

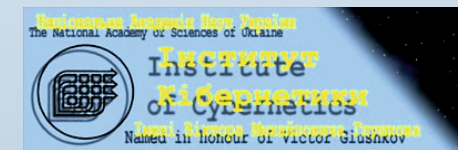
INTELLECTUAL SYSTEMS FOR DECISION MAKING  
AND PROBLEMS OF COMPUTATIONAL INTELLIGENCE

Матеріали міжнародної наукової конференції  
Материалы международной научной конференции  
Conference proceedings

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА  
ПРОБЛЕМИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И  
ПРОБЛЕМЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

INTELLECTUAL SYSTEMS FOR DECISION MAKING AND  
PROBLEMS OF COMPUTATIONAL INTELLIGENCE



Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем  
ІТЦ МІЖНАРОДНИЙ ЦЕНТР НАН ТА МОН УКРАЇНИ

ISBN 978-617-7573-17-2



9 786177 573172



May 21-27 2018  
Zaliznyi Port, Ukraine

21-27 мая 2018  
Железный Порт, Украина

21-27 травня 2018  
Залізний Порт, Україна

**International Conference**

**INTELLECTUAL SYSTEMS  
FOR DECISION MAKING AND PROBLEMS  
OF COMPUTATIONAL INTELLIGENCE**

**ISDMCI'2018**

**Conference proceedings**

**Analysis and modeling of complex systems and processes**

**Theoretical and applied aspects of decision-making systems**

**Computational intelligence and inductive modeling**

**Zaliznyj Port – 2018**

**THE CONFERENCE ORGANIZERS:**

**Kherson National Technical University  
IT Step University  
Lublin University of Technology  
Black Sea Scientific Research Society  
State Ecological Academy of Postgraduate Education and Natural Resources  
Management of Ukraine  
Vinnytsia National Technical University**

**CO-ORGANIZERS OF THE CONFERENCE:**

**Ministry of Education and Science of Ukraine  
Southern Scientific Center of NAS of Ukraine and the MES of Ukraine  
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine  
Kharkiv National University of Radio Electronics  
National Metallurgical Academy of Ukraine (Dnepropetrovsk)  
Lviv Polytechnic National University  
Uzhhorod National University  
University of Zilina (Slovakia)  
National Aviation University (Kyiv)  
Public Academy of Sciences (Lodz, Poland)  
Lodz University of Technology (Poland)  
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems  
of the NAS of Ukraine and MES of Ukraine (Kyiv)  
Petro Mohyla Black Sea State University (Mykolaiv)  
Lviv State University of Life Safety  
Odesa National Polytechnic University  
2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing  
Game & Design club  
It Beans: student community**

**INTELLECTUAL SYSTEMS FOR DECISION MAKING AND  
PROBLEMS OF COMPUTATIONAL INTELLIGENCE**

**ISDMCI'2018**

**International Conference**

Intellectual Systems for Decision Making and Problems of Computational Intelligence:  
Conference Proceedings.– Kherson: PP Vyshemirsky V. S., 2018. – 322 pp.

ISBN 978-617-7573-17-2

**Международная научная конференция**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ПРОБЛЕМЫ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**ISDMCI'2018**

**Сборник научных трудов**

**Анализ и моделирование сложных систем и процессов**

**Теоретические и прикладные аспекты  
систем принятия решений**

**Вычислительный интеллект и индуктивное моделирование**

**Железный Порт – 2018**

## **ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:**

Херсонский национальный технический университет  
Высшее учебное заведение «IT Step University»  
Люблинская политехника

Причерноморское научно-исследовательское общество  
Государственная экологическая академия последипломного образования и  
управления Минприроды Украины  
Винницкий национальный технический университет

## **СООРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:**

Министерство образования и науки Украины  
Южный научный центр НАН Украины и МОН Украины  
Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
Национальная металлургическая академия Украины (г. Днепропетровск)  
Национальный университет «Львовская политехника»  
Ужгородский национальный университет  
Жилинский университет (Словакия)  
Национальный авиационный университет (г. Киев)  
Общественная Академия Наук (Лодзь, Польша)  
Лодзинский технический университет (Польша)  
Национальный технический университет «КПИ» им. Игоря Сикорского (г. Киев)  
Международный научно-учебный центр  
информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины (г. Киев)  
Черноморский национальный университет им. Петра Могилы (г. Николаев)  
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности  
Одесский национальный политехнический университет  
2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing  
Game & Design club  
It Beans: student community

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ПРОБЛЕМЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**ISDMCI'2018**

### **Международная научная конференция**

Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. – Херсон: Видавництво ФЛП Вишемирський В.С., 2018. – 322 с.

ISBN 978-617-7573-17-2

**Міжнародна наукова конференція**

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ  
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ПРОБЛЕМИ  
ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

**ISDMCI'2018**

**Збірка наукових праць**

**Аналіз та моделювання складних систем і процесів  
Теоретичні і прикладні аспекти систем прийняття рішень  
Обчислювальний інтелект та індуктивне моделювання**

**Херсон  
ФОП Вишемирський В.С.  
2018**

**ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:**

Херсонський національний технічний університет  
Вищий навчальний заклад "IT Step University"  
Люблінська Політехніка  
Причорноморське науково-дослідне товариство  
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
Мінприроди України  
Вінницький національний технічний університет

**СПІВОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:**

Міністерство освіти і науки України  
Південний науковий центр НАН України і МОН України  
Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
Національна металургійна академія України (м.Дніпропетровськ)  
Львівський національний університет «Львівська політехніка»  
Ужгородський національний університет  
Жилінський університет (Словаччина)  
Національний авіаційний університет (м.Київ)  
Суспільна академія наук  
Лодзинський технічний університет (Польща)  
Національний технічний університет «КПІ» ім. Ігоря Сікорського (м.Київ)  
Міжнародний науково-навчальний центр  
інформаційних технологій і систем НАН України та МОН України (м.Київ)  
Чорноморський національний університет ім. Петра Могили (м.Миколаїв)  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
Одеський національний політехнічний університет  
2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing  
Game & Design club  
It Beans: student community

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ І  
ПРОБЛЕМИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

**ISDMCI'2018**

**Міжнародна наукова конференція**

**І 73** Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту:  
Матеріали міжнародної наукової конференції. – Херсон: Видавництво  
ФОП Вишемирський В. С., 2018. – 322 с.

**ISBN 978-617-7573-17-2**

У збірнику представлені матеріали наукової конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту», яка відбулася у с. Залізний Порт 21-27 травня 2018 р. та була присвячена актуальним питанням сучасних методів прийняття рішень та інформаційних технологій.

Матеріали збірки розраховані на викладачів та студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств

**УДК 004.89**

## СЕКЦІЯ „АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ”

REAL-TIME PROCESS MONITORING PLATFORM BASED ON STREAMING  
PROCESS DISCOVERY TECHNIQUES

Anatoliy Batyuk

*Ph.D, Associate professor at Dept. of Automated Control Systems  
Institute of Computer Science and Information Technologies Lviv Polytechnic National University  
28a Bandera str., Building 5, Room 801, Lviv, 79000, Ukraine, abatyuk@gmail.com*

Volodymyr Voityshyn

*Postgraduate student at Dept. of Automated Control Systems  
Institute of Computer Science and Information Technologies Lviv Polytechnic National University  
28a Bandera str., Building 5, Room 801, Lviv, 79000, Ukraine, voytyshyn@gmail.com*

The events which happen in a corporate IT system are not be themselves but belong to wide variety of processes from complex business workflows that involve many people to low-level technical sequences of actions that are executed within enterprise middleware. Traditionally data science algorithms and business intelligence solutions do not consider workflow nature of processed data. Processes mining [1] is a research discipline and technological area that applies data science algorithms to so-called digital footprints left by processes executions.

Current paper is devoted to the designed and implemented by the authors real-time process monitoring software platform. The purpose of the platform is to provide near real-time process discovery capabilities applied the received event data stream. The platform is designed in the way that it can be integrated into an enterprise IT system and listen for the interesting events.

From the technical architecture perspective, the platform consists of three parts (Fig. 1): (a) data processing layer, (b) microservices, and (c) frontend. The first part is the core of the system. It is designed using the lambda architecture pattern [2]. The responsibilities of this part are to receive event data via a message queue, persist the received data in a time series database, and execute online and offline process mining techniques. The algorithms part is based on an adaptation of the Heuristic Miner [3]. The frontend part is accountable for interactions with the end users. It visualizes control flows for the monitored processes in near real-time mode. The purpose of microservices is to server the frontend part connecting it with the data processing layer. The primary technology stack of server-side components is Java 10. In turns, the frontend is based on HTML5 and Angular. More details about the solution architecture design is provided in [4].

The represented platform is a pluggable solution which supplies basic real-time processes monitoring features employing process mining algorithms. After integration into a corporate IT system the platform can be further extended with required functions (e.g. data mining techniques, visualizations etc.). It is worth to notice that the current version of the platform targets “small data” tasks because this is the most common case in practice; however, the solution can be redesigned into a big data system without reimplementation of the process mining algorithms.

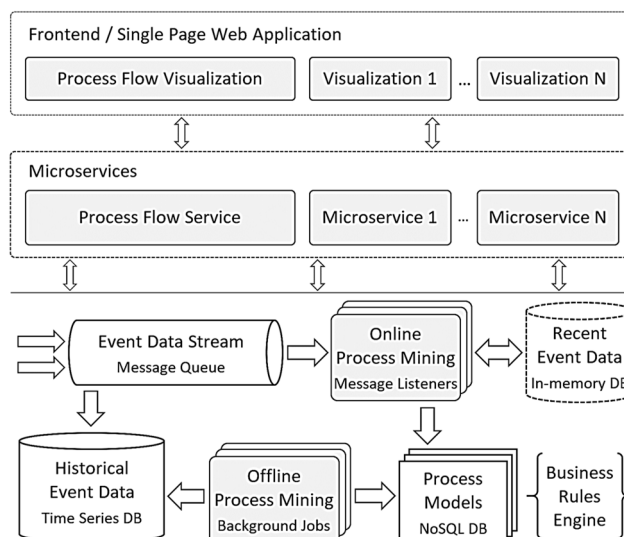


Fig. 1. Components model of the platform

## REFERENCES

1. W.M.P. van der Aalst, et al., "Process mining manifesto," in Business Process Management Workshops. BPM 2011 International Workshops. Lecture Notes in Business Information Processing, Clermont-Ferrand, France, 2011, vol. 99, pp. 169-194.
2. "Lambda Architecture", [Online]. Available: <http://lambda-architecture.net/>. [Accessed: 25 Mar 2018].



3. A. Batyuk and V. Voityshyn, "Streaming Process Discovery for Lambda Architecture-based Process Monitoring Platform," in 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2018, unpublished.
4. A. Batyuk and V. Voityshyn, "Software Architecture Design of the Real-Time Processes Monitoring Platform," in 2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP), Lviv, Ukraine, 2018, unpublished.

## INVESTIGATION OF STRUCTURAL MODELS OF THE CONTROL SYSTEM OF A GROUP OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

**Maksym Korobchynskyi<sup>1</sup>, Oleksandr Mishkov<sup>2</sup>**

*Military-Diplomatic Academy named after Eugene Bereznyak, Kiev, Ukraine*

<sup>1</sup>maks\_kor@ukr.net; <sup>2</sup>alex\_1369@ukr.net

**Introduction.** The structural models allow describing properties of the objects of any type (for example, unmanned aerial vehicles). Based on the understanding of the structure of these objects, one can get an idea about it and separate the required parameters. In this case, they represent the following: integral characteristic, which integrates the whole object to the maximum extent; a parameter, which describes the spatial or time representation of the object; and the functioning process of an object taken as a whole. Depending on the characteristics of the object, a description of its structure can be introduced in different forms.

**Problem analysis.** The organization of an information system, in which one component is a moving object (RO), having features, namely: spatial distribution of its components; mobility of individual system elements in space and in the process of its functioning; the existence of critical parameters, which have their own specific interpretation, directly linked to the entire system functioning process.

Spatial distribution is determined by the necessity to create an object structure, which would bring spatially distributed components together in one system. This feature is shown in physical objects, having complex structure. In this case, a graphic display of the corresponding structure is used in the form of classic graphs. Thus, the minimum information load of such interpretation structure includes nodes of a graph  $e_i \in E$ , which identify the uniting elements and links between the nodes  $v_{ij} \in V$ , which identify the existence of the link between the individual elements  $e_i$  and  $e_j$ .

Maximum information load of such interpretation structure lies in the fact that the links orientation is added to a minimum load in the form of arrows between the nodes, which is technically described as  $e_i \rightarrow e_j$ , and the introduction of a link weight concept, which by some means or other determines the significance of a certain link, which is written as following: as  $v_{ij}(u_i)$  where  $u_i$  is the link weight  $v_{ij}$  between  $e_i$  and  $e_j$  nodes [1,2]. Such means are largely used for statistic structures, therewith the structure is considered statistic in terms of stiffness of physical cross-linking between the individual elements. This means that the directed lines, connecting individual components of the object, are characterized by weights, the amount of which is defined on bounded intervals, and physics of corresponding system functioning determines the possibility of changes in relevant intervals. For example, if there is a number of power objects, which are spatially distributed and are not mobile within the space of such distribution, the links between them, for instance, in form of electrical lines, are described by the structure graphic elements, which are the edges of graph  $u_{ij}$ , whereas a relevant line length is used as an edge weight. In this case, the line length  $u_i$  is defined within a closed interval, where the lower limit corresponds to the minimum distance and the upper limit corresponds to the maximum distance between stations.

Function expansion of structural models, which consists in expanding the functional interpretation of nodes, in general can be introduced by Petri net [3]. It provides an analysis of the interaction of separate information flows, which in their interpretation are narrowed down to their designation in the form of signals. This interaction lies in synchronization of signals, which enter the node from different edges  $v_{ik}$  and  $v_{jk}$ , which are included into the node  $e_k$  and may come out from the node  $e_k$  through the edges  $v_{kg}$ ; signal delay in the node  $e_i$  for some time  $\tau_i$ , before such signal can come out from the node  $e_i$  through the edge  $v_{ij}$ ; performing logical

operations in the node  $e_i$ , which in realization of conjunction & or disjunction  $V$  of two or more signals, which enter the node  $e_i$ . Moreover, the logical interpretation of signals can be determined by their absence or presence in the relevant nodes of Petri graph.

The expansion of the possibilities of graph means through their complication does not seem correct, since in this case the appropriate means stop corresponding to the core of structural means, which primarily provides simplicity and display of an object as a single set of different components.

In the case of distributed dynamic system, which is the information management system  $RO$ , which will be denoted as IUS, in order to introduce general structural descriptions, one must use at least those parameters, reflecting the spatial and time dependencies between the key components or parameters, which identify them at the required high level.

Considering that in dynamic system we talk about the time interdependencies, thus time parameter can be taken as integral parameter, each value of which identifies a specific condition of individual components, which, in general, exist within the system and define it. The parameters, describing changes, which occur in the system, can illustrate examples of such parameters. Furthermore, since the dynamic characteristic of the system is linked to the changes within it, then the following integral parameters, except the time, can be other unspecified parameters, identifying the relevant changes within the system. Such parameters can be exemplified by parameters, describing changes of spatial coordinates, which determine the location of object individual components and other parameters related to it.

The classic method for describing time or dynamic dependencies lies in the use of graphs in the form of certain net. In order to describe some dynamic system structure, it is necessary to resolve a task of graph structure or net structure synthesis.

Classic oriented loaded graph is formally described by the following formula:  $G = F[f(V, E), U]$  (1), where  $f(V, E)$  describes edges orientation, which is given by the sequence of two nodes, assigned to one edge and is described by the formula:  $f(v_i) = (e_{ij}, e_{km})$ .

Often a functional relation  $f(V, E)$  is depicted in an explicit form as a description of some multitudes of node pairs:  $f(V, E) = \{v_1(e_{1,1}, e_{1,2}), \dots, v_n(e_{n,1}, e_{n,2})\}$ .

This functional relation can be depicted in the form of one or some multitudes of simply ordered set, defined on the structure of  $G$  graph, in which common edges are absent. That can be written as a formula:  $f(V, E) = \{\omega_1[v_{11}(e_{1,1}, e_{1,2}), \dots, v_{1n}(e_{n,1}, e_{n,2})], \dots, \omega_n[v_{n1}(e_{1,1}, e_{1,2}), \dots, v_{nm}(e_{n,1}, e_{n,2})]\}$  (2), where  $\omega_i[v_{i1}(e_{i,1}, e_{i,2}), \dots, v_{i+j}(e_{(i+j),1}, e_{(i+j),2})]$  is a separate simply ordered set, which exists within the structure of  $G$  graph. If the condition of the absence of common edges in simply ordered sets is met, the formula (2) can be written as follows:

$$f(V, E) = \forall \omega_i \forall v_{ij} \neg \exists v_{ij} \{ \omega_1[v_{11}(e_{1,1}, e_{1,2}), \dots, v_{1n}(e_{n,1}, e_{n,2})], \dots, \omega_n[v_{n1}(e_{1,1}, e_{1,2}), \dots, v_{nm}(e_{n,1}, e_{n,2})] \}.$$

In order to describe time dependencies in a system, as already mentioned, the nets [4] are used in the form of graph structures. A particular feature of such graphs is their time ordering. Formally, the graphs, reflecting the nets, are described by the following formula and are called nets:  $D = \Phi(G, T)$  (3), where  $G$  is a graph with formula (1), and  $T$  is parameter, according to which method of ordering, defined by a multitude  $f(V, E)$ , is realised. Such ordering is defined on the level of edges and is formally written as a following formula:  $D = \Phi\{F[f(V, E), U(T)]\}$  (4), where  $U(T)$  is functional relation, which defines the ordering in  $G$  graph. If the ordering is considered as synchronization of events, which create the process of object functioning, the structural model (4) degenerates into a Petri graph. Within the considered IUS, the ordering is understood in the broader sense of the term. For example, let us assume that time, which value is measured according to some functional relation  $y = \varphi(t)$ , which in order to simplify the model can be linear function, or  $y = at + b$ , is chosen as the  $T$  parameter. A synchronization of the functioning process is an example of a situation, where the functional parameter, which determines the fact of one specific event or a chain of events, is used as the  $T$  parameter. In this case, the ordering in the dynamic structure of the object is determined by the identification of occurrence of events and logical analysis, defining the conditions of system transition to the next state. In this case, the functioning process within the structural model is described as a time-varying function with the ordinary moment  $t_0$ , which

corresponds to the beginning of functioning process and the finishing moment  $t_n$ , corresponding to the completion of functioning process or the completion of the separate cycle of functioning process.

Implicitly the dynamic structural model is described by the formula (4). In order to be able to introduce this model explicitly or in another constructive form, we shall consider several features of *IUS* system. Since the structural model is most common, compared to the models of individual components, it should reflect all the requirements, imposed to the *IUS* system in general. It must be noted that the reflection and provision of functioning dynamics to reduce to synchronization processes are not sufficient for the following reasons: the synchronization process makes it possible to continue the functioning only if all required events have occurred in the system till the specified moment; a key parameter of the synchronization process is time parameter, which represents the moment in which the object fluidity is tested when it comes to the functioning process in real-time mode; mainly the task of fluid value of time in the form of linear function corresponds to the most common interpretation of this parameter, which does not depend on the characteristics of the object of management.

In the case of *RO* management system of the UAV type, *IUS* functioning must continue irrespective of whether all identified events are carried out in the system or not. This means that *IUS* functioning process of UAV must be divided and shall continue by some means or other depending on its fluidity. In order to arrange this, the possibility to change the key fluid parameter of dynamics control to another parameter has to be foreseen. For example, the time parameter is replaced by liveness parameter, or another parameter, which is determined based on the analysis of *IUS* fluidity. If it is impossible to select the dynamic parameter in the functioning process, in order to replace the fluid parameter, a modification of task objective is done; the task is further resolved in such a manner, which makes it possible to determine the new dynamic parameter. As a part of this approach, it is vital to solve the task of synthesis of the static component of the  $G$  structural model with a dynamic component of the structural model, which will enable to get a synthesized dynamic structural model  $D$ . As mentioned above, the static structural model is described by the direct marked graph:  $G = F[f(V, E), U]$ ,

where  $U$  is a multitude of graph labeling, which can lie in the nodes or edges labeling. The functioning process can be introduced in the following ways.

It is possible to draw a maximal graph, describing all possible situations, which may occur in the process of system management, for example, UAV. In this case, such graph is described by a following formula:  $G^{\max} = G_1 \cup G_2 \cup \dots \cup G_n$ , where  $G_i$  is a separate expansion. Within the structural model the following tasks, which have interpretation in the *IUS*, can be resolved:

- a task of reaching selected nodes,
- a task of structural model core allocation,
- a task of constructing isomorphic structure within the structural model and a number of other tasks.

*Definitions 1.* The dynamic expansion of the structure  $G(V, E) \subset MS$  is a multitude of simply ordered sets, generated by the system:  $L(L_1, \dots, L_m) \& L_i(y_{i1}, \dots, y_{in}) \& [y(y_1, \dots, y_k) \Rightarrow [E \subset G(V, E, U)]]$ ,  $\forall (y_{ij} \in y) \{P[y_i(u_i) \Rightarrow D]\}$ ,  $\forall y_{ij} (y_{ij}(u_i) \rightarrow [e_i^*(u_i) \cup G(V, E, U)])$ , where  $y_{ij}$  are logical variables, which have interpretation in the dyadic multitude  $d$ ,  $\Rightarrow$  is a symbol, which in this case is used to describe the fact that the left side allows the interpretation in the components of the right side,  $y_{ij}(u_i) \rightarrow e_i^*$  is an output of variables  $y_{ij}$  of a new node in  $G(V, E, U)$ , graph, which has a common edge with the node, which weight or index is  $u_i$ .

*Definitions 2.* The dynamic element of *MS* model is a fragment  $g_i$ , which is generated by the rule of derivation system  $L(L_1, \dots, L_m)$  and is a separate simply ordered set  $\omega_i \in W_i$ , having common nodes  $e_i^*$  in  $G$ , and also may have common nodes  $e_i^*(e_j)$  with  $G_i$  or  $e_i^* = e_j$ .

The dynamic expansion  $D_i(\omega_{i1}, \dots, \omega_{i2})$  of closed form is some fragments of graphic structure  $G(V, E, U)$ . Accordingly, such expansions should not lead to the appearance of anomalies within the full model structure, such as occurrence of deadlock vertexes, process looping, initiated in  $G = D(V, E, U, L)$  and a number of other anomalies typical for graph structures and, thus, the structural models.

**Conclusion.** The dynamic expansion of *MS* structural model of the IUS system can be implemented in the following ways:

- in the process of setting the IUS to solve some task;
- in the process of task solving, which involves the maintenance of a process in real-time mode;
- in the case of occurrence in IUS space in the process of resolving a particular task, of a specific anomaly, which is interpreted as a certain indeterminateness.

#### REFERENCES

1. Harary F. Graph theory. M.: Mir. – 1973
2. Busacker R.G., Saati G.D. Finite graphs and networks. M.: Mir, 1974
3. Zambitskiy D.K., Lozovanu D.D. Algorithms and resolving optimization tasks in the networks. Kishinev: Shtiitsa, 1983.
4. Lectures on graph theory/ V.A.Yemelichev, O.I.Melnikov, V.I.Sarvanov, R.I.Tyshkevitch. M.: Nauka, 1990.
5. Yevstigneyev V.A Application of graph theory and programming. M.: Nauka, 1985.

### CREATION OF COMPLEX HIERARCHICAL SYSTEMS BASED AT THE SYNTHESIS OF METHODOLOGIES FORESIGHT AND COGNITIVE MODELLING

**Pankratova N.D., Pankratov V.A.**

*Institute for Applied System Analysis of National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, av. Peremogy, 37, Kyiv, 03056  
natalidmp@gmail.com, pankratov.volodya@gmail.com*

The urgency of research direction is to identify new trends, strategic scientific directions, technological achievements, etc., which in the short or long term will have a significant impact on economic, social, and technical development in the future. To solve those tasks, it is expedient to create and intensively develop modern concepts, models, approaches to combining the methodologies of foresight and cognitive modeling in order to determine the economic perspectives of scientific and technical systems and ways to implement them. Here it is proposed to use these methodologies together: at the first stage, apply the methodology of foresight and use the results as input data in the second stage - for cognitive modelling [1]. Such synthesis of methodologies allows to propose a scientifically grounded strategy for implementing of scenario for priority alternative of the various complex systems.

The selection of critical technologies and the construction of rational alternatives for scenarios for the development of strategically important enterprises, priority industries and the industrial sector of the state are expedient to be performed on the basis of a complex of foresight works. To this aim, in the process of creating scenarios alternatives for solving foresight problems, it becomes necessary to involve expert assessment methods, among which are the most commonly used methods of SWOT analysis, analytic hierarchy, Delphi methods and morphological analysis. For the construction of scenarios of relatively selected alternatives, cognitive modeling is involved [2], which makes it possible to obtain a valid scenario for decision making based on the proposed mathematical apparatus with practical accuracy.

In this paper to identify critical technologies the SWOT analysis method is used. For the purpose of ranking the obtained critical technologies and identifying the most topical ones, the TOPSIS method is applied [3]. The method TOPSIS of multicriterial analysis (ranking) of alternatives in addition to estimating the distance from the considered alternative to the ideal solution allows to take into account the distance to the worst solution. The trade-off in choosing the best alternative is based on the fact that the chosen solution must be at the same time as close to the ideal as possible and most remote from the worst solution. The obtained rating makes it possible to take into account the weight characteristics of critical technologies that are the vertices of the cognitive map when constructing a cognitive model.

In some cases, when the initial information for cognitive modeling is given in statistical form as separate logical groups, the method of constructing an integrated indicator data is proposed. This enables all groups to aggregate in integrated indicator data used the proposed method of recovery of functional dependences for discrete specified samples or carry out decomposition of integrated indicator to individual subject groups, followed by decomposition of the logical sequence characteristics. This allows to build cognitive maps, intelligently add or remove its vertices, break vertices into a sequence of interconnected nodes, change the weights of connecting arcs.

In the process of studying complex hierarchical systems the various cognitive models can be developed, as well as models of interaction of cognitive models

$$I_G = \langle G_k, G_{k+1}, E_k \rangle, k \geq 2$$

where  $I_G$  is hierarchical cognitive map,  $G_k$  and  $G_{k+1}$  are cognitive maps of  $k$  and  $k+1$  levels, some vertices of which are connected by arcs  $E_k$ . If the arc transformation functionals are defined, then a hierarchical cognitive model takes place. Note that the hierarchical cognitive map model can represent by levels of the management hierarchy of the investigated system, and the lower levels can be a cognitive map that "unfolds" (tops) the cognitive top-level map.

The modeling of the scenario of two regions development (cognitive maps  $G_1$  and  $G_2$ ) taking into account the ecological situation (cognitive map  $G_3$ ) is presented.

## REFERENCES:

1. Zgurovsky M., Pankratov V.A. Strategy of innovative development of region on the basis of foresight methodologies and cognitive modeling synthesis //System research &Information Technologies, № 2, 2014. P.7-20.
2. Innovative development of socio-economic systems based on the methodologies of foresight and cognitive modelling. Collective monograph / Ed. G.V.Gorelova, N.D. Pankratova. - Kiev: Naukova Dumka, 2015.- 464 p.
3. Nesrin Alptekin. Integration of SWOT Analysis and TOPSIS Method In Strategic Decision Making Process //The Macrotheme Review 2(7), Winter 2013.

**INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE  
DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE  
VASCULAR ADHESION MOLECULES**

**Valentina K. Serkova<sup>1</sup>, Sergey V. Pavlov<sup>2</sup>, Valentina A. Romanava<sup>1</sup>,  
Yuriy I. Monastyrskiy<sup>1</sup>, Waldemar Wójcik<sup>3</sup>, Róża Dzierżak<sup>3</sup>,Sergey M. Ziepkó<sup>2</sup>,  
Nanaliya V. Kuzminova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Vinnitsa Pirogov National Medical University

<sup>2</sup>Vinnitsa National Technical University

<sup>3</sup>Lublin Politechnica

**Introduction.** Problem of atherosclerosis, coronary heart disease (CHD) is one of the most actual problems in modern medicine. Nowadays, according to WHU more than 15 mil people die of cardio vascular diseases every year: majority of them do not survive to the age of 65. In the structure of mortality rate of the population from the diseases of blood circulatory system the first place is occupied by coronary heart disease (CHD). According to WHU data, various clinical forms of CHD are diagnosed in 15-20% of the adult population [1].

**Method.** Two approaches are used in medical expert systems for processing of information and organization of medical data [1]: fragmentation complexing. In the process of fragmentation the problem of data processing is divided into separate parts for its more efficient solution. In the process of complexing for solution of separate problems the parameters are united in larger sections.

In practice in medical-expert system (MES) both approaches find application, as the data of different studies are closely interconnected. The results of processing are used for verification of the diagnosis, choice of treatment methods, forecast conclusions, etc. Analysis of the parameters, used by modern medicine is of great importance for the development of medical diagnostic – information system.

For each of data bases corresponding membership function are defined to formalize the indexes [4,8]. That is why, logic equations for assessment of disease severity will have the following form (1-4).

$$\mu^{d1}(X_1, X_2) = \mu^H(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2); \quad (1)$$

$$\mu^{d2}(X_1, X_2) = \mu^{HC}(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \vee \mu^C(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2); \quad (2)$$

$$\mu^{d3}(X_1, X_2) = \mu^C(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{BC}(X_1) \cdot \mu^C(X_2); \quad (3)$$

$$\mu^{d4}(X_1, X_2) = \mu^{BC}(X_1) \cdot \mu^{BC}(X_2) \vee \mu^{BC}(X_1) \cdot \mu^{BC}(X_2) \vee \mu^B(X_1) \cdot \mu^B(X_2). \quad (4)$$

In the process of biomedical research the problem of adjusting neurofuzzy network appears. For adjustment of this network parameters the recurrent relations, suggested by Professor O.P. Rotshtein are used [4]. The essence of the adjustment is the selection of such parameters of membership functions ( $b_i^{jp}(t)$ ,  $c_i^{jp}(t)$ ) and weights of fuzzy rules ( $w_{jp}(t)$ ) that provide minimum divergence between models and diagnostic results.

$$\sum_{i=1}^M (F_y(\tilde{x}_1^i, \tilde{x}_2^i, \dots, \tilde{x}_{12}^i, W_i) - \tilde{y}_i)^2 = \min_{W_i}$$

where  $\langle \tilde{x}_i, \tilde{y}_i \rangle, i=1, \overline{M}$  - data of experimental research;  $b$  – maximum coordinate;  $C$  – parameter of compression and extension.

### OBJECT AND METHODS OF STUDY

Studies, dealing with the investigations of sVCAM content in the blood of patients suffering from CHI are not numerous and controversial. According to Ridker P.M. [5,6], increase of sVCAM level in healthy people was connected with high risk of acute infarction. The increased content of sVCAM was revealed in patients, suffering ASC (acute coronary syndrome) and stable CHD [5,8].

However, there are reports about insufficient diagnostic and prognostic value of adhesion molecules in the patients, suffering from CHD[8].

173 CHD patients were under observation (124 men and 49 women, average age –  $57,2 \pm 5,12$  years), these patients formed 2 main clinical groups – 92 patients with stable CHD, including 45 persons with II functional class (FC) and 47 persons- with III FC, 81 patients, admitted to hospital with acute coronary syndrome (43 patients with unstable (progressing) stenocardia and 38- with acute infarction). Diagnosis of stable CHD and variants of acute coronary syndrome was established in accordance with European Guidelines of European Society of Cardiology [1]. The survey did not contain patients with clinical implications of chronic cardiac insufficiency of III – IV functional class, with the expressed disturbances of liver and kidneys functioning, alcohol and drug dependence, acute or chronic inflammatory processes, with decompensated diabetes mellitus, thyroid disorders, third – fourth degree obesity, infectious diseases. Examination of the patients included interview, physical examinations, weighting, registration of 12 lead ECG, clinical blood analysis, clinical urine analysis (UA) determination of lipidic blood values (cholesterin total and high and low density lipoprotein, triglycerides), enzymes, creatinine, CRP by high sensitive method, BUN (blood urea nitrogen), electrolytes. Level of soluble vascular adhesion molecules (sVCAM), was detected using test-system, manufactured by the company BENDER MED SGGVSYSTEMS (Austria).

The control group for determination of reference values of the studied indices consisted of 30 volunteers – 22 men and 8 woman (average age  $55,37 \pm 4,82$  years) without clinical manifestations of CVD (cardiovascular disease), whom, to exclude CHD, cycle ergometer test was carried out and lipid blood composition indices were determined.

Statistical processing of the results was carried out by means of software package Statistica 10.0 and Microsoft Excel 2000.

**Results of the research and discussion.** Average content of sVCAM in the persons of the control group was  $626.0 \pm 343.1$  ng/ml, reference values – 557.0-694.0 ng/ml. Increase of sVCAM level occurred in 126 out of 173 patients (72,8%), however, the frequency and degree of the increase were not the same in various groups. When comparing the level of sVCAM with the severity of the disease, limiting indices were established and three degrees of increase were defined: minimal (from 695 to 810 ng/ml), average (810- 1110 ng/ml) and high (more than 1110ng/ml). The most expressed and the most frequent was the increase of sVCAM level in the patient with ACS, the differences of average values in the patients with non-stable angina pectoris and myocardial infarction were not reliable (Tabl 1).

**Tabl.1**

*Level of sVCAM and C – reactive protein in CHD (M±m)*

Indices	stable CHD			Instable progress		
	FC II	FC III	THE WHOLE GROUP	NS	MI	THE WHOLE GROUP
sVCAM, ng/ml	1062,8±38,3*	1322,2±55,1*#	1195,3±29,3*	1661,7±31,6*	1753,2±47,6*	1737,5±32,5 <sup>+</sup>
CRP, mg/l	2,74±0,09*	3,87±0,13*#	3,34±0,11*	6,04±0,32*	8,12±0,23* <sup>^</sup>	7,09±0,619 <sup>+</sup>

Notes 1<sup>-</sup> - validity of indices differences as compared with the control group at  $P < 0,05$ ; 2<sup>+</sup> - validity of indices differences of the patients with FC III as compared with the group of patients with FC II at  $P < 0,05$ ; 3<sup>^</sup> - validity of indices differences of patients with myocardial infarction as compared with the group of patients with non-stable angina pectoris at  $P < 0,05$ ; 4<sup>+</sup> - validity of indices differences of patients with stable and non-stable process progress at  $P < 0,05$ .

Frequency of CRP increase was the least among the patients with II FC of stable CHD (66/7%) and the greatest among myocardial infarction patients (92.1%). In the course of stable CHD progress frequency of CRP increase grew with the increase of disease severity and was 70.2% in case of III FC. Destabilization of the process and the progress of angina pectoris was accompanied by further increase of CRP level increase frequency (74.4%). Definite connection between the level of sVCAM and CRP content was recorded both in the group of patients with

stable CHD ( $r=0.44$ ,  $p<0.01$ ) and ACS ( $r=0.57$ ,  $p<0.01$ ), this testifies the role of inflammation activation in the disorder of the adhesive function of the endothelium.

### CONCLUSIONS

The research carried out, showed that the increased level of soluble adhesion molecules sVCAM – 1 in the blood of CHD patients is the reflection both of system and local vascular inflammatory process of low gradation, instability of atherosclerotic plaque and the possibility of ACS development.

Medical expert system is developed for assessment of destabilization of coronary heart disease on the base of soluble vascular adhesion molecules analysis. The content of adhesion molecules in the blood shows the risk of CHD destination to a far greater degree than CRP content and could be the criterion of its destabilization and may serve as an index of process activity and one of the targets for treatment order, including realization of angioprotective interventions.

### REFERENCE

1. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 34(38) (2013), 2949-3003.
2. Kotseva K., Wood D., De Backer G. et al. EUROASPIRE IV: A European Society of Cardiology survey on the lifestyle, risk factor and therapeutic management of coronary patients from 24 European countries. *Eur. J. Prevent. Cardiol.* (2015).
3. Anogeianaki, A., Angelucci D., Cianchetti E., Alessandro M.D. [et al.] Atherosclerosis: a classic inflammatory disease. *Int. J. Immunopathol. Pharmacol.*– 24(4) (2011), 817-825.
4. Rodondi N. Markers of atherosclerosis and inflammation for prediction of coronary heart disease in older adults. *Amer. J. Epidemiol.* 171(5) (2010), 540-549.
5. Rotshtein A. Design and Tuning of Fussy IF – THEN Vuly for Medical Didicol Diagnosis. In *Fussy and Neuro-Fussy Systems in Medicine* (Eds: N. Teodovescu, A. Kandel, I. Lain.). – USA. CRC-Press, 1998, pp. 235–295.
6. Photoplethysmographic technologies of the cardiovascular system control. S.V. Pavlov, V.P.Kozhemyako, V.G. Petruk, P.F. Kolisnik, UNIVERSUM, Vinnytsia, 2007, 237 p.
7. Sergiy Kostishyn; Sergiy Tymchyk; Roman Vyrozyb; Alexandra Zlepko; Volodymyr Pavlov. Design features of automated diagnostic systems for family medicine. *Proc. of 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET)*, 2016, (14 April 2016), 10.1109/TCSET.2016.7452180.
8. Valentina K. Serkova, Sergey V. Pavlov, Valentina A. Romanava, Yuriy I. Monastyrskiy, Sergey M. Ziepko, Nanaliya V. Kuzminova, Waldemar Wójcik, Róża Dzierżak, Aliya Kalizhanova, Gulzhan Kashaganova, "Medical expert system for assessment of coronary heart disease destabilization based on the analysis of the level of soluