architecture [1] and studied [2,3,4,5]. In networks, if the message is transmitted to one node, a unicast routing technique is used. In this study, the routing algorithms for the hypercube is given.

The number of 1 bit in  $S \oplus D$  (direction) is used to determine the minimum distance between destination D and source S.

Starting with the direction's least significant 1 bit, each node in the route can be determined by XOR operation on the current node and a next 1 bit of direction.

**Algorithm 1:** This algorithm calculates unicast routing for connected square network graphs using similar approach Hypercube's unicast routing algorithm (iterative process).

**Data:**  $k, m$  and  $S$ : source,  $D$ : destination,  $MSG$ : message,  $r$ : route

**Result:**  $MSG$  message is transmitted from  $S$  to  $D$  using  $r$

```

1 begin
2    $dir = S \oplus D$ 
3    $r[0] = Source$ 
4    $j = 1$ 
5   for  $i = 1$  to  $n - 1$  do
6     if  $dir(i) == 1$  then
7        $r[j] = r[j - 1] \oplus 2^i$ 
8        $r[j] \xleftarrow{MSG} r[j - 1]$ 
9        $j = j + 1$ 

```

The Algorithm 1 determines the unicast routing for  $H(n)$  (see [5]). The running time of the Algorithm 1 is  $O(n-1)$  while there is one loop runs  $n-1$  times that is one less than the degree of the hypercube.

**Algorithm 2:** This algorithm calculates unicast routing for Hypercube using divide and conquer approach (recursive process).

**Data:**  $S =$  source,  $D =$  destination,  $MSG$ ,  $n =$  size of  $S$  and  $D$

**Result:**  $MSG$  message is transmitted from  $S$  to  $D$

```

1 Function Route_Msg( $S, D, MSG, n$ ):
2   if  $S == D$  or  $n == 0$  then
3     | return 0
4   end
5   if  $S[n] \oplus D[n] == 1$  then
6     |  $S[n] = D[n]$ 
7   end
8   return Route_Msg( $S, D, MSG, n - 1$ )
9 End Function

```

The Algorithm 2 uses the divide and conquer strategy for  $H(n)$ . The Algorithm 2 has a recurrence relation as

$$T(n) = T(n - h) + h\theta(1) = \theta(n)$$

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

**Algorithm 3:** This algorithm calculates unicast routing for Hypercube using divide and conquer approach (recursive process).

**Data:**  $S$  = source,  $D$  = destination,  $direction : dir = S \oplus D$ ,

$route : r = r[n]$  ( $n$  elements in an array),  $MSG$ : message

**Result:**  $MSG$  message is transmitted from  $S$  to  $D$  using  $r$  where is an empty array with  $n$  size

```

1 Function Route( $S, dir, r, left, right$ ):
2   if  $left == right$  then
3      $r[left] = S \oplus dir[1, right] * 2^{n-right}$ 
4     return 0
5   end
6    $mid = \lfloor (left + right) / 2 \rfloor$ 
7   Route( $S, dir, r, left, mid$ )
8   Route( $S, dir, r, mid + 1, right$ )
9 End Function
10 for  $i = 0$  to  $n - 1$  do
11    $r[i + 1] \xleftarrow{MSG} r[i]$ 
12 end

```

The Algorithm 3 uses the divide and conquer strategy to determine unicast routing for  $H(n)$ . The recurrence relation of the Algorithm 3 will be  $T(n) = 2T(n/2) + (1)$ . According to the Master method Case 1 running time is

$$T(n) = 2T(n/2) + (1)\Theta(n^{\log_b a}) = \Theta(n)$$

Because there exists cycles in message sending graph is not a simple graph. There are three distinct scenarios of the execution time of Algorithm 3 in a parallel architecture. For  $H(n)$  in this case, the address length is  $n$ .

**Case 1.**  $2^n$  processors, where  $n \in N$ , the address length  $\leq 2^{n-1}$ . running time is

$$\lg(\text{address length})$$

**Case 2.**  $2^n$  processors, where  $n \in N$ ,  $2^n \geq$  address length  $> 2^{n-1}$ , running time is

$$\lg(\text{number of processors})$$

**Case 3.**  $2^n$  processors, where  $n \in N$ , address length  $> 2^n$ , running time is



$$2^{(\lg(\text{address length}) - \lg(\text{number of processors}))} \lg(\text{number of processors})$$

Using a parallel and distributed architecture results in improvement on runtime performance depending on the number of processors, runtime.

### References

- [1] J.P. Hayes, T.N. Mudge, Q.F. Stout, Architecture of a hypercube supercomputer, in: Proc. ICPP, 1986, pp. 653–660.
- [2] J. Nieminen, M. Peltola, P. Ruotsalainen, J. Mieminen, On graphs like hypercubes. Tsukuba Journal of Mathematics 32, no. 1 (2008): 37–48. <https://doi.org/10.21099/tkbjm/1496165191>.
- [3] A. Karci, B. Selcuk, A new hypercube variant : Fractal Cubic Network Graph. Engineering Science and Technology, An International Journal 18(1): (2014) 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2014.09.004>.
- [4] B. Selçuk, A.N.A. Tankül, A New Hypercube-like Graph, Turkish Journal of Mathematics-Studies on Scientific Developments in Geometry, Algebra, and Applied Mathematics , (pp. 85), Ankara, Türkiye, (February 2022).
- [5] V. Kumar, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis Introduction to Parallel Computing: Design and Analysis of Algorithms The Benjamin/Cummings Publishing Company (1994).

УДК 004.942

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПОРТФЕЛІВ

**Dr.Sci. Н. Кузнєцова**<sup>[0000-0002-1662-1974]</sup>, **О. Шевчук**<sup>[0009-0005-7236-5417]</sup>  
*Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна  
EMAIL: natalia-kpi@ukr.net, spichka.vin@gmail.com*

## COMPUTER MODELLING AND INVESTIGATION OF INVESTMENT PORTFOLIOS

**Dr.Sci. N. Kuznietsova, O. Shevchuk**  
*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after  
Igor Sikorsky", Ukraine*

*Анотація.* Для вирішення задачі формування інвестиційного портфеля розроблено систему, яка дозволяє виконувати попередню обробку даних і

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*розробку різних моделей, таких як: модель прийняття рішень, мережі Байєса, моделі Марковіца із оптимізацією за коефіцієнтом Шарпа та мінімізацією ризиків, а також модель штучного інтелекту. Було виконано моделювання і порівняння ефективності цих моделей на реальних історичних даних.*

***Ключові слова:** штучний інтелект, модель Марковіца, мережа Байєса, градієнтний бустинг, інвестиційний портфель.*

***Abstract.** The system for investment portfolio forming has been developed, which gives the possibility for preliminary data processing and its converting into required format, different models construction. It was developed such models as decision-making model, Bayesian network, Markowitz models with the Sharp ratio optimization and risk minimisation as well as artificial intelligence-based model. It was made the modelling and comparison of the models' efficiency on the real historical data.*

***Keywords:** artificial intelligence, Markowitz model, Bayesian network, gradient boosting, investment portfolio.*

Для швидкого збільшення капіталу, людина вкладає гроші у нерухомість, купує різні валюти і акції компаній, тобто формує інвестиційний портфель. Для створення якісного інвестиційного портфелю потрібно проаналізувати значну кількість фінансових показників. У нашій роботі виконано дослідження різних методів на реальних даних, серед яких: поквартальні звіти компаній, щоденні звіти курсу акцій, та установчі дані компаній. Проаналізовано більше 500 компаній в період з 01.09.2017 по 28.09.2022.

Основними моделями формування інвестиційних портфелів обрано: модель прийняття рішень [1], модель Марковіца, оптимізована шляхом максимізації критерія Шарпа та мінімізації ризикованості портфелю [2], мережа Байєса [3], а також розроблено власну модель на основі методу градієнтного бустингу [4] з елементами штучного інтелекту для прийняття рішень щодо формування портфелю. Усі моделі у нашій системі працюють окремо, що дозволяє порівнювати їх ефективність та обирати оптимальний метод для побудови прибуткового інвестиційного портфелю. Аналізувались такі показники як: Netinc (чистий прибуток), EBITDA (показник прибутку до відрахування витрат по виплаті відсотків, податків, амортизації), FCF (вільний грошовий потік), Current ratio (коефіцієнт ліквідності). Ці показники важливі для усіх моделей, окрім моделі Марковіца, яка використовує лише ціну акцій для формування портфелю. Важливими щоденними

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

показниками є: Close (ціна закриття курсу акцій) і Marketcap (капіталізація). Найкращі результати показала модель штучного інтелекту із найбільш прибутковим інвестиційним портфелем (Табл. 1). Високі показники ефективності показала модель Марковіца з оптимізацією шляхом максимізації коефіцієнта Шарпа. Усі інші моделі сформували неприбуткові портфелі. Отримані результати підтвердили, що розроблений метод на основі ШІ має вищу ефективність, ніж класичні методи, а інвестиційний портфель приніс найвищу прибутковість серед інших портфелів. Сам портфель є збалансованим, що свідчить про його надійність. Перевага розробленого методу на основі ШІ полягає в тому, що він аналізує ринок в цілому і може порівнювати компанії між собою.

Таблиця 1. Порівняння отриманих інвестиційних портфелів на основі різних моделей (вказані лише ключові об'єкти)

Компанія	Різниця в ціні	Модель Марковіца (мін.риз.)		Модель Марковіца (з максим.коэф. Шарпа)		Модель на основі запропонованого методу ШІ	
		Процент	Дохід	Процент	Дохід	Процент	Дохід
TSLA	-64.24	1.4	-89.94	3.9	-250.54	-	-
STLA	-4.77	2.3	-10.97	0.2	-0.95	10.72	-51.13
TM	-8.15	33.3	-271.40	2.7	-22.01	-	-
ADBE	-87.1	1.4	-121.94	2.1	-181.91	-	-
ORCL	8.36	16.9	141.28	1.3	10.87	9.50	79.43
PAYO	2.08	0.8	1.66	0.3	0.62	13.80	29.71
NVDA	-37.17	0.9	-33.45	2.7	-100.36	-	-
SONY	2.76	3.0	8.28	0.1	0.28	9.61	26.53
WWE	12.68	16.4	207.95	48.9	620.05	7.20	91.35
Total profit		-105.67		96.75		195.93	

### Література

- [1] Zgurovsky, M. Z., & Zaychenko, Y. P. (2017). The Fundamentals of Computational Intelligence: System Approach. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-35162-9>
- [2] H. Msrkowitz, Portfolio selection: Efficient Diversification of Investment, 1991, p. 51-356.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

[3] J. Pearl, S. Russell, Bayesian Networks, in: M.A. Arbib (Ed.), Handbook of Brain Theory and Neural Networks, Cambridge, MA: MIT Press, 2003, pp. 157-160, [https://ftp.cs.ucla.edu/pub/stat\\_ser/r277.pdf](https://ftp.cs.ucla.edu/pub/stat_ser/r277.pdf)

[4] Freund Y., Schapire R., Boosting: Foundations and Algorithms (Adaptive Computation and Machine Learning Series), 2014.

УДК 681.5

**ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ  
НА БАЗІ КЛАСИФІКАЦІЇ З ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯМ ТА  
ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА**

**Dr.Sci. Г. Щербакова, С. Мінаєв**

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

*EMAIL: galina.sherbakova@op.edu.ua*

**DETERMINATION OF PARAMETERS OF ELECTRONIC  
COMPONENTS BASED ON CLASSIFICATION WITH WAVELET  
TRANSFORMATION AND MARKOV CHAINS**

**Dr.Sci. G. Shcherbakova, S. Minaev**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** Досліджено методику застосування класифікації з вейвлет-перетворенням при автоматизованому передбаченні параметрів електронних компонентів на базі ланцюгів Маркова. Такий підхід дозволить скоротити час виробничих іспитів для електронних компонентів, що обирають для використання в довго працюючій апаратурі відповідального призначення.*

***Ключові слова:** класифікація, вейвлет-перетворення (ВП), шум, електронна апаратура.*

***Abstract.** The technique of applying classification with wavelet transformation for automated prediction of parameters of electronic components based on Markov chains was studied. This approach will allow to reduce the time of production tests for electronic components selected for use in long-term equipment of responsible purpose.*

***Keywords:** classification, wavelet transform (WT), noise, electronic equipment.*

Для того, щоб скоротити витрати часу і здешевити виробничі іспити при оцінці виходу параметрів електронних компонентів за межі поля допуску використовують автоматизоване прогнозування

параметрів виробів [1,2], наприклад, при відборі компонентів для апаратури відповідального призначення. Через складну, з багатьма екстремумами (відношення сигнал/завада до 10 по амплітуді) поверхню функціоналів якості в роботі пропонується використати на одному з етапів розроблений для таких умов метод класифікації на базі вейвлет перетворення (ВП) [3]. Особливості класифікації з ВП були перевірені експериментально. Як значення реалізацій функціоналу  $Q(x,c)$  при оцінці завадостійкості методу в роботі прийнято кількість об'єктів, що помилково класифікуються за допомогою  $C$ . Процедура класифікації була поділена на два етапи: режим навчання та робочий режим. Обраний метод класифікації дозволив провести поділ класів у просторі ознак з високою стійкістю до перешкод. Для дослідження завадостійкості методу була проведена класифікація для двох класів у просторі ознак в умовах перешкод (робочий режим) та оцінена залежність зміни сумарної ймовірності помилок першого та другого роду  $P$  зі збільшенням оцінки відносної величини середньоквадратичного відхилення параметрів класу. В результаті застосування класифікації з ВП середній ризик зменшився від 3 до 30 разів за зміни оцінки відносної величини середньоквадратичного відхилення в просторі ознак від 0,04 до 0,23 (для довжини носія вейвлет функції  $L = 14$ ). Дослідження показали, що вибір довжини носія дозволяє забезпечити стійкість до перешкод і похибку, необхідні для вирішення вказаної прикладної задачі.

Підхід випробувано при оцінці імовірності виходу параметрів резисторів за межі поля допуску для синтезованої вибірки. При цьому була проведена оцінка приналежності резисторів кластерам для моменту часу  $t_5$  (10000 годин), порівняння з границями допуску і

оцінена ймовірність  $P = \frac{n}{N}$ , де  $n$  – кількість об'єктів з вірно

визначеним номером класу;  $N$  – загальна кількість об'єктів. Для дослідження ця ймовірність  $P = 0,7$ , що відповідає вимогам практики. У випадку, коли для вирішення задачі були використані кластеризація і класифікація на базі оцінки градієнту,  $P$  нижче в 1,3 рази, що підтверджує збільшення середнього ризику відносно досліджуваного підходу. Цей результат дозволяє рекомендувати цей метод класифікації для відбирання виробів електроніки, призначених

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

для використання в довго працюючій апаратурі відповідального призначення.

**Література**

- [1] Косенко Ю.І. Використання ланцюгів Маркова для прогнозування колективної мотивації студентів / Ю.І. Косенко, П.С. Носов, Є.О. Яковенко // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 3/4 (45). – С.30 – 32.
- [2] Shcherbakova H. Information technology of parameters prediction with adaptive clustering in the space of the wavelet transform // Shcherbakova H., Krylov V., Pisarenko R./ Праці Одеського політехнічного університету. – 2013. – № 1(40) – С. 109-117. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://pratsi.opu.ua/app/webroot/articles/1369372299.pdf>.
- [3] Shcherbakova, G. Method of classification with training on the wavelet transformation base. // Shcherbakova, G., Krylov, V., Babilounga, O. / Electrotechnic and Computer Systems. - 2015. - № 19 (95). – P. 231-234. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dSPACE.OPU.UA/jspui/handle/123456789/134>

UDC 519.6, 539.3

**THE ANALYSIS OF MODELS OF THE BLOCK-CYCLIC  
STRUCTURES OF THE DCT-II CORE FOR THE SYNTHESIS OF  
FAST ALGORITHMS**

**Dr.Sci. I. Prots'ko**<sup>[0000-0002-3514-9265]</sup>, **R. Rykmas**<sup>[0000-0002-1118-2036]</sup>  
*Lviv Polytechnic National University, Ukraine*  
*EMAIL: [ihor.o.protsko@lpnu.ua](mailto:ihor.o.protsko@lpnu.ua), [roman.rikmas@gmail.com](mailto:roman.rikmas@gmail.com)*

**АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ БЛОКОВО-ЦИКЛІЧНИХ СТРУКТУР  
ЯДРА DCT-II ДЛЯ СИНТЕЗУ ШВИДКИХ АЛГОРИТМІВ**

**Dr.Sci. I. Процько, Р. Рикмас**  
*Національний університет «Львівська політехніка», Україна*

**Abstract.** *Analysis of the models of the block-cyclic structures of the core of the DCT-II allows us, in the process of synthesis of algorithms, to provide efficient software or hardware organization of transforms based on cyclic convolutions for each specific size.*

**Keywords:** *algorithms, cyclic convolutions*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Анотація.** Аналіз моделей блочно-циклічних структур ядра DCT-II дозволяє в процесі синтезу алгоритмів забезпечити ефективну програмну або апаратну організацію перетворень на основі циклічних згорток для кожного конкретного розміру.*

***Ключові слова:** алгоритми, циклічні згортки*

In many scientific fields and several problems, not only fast algorithms, block circulant matrices have been used. One of the approaches to the development of efficient algorithms is the ability to compute harmonic transforms through cyclic convolutions. The cyclic decomposition of the substitution is used to bring the harmonic basis of DCT to a set of cyclic submatrices [1,2]. Execution of the synthesis of fast DCT algorithms requires an analysis and research of the obtained block-cyclic structure of the core of the transform in order to reduce the computational complexity and efficient organization of its execution. Among the existing eight types of DCT I-VIII, the first was DCT-II. Direct and reverse DCT-II is described by expressions:

$$X^{c2}(k) = \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cos\left[\frac{(2n+1)k\pi}{2N}\right], \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (1)$$

where  $x(n)$ ,  $X^{c2}(k)$  are input and output sequences of transform of size  $N$ .

The model of the block-cyclic structure of the basis matrix of the DCT-II can be described using a cyclic decomposition determined by the substitution of the corresponding columns in the matrix with integer values of the arguments of the basis function:

$$H(L) = H_1(L_1)H_2(L_2)\dots H_k(L_k) = (h_{11}, h_{12}, \dots, h_{1L_1})(h_{21}, h_{22}, \dots, h_{2L_2})\dots (h_{kL_1}, h_{kL_2}, \dots, h_{kL_k}), \quad (2)$$

where  $h_{ij}$  are integer elements of cycles  $H_i(L_i)$  with size  $L_i$  elements ( $i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, L_i$ ),  $k$  is the number of cycles.

For automatic synthesis of the fast algorithm DCT-II it is necessary to perform the analysis of the structure of the obtained block-cyclic matrix in order to determine identical blocks that are placed horizontally and vertically relative to each other. The presence of identical blocks reduces the computational complexity and provides an opportunity to organize the efficient computation of DCT. To do this, we apply the basic parameters of

the model  $H(L)$  of the block-cyclic structure of the basic matrix DCT-II. The model  $H(L)$  of the block-cyclic structure of the base matrix DCT-II complements its representation in the form of a simplified cyclic decomposition  $H(L)$  and additional cyclic decomposition of signs  $Zc(L)$ . We define identical cyclic submatrices by selecting the coordinates  $(i+L_i), (j+L_i)$  of the first elements  $z_{i,j}c_{i,j}$  of identical submatrices horizontally  $(i+L_i) = \text{const}$  in the block-cyclic structure of the basis matrix. The software implementation of analysis in C++ search of identical matrices includes two main functions: search and selection of cyclic matrices in the block-cyclic structure of the core of DCT-II based on the model (2) and a function of determination of identical blocks for the definition of the minimum number of cyclic convolutions required for computation of DCT-II. As a result of execution of the first function, a set of cyclic subarrays is determined in the form of an array of data containing the values of  $c_{i,j}$  of the first elements of the blocks and their corresponding coordinates  $(i,j)$ , which accordingly are the indices of the two-dimensional array. The algorithm for determining the minimum number of convolutions uses the result of the first search and selection of cyclic submatrices. In the next stage, the values of the first simplified elements of cyclic submatrices are selected and are compared in the structure of the basis matrix according to the formed coordinates. As a result of definition of identical blocks horizontally and vertically by means of the software decision, the sequence of cyclic convolutions between a set of the simplified arguments and a set of the corresponding input data is formed. Depending on the specific value of the transform of the size  $N$  according to the corresponding value, the choice of columns to form a substitution for the model (2) of the block-cyclic structure of the core of the DCT-II yields different variants of block-cyclic structures with the corresponding number and sizes of cyclic matrices. This creates the possibility of choosing the structural diagrams of computers of DCT-II at the system (algorithmic) stage of design. There are sizes of DCT-II, which have only one variant of the block-cyclic structure for any values of column indices. For example, one variant of the block-cyclic structure has simple values of sizes  $N = 11, 23, 47, 59, 83$ . Thus, the analysis of the models of the block-cyclic structures of the core of the DCT-II allows us, in the process of synthesis of algorithms, to provide efficient software [3] or hardware organization of transforms based on cyclic convolutions for each specific size  $N$ .



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

**References**

- [1] Prots'ko I. Algorithm of Efficient Computation of DCT I-IV Using Cyclic Convolutions / I. Prots'ko // Int. J. Circuits, System and Signal Processing, —2013. —Vol. 7, №1. — P. 1–9.
- [2] Prots'ko I. Block-Cyclic Structuring of the Basis of Fourier Transforms Based on Cyclic Substitution / I. Prots'ko, M. Mishcuk // Cybernetics and Systems Analysis, —2021. — Vol. 57, №6. — P. 1008–1016.
- [3] Prots'ko I. Relationship of Fast Computing DCT-II and DST-II Based on Cyclic Convolutions/ I. Prots'ko, V. Teslyuk // International Journal of Condition Monitorin

UDC 519.6, 539.3

**INCREASING THE RELEVANCE OF SEARCHING FOR  
SCIENTIFIC ARTICLES ON THE INTERNET BASED ON THE  
COMBINED USE OF DIFFERENT METHODS**

**Ph.D. L. Vasylieva**<sup>[0000-0002-9277-1560]</sup>, **D. Ipatov**, **Dr.Sci. O. Tarasov**<sup>[0000-0002-0493-1529]</sup>  
*Donbas State Engineering Academy, Ukraine*  
*EMAIL: vasileva.dgma@gmail.com, alexandrtar50@gmail.com*

**ПІДВИЩЕННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ПОШУКУ НАУКОВИХ  
СТАТЕЙ В ІНТЕРНЕТІ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНОГО  
ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ**

**Ph.D. Л. Васильєва, Д. Іпатов, Dr.Sci. О. Тарасов**  
*Донбаська державна машинобудівна академія, Україна*

**Abstract.** *A combined approach to searching for scientific articles on the Internet can greatly facilitate the task of finding relevant information and improving its quality.*

**Keywords:** *a combined approach to searching for scientific articles on the Internet*

**Анотація** *Комбінований підхід до пошуку наукових статей в Інтернеті може значно полегшити завдання пошуку актуальної інформації та підвищення її якості.*

**Ключові слова:** *комбінований підхід до пошуку наукових статей в Інтернеті*

With the growing number of online scientific publications, finding relevant articles has become more complex. To solve search problems, there

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

are many methods for assessing relevance [1,2,3]. The disadvantages of individual methods are reduced with using combined approaches that are based on various methods, including TF-IDF, BM 25 analysis, Latent Semantic Analysis (LSA), LexRank graph model, and machine learning techniques such as Bayesian classification and neural networks has been proposed to solve this problem [1,2,3,4]. These techniques have proven to be effective in improving the relevance of searches for scientific articles on the Internet, as evidenced by studies based on LSA, TF-IDF, BM25 [1,2,5] and based on a combination of LexRank with centroid-based summarization for NLP [3]. TF-IDF analysis helps identify the most frequently occurring terms in texts, which can then be used to calculate the relevance of a document to a query. LSA allows you to identify semantic relationships between words and documents, taking into account synonyms and words with similar meanings [6]. The LexRank graph model takes into account the interaction between documents and their words, which allows you to select the most interesting documents based on graph analysis. The use of machine learning techniques, such as Bayesian classification and neural networks, can further improve the relevance of searches for articles on the Internet.

Combined methods using TF-IDF, BM25 analysis, LSA, LexRank graph model, and machine learning methods show better results compared to individual methods, which allows for a more accurate and fast search of relevant scientific articles on the Internet. In addition, the combined approach makes it possible to reduce the number of unnecessary documents in the output of the search engine and increase the accuracy of the results. The use of these methods allows you to find not only documents that contain keywords, but also those that are related in terms of content, and find additional information for them. Thus, a combined approach to searching for scientific articles on the Internet can greatly facilitate the task of finding relevant information and improving its quality.

### References

- [1] R. T. McDonald, G. Brokos, I. Androutsopoulos. Deep Relevance Ranking using Enhanced Document-Query Interactions. Conference Paper. EMNLP, 2018: pp. 1849-1860, doi: 10.18653/v1/d18-1211.
- [2] Y. Li and B. Shen, "Research on sentiment analysis of microblogging based on LSA and TF-IDF", 2017 3rd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC), Chengdu, China, 2017, pp. 2584-2588, doi: 10.1109/CompComm.2017.8323002.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

- [3] G. Erkan, D. R. Radev, LexRank: Graph-based Lexical Centrality as Saliency in Text Summarization, doi: 10.1613/jair.1523
- [4] А. Тарасов, Л. Васильева, Д. Морозов. Применение комбинированных статистических алгоритмов для формирования рефератов и оценки релевантности научно-технических публикаций. Научный вестник ДГМА. № 1 (22Е), 2017. С. 85- 90.
- [5] S. Lamsiyah, El Mahdaouy, O. El. Alaoui, et al. Unsupervised query-focused multi-document summarization based on transfer learning from sentence embedding models, BM25 model, and maximal marginal relevance criterion. J Ambient Intell Human Comput 14, 2023, pp. 1401–1418. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03165-1>.
- [6] X. Wang , H. Ning, DSIT 2020: Proceedings of the 3rd International Conference on Data Science and Information Technology, July 2020, pp. 123–128, doi: 10.1145/3414274.3414492

УДК 004.4

**ПРОЕКТ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ  
МЕДИЧНИХ ЛІКІВ ЗАСОБАМИ МАШИНОГО НАВЧАННЯ**

**Ph.D. M. Rudnichenko<sup>1</sup>[0000-0002-7343-8076], O. Sinyavskiy<sup>2</sup>[0000-0032-1191-0933],  
Dr.Sci. I. Petrov<sup>2</sup>[0000-0002-8311-3345]**

<sup>1</sup>Національний університет «Одеська політехніка», Україна,

<sup>2</sup>Національний університет «Одеська морська академія», Україна

EMAIL: [nickolay.rud@gmail.com](mailto:nickolay.rud@gmail.com), [sinalex@gmail.com](mailto:sinalex@gmail.com), [firmless@ukr.net](mailto:firmless@ukr.net)

**AUTOMATION SYSTEM FOR THE RECOGNITION OF MEDICAL  
DRUGS USING MACHINE LEARNING TOOLS**

**Ph.D. M. Rudnichenko<sup>1</sup>, O. Sinyavsky<sup>2</sup>, Dr.Sci. I. Petrov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>National University “Odessa Polytechnic”, Ukraine,

<sup>2</sup>National University “Odessa Marine Academy”, Ukraine

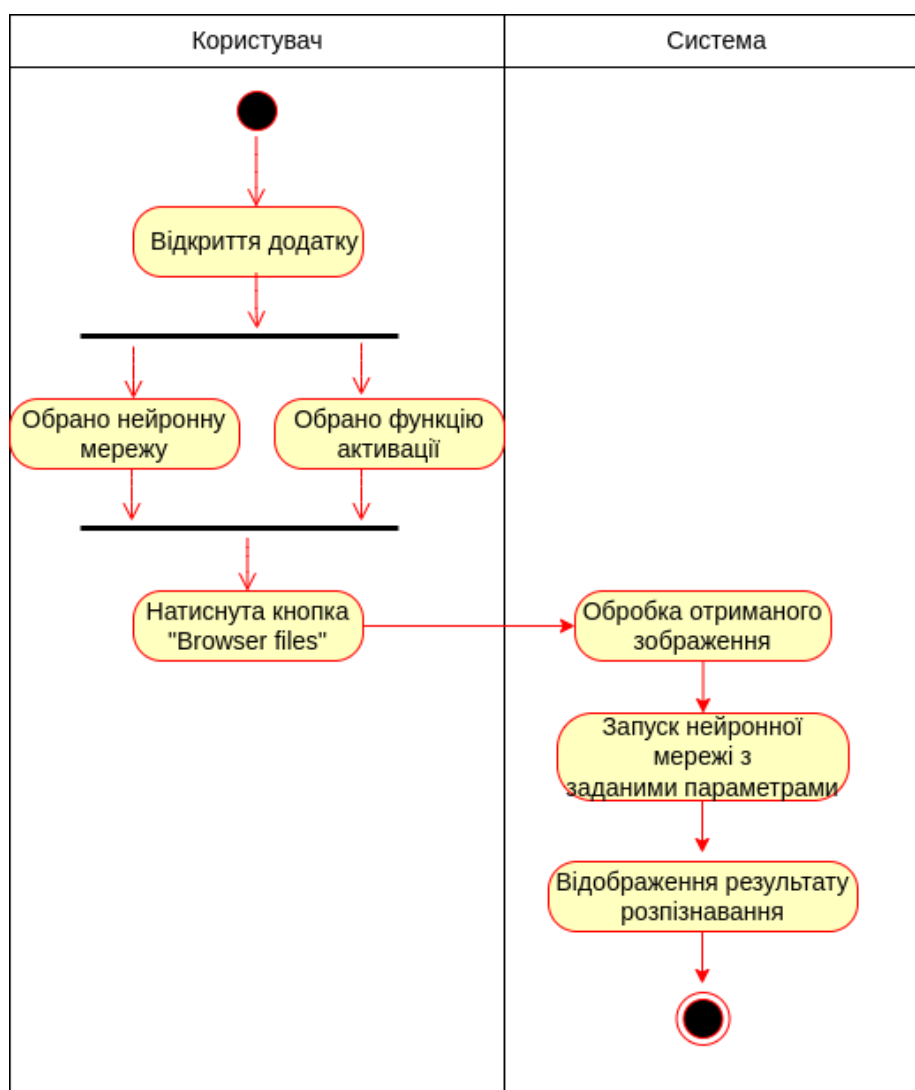
***Анотація.** У роботі наведені результати розробки проекту системи автоматизації розпізнавання медичних ліків засобами машинного навчання, зокрема штучних нейромереж.*

***Ключові слова:** розпізнавання образів, машинне навчання.*

***Abstract.** The paper presents the results of the development project of the system for automating the recognition of medical drugs by means of machine learning, in particular artificial neural networks.*

***Keywords:** pattern recognition, machine learning.*

Розпізнавання образів та текстового контенту є актуальною досліджуваною галуззю в машинному навчанні [1]. Все більше систем використовують алгоритми класифікації для автоматизації процесів. Одним з найголовніших напрямків машинного навчання є штучні нейронні мережі [2]. Для медичної сфери застосування розпізнавання може полягати у віднесенні вихідних даних до певного класу за допомогою виділення суттєвих ознак, що характеризують ці дані із загальної маси несуттєвих даних, зокрема зображень ліків.



**Рисунок 1.** Діаграма діяльності для розпізнавання ліків у системі

Пропонована система являє собою веб-застосунок, який служить для розпізнавання ліків за зображенням за мінімальний час.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

На вхід даної системи надходить зображення, яке користувач завантажує в додаток, а на виході буде отримано результат розпізнавання у вигляді зображення з відсотком категорії, до якої воно було віднесено.

Користувачеві доступні наступні функції: завантаження зображення ліків для розпізнавання; вибір типу нейронної мережі для розпізнавання; вибір функції активації; перегляд звіту навчання нейронних мереж; перегляд результату розпізнавання; завантаження розпізнаного зображення; завантаження звіту в .pdf.

Розглянемо сценарій розпізнавання зображення в системі, задля якого була розроблена діаграма діяльності (рис. 1).

Користувач відкриває систему та потрапляє на головну сторінку. Він натискає кнопку “Browser files” для завантаження зображення. Після того, як всі вхідні дані присутні, система обробляє дані до певного формату і запускає обрану навчену нейронну мережу з обраною функцією активації на Web Service.

Після того, як обрана модель відпрацювала, Web Service повертає результат розпізнавання, користувачеві відобразиться поточне зображення з назвою класу, до якого було класифіковано обране зображення ліків та відсоток розпізнавання.

Висновки. Створена система створює можливість отримання класифікації зображення ліків в автоматичному режимі, використовуючи для реалізації нейронну мережу, яка отримала найбільшу точність та мінімальні втрати при навчанні та тестуванні.

### Література

- [1] Rudnichenko N. Information System for the Intellectual Assessment Customers Text Reviews Tonality Based on Artificial Neural Networks / N. Rudnichenko, S. Antoshchuk, V. Vychuzhanin, A. Ben, I. Petrov // Proceedings of the 9th International Conference "Information Control Systems & Technologies", Odessa, Ukraine, September 24–26, 2020. – Odessa: Odessa National Polytechnic University, 2020. – P. 371-385. – <http://ceur-ws.org/Vol-2711/>
- [2] Попроцька-Плачинда Д. І. Застосування нейронної мережі для вирішення завдання розпізнавання образів та текстового контенту / М.Д. Рудніченко, Д.І. Попроцька-Плачинда, О.О. Павлов // Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні управляючі системи та технології». Одеса, 23 - 25 вересень 2021 р. – Одеса, 2021. – С.77-79.

UDC 519.6, 539.3

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ УРАЗЛИВОСТІ АЗС ЩОДО АВАРІЙНИХ ІНЦИДЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ТА РАНЖУВАННЯ

Ph.D. О. Іванов<sup>1</sup>[0000-0002-8620-974X], Dr.Sci. О. Арсірій<sup>2</sup>[0000-0001-8130-9613],  
Ph.D. С. Смик<sup>3</sup>[0000-0001-7020-1826], В. Олійник<sup>4</sup>[0009-0000-5527-7750],  
К. Бєляєв<sup>5</sup> [0009-0001-7135-3562]

Національний університет «Одеська політехніка», Україна  
EMAIL: lesha.ivanoff@gmail.com<sup>1</sup>, e.arsiriy@gmail.com<sup>2</sup>, smyk@op.edu.ua<sup>3</sup>,  
vadimol081@gmail.com<sup>4</sup>, kirillbelyaev2921@gmail.com<sup>5</sup>

## ANALYSIS OF PETROL STATION VULNERABILITY FACTORS REGARDING ACCIDENTS USING ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AND RANKING

Ph.D. O. Ivanov, Dr.Sci. O. Arsirii, Ph.D. S. Smyk, V. Oliinyk, K. Bieliaiev  
Odessa Polytechnic National University, Ukraine

*Анотація.* Розглядається проблема визначення критеріїв уразливості АЗС щодо наслідків можливого аварійного інциденту, що включають втрачені життя, економічні, соціальні та екологічні наслідки аварійного інциденту. Для визначення ваг критеріїв застосовуються метод аналізу ієрархій та експертні оцінки (ранжування).

*Ключові слова:* багатокритеріальний метод прийняття рішень, метод аналізу ієрархій, автозаправні станції, метод ранжування, аварійні інциденти.

*Abstract.* The problem of determining the criteria of petrol stations vulnerability is considered in terms of the consequences of a possible incident, including lost lives, economic, social and environmental consequences of a possible accident. The analytic hierarchy process and a experts assessments (ranking) are used to determine the weight of the criteria.

*Keywords:* Multi-criteria decision analysis, analytic hierarchy process, petrol stations, ranking method, accidents.

**Вступ.** У рамках виконання спільного україно-британського наукового проекту співпраці між Національним університетом «Одеська політехніка» та університетом міста Портсмут (Велика

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

Британія) досліджується питання використання багатокритеріальної методики на основі нечіткої логіки для картографування ризиків автозаправних станцій і відповідної оптимізації рішень. У роботі [1], що послугувала основою проекту, проведено моделювання геоданих зон ризику АЗС для 3 інцидентів.

**Мета дослідження** полягає в тому, щоб розробити критерії уразливості АЗС щодо ймовірних інцидентів з точки зору можливих наслідків аварії, а також використати метод аналізу ієрархій та експертних оцінок (ранжування) для оцінки вкладу кожної з групи критеріїв.

**Основна частина.** Авторами було розроблено 40 критеріїв уразливості АЗС, що включають втрачені життя, а також економічні, соціальні й екологічні наслідки (перелік доступний за посиланням [2]). Методологія виконання МАІ для нашого дослідження ґрунтується на класичних роботах Т. Сааті [3]. У таблиці 1 наводимо результати виконання МАІ для 1 інциденту, повні є за посиланням [2].

Таблиця 1 – Результати обчислення пріоритетів факторів для інциденту вибух пароповітряної суміші за допомогою МАІ

Економ. фактори	Пріоритет, %	Соціал. фактори	Пріоритет, %	Еколог. фактори	Пріоритет, %
<i>Вибух пароповітряної суміші нафтопродуктів з утворенням ударної хвилі</i>					
E1	3,55	C1	<b>20,00</b>	Ек1	<b>22,99</b>
E2	<b>24,42</b>	C2	<b>14,75</b>	Ек2	1,42
E3	<b>16,87</b>	C3	<b>22,97</b>	Ек3	1,42
E4	<b>10,94</b>	C4	3,31	Ек4	4,51
E5	<b>10,94</b>	C5	2,60	Ек5	1,92
E6	<b>10,94</b>	C6	9,21	Ек6	1,92
E7	<b>16,11</b>	C7	9,21	Ек7	6,71
E8	2,44	C8	1,33	Ек8	6,71
E9	1,90	C9	1,63	Ек9	6,71
E10	1,90	C10	15,00	Ек10	25,34
–	–	–	–	Ек11	20,34

Найбільш значущі фактори виділено напівжирним. Для опитування експертів нами створено веб-форму (версія українською мовою [4]). Після ознайомлення експерта із змістом проекту і надання згоди на обробку, ним заповнюються статистичні дані про себе. Далі він

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

переходить до ранжування критеріїв на вибір, оцінюючи їх вагомість від 1 (найменш вагомий) до 10 (найбільш вагомий).

На даний час було опитано 16 експертів за допомогою веб-форми. Найбільш вагомими фактори виділено напівжирним (табл.2).

**Висновки.** Отримані результати дають змогу надалі провести відбір та оцінку ваг обраних критеріїв у їх вкладі в уразливість АЗС. А це, у свою чергу, дозволяє перейти до вирішення багатокритеріальної проблеми на основі нечіткої логіки для вибору уразливих АЗС.

Таблиця 2 – Результати експертних оцінок факторів уразливості АЗС після заповнення веб-форми (повністю [2])

Економ. фактори	Ранг	Соціал. фактори	Ранг	Еколог. фактори	Ранг
<i>Вибух пароповітряної суміші нафтопродуктів з утворенням ударної хвилі</i>					
E1	<b>6,83</b>	C1	<b>8,18</b>	Ек1	<b>6,0</b>
E2	<b>7,75</b>	C2	<b>6,36</b>	Ек2	4,42
E3	<b>6,75</b>	C3	<b>7,82</b>	Ек3	3,5
E4	<b>6,75</b>	C4	3,55	Ек4	4,58
E5	<b>7,67</b>	C5	3,36	Ек5	3,5
E6	5,75	C6	4,73	Ек6	3,5
E7	<b>7,5</b>	C7	6,73	Ек7	4,83
E8	5,33	C8	6,55	Ек8	5,92
E9	5,5	C9	5,73	Ек9	4,92
E10	3,83	C10	5,64	Ек10	6,25
–	–	–	–	Ек11	6,33

### Література

- [1] Іванов О.В. Моделі та методи аналізу зон ризику потенційно небезпечних об'єктів в геоінформаційних системах : дис. ... докт. філос. за спец. 122 – Комп'ют. науки. ДУ «Одеська політехніка» МОНУ, Україна, Одеса, 2021. 156 с.
- [2] Іванов О.В., Арсірій О.О., Смик С.Ю. та ін. MAI\_АЗС. 2023. URL: [https://drive.google.com/drive/folders/130AklO1dX8V7yfDOCu1\\_put1phkM0mOM?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/130AklO1dX8V7yfDOCu1_put1phkM0mOM?usp=sharing) (дата звернення 25.08.2023).
- [3] R. W. Saaty, The analytic hierarchy process – what it is and how it is used, *Mathematical Modelling*. 1987. Vol. 9, No. 3-5. P. 161-176.
- [4] Іванов О.В., Арсірій О.О., Смик С.Ю. та ін. Веб-форма для опитування. 2023. URL: <https://petrol-stations-form-survey.onrender.com/> (дата звернення 25.08.2023).



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

UDC 621.039

**PROBABILISTIC RELIABILITY ANALYSIS FOR PUMPS OF  
SAFETY RELATED SYSTEMS AT NUCLEAR POWER PLANTS**

**Dr.Sci. V. Skalozubov** <sup>[0000-0003-2361-223X]</sup>, **Dr.Sci. Yu. Komarov** <sup>[0000-0002-4696-6551]</sup>,  
**A. Verinov, Ph.D. S. Kosenko** <sup>[0000-0002-7082-5644]</sup>, **D. Bundev, H. Hayo,**  
**V. Kochnyeva** <sup>[0000-0001-7397-3573]</sup>

*National University "Odessa Polytechnic"*

*EMAIL: skosenko@op.edu.ua*

**ІМОВІРНІСНИЙ АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ НАСОСІВ СИСТЕМ,  
ВАЖЛИВИХ ДЛЯ БЕЗПЕКИ ЯДЕРНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК**

**Dr.Sci. В. Скалозубов, Dr.Sci. Ю. Комаров, О. Верінов,  
Ph.D. С. Косенко, Д. Бундев, Х. Хайо,  
В. Кочнєва**

*Національний університет "Одеська політехніка"*

**Abstract.** *The reliability indicators of pump groups (mean time to failure, estimated by the lower limit) are compared for the current period with the corresponding indicator obtained for the previous period. In accordance with the results of the performed analysis and estimated estimates of operational reliability, recommendations were formulated on the possibility of extending the life of the equipment.*

**Keywords:** *Probabilistic analysis, reliability, safety, nuclear power*

**Анотація.** *Здійснено порівняння показників надійності груп насосів (величини середнього напрацювання до відмови, оціненої по нижньому кордоні) для поточного періоду з відповідним показником, отриманим для попереднього періоду. Відповідно до результатів виконаного аналізу та розрахункових оцінок експлуатаційної надійності сформульовано рекомендації щодо можливості продовження терміну експлуатації обладнання.*

**Ключові слова:** *ймовірнісний аналіз, надійність, безпека, ядерні енергоустановки*

The most of pump failures is associated with the leakage of the medium (water, oil) through various seal faces.

Current repair with a replacement of sealing elements and/or lapping of seal faces was the consequence of such failures. Reliability measures (the

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

average operating time to failure estimated at the bottom limit) for the current period were compared with the corresponding measure obtained for the previous period.

The results of the analysis are:

For the radioactive drain pumps, the criterion for a comparative assessment of the average operating time to failure was not fulfilled. Reducing the average operating time to failure may indicate a decrease in reliability of these pumps recently,

For the other pump groups, the average operating time to failure for the current period is not lower than this measure for the previous period.

This indicates sufficient reliability of pumps.

According to the results of the analysis and calculated estimates of operational reliability, the following recommendations are formulated:

- to analyze the normative document “Reliability of NPP systems and equipment. NPP pumps. Methods for assessing operational reliability indicators” for the possibility of more complete use and improvement of the methods given in them for assessing the reliability indicators of NPP pumping equipment;

- develop and approve the method for a probabilistic assessment of operating time of pumps to a limit state based on the analysis of the change in the quantitative parameters of the technical condition that are defining to substantiate the resource.

Such measures can be: the thickness of the wall of the elements of the pump case (according to the results of the thickness measurement) and Brinell hardness (according to the results of the measurement of hardness). Estimates are possible both by the current values of the determining parameters and by their forecast values;

- extend the operation life of the radioactive drain pumps for which the criteria for comparative assessment of the average operating time to failure are not fulfilled, subject to an intermediate reliability analysis after 2 to 2.5 years to control the lack of a negative trend of the change in the respective measures.

If negative trends are detected, further extending operation life can be justified by positive overhaul results according to "Regulations on the procedure for extending the operation life of equipment of safety related systems".

УДК 004.4

## ПРОЕКТ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АНОМАЛІЙ У ІНТЕРАКТИВНОМУ ВІРТУАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Ph.D. М. Рудніченко<sup>1</sup>[0000-0002-7343-8076], Ю. Бут<sup>2</sup>[0000-0032-1191-0933],  
Ph.D. Т. Отрадська<sup>1</sup>[0000-0002-8740-6198]

<sup>1</sup>Національний університет «Одеська політехніка», Україна

<sup>2</sup>Міжрегіональна академія управління персоналом, Україна

EMAIL: nickolay.rud@gmail.com, butgeorg@gmail.com, tv64@ukr.net

## ANOMALIES IDENTIFICATION SYSTEM PROJECT IN AN INTERACTIVE VIRTUAL ENVIRONMENT

Ph.D. M. Rudnichenko<sup>1</sup>, Yu. But<sup>2</sup>, Ph.D. T. Otradska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National University “Odessa Polytechnic”, Ukraine

<sup>2</sup>Interregional Academy of Personnel Management, Ukraine

**Анотація.** У роботі наведені результати розробки проекту системи ідентифікації аномалій у інтерактивному віртуальному середовищі на базі застосування машинного навчання.

**Ключові слова:** пошук аномалій, інтелектуальний аналіз даних.

**Abstract.** The paper presents the results of the development of the anomaly identification system project in an interactive virtual environment based on the application of machine learning.

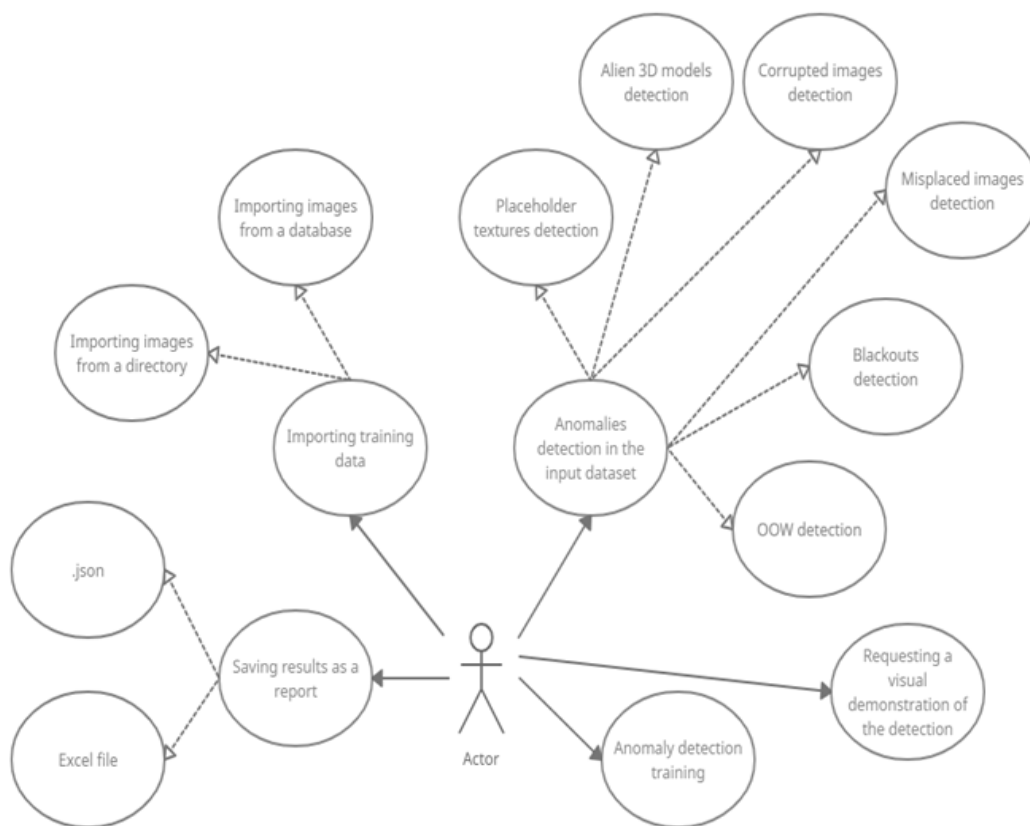
**Keywords:** anomaly detection, intelligent data analysis.

Найбільшою проблемою у вирішенні цього завдання є складність сучасних інтерактивних систем. Більшість існуючих алгоритмів і готових рішень були розроблені з метою обробки структурованих і однотипних даних [1], тоді як інтерактивні системи можуть являти собою величезний набір складних і різних типів даних. Зі зростанням популярності інтерактивних систем, зокрема ігрових програм, такі системи стають все складнішими і все більшими. Актуальність роботи полягає у забезпеченні пошуку та дослідженні існуючих алгоритмів машинного навчання для задач ідентифікації аномалій в інтерактивних системах для автоматизації процесу тестування [2]. В рамках поставленого завдання роботи найкращою категорією даних для навчання алгоритму пошуку аномалій є візуальні дані, оскільки можна

зібрати велику кількість "нормальних" даних для навчання [3]. Основним фокусом дослідження стане виявлення некоректних текстур, які є аномальними для набору обраного ігрового оточення. Розроблена діаграма варіантів використання модулю ідентифікації аномалій наведена на рис. 1.

В рамках проектованої системи користувач зможе здійснювати: завантаження навчальних даних у вигляді зображень будь-яких форматів та розмірів; навчання модуля пошуку аномалій за допомогою вибраного алгоритму; отримувати звіт про знайдені аномалії візуального характеру у вибраному наборі даних; збереження одержаних результатів у вигляді звіту; отримувати візуалізовану послідовну схему роботи алгоритму.

Висновки. Створена система може бути застосована для автоматизації процесу пошуку аномальних даних в інтерактивному середовищі, зокрема у віртуальному оточенні розробника чи тестування комп'ютерних ігор.



**Рисунок 1.** Діаграма варіантів використання системи

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

**Література**

- [1] Rudnichenko N. Information System for the Intellectual Assessment Customers Text Reviews Tonality Based on Artificial Neural Networks / N. Rudnichenko, S. Antoshchuk, V. Vychuzhanin, A. Ben, I. Petrov // Proceedings of the 9th International Conference "Information Control Systems & Technologies", Odessa, Ukraine, September 24–26, 2020. – Odessa: Odessa National Polytechnic University, 2020. – P. 371-385. – <http://ceur-ws.org/Vol-2711/>
- [2] Rudnichenko N. Intellectual Information System for Supporting Text Data Rephrasing Processes Based on Deep Learning / N. Rudnichenko, V. Vychuzhanin, N. Shibaeva, S. Antoshchuk, I. Petrov // Proceedings of the 2nd International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security, Khmelnytskyi, Ukraine, March 24–26, 2021. – Khmelnytskyi: Khmelnytskyi National University, 2021. – P. 228-237. – <http://ceur-ws.org/Vol-2853/paper21.pdf>.
- [3] Крамаренко Д. О. Використання алгоритму пошуку аномалій у тестуванні ігрових програм / Крамаренко Д.О., Рудніченко М.Д. // VII Міжнародна науково-практична конференція «Modern scientific research: achievements, innovations and development prospects», 19-21 грудня 2021 р. – Берлін, 2021. – С. 186-188.

УДК 330.322

**ВПРОВАДЖЕННЯ КОМБІНОВАНИХ МЕТОДІВ З АНАЛІЗУ  
РИЗИКІВ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

**Ph.D. N. Shybaeva**<sup>[0000-0002-7869-9953]</sup>

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна  
EMAIL: n.o.shybaieva@op.edu.ua*

**PRODUCTION OF COMBINATION METHODS FOR ANALYSIS  
OF RISKS IN THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE**

**Ph.D. N. Shybaieva**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** Серед зростаючого попиту до розробки автоматизованих засобів з аналізу ризиків та факторів їх утворення, актуальним та сучасним підходом є запровадження комбінованих або гібридних алгоритмів штучної мережі в поєднанні з Баєсовськими мережами довіри. Кожне з рішень*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

дозволяє адаптувати вхідні функціональні вимоги та визначити слабкі сторони розробляемого програмного рішення.

**Ключові слова:** Байєсовські мережі довіри, ризики розробки програмного забезпечення.

**Abstract.** *In the midst of growing progress until the development of automated processes for the analysis of risks and factors of their development, the current and current approach is the promotion of combined or hybrid algorithms of piece measures in conjunction with Bayesian measures trust. This solution allows you to adapt the input functional strengths and identify the weaknesses of the software solution being developed.*

**Keywords:** *Bayesian measures of trust, risks of software security development.*

Розробка і підтримка програмного забезпечення (ПЗ) – це складний високотехнологічний процес, який вимагає використання новітніх технологій, сучасного обладнання, висококваліфікованих розробників та ін.

Використання таких складових надає конкурентоспроможності створюваному ПЗ [1].

Поняття ризик проекту пов'язується з можливістю понести втрати в ході виконання проекту.

Ці втрати можуть проявлятися в зниженні якості кінцевого продукту, перевищенні вартості його розробки, затримці закінчення розробки або в зриві проекту (тобто, відмові замовника від проекту).

Величина ризику визначається добутком серйозності наслідків небажаної події в проекті (рівнем втрат) та ймовірності настання цієї події.

До актуальних причин застосування сучасних засобів з оцінки ризиків при розробці ПЗ слід віднести [2]: складність проектів; скорочення термінів; фінансові втрати; якість та безпека; стейкхолдери та очікування.

З одного боку, серед актуальних та функціональних рішень – є застосування штучних нейронних мереж, які дозволяють автоматизувати велику кількість процесів, спростити роботу людини, а також покращити процес збору та збереження вхідних даних.

З іншого боку можливе застосування Байєсовської мережі довіри. Це інструмент, який допомагає оцінювати ризики в різних галузях, включаючи розробку програмного забезпечення.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Поєднання Байєсовської мережі довіри та алгоритмів нейронної мережі створює потужний підхід для визначення ризиків при розробці програмного забезпечення.

Байєсовська мережа довіри дозволяє представити зв'язки між різними факторами та їх вплив на ризики у вигляді графу, де вузли представляють фактори, а ребра — залежності між ними.

Нейронна мережа, зокрема глибокі нейронні мережі, може бути застосована для аналізу великих обсягів даних та виявлення складних зв'язків.

Функціональна логіка роботи такого гібридного підходу включає наступний алгоритм дій:

- Побудова структури Байєсовської мережі довіри: спочатку розробляється Байєсовська мережа, де вузли відображають різні фактори, які впливають на ризики.

- Використання нейронної мережі для аналізу даних: збираються історичні дані про різні ризики, що стосуються розробки програмного забезпечення. На основі цих даних створюється та навчається глибока нейронна мережа.

- Поєднання результатів: вихідні дані з Байєсовської мережі та прогнози, зроблені нейронною мережею, можна поєднати, наприклад, використовуючи ансамблювання.

Цей підхід дозволяє поєднати структурований аналіз Байєсовської мережі з можливостями нейронної мережі для виявлення складних залежностей в даних.

Результатом буде більш точна та комплексна оцінка ризиків, пов'язаних з розробкою програмного забезпечення.

### **Література**

- [1] Lytvyn V. The risk management modelling in multi project environment / V. Lytvyn, V. Vysotska, O. Veres, I. Rishnyak, H. Rishnyak // In 2017 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Vol. 1, 2017. - p. 32–35.
- [2] Hsieh C. Y. Patterns for Continuous Integration Builds in Cross-Platform Agile Software Development / C.Y. Hsieh, C.T. Chen // J. Inf. Sci. Eng., 31(3), 2015. – p. 897–924.

УДК 330.322

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ НА ШВИДКОДІЮ АЛГОРИТМІВ СОРТУВАННЯ

Ph.D. О. Трофименко<sup>1</sup>[0000-0002-6608-3668],

Ph.D. Ю. Прокоп<sup>2</sup>[0000-0001-7626-0886], М. Корнійчук<sup>3</sup>[0009-0009-4223-9291]

<sup>1,3</sup> Національний університет “Одеська юридична академія”, Україна

<sup>2</sup> Національний університет “Одеська політехніка”, Україна

EMAIL: <sup>1</sup>egt@ukr.net, <sup>2</sup>yulia13.prokop@gmail.com, <sup>3</sup>chuguystyr@gmail.com

## ANALYSIS OF THE IMPACT OF PROGRAMMING LANGUAGES ON THE SORTING ALGORITHMS' SPEED

Ph.D. O. Trofymenko<sup>1</sup>, Ph.D. Y. Prokop<sup>2</sup>, M. Korniiichuk<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> National University “Odessa Law Academy”, Ukraine

<sup>2</sup> National University “Odessa Polytechnic”, Ukraine

**Анотація.** У роботі виконано порівняльний аналіз найбільш популярних алгоритмів сортування (бульбашкою, вставкою, вибором, Шелла, злиттям, швидке, підрахунком, за розрядами, купою) при імплементації їх засобами найбільш затребуваних на ринку ІТ-праці мов програмування (Python, C++, Java, JavaScript, PHP та C#).

**Ключові слова:** алгоритми сортування, мови програмування

**Abstract.** The robot has an up-to-date analysis of the most popular sorting algorithms (bulb, insert, select, shell, zlitty, shvidka, poddrakhunk, by ranks, buy) when implementing them in ways that meet the greatest demands on the market IT practical programming (Python, C++, Java, JavaScript, PHP and C#).

**Keywords:** sorting algorithms, programming languages

У багатьох програмах сортування є частиною процесу оброблення даних.

Кожен із численних алгоритмів сортування має свою специфіку роботи та зумовлені нею переваги і недоліки.

Вибір найбільш оптимального алгоритму за певних даних та умов розробки може стати нетривіальною задачею, а невдалий вибір алгоритму впорядкування може спричинити проблеми зі швидкодією програмного оброблення даних.



Використання O-нотацій (Big O) є поширеною практикою серед програмістів для вибору ефективних алгоритмів у широкому колі сфер розробки: від інтернету речей, науки про дані та аналітики даних до машинного навчання та кібербезпеки.

Поняття Big O вживається на позначення часової складності як залежності між часом роботи алгоритму та обсягом вхідних даних або необхідним обсягом пам'яті в найгіршому випадку [1].

Такі залежності обґрунтовано визначені для всіх відомих алгоритмів сортування, і вони не залежать від мови програмування [2]. Водночас на практиці є певні неоднозначності та складнощі при виборі того чи іншого алгоритму сортування за певних обставин.

Адже на вибір ефективного алгоритму сортування впливають різні чинники: обсяги необхідної для роботи алгоритму та обсяги наявної апаратної пам'яті, кількість та розмір вхідних даних, ступінь їх впорядкованості, вартість операції перестановки і навіть мова та середовище програмування.

Численні публікації свідчать, що у науковців є потреба дослідження часової складності алгоритмів сортування задля ефективного вибору того чи іншого алгоритму за певних умов та даних.

Проте переважно дослідження обмежуються кількістю розглянутих алгоритмів сортування від трьох до п'яти.

Також дослідники обмежуються або взагалі не враховують і не порівнюють особливості програмної реалізації та швидкодії різними мовами програмування [3,4,5].

У роботі виконано порівняльний аналіз найбільш популярних алгоритмів сортування (бульбашкою, вставкою, вибором, Шелла, злиттям, швидке, підрахунком, за розрядами, купою) при імплементації їх засобами найбільш затребуваних на ринку IT-праці мов програмування (Python, C++, Java, JavaScript, PHP та C#).

Прикладний аспект дослідження полягає у виявленні того, як реалізація конкретною мовою програмування впливає на фактичний час виконання алгоритму для масивів псевдовипадкових чисел різних розмірів.

З'ясоване дозволяє стверджувати, що швидкодія алгоритмів значно залежить від мови реалізації.

Тому недостатньо буває при виборі алгоритму керуватися лише Big O нотацією.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Важливо враховувати специфіку певних комбінацій алгоритмів, програмних засобів та особливостей набору даних, адже, як показало дослідження, різні мови програмування з різною швидкістю реалізують алгоритми на різних наборах даних.

Подекуди різниця часу складає десятки і сотні разів у межах одного алгоритму або в межах однієї мови.

Враховати це важливо, коли виникає потреба перегрупування великих обсягів даних, щоб їх можна було легше шукати та маніпулювати ними, наприклад, у базах даних, у пошукових системах, у багатьох наукових та інженерних застосуваннях.

Адже ефективність алгоритму сортування суттєво впливає на загальну продуктивність системи.

### Література

- [1] Корнійчук М., Трофименко О. Оцінка часової складності деяких алгоритмів сортування у популярних мовах програмування. Інформаційне суспільство: проблеми та перспективи: матер. VIII всеукр. наук.-практ. конф. 2023. С. 72-74. DOI: 10.32837/11300.25263.
- [2] Big-O Complexity Chart. URL: <https://www.bigocheatsheet.com/>
- [3] Ali I., Lashari H., Keerio I., Maitlo A., Chhajro M., Malook M. Performance Comparison between Merge and Quick Sort Algorithms in Data Structure. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2018. Vol. 9. P. 192-195. DOI: 10.14569/IJACSA.2018.091127.
- [4] Rabiou A., Garba E., Baha B., Mukhtar M. Comparative Analysis between Selection Sort and Merge Sort Algorithms. Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences. 2021. Vol. 29. P. 43-48. DOI: 10.4314/njbas.v29i1.5.
- [5] Durrani O. (2022). Performance Measurement of Popular Sorting Algorithm Implemented using Java & C. International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering. DOI: 10.1109/ICECCME55909.2022.9988424.

УДК 004.7:519.8

## МЕТОД ВИБОРУ НАЙКРАЩОГО МАРШРУТУ КОМАНДОЮ ВОЛОНТЕРІВ ПІД ЧАС РІШЕННЯ ОПЕРАТИВНИХ ЗАВДАНЬ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ

Д. Горпенко<sup>[0000-0002-9052-2595]</sup>, Ph.D. В. Болтєнков<sup>[0000-0003-2777-3137]</sup>  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна  
EMAIL: horpenko@op.edu.ua, boltenkov@op.edu.ua

## THE METHOD OF CHOOSING THE BEST ROUTE BY A TEAM OF VOLUNTEERS DURING SOLUTION OF OPERATIONAL TASKS OF TRANSPORT LOGISTICS

D. Horpenko, Ph.D. V. Boltenkov  
Odessa Polytechnic National University, Ukraine

**Анотація.** Одним з важливих завдань, які постають перед волонтерами під час надзвичайних ситуацій (природні стихійні лиха, військові дії) є завдання транспортної логістики. За стабільних умов транспортування, завдання транспортної логістики складається в пошуку оптимального маршруту для перевезення логістичного об'єкту. В умовах надзвичайних ситуацій відбувається динамічна зміна умов транспортування, що ускладнює розв'язання завдання транспортної логістики і потребує побудови нових моделей та методів.

**Ключові слова:** транспортна логістика, підтримка прийняття рішень, метод mSmart.

**Abstract.** One of the important tasks faced by volunteers during emergency situations (natural disasters, military operations) is the task of transport logistics. Under stable transportation conditions, the task of transport logistics consists in finding the optimal route for the transportation of a logistics object. In emergency situations, there is a dynamic change in transportation conditions, which complicates the solution of the task of transport logistics and requires the construction of new models and methods.

**Keywords:** transport logistics, decision support, mSmart method.

У разі динамічних змін умов транспортування логістичних об'єктів (ЛО) необхідно оперативно враховувати швидкі зміни стану зовнішнього середовища (ЗС). Таким чином, маємо задачу транспортної логістики (ТЛ) в оперативних умовах (ОУ), яка полягає в

знаходженні найкращого маршруту з можливих ( $A = \{A_i\}$ ,  $i = \overline{1, m}$  - множина маршрутів (альтернатив) доставки ЛО довжиною  $L_i$ ) з урахуванням оцінок альтернатив за критеріями ( $K = \{K_j\}$ ,  $j = \overline{1, n}$  - множина критеріїв для оцінки можливих маршрутів). Дана задача відноситься до задач багатокритеріального вибору, для рішення яких використовують багатокритеріальні методи прийняття рішень [1], які дозволяють враховувати різні фактори та визначити найкращий маршрут (НМ) з можливих.

В [2] запропонована концептуальна модель (КМ) прийняття рішень команди волонтерів (КВ) в умовах динамічних змін ЗС, в якій КВ представляється кортежем  $\langle VTM_{MAIN}, VTM_0, VTM_E, VTM_{L_{i-j}}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i} \rangle$ , де  $VTM_{MAIN}$  - координатор КВ,  $VTM_0, VTM_E$  - член/члени КВ, які знаходяться у пункті відправлення та споживання ЛО відповідно,  $VTM_{L_{i-j}}$  - експерти-волонтери, які спостерігають за відповідними ділянками маршруту довжиною  $L_{ij}$  на які розбиті можливі маршрути  $A_i$ . Відповідно до КМ оцінку  $n_1$  - их критеріїв ( $K_1 = \{K_{j1}\}$ ,  $j_1 = \overline{1, n_1}$ ) надає  $VTM_{MAIN}$ , оцінку  $n_2$  - их критеріїв ( $K_2 = \{K_{j2}\}$ ,  $j_2 = \overline{1, n_2}$ ) надають експерти-волонтери, тоді загальна множина критеріїв є сумою двох множин критеріїв:  $K = K_1 + K_2$ .

В роботі запропоновано метод вибору найкращого маршруту КВ під час рішення завдання ТЛ в ОУ, який включає в себе наступні етапи: визначення множини альтернатив та критеріїв; вибір групи експертів – волонтерів для оцінки альтернатив за критеріями; оцінка експертами-волонтерами критеріїв  $K_2 = \{K_{j2}\}$ ,  $j_2 = \overline{1, n_2}$  -  $\varphi_{A_i - n_{2i}}(K_{j2})$ ; розрахунок агрегованої оцінки критеріїв на основі оцінок  $\varphi_{A_i - n_{2i}}(K_{j2})$  та частоти  $c_{K_{j2}}$  з якою з'являється відповідна

оцінка за критерієм  $K_{j2}$ :  $\varphi_{A_i}(K_{j2}) = \frac{\sum_{j2=1}^{n_{2i}} \varphi_{A_i}(K_{j2}) c_{K_{j2}}}{n_{2i}}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ;

вибір НМ за допомогою методу mSmart [1].

Розроблений в роботі метод дозволяє враховувати оцінки альтернатив за великою кількістю критеріїв в ОУ під час рішення завдань ТЛ і може бути використано при розробці мобільної СППР для підтримки прийняття рішень командою волонтерів.

### Література

- [1] Y. Kozina, N. Volkova and D. Horpenko, "Mobile Decision Support System To Take Into Account Qualitative Estimation By The Criteria," *2020 IEEE Third International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP)*, Lviv, Ukraine, 2020, pp. 357–361.
- [2] Horpenko D. R. "A conceptual model of decision-making support of the volunteer team in conditions of dynamic changes". *Herald of Advanced Information Technology*. 2022; Vol. 5 No. 4: 275–286.

УДК 004.7:519.8

## АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТАМИ

**Ph.D. О. Трофименко**<sup>1</sup>[0000-0002-6608-3668], **Ph.D. Н. Логінова**<sup>2</sup>[0000-0002-9475-6188]  
<sup>1,2</sup> Національний університет "Одеська юридична академія", Україна  
EMAIL: <sup>1</sup>trofymenko@onu.edu.ua, <sup>2</sup>loginova@onu.edu.ua

## ANALYSIS OF IT PROJECT MANAGEMENT PROBLEMS

**Ph.D. O. Trofymenko, Ph.D. N. Loginova**  
*National University "Odessa Law Academy", Ukraine*

**Анотація.** Управління ІТ-проєктами стикається з численними складнощами. За даними статистичних досліджень частка проєктів, зданих вчасно організаціями професійного обслуговування в компаніях-виробниках програмного забезпечення в середньому становить 74,1%. Що свідчить про те, що кожен четвертий проєкт здається з порушенням термінів задачі.

**Ключові слова:** управління ІТ-проєктами, компанії-виробників програмного забезпечення

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Abstract.** IT project management comes with a number of complexities. According to statistical studies of the proportion of projects carried out by professional service organizations in software companies, the average percentage is 74.1%. It is important to note that the fourth project is being created in violation of the terms of the project.*

***Keywords:** IT project management, software development companies*

Нині управління IT-проєктами стикається з численними складнощами. За даними статистичних досліджень [1] частка проєктів, зданих вчасно організаціями професійного обслуговування в компаніях-виробниках програмного забезпечення (ПЗ) в середньому становить 74,1%. Що свідчить про те, що кожен четвертий проєкт здається з порушенням термінів здачі. При цьому щороку в IT-проєкти інвестуються сотні мільярдів доларів. Так, дохід світового ринку ПЗ 2022 року перевищив 600 млрд доларів США, а за прогнозами у 2027 році його значення сягне позначки у 800 млрд доларів США [2]. Зниження ризиків невчасної здачі IT-проєктів тим самим дозволить заощадити величезні кошти. Проте ця задача не є тривіальною, адже на неї впливають численні і при цьому доволі різні за природою аспекти управління IT-проєктами.

***Часті зміни.*** Одна з найбільших проблем в управлінні IT-проєктами пов'язана з частими змінами. Так, за даними досліджень [3] 48% розробників як одну з основних причин провалів проєктів з розробки ПЗ вказали на часті зміни або погано задокументовані вимоги. Річ у тім, що упродовж життя проєкту не рідко змінюються його концепції, обсяги, вимоги і навіть кількість завдань, які потрібно виконати за один спринт. Це може призвести до: перевантажених спринтів, залишених проєктних завдань, мимовільного подовження спринтів, і, як наслідок, деякі життєво важливі завдання залишаються незавершеними. Тому керівникові проєкту важливо постійно переглядати масштаби можливих змін, обговорювати це з ключовими зацікавленими сторонами, визначати нові можливі пріоритети подальшого розвитку проєкту, ефективно розподіляти завдання і вчасно надавати точну інформацію клієнту про стан проєкту.

***Проблема комунікації між численними стейкхолдерами проєкту.*** Іншою поширеною проблемою, з якою стикається IT-проєкт, є величезна кількість залучених партнерів, замовників і постачальників. Приблизно 29% проєктів завершуються невдачею [4] через погану

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

комунікацію численних стейкхолдерів. Керівники ІТ-проектів мають добре керувати комунікацією, щоб уникнути конфліктів у команді, забезпечити своєчасне виконання та досягти цілей проекту.

*Вплив ІТ-інфраструктури на безпеку та управління даними* є унікальною та водночас специфічною проблемою ІТ-проектів, порівняно з іншими сферами. Оскільки ІТ-інфраструктура складається з апаратного та програмного забезпечення, то внесення будь-яких змін має бути виваженим, щоб вони не спричинили ризики для організації чи даних її клієнтів.

*Проблеми узгодженої роботи численних ІТ-компонентів.* Ще однією специфічною проблемою, з якою стикаються команди розробки ІТ-проектів, є складні залежності між ІТ-компонентами: обладнанням, програмним забезпеченням, мережами, даними. На практиці ІТ-проекти неминуче стикаються з помилками та проблемами їх взаємодії, не кажучи вже про численні оновлення, версії та випуски ПЗ. Як приклад, необхідність узгодженої взаємодії різних комп'ютерів, принтерів, планшетів, смартфонів із різними версіями операційних систем, драйверів та утиліт у рамках великої організації, де працюють тисячі різних пристроїв подібного роду.

*Соціальне дистанціювання.* Не в останню чергу причиною зростання кількості проблем управління ІТ-проектами за останні роки є соціальне дистанціювання, спричинене пандемією коронавірусу COVID-19, і переходом до віддаленої роботи. Дослідження KPMG [5] показують, що COVID-19 суттєво вплинув на понад 58% компаній світу, що призвело до затримок або скасування численних проектів.

### **Література**

- [1] Share of projects delivered on time by professional service organizations within software companies worldwide from 2015 to 2021. URL: <https://www.statista.com/statistics/936785/software-professional-services-worldwide-projects-delivered-on-time/>
- [2] Revenue of the software market worldwide from 2016 to 2027, by segment. URL: <https://www.statista.com/forecasts/954176/global-software-revenue-by-segment>
- [3] Leading reasons for software project failure according to developers worldwide. URL: <https://www.statista.com/statistics/627648/worldwide-software-developer-survey-project-failure/>
- [4] Success in Disruptive Times. Expanding the Value Delivery Landscape to Address the High Cost of Low Performance. URL: <https://www.pmi.org/>

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2018.pdf

[5] 101 Essential Project Management Software Statistics: 2023 Market Share & Data Analysis. URL: <https://financesonline.com/project-management-software-statistics/>

UDC 004.8

**МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРИНГУ ЕЛЕМЕНТІВ СУДНОВИХ  
УСТАТКУВАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА**

**Dr.Sci. O. Sharko** <sup>[0000-0001-9025-7990]</sup>, **A. Yanenko** <sup>[0009-0004-7992-8369]</sup>

*Херсонська державна морська академія, Україна*

*EMAIL: mvsharko@gmail.com, yanenko9494@gmail.com*

**MODELING OF INTELLIGENT SECURITY DIAGNOSTICS AND  
MONITORING OF ELEMENTS IN SHIP INSTALLATIONS BY  
LANTSYUGIV MARKOV**

**Dr.Sci. O. Sharko, A. Yanenko**

*Kherson State Maritime Academy, Ukraine*

**Анотація.** Представлена система інтелектуального забезпечення діагностики та моніторингу елементів турбонагнітачів суднових енергетичних устаткувань (СЕУ) за допомогою ланцюгів Маркова. Новизною розробленої методології являється заміна дискретних часових інтервалів процесу діагностики послідовністю технічних об'єктів. В такій постановці ланцюги Маркова представляють собою синтетичну властивість яка акумулює різномірні фактори. Рандомізація стохастичних процесів діагностування та моніторингу елементів суднових енергетичних устаткувань дозволяє підвищити надійність.

**Ключові слова:** система інтелектуального забезпечення діагностики та моніторингу елементів турбонагнітачів суднових енергетичних устаткувань

**Abstract.** A system of intelligent diagnostics and monitoring of elements of turbochargers of ship power systems (SEU) with the help of Markov's Lants is presented. The novelty of the developed methodology is the replacement of discrete hourly intervals in the diagnostic process with a sequence of technical objects. In such a setting, Markov's Lants represents a synthetic power that accumulates various factors. Randomization of stochastic processes for diagnosing and



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*monitoring elements of ship energy installations makes it possible to increase reliability*

***Keywords:** a system of intelligent diagnostics and monitoring of elements of turbochargers of ship power systems*

**Метою дослідження** є математичне моделювання процесів діагностування моніторингу технічного стану елементів турбонагнітачів СЕУ використовуючи ланцюги Маркова. Ланцюги Маркова характеризують стохастичний процес в якому умовний розподіл ймовірного майбутнього стану цих процесів залежить тільки від теперішнього стану цих процесів.

В [1-3] розглянуті методологічні аспекти використання дискретних ланцюгів Маркова при розробці управлінських стратегічних рішень в різноманітних галузях економіки. В [4-5] модель Марківського процесу використовується за для виявлення векторів стану попиту та пропозицій.

В якості матеріалів дослідження використовувались параметри діагностування елементів турбонагнітачів та ймовірнісні оцінки відмов, отриманих на основі великого статистичного матеріалу експлуатації транспортних суден в умовах невизначеності впливу зовнішнього середовища.

В якості методів дослідження використовувались ланцюги Маркова. Ланцюги Маркова дозволяють згенерувати події. Технічне рішення для оцінки послідовності використання процедур діагностування конкретних елементів турбонагнітачів СЕУ в рамках теорії Маркова постулюють вибір найкращої альтернативи використання апарату теорії ймовірності.

Будь який стан  $S_j$  може бути досягнутий із будь якого стану  $S_i$  за кінцеве число переходів.

При моделюванні важких технічних об'єктів організаційно-технічних систем ключовим моментом є відображення структури взаємозв'язків та переходів. Незалежні випробування являються окремим випадком ланцюга Маркова. Події вважаються станом системи, а самі випробування – зміною стану системи.

Перехідні ймовірності  $P_{ji}$  не залежать від моменту часу, а залежать тільки від  $j$  та  $i$

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix}$$

де  $0 \leq P_{ji} \leq 1$ ,  $\sum_{i=1}^n P_{ji} = 1$

Ланцюг Маркова буде однорідний, коли умови ймовірності  $P_{ji}$  переходу системи із стану  $i$  в стан  $j$  не буде залежить від номеру випробування. Ймовірність  $P_{ji}$  буде перехідною ймовірністю.

Ймовірність  $P_{ji}(n)$  може бути знайдена за формулою, котру називають рівністю Маркова

$$P_{ji}(n) = \sum P(m)P(n - m)$$

де  $m$  – кількість кроків необхідних системі для переходу із стану  $i$  в стан  $j$ ,  $n$  – число параметрів контролю

Будь який стан  $S_j$  може бути досягнутий із будь якого стану за кінцеву кількість переходів.

Ймовірність переходу із одного стану в інший однакова в незалежності від того скільки проміжних станів може бути пройдено для досягнення кінцевої мети.

Характерною особливістю моделювання інтелектуального забезпечення діагностики і моніторингу елементів суднових енергетичних устаткувань являється те, що умовна ймовірність  $P_{ji}(S)$  не залежить від стану, тобто  $P_{ji}(S) = P_{ji}$ . Тут  $i$  – номер попереднього стану,  $j$  – номер наступного стану.

Ймовірність переходів може бути представлена в вигляді рівності

$$P(x_0 = S) = q_0(S) \forall_{S \in E}$$

де  $\forall$  - квантор всебічності,  $S$  – дискретний стан,  $q_0$ - ймовірність знаходження системи в момент часу  $t_0 = 0$ ,  $x_0$  – точка відліку.

Величина  $E$  являє собою кінцеве число станів

$$E = \{e_1, e_2 \dots e_n\}$$

Ймовірність переходу системи виражається через стадію діагностування елементів турбоагнітачів СЕУ

$$P(x_{n+1} = S_{n+1} | x_n = S_n) = P(S_n, S_{n+1}) \forall (S_{n+1}, S_n)$$

Використання ланцюгів Маркова для виявлення процесів інтелектуального забезпечення діагностики і моніторингу елементів турбоагнітачів СЕУ зумовлена використанням наступних положень.

Система діагностування знаходиться в станах  $S_1, S_2 \dots S_n$ . Переходи можливі тільки в моменти часу, котрі характеризують етапи моніторингу, тобто вважаються кроками. Аргументом ланцюгу Маркова є номер кроку.

Ланцюг Маркова в любий момент часу може бути охарактеризована векторами по строчці матриці перехідних ймовірностей (1).

Якщо помножити вектор-строку, яка характеризує розподіл ймовірностей на певному етапі діагностування на матрицю перехідних ймовірностей отримаємо розподіл ймовірностей на наступному етапі їх реалізації в наглядній формі та на різних етапах моніторингу.

**Висновок.** Розроблена концептуальна модель інтелектуального забезпечення моніторингу елементів турбоагнітачів елементів СЕУ, направлена на вдосконалення механізмів діагностування та прийняття рішень на основі ланцюгів Маркова.

Створена імітація моделі в вигляді орграфа, в котрому представляють стан процесу, а ребра – перехід між ними.

Новизною данної моделі є те що в якості аргументів діагностування використовується не час, а послідовність стану діагностування і номер шагу який відображає інтервали дискредитації моніторингу елементів турбоагнітача СЕУ в складних умовах експлуатації.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

---

**Література**

- [1] Obhiomo J., Weke P., Ngaze P., Modeling Kenyan Economic Impact of Corona Virus in Kenya Using Discrete Time Markov Chains / Journal of Finance and Economics 2020-V8-№2 pp. 80-85.
- [2] Sharko M., Petrushenko N., Gonchar O., Vasylenko N., Vorobyova K., Zakryzhevskaya I. Information Support of Intelligent Decision Support Systems for Managing Complex Organizational and Technical Objects Based on Markov Chains CEUR Workshop Proceedings, 2022, 3171, pp. 986-998.
- [3] Panarina D.V. Arrangement of Markov Breaking Chains in the Economy. Vestnik of Toumen State Oil and Gas University 2015-№11-2(64) pp. 79-82.
- [4] Sherstennikov Y.V. Application of the Markov process model to the study of the economic efficiency of the firm / Economic Herald of Donbass 2007-№2-pp. 92-95.
- [5] Sharko M.V., Sharko A.V. Innovative aspects of management of development of enterprises of regional tourism / Actual problems of economy 8(158) pp. 224-229 (2014).

UDC 004.8

**ON THE ARCHITECTURE AND MODULARIZATION  
APPROACH FOR ANDROID APPLICATIONS**

**Ph.D. O. Potiienko** <sup>[0000-0002-0952-2281]</sup>

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

*EMAIL: frumle@ukr.net*

**ПРО АРХІТЕКТУРУ ТА ПІДХІД ДО МОДУЛЯРІЗАЦІЇ  
АНДРОЇД ЗАСТОСУНКІВ**

**Ph.D. O. Потієнко**

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

**Abstract.** *An attempt has been made to reconsider the officially recommended architectural patterns for Android applications, in particular the implementation of MVVM pattern, in order to provide the developers with more control over the components lifecycle. The work adopts some of the ideas from other modern architectures for interactive systems while staying as close to the officially recommended solutions as possible.*

**Keywords:** *android, architecture, patterns, components.*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Анотація.** Було здійснено спробу переглянути офіційно рекомендовані архітектурні шаблони для Андроїд застосунків, зокрема, механізмів для реалізації шаблону MVVM, з метою надання розробникам більше контролю над життєвим циклом компонент. Робота використовує ідеї з інших сучасних архітектурних рішень для інтерактивних систем, залишаючись при цьому якнайближче до офіційно рекомендованих рішень.*

***Ключові слова:** андроїд, архітектура, шаблони, компоненти.*

Since its first release Android has come a long way to become the most popular mobile operating system. The applications developed for Android OS are expected to run flawlessly on the incredibly wide spectrum of devices produced by the various manufacturers, each, perhaps, running its own modification of the original version of Android OS.

Today the developers of Android application are provided with the great tools and libraries, and, what is important, they have the official architectural guidelines and development best practices.

However, for a long time the official recommendations regarding the application architecture remained unspoken. At the same time, it has the crucial impact on the quality, reliability and maintainability of the application, and is especially important in the mentioned operation conditions.

Finally, after the years of silence, Google announced the Android architecture components with the Model-View-ViewModel (MVVM) as the officially recommended architectural pattern for the development of Android applications, and provided the corresponding libraries, documentations and examples. It was an important step in the evolution of Android, yet the proposed solutions are not suitable for the every system. In my opinion, the MVVM, *as it proposed*, is more likely an ad hoc mechanism for the application to survive upon the configuration changes rather than a well-designed architectural pattern.

Moreover, the internal implementation of this mechanism is biased towards the applications with the deep navigation graphs. As the result, it frequently requires the use of ugly workarounds to solve a seemingly simple problem. In order to meet the needs of Android developers, the plenty of other decent architectural approaches has been created, e.g. RIBs [1], VIPER, Redux.

However, the complexity and verbosity of the mentioned approaches may overweight the benefits when applied to the development of small-

sized or medium-sized applications. I tried to reconsider the proposed MVVM mechanism, adopting some of the ideas from other architectures while staying as close to the officially recommended solutions as possible [2].

As usually, we decompose the application into independent components, each providing some feature of the total application.

The dependencies of a component are explicitly declared in the corresponding Dependency interface which is unique for each component and is used for a dynamic dependency resolution during a runtime.

The components itself use the compile time dependency injection mechanisms (Dagger, manual DI, etc) to construct their internals. Next, the natural questions arise: who does initiate the build of a component, how it finds the dependencies and where is the component stored after it has been created? The components are stored in the corresponding containers, making up a tree.

The root of the tree contains the application component which is created first and tied to the application process lifecycle.

The component of a parent container includes the corresponding dependencies of the future children components. Finally, the entry points (e.g. Activity, Fragment, Service etc.) implement the ComponentOwner interface in order to get the access to the containers tree.

Then it finds the already initialized component in the containers tree or looks for the dependency of the component, create it, wrap it into a new container and attach it to the tree. All this is done automatically, and it only requires for the component builder (factory) to be provided to the corresponding Kotlin extension function from inside the entry point.

The developer can control whether a container should overlive the instance who created it, providing the means to store the created ViewModels and safely store the configuration-dependend stuff (e.g. cache the Views) if needed. To summarize, such approach explicitly decouple the lifecycle of the components from the lifecycle of their ephemeral entry points.

## References

[1] <https://github.com/uber/RIBs>

[2] <https://gitlab.com/fandroid/components>

UDC 004.8

## ПРОЕКТ ФРЕЙМВОРКУ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ ТА ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ НАТУРАЛЬНОЇ МОВИ

Н. Гежа, Ph.D. М. Рудніченко Д. <sup>[0000-0002-7343-8076]</sup>, С. Тищенко  
Національний університет «Одеська Політехніка», Україна,  
EMAIL: znongz1@gmail.com, nickolay.rud@gmail.com, fel562@gmail.com

## LARGE LANGUAGE MODEL TRACKING AND COMPARISON FRAMEWORK PROJECT

N. Gezha, Ph.D. M. Rudnichenko, S. Tyshchenko  
Odessa Polytechnic National University, Ukraine

*Анотація.* У роботі наведена ідея та дизайн фреймворку для відстеження, оцінювання та порівняння великих мовних моделей (ВЯМ). Публікація наводить визначення проблеми, пропозицію з рішенням, огляд проектування рішення, та можливі майбутні нарботки та використання.

*Ключові слова:* обробка натурального мови, великі мовні моделі.

*Abstract.* The paper proposes the idea and design for a framework aimed at tracking, evaluating and comparing large language models (LLMs). The paper presents the problem statement, proposed idea, design considerations, and possible future improvements and uses.

*Keywords:* natural language processing, large language models.

Currently, the use of LLMs is actively growing in popularity, new models are in active development, and old models are undergoing updates. However, due to the inability to reliably interpret large amounts of parameters in trained LLMs, the stochastic nature of LLMs, as well as closed-source nature of some models, it is not clear how model's performance in different tasks changes over time and how it compares to other models. For example, several of the most popular LLMs (chatgpt-3.5-turbo and chatgpt-4) have undergone significant changes in response quality over time [1]. The combination of said factors introduces a problem where it becomes difficult to reliably measure the relative quality of new models, model updates, and special techniques for improving their quality.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

To address the issues of obfuscated changes in quality over time and difficulty in LLM comparison, this paper proposes a system that would perform the following tasks: automatically find, track and log popular available LLMs and their version.

This includes tracking the model's price per token (if applicable), context size, and other parameters.

Firstly, this creates a list of models for future evaluation and comparison. Secondly, this allows for correlating model's performance with its cost, assisting in the selection of the best fitting model for a given task.

Finally, this allows for tracking improvements in cost and context size of specific models over time; automatically extensively evaluate available LLMs on a variety of predefined tasks with a variety of configurations, and save the results. Using a standardized set of tasks (such as reading comprehension and spam classification) would allow for a way of rating models that is reliable over time, and saving the results would allow for measuring how the performance of a model changes with time; provide reports, comparing performance.

The system will provide an interactive user interface, that will allow users to see how an LLMs performance has changed over time, how it compares to other models, different hyperparameters, etc.; allow for creation of custom user-defined model-evaluation tasks, as well as adding custom models. To facilitate the development of new models, the system must provide a way for users evaluate their custom models on both predefined and new tasks; incorporate the functionality to evaluate models using special methodologies intended to improve their quality, such as ChromaDB. This can serve as a starting point for testing new methodologies, allowing for their comparison.

A similar benchmarking system was developed in [2]. In comparison to it, the proposed system incorporates automatic tracking of popular LLMs, as well as focusing on keeping track of model's performance over time, and will focus on NLP tasks as opposed to agent tasks.

We encountered several design considerations in the process of designing the proposed system. Regarding the model tracking functionality, it is important to use several different resources as sources for available models.

For example, while the online service OpenRouter allows for using a model-agnostic API to access popular LLMs from different providers, it does not provide a way of accessing many open-source models. To work



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

with popular open-source models, acquiring their list from Huggingface service would be an adequate option. Consequently, when running the model, the system should account for different viable ways to run it, such as making an OpenRouter API call, running a local Huggingface model, or using Huggingface inference API.

In addition, it is important to account for the price of running evaluations of the models. Before running each evaluation, the system should compute the approximate cost (based on the token count and price per token), and cancel the evaluation if the price exceeds allowed limits. This is especially important with LLMs accessed through APIs, as excessive calls can quickly use up available tokens.

Another important design consideration is that LLMs can perform differently on the same task based on the prompt.

This necessitates a comparison of different types of prompts on the same model, as well as a way of selecting the best prompt formatting technique based on combination of task and model when evaluating the model as a whole.

Considering possible future improvements on the proposed system, the list of tasks could be expanded to match and surpass those in [2].

The system can also be expanded to evaluate and compare different techniques for improving LLM performance (such as functions and vector databases). We should also look into the possibility of using the proposed architecture to evaluate AI in other areas besides text generation.

In conclusion, we have described a viable system that can help alleviate the problems of tracking changes in popular LLMs and difficulties in comparing LLMs.

The described system can serve as a base for experimentations on new techniques for increasing the LLM output quality, owing to the model comparison functionality.

## **References**

- [1] Lingjiao C. How is ChatGPT's behavior changing over time? / Lingjiao C., Matei Z., James Z. // arXiv:2307.09009v2 – Stanford University, UC Berkeley, 2023. – P. 23. - <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.09009>

[2] Xiao L. AgentBench: Evaluating LLMs as Agents / Xiao L., Hao Y., Hanchen Z., et al. // arXiv:2308.03688v1 - Tsinghua University, The Ohio State University, UC Berkeley, 2023. – P. 38. - <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.03688>  
УДК 004.8

## **РОЗРОБКА ДИСКРЕТНО-ПОДІЄВОЇ МОДЕЛІ СИМУЛЯЦІЇ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ**

**В. Галин**<sup>[0000-0144-1212-7821]</sup>, **Dr.Sci. В. Вичужанін**<sup>[0000-0002-6302-1832]</sup>,  
**Ph.D. С. Гришин**<sup>[0000-0012-6611-2215]</sup>

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна,  
EMAIL: galins@gmail.com, v.v.vychuzhanin@op.edu.ua, grishinserg@gmail.com*

## **DISCRETE-EVENT SIMULATION MODEL OF THE MASS SERVICE SYSTEM**

**V. Galyn, Dr.Sci. V. Vychuzhanin, Ph.D. S. Hryshyn**  
*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** У роботі описано побудовану дискретно-подієву модель симуляції роботи системи масового обслуговування на прикладі сортувальної станції.*

***Ключові слова:** моделювання, симуляція, масове обслуговування.*

***Abstract.** The work describes the constructed model of mass service system simulation based on the example of a sorting station.*

***Keywords:** modeling, simulation, mass service.*

Сучасні підходи до створення імітаційних моделей являють собою засоби побудови спрощеного бачення чи сприйняття реальної системи з масою обмежень [1].

Вводити такі обмеження необхідно, так як реальні процеси, що протікають в природі суспільстві, настільки складні і пов'язані з такою великою кількістю оточуючих факторів, що побудова всеосяжної моделі - це складна задача [2].

Актуальним є застосування засобів моделювання дискретно-подієвих систем для превентивного аналізу їх реального стану [3].

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Розроблена модель призначена для дослідження специфіки роботи складу сортувальної станції. Основні операції: розвантаження, завантаження та збирання замовлень.

Розроблена модель містить 10 окремо створених агентів та стимуляційний модуль дослідження:

1. Dock (вантажний майданчик) – це окрема сутність, яка містить функції та змінні для обробки даних моделі по вантажних майданчиках.

2. Forklift (вилковий перевантажувач) – це є агент, який імітує роботу вилкового перевантажувача замовлень для доставки вантажів з місця розвантаження до місця завантаження.

3. LoadingTruck (завантажувальна вантажівка) – агент, необхідний для моделювання вантажівок, що прибувають до станції з метою отримання замовлень.

4. Order (замовлення) – сутність, яка моделює деякий склад товарів та має свої властивості, функції та змінні.

5. Pallet (палета) – сутність, яка слугує місцем перебування окремого замовлення на сортувальній станції.

6. ResourceHandler (обробник ресурсів) – агент, який винує обов'язки посередника під час здійснення операцій транспортування замовлення до, по та з сортувальній станції.

7. Truck (вантажівка) – агент, що здійснює моделювання вантажівки за вказаною траєкторією.

8. Type (тип) – сутність, що характеризує кількісні та якісні параметри досліджуваної моделі.

9. Unloading Truck (розвантажувальна вантажівка) – агент, необхідний для моделювання вантажівок, що відбувають з станції з метою перевезення отриманих замовлень.

10. Main (головний) – агент головного класу програмної симуляції роботи моделі, що містить ресурсну структуру об'єктів моделі та генерує головний програмний код.

11. Simulation:Main (модуль симуляції) – стимуляційний модуль виконання процесу дослідження створеної моделі, який забезпечує інтерфейс форми старту роботи моделі.

Висновки. Дана модель дозволяє досліджувати рівень завантаження сортувальної станції завдяки проведенню обчислювального експерименту, що може бути використано для виявлення слабких місць у роботі розглянутого закладу.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Дослідження розробленої моделі дозволяє знизити кількість помилок в організації роботи сортувальної чи складської станції, завдяки можливостям проведення превентивного аналізу слабких місць системи.

**Література**

- [1] Колупаєва С. Н. Математичне та комп'ютерне моделювання / С. Н. Колупаєва. – О.: Шкільний університет, 2018. - 208 с.  
[2] Могильов А. В. Моделювання в інформатиці / А. В. Могильов, Н. І. Пак, Є. К. Хеннер. - К.: Центр Академія, 2020. - 816с.  
[3] Петухов О.А. Моделювання: системне, імітаційне, аналітичне / О.О. Петухов, А.В. Морозов, Є.О. Петухова. - В.: ВЗТУ, 2018. - 288 с.

УДК 004.8

**РОЗРОБКА НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ РІВНЯ  
КОМПЕТЕНТНОСТІ ТЕСТУВАЛЬНИКІВ ПРОГРАМ**

**А. Войцеховський**<sup>[0000-0287-1722-3189]</sup>, **Ph.D. Н. Шибасва**<sup>[0000-0002-7155-2318]</sup>  
*Національний університет «Одеська політехніка», Україна,  
EMAIL: galins@gmail.com, v.v.vychuzhanin@op.edu.ua, grishinserg@gmail.com*

**DISCRETE-EVENT SIMULATION MODEL OF THE MASS  
SERVICE SYSTEM**

**A. Wojciechowski, Ph.D. N. Shibaeva**  
*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** Робота сфокусована на основних аспектах оцінки рівня компетентності фахівців з тестування програмного забезпечення на базі застосування апарату нечіткої логіки.*

***Ключові слова:** нечітка логіка, тестування програмного забезпечення.*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Abstract.** The work is focused on the main aspects of assessing the level of competence of software testing specialists based on the application of the fuzzy logic apparatus.*

***Keywords:** fuzzy logic, software testing.*

Ретельне опрацювання питань кваліфікації кадрів стала невід'ємною частиною і важливою складовою успіху діяльності кожної компанії.

Проте все частіше сучасними компаніями з розробки програмного забезпечення (ПЗ) доводиться приймати рішення в умовах невизначеності, які можуть привести до непередбачених наслідків і, відповідно, небажаним результатам і збиткам [1].

Своєчасне виявлення, а також адекватна і найбільш точна оцінка компетентності різних працівників таких компаній є однією з нагальних проблем сучасного аналізу.

Для цього доцільним є застосування нечіткої логіки.

Використання, зокрема, теорії нечітких множин дозволяє описувати нечіткі поняття і знання, оперувати цими знаннями і робити нечіткі висновки.

Основою для проведення операції нечіткого логічного висновку є база правил, що містить нечіткі висловлювання у формі "Якщо щось" і функції приналежності для відповідних лінгвістичних термів [2].

Аналіз літературних джерел показав, що рівень компетентності тестувальника ПЗ формується виходячи з соціально-організаційних, професійних і психологічних аспектів.

У свою чергу кожен аспект включає в себе різні якості, найбільш актуальними з яких є:

1. Соціально-організаційні якості (соціальний рівень). Лідерство. Комунікбельність. Стресостійкість. Відповідальність.

2. Професійні якості (професійний рівень). Логіко-аналітичний склад розуму. Технічна цікавість. Креативність і образність мислення.. Самоосвіта.

3. Психологічні якості (психологічний рівень). Емоційність. Воля. Моральність. Мотивація.

На базі виявлених факторів є можливим побудова нечіткої моделі. Лінгвістичні змінні факторів нечіткої моделі аналізу та оцінки соціально-організаційного рівня компетентності (СОПК) тестувальників ПЗ наведено у табл. 1.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

З метою побудови нечіткої моделі для лінгвістичних змінних використовуються терми «Низька», «Середня» та «Висока».

Висновки. Розроблену нечітку модель оцінки компетентності тестувальників ПЗ можна використовувати для врахування взаємодії і взаємозалежності всіх факторів, що впливають на рівень якості виконання виробничих робіт з перевірки якості програмного забезпечення і знизити часові витрати на формалізацію лінгвістичних змінних.

Таблиця 1 – Лінгвістичні змінні факторів СОПК і їх функції приналежності

Назва лінгвістичної змінної	Терми змінної (символьна форма)	Область визначення функції приналежності
Лідерство	Низьке	$Y, 0, 0.25$
	Середнє	$Y, 0.25, 0.65$
	Високе	$Y, 0.55, 1$
Комунікабельність	Низька	$Y, 0, 0.3$
	Середня	$Y, 0.2, 0.65$
	Висока	$Y, 0.5, 1$
Стресостійкість	Низька	$Y, 0, 0.25$
	Середня	$Y, 0.2, 0.65$
	Висока	$Y, 0.6, 1$
Відповідальність	Низька	$Y, 0, 0.28$
	Середня	$Y, 0.25, 0.6$
	Висока	$Y, 0.5, 1$
Соціально-організаційний рівень	Низький	$Y, 0, 0.21$
	Середній	$Y, 0.18, 0.59$
	Високий	$Y, 0.55, 1$

### Література

[1] Насейкіна Л.Ф. Методика формування компетентності в області мережевих інформаційних технологій студентів програмістів в умовах рівня освіти / Л.Ф. Насейкіна // Вісник ОГУ, 2019. – №2. – С. 183–190.

[2] Асаї К. Прикладні нечеткі системи / К.Асаї, Д. Ватала, С. Іван. – В.: Ранок, 2021. – 368 с.

УДК 004.4

**РОЗРОБКА ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ  
ПЕРЕНЕСЕННЯ МІМІКИ НА МАСКУ В  
РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО  
ІНТЕЛЕКТУ**

**О. Павлов<sup>[0000-0022-6722-1274]</sup>, Б. Проданов**

*Одеський національний політехнічний університет, Україна,  
EMAIL: pavlov.o.o@op.edu.ua, prodanov.bogdan@gmail.com*

**DEVELOPMENT AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE  
ALGORITHM FOR TRANSFERRING FACIAL EXPRESSIONS TO  
A MASK IN IN REAL TIME USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

**O. Pavlov, B. Prodanov**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** В цій роботі проведена розробка методу перенесення міміки на маску обличчя в реальному часі. Для цього були описані та пояснені існуючі моделі та нейронні мережі, що використовуються для обробки та генерації зображень, які допомагають в вирішенні поставленої задачі. Були досліджені основні складові цього методу, такі як визначення ключових точок, апроксимація рухів, генерація проміжних кадрів, деталі та математична складова цих етапів.*

***Ключові слова:** анімація зображень, згорткові нейронні мережі, ключові точки.*

***Abstract.** In this work, the method of transferring facial expressions to a face mask in real time has been developed. For this, the existing models and neural networks used for image processing and generation, which help in solving the task, were described and explained. The main components of this method were investigated, such as the determination of key points, the approximation of*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*movements, the generation of intermediate frames, the details and the mathematical component of these stages.*

**Keywords:** *image animation, convolutional neural networks, key points.*

Ця робота присвячена вивченню, розробці моделі переносу міміки на обличчя та використання її для роботи в реальному часі без заготовлених джерел.

Анімація зображень є важливою складовою багатьох галузей, таких як комп'ютерна графіка, відео монтаж, спеціальні ефекти та віртуальна реальність.

Метою цієї роботи є розробка ефективного та гнучкого методу, який дозволяє передавати реалістичні рухи з джерела на цільове зображення в реальному часі.

Однією з основних проблем в анімації зображень є передача руху, зберігаючи при цьому вигляд цільового зображення.

Традиційні методи могли використовувати просте копіювання руху з джерела на ціль, але це призводить до втрати апаратних деталей та реалістичності [1].

Модель, що буде розглядатися призначена для вирішення цієї проблеми, дозволяючи передавати реалістичний рух з джерела на цільове зображення, зберігаючи при цьому його вигляд.

Вона базується на розділенні інформації про рух від інформації про вигляд [2].

Крім цієї проблеми вирішується проблема постійного навчання мережі для анімацій зображення, так як модель, розглянута в цій роботі навчається один раз та може вирішувати свою основну задачу переносу міміки для будь-якого обличчя [3].

Висновки. був розроблений алгоритм для перенесення міміки на маску в реальному часі.

Програма є крос-платформною та може бути запущена та коректно працювати на будь-якій операційній системі.

Модель є гнучким апаратом, що забезпечує збереження деталей та контексту цільового оригінального зображення під час анімації в реальному часі. Це дозволяє зберегти реалістичність передачі рухів.



**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Алгоритм може бути використаний не тільки для передачі міміки на обличчя, а й при певному навчанні, може використовуватися для передачі рухів всього тіла в реальному часі.

Був розроблений простий та зрозумілий інтерфейс, що дозволить легко використовувати його людям попереднього досвіду в галузі глибинного навчання та комп'ютерного зору

### Література

- [1] Wang, T. C., Liu, M. Y., Zhu, J. Y., Tao, A., Kautz, J., & Catanzaro, B. (2018). High-resolution image synthesis and semantic manipulation with conditional gans. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 8798-8807).
- [2] Zhao, Z. Q., Zheng, P., Xu, S. T., & Wu, X. (2019). Object detection with deep learning: A review. IEEE transactions on neural networks and learning systems, 30(11), 3212-3232.
- [3] Liu, M. Y., Breuel, T., & Kautz, J. (2017). Unsupervised image-to-image translation networks. Advances in neural information processing systems, 30. с. 1 – 5.

УДК 004.8

## **РОЗРАХУНОК РИЗИКІВ ПРИ РОЗРОБЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ WEIGHTED RISK ASSESSMENT TA INFLUENCE POINTS ANALYSIS**

**М. Батура, О. Потієнко**

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

## **CALCULATION OF RISKS DURING DEVELOPMENT USING WEIGHTED RISK ASSESSMENT AND INFLUENCE POINTS ANALYSIS**

**M. Batura, Ph.D. O. Potiienko** <sup>[0000-0002-0952-2281]</sup>

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** У роботі наведені алгоритми розрахунку ризиків для проектів, в залежності від кількості завдань та їх пріоритету.*

***Ключові слова:** ризики, ваги ризиків, оцінка важливості, оцінка впливу.*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

***Abstract.** Algorithms for calculating risks for projects are given in the work, depending on the number of tasks and their priority.*

***Keywords:** risks, risk weights, importance assessment, impact assessment.*

Weighted Risk Assessment та Influence Points Analysis алгоритми є інструментами для оцінки ризиків у проектах або прийнятті рішень [1]. Weighted Risk Assessment (Вагова Оцінка Ризиків).

Цей метод заключається в призначенні ваги для кожного ризику у зв'язку з виникненням його важливості та ймовірності [2].

Кроки: Визначення ризиків: ідентифікація ризиків, пов'язаних з розробкою проекту.

Оцінка важливості та визначення ваги: для кожного ризику визначається його вагове значення у віднесенні до впливу на проект. Наприклад, шкала від 1 до 5, де 1 - низька, 5 - дуже важливо. Сортування ризиків: ризики сортуються за вагою від більш важливих до менш важливих.

Планування заходів: планування заходів для зменшення ризиків [3]. Influence Points Analysis (Аналіз Впливових Точок).

Цей метод полягає в ідентифікації "впливових точок" в системі, що має найбільший вплив на результат.

Основна ідея - зосередитися на обмеженій кількості ключових точок замість оцінки всіх ризиків. Кроки:

1. Визначення впливових точок: обирається обмежена кількість завдань або аспектів проекту, які мають найбільший вплив на успішність.

2. Оцінка важливості: оцінюється важливість кожної точки впливу на проект.

3. Оцінка ризиків: для кожної точки впливу визначається ймовірність виникнення ризику і його ваговий коефіцієнт.

4. Планування заходів: планування заходів для зменшення ризиків.

Обидва методи мають свої переваги і недоліки.

Вибір між ними залежить від конкретних потреб проекту, доступних ресурсів та контексту.

### **Література**

[1] Vlek Ch. Rational and personal aspects of risks, Acta Psychologica. – NY.:Wiles, 1980. – 349 p.

- [2] Jones-Lee M.W. Scale and context effects in the valuation of transport safety, Journal of Risk and Uncertainty. – LA.: String Iland, 1995. – 255 p.  
[3] Suddle S. The weighted risk analysis / S. Suddle // Safety Science. – 2009. – Volume 47. – Issue 5. – PP.668-679.

УДК 004.8

### **КОНЦЕПЦІЯ ВИЯВЛЕННЯ СХИЛЬНОСТЕЙ УЧНІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЇХ ПОВЕДІНКОВИХ ПАТЕРНІВ**

**Н. Предеїн<sup>1</sup>[0000-2312-6690-8112], Д. Шибасєв<sup>2</sup>[0000-0242-2669-1923],  
Г. Цирульнікова<sup>2</sup>[0000-1789-9933-1156]**

<sup>1</sup>Національний університет «Одеська політехніка», Україна,

<sup>2</sup>Одеський коледж «Сервер», Україна

EMAIL: nestorrules@gmail.com, denscreamer@gmail.com,  
galynapremeate@gmail.com

### **CONCEPT OF DETECTING STUDENTS' TENDENCIES BASED ON THE ANALYSIS OF THEIR BEHAVIORAL PATTERNS**

**N. Predein, D. Shibaev, G. Tsirulnikova**

<sup>1</sup>Odessa Polytechnic National University, Ukraine

<sup>2</sup>Odesa College "Server", Ukraine

***Анотація.** У роботі описано пропонувану концепцію виявлення схильностей учнів на основі аналізу їх поведінкових патернів.*

***Ключові слова:** аналіз патернів, виявлення знань.*

***Abstract.** The paper describes the proposed concept of identifying students' tendencies based on the analysis of their behavioral patterns.*

***Keywords:** analysis of patterns, discovery of knowledge.*

Нині у світі повсюдно спостерігається активна інформатизація як виробничих, і навчальних процесів [1]. Це зумовлено необхідністю забезпечення віддаленого режиму роботи фахівців та учнів, а також постійним розвитком та вдосконаленням ринку інформаційних технологій (ІТ) та систем, чільне місце в якому займають веб-додатки.

З метою забезпечення максимального ступеня гнучкості у виборі необхідного користувачам функціоналу з'явилася та отримала

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

активний розвиток модель використання методів та засобів інтелектуального аналізу даних (ІАД) для оцінки здібностей та схильностей учнів до матеріалів та тематик навчання [2]. Пропонований концепт ґрунтується на методиці застосування моделей машинного навчання (МН) для оцінки типу інформаційного метаболізму (ТІМу), який навчається шляхом проведення процесів збору та аналізу текстових постів користувачів соціальної мережі з подальшим визначенням їх соціонічного типу. Соціонічний підхід [3] полягає у визначенні типології особистості в цілісній системі, що описує індивідуальні якості та особливості людини, з яких складаються 16 типів особистості. Ключовими етапами пропонованого підходу з формування концепції є:

1. Оцінка ТІМу учня за його текстовими постами.

2. Оцінка схильності учня до категорії майбутньої професійної діяльності.

Перший етап включає наступні завдання:

1. Збір та формування структури даних користувальницьких постів.

2. Передобробка сформованого набору даних.

3. Нормалізація даних подачі на вхід моделям МО.

4. Оцінка точності класифікації.

На основі опублікованих текстових постів учнів проводиться їхній парсинг і передобробка з метою формування структурованого набору даних. Після цього проводиться очищення даних, видалення та фільтрація не значущих символів та інші допоміжні операційні дії для створення очищеного масиву даних постів та міток. На базі отриманих результатів виконується нормалізація даних шляхом проведення процедур векторизації, оцінки важливості слів у контексті текстових постів, нормалізовані дані подаються на вхід до моделей МО з подальшим проведенням оцінки їх точності

Висновки. Пропонований підхід є доцільним для формування процесів обробки та аналізу даних з виявлення схильностей майбутніх фахівців в області професійної дійсності згідно до їх функціональних можливостей та типу інформаційного метаболізму.

#### **Література**

[1] Біктимірів М.Р. Тенденції розвитку технологій обробки великих даних та інструментарію зберігання різноформатних даних та аналітики // Digital Libraries Journal. - 2016. - № 5. - Т.19. - С.390-406.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

[2] Кметь Є. Б. Виділення поведінкових категорій користувачів соціальних мереж як основа розробки контентної стратегії / Практичний маркетинг. - №7 (221), 2021. - С.9-15.

[3] Аналіз соціальних мереж – Social media minin [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://wiki5.ru/wiki/Social\\_media\\_mining](https://wiki5.ru/wiki/Social_media_mining)

УДК 004.4

**АВТОМАТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ  
ВИКОРИСТОВУЮЧИ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ**

**К. Чебан, Ph.D. С. Косенко, Ph.D. М. Рудніченко**

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

*EMAIL:10514903@stud.op.edu.ua*

**AUTOMATIC DETECTION OF OBJECTS IN IMAGES USING  
NEURAL NETWORKS**

**K. Cheban, Ph.D. S. Kosenko, Ph.D. M. Rudnichenko**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** У роботі наведено алгоритм аналізу зображень та визначення певних об'єктів на ньому використовуючи нейронну мережу.*

***Ключові слова:** аналіз зображень, математичні алгоритми, пошук об'єктів, нейронна мережа, ЗНМ, ШНМ*

***Abstract.** Algorithm for analyzing images and identifying certain objects on them using a neural network.*

***Keywords:** image analysis, mathematical algorithms, object search, neural network, CNN, ANN*

Аналіз зображень за допомогою нейронних мереж є однією з найпоширеніших та потужних застосовуваних областей машинного навчання.

Перевага цього підходу полягає в тому, що нейронні мережі вміють автоматично виявляти властивості та ознаки на зображеннях, що їх робить ефективними у розпізнаванні об'єктів, класифікації зображень, сегментації, генерації контенту та багатьох інших завдань[1].

Розробка такої мережі потребує деяких знань математики, так як вона є важливим аспектом машинного навчання. Розуміючи основні

математичні концепції, що лежать в основі роботи нейронних мереж, а також взаємодії мереж зі зображеннями можна починати виявлення особливостей розробки.

Нижче наведено деякі специфічні особливості аналізу зображень за допомогою нейронних мереж, які було виявлено в результаті аналізу цієї області:

- Згорткові шари для виявлення ознак: згорткові нейронні мережі (CNN) є основною архітектурою для обробки зображень. Вони використовують спеціальні шари, які пропускають зображення через фільтри (ядра), що допомагають виявити різні геометричні ознаки, такі як ребра, кути, текстури тощо.

- Ієрархічність виявлення ознак: У CNN кожен наступний шар може аналізувати більш абстрактні та складні ознаки на підставі виявлених попередніми шарами[2].

Наприклад, перші шари можуть виявляти краї та кольори, а наступні - форми об'єктів.

- Аугментація даних: Для підвищення роботоспроможності моделі можна застосовувати аугментацію даних.

Це означає застосування невеликих змін до зображень у процесі навчання, таких як зсуви, обертання, зміна контрастності тощо. Це допомагає моделі вчитися розпізнавати об'єкти в різних умовах.

- Перенос вивчених ознак: Моделі, навчені на великих наборах даних (наприклад, ImageNet), можуть виявляти загальні ознаки, які корисні для інших задач[3]. Таким чином, вивчені ознаки можуть бути перенесені на нові задачі, навіть якщо доступні обмежені дані.

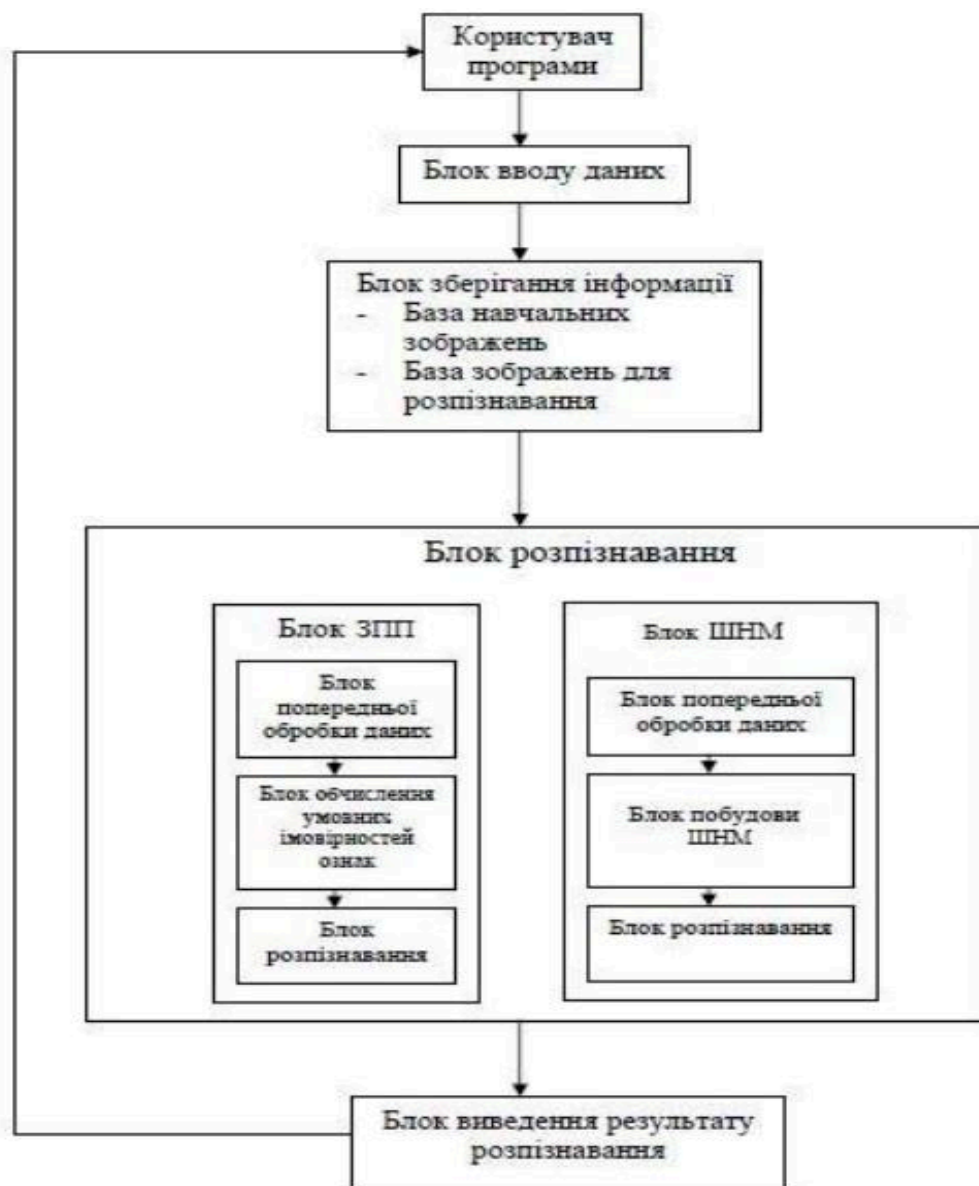
- Семантична сегментація: Деякі мережі можуть виконувати семантичну сегментацію, де кожен піксель на зображенні призначається певному класу об'єкту.

Це корисно для аналізу зображень з точнішою локалізацією об'єктів.

На базі наведеної вище інформації було сформовано базовий архітектуру системи для розпізнання певних об'єктів на зображенні. Розглядається саме виявлення тексту на зображенні так як це робить продукт img2txt для прикладу. Система не є складною та гнучкою, хоча алгоритм (рис. 1) може підійти і під такі рішення, в залежності від потреб та запитів.

Висновки. Наведена система може бути застосована для автоматизації визначення певних об'єктів на зображеннях для

подальшого їх аналізу та використання у різного роду додатках. Наприклад, використання даної системи може значно розширити функціонал додатків з ведення фінансової історії користувача, додавши можливість сканування фізичних чеків, адже рідко банки або інші структури дають доступ до історії транзакцій користувачів



*Рисунок 1. Архітектура системи пошуку певних об'єктів на зображенні. ШНМ – штучна нейронна мережа*

**Література**

- [1] What Is Machine Learning?. Machine Learning. Indianapolis, IN, USA, 2015. P. 01—16.
- [2] Chen P., Elangovan V. Object Sorting using Faster R-CNN. International Journal of Artificial Intelligence & Applications. – 2020. – №11. – PP. 27—36.
- [3] Russakovsky O. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge / O. Russakovsky // International Journal of Computer Vision. – 2015. – №115. – PP. 211—252.

УДК 004.4

**ОРГАНІЗАЦІЯ ГОЛОСОВОГО ІНТЕРФЕЙСУ У  
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

**С. Тіщенко, Ph.D. М. Рудниченко**<sup>[0000-0002-7343-8076]</sup>

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

*EMAIL: s5187565@gmail.com, nickolay.rud@gmail.com*

**ORGANIZATION OF THE VOICE INTERFACE IN THE  
INFORMATION SYSTEMS**

**S. Tishchenko, Ph.D. M. Rudnichenko**

*Odessa Polytechnic National University, Ukraine*

***Анотація.** У роботі наведено базові принципи організації голосового інтерфейсу у інформаційній системі, описано алгоритм побудови такого інтерфейсу та деякі ключові особливості процесу.*

***Ключові слова:** голосовий інтерфейс, алгоритм побудови.*

***Abstract.** The paper presents the basic principles of organizing a voice interface in an information system, describes the algorithm for building such interface and describes some key features of the process.*

***Keywords:** voice interface, building algorithm.*

Проблема додавання голосового інтерфейсу для управління програмами вимагає комплексного підходу та глибокого розуміння принципів побудови та роботи штучного інтелекту взагалі та таких



його елементів, як моделі для перетворення голосу людини у текст власне.

Також для точності роботи складних систем з подібним інтерфейсом необхідно використати додаткові моделі та методи для співставлення дій, що вимагає реалізувати користувач з функціоналом програми.

Алгоритм роботи AI моделі для розпізнавання та трансформації людської мови у текст є складним багаторівневим процесом, який можна умовно описати трьома кроками.

Спершу виконується аудіообробка. На цьому етапі аудіозапис мови обробляється за допомогою набору інструментів, як-то заглушення шуму та усунення відлуння.

Таким чином покращується якість аудіозапису, що підвищує рівень зрозумілості тексту для моделі.

Наступним кроком виконується розпізнавання мови.

На цьому етапі модель використовує задані алгоритми для виділення з попередньо наданого аудіозапису окремих слів. На останньому етапі проводиться синтез тексту.

Таким чином, на основі знань про лексику та граматику модель синтезу тексту формує з визначених слів повноцінне змістовне повідомлення [1].

Такі моделі розпізнавання тексту є швидкими, точними та легкими у використанні для широкого кола споживачів.

Ці моделі можуть бути задіяні у системах розпізнавання голосу, для перекладу та створення субтитрів, у голосових помічниках тощо. Алгоритм розробки функціоналу голосового інтерфейсу можна умовно розділити на п'ять етапів.

На першому етапі складається повний список функцій, що будуть виконуватись, та визначається одна або декілька команд, яким буде відповідати заданий функціонал.

На другому етапі підключається вище описана модель розпізнавання мови. Деякі джерела рекомендують використовувати вже існуючі бібліотеки, такі як Google AI Speech-to-Text, Amazon Transcribe, iFlytek Speech API, Sensory Cloud Speech-to-Text, VoiceBase Speech-to-Text тощо.

Також у цьому випадку необхідно приділити увагу особливостям бібліотек, щоб вони мали достатній рівень точності у роботі з тими мовами, які цікавлять розробника [2].

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

Так, наприклад, англійська мова завжди має високі показники, оскільки є однією з мов міжнародного спілкування та найвикористовуванішою серед розробників.

А от слов'янські мови, як-то українська чи польська, можуть мати значні прогалини, особливо у граматичному та пунктуаційному питаннях. Наприклад, модель від Google не коректно визначає навіть кінець одного речення і перехід до іншого для української мови та не має такої проблеми при тестуванні англійської.

Третій етап вимагає додавання алгоритмів машинного навчання для співставлення функціоналу з командами користувача. На цьому етапі використовуються моделі класифікації та нейромережі.

Наприклад, наївний байєсівський класифікатор простий у реалізації та ефективний, але чутливий до шуму; метод опорних векторів ефективний для розподілення, але чутливий до вибору гіперпараметрів; нейромережі показали себе якісними при роботі з мовою, але можуть бути ресурсно затяжкими для деяких пристроїв [3].

Четвертий та п'ятий етапи складаються з реалізації виконання дії за командою та тестування й покращення отриманого коду відповідно.

Для отримання кращого результату рекомендовано зробити команди максимально лаконічними, уникати діалектизмів та жаргонізмів, проводити навчання та тестування з використанням різних голосів та акцентів.

**Висновки.** Процес організації голосового інтерфейсу у інформаційній системі є складною та багат шаровою роботою, що потребує врахування значної кількості деталей.

В першу чергу вимагається чітка постановка задачі та підбір оптимальних інструментів для виконання завдання. Схема, описана вище, є фундаментом для побудови такого інтерфейсу у будь-якій інформаційній системі.

### **Література**

- [1] Abdel-Hamid M. Survey of Recent Advances in Speech Recognition / M. Abdel-Hamid, J. R. Hershey, T. He, S. M. Khudanpur // IEEE Signal Processing Magazine. – 2020. – №6. – PP.44-51.
- [2] Zhang H. Speech recognition from scratch with deep learning: A survey / H. Zhang, R. Zhang, W. Liu, Y. Tian, B. Zhang // IEEE Signal Processing Magazine. – 2020. – PP. 344-349.

[3] Verma A. A novel approach for natural language understanding in voice assistants / A. Verma, A. Gupta, A. Kumar // IEEE Access. – 2023. – PP.767-790.

UDC 519.854

**CALCULATION OF THE STRESS-STRAIN STATES OF  
ELASTOMER-BASED MATERIALS USING THE MOMENT  
DIAGRAM OF FINITE ELEMENTS**

**V. Lavrik**<sup>[0000-0002-6448-2470]</sup>

*Berdyansk State Pedagogical University, Ukraine*

**РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ  
МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЕЛАСТОМЕРІВ ЗА ДІАГРАМОЮ  
МОМЕНТІВ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

В. Лаврик

*Бердянський державний педагогічний університет, Україна*

**Abstract.** *Currently, elastomer-based and composite materials are widely used in mechanical engineering and construction. Numerical modelling of their stress-strain state is associated with certain computational problems, e.g., the "false shear effect", which occurs due to false shear deformations. Due to the complexity of elastomer mechanics problems, it becomes necessary to choose the optimal calculation scheme based on specific methods of computational mathematics. Unfortunately, in the present stage of the research, it is not always possible to speak about the optimality of the computation scheme, which forces researchers to build different calculation algorithms and compare their advantages and disadvantages. The purpose of this article is to show a mathematical model that solves the problems listed above. During the development, a modification of the finite element method, the so-called finite element moment scheme, was applied for weakly compressible materials. The developed models and algorithms were implemented as a software module, and their effectiveness was proved in the case study with the VR-201 vibration isolator.*

**Keywords.** *Stress-strain state, moment diagram of finite elements, finite element method.*

**Abstract.** *Currently, elastomer-based and composite materials are widely used in mechanical engineering and construction. Numerical modelling of their stress-strain state is associated with certain computational problems, e.g., the "false shear effect", which occurs due to false shear deformations. Due to the complexity of elastomer mechanics problems, it becomes necessary to choose the optimal calculation scheme*

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

*based on specific methods of computational mathematics. Unfortunately, in the present stage of the research, it is not always possible to speak about the optimality of the computation scheme, which forces researchers to build different calculation algorithms and compare their advantages and disadvantages. The purpose of this article is to show a mathematical model that solves the problems listed above. During the development, a modification of the finite element method, the so-called finite element moment scheme, was applied for weakly compressible materials. The developed models and algorithms were implemented as a software module, and their effectiveness was proved in the case study with the VR-201 vibration isolator.*

**Keywords.** *Stress-strain state, moment diagram of finite elements, finite element method.*

Rubber and rubber-like materials, called elastomers, are widely used in various industries and engineering. In connection with their widespread use in the economy, there is a need for the design of structures based on their basis. Numerous examples of the use of thin-layer rubber-metal elements in technology are presented in the article [1], as well as in [2,3]. Mostly, a structure of a modern material consists of various components. At the same time, elastomeric parts are subject to significant loads. Therefore, there is a need to study their stiffness, strength, and heat generation at different types of deformation.

The implementation of common numerical methods to take into account the above features of elastomers requires improvements to existing calculation schemes and the development of new effective numerical methods and algorithms. In the mechanics of elastomers, there are certain classes of problems in which significant complexities arise in the vicinity of the value of Poisson's ratio, which leads to the degeneracy of the matrix of the system of equations [4,5].

This work is devoted to the derivation of ratios for the calculation of the stiffness matrix of the tetrahedral FE using the Lagrange variation principle in the neighbourhood of Poisson's ratio, which goes up to 0.5. The accuracy and expediency of this model were verified in the example of the study of the VR-201 deflection of the rubber vibration isolator.

### **References**

- [1] Bolshakov, V.I., Asymptotic methods of calculation of composite materials with consideration of internal structure. Dnipropetrovsk, "Thresholds", 2008, 196 p.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

- [2] Fatmir Azemi, Xhemajl Mehmeti, Bekim Maloku. The Importance of CAD/CAE systems in the development of product design and Process of Optimization. University for Business and Technology International Conference. 27.10.2018. DOI : 10.33107/ubt-ic.2018.344
- [3] Gabriela Fernandes da Fonseca, Guilherme Schmitt de Andrade, Amanda Maria de Oliveira Dal Piva, Joo Paulo Mendes Tribst, Alexandre Luiz Souto Borges. Computer-aided design finite element modeling of different approaches to rehabilitate endodontically treated teeth. J Indian Prosthodont Soc. 2018 Oct-Dec; 18(4): 329-335. doi: 10.4103/jips.jips\_168\_18
- [4] Kirichevsky V. V., Sakharov O. S. Nonlinear deformation problems of thermomechanics of structures made of weakly compressible elastomers, Kyiv, Buddvelnyk, 1992.
- [5] Lavrik V. V., Application of the finite element moment scheme to solve problems of mechanics of elastomers. Bionics of intelligence, Kharkiv, Khnure, (1) (2015) 96-100.

**Materials of the XI International Scientific Conference  
«Information-Management Systems and Technologies»  
21th – 23th September, 2023, Odessa**

---

ДЛЯ ПОДАТОК

Наукове видання

**ІНФОРМАЦІЙНІ УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ І  
ТЕХНОЛОГІЇ  
(ІУСТ ОДЕСА - 2023)**

Матеріали

XI Міжнародної науково-практичної конференції

21–23 вересня 2023 р. Одеса

Відповідальний редактор  
В. В. Вичужанін

Підписано до друку 08.09.2023  
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 14,46  
Тираж 100 пр. Замовлення № И23-09-...

НУ «ОМА», центр «Видавінформ»  
65052, м. Одеса, Дідріхсона, 8, корп. 7  
Свідоцтво ДК № 1292 від 20.03.2003  
e-mail: [publish@onma.edu.ua](mailto:publish@onma.edu.ua)  
Телефони: +38 (048) 793-24-50  
+38 (048) 793-24-51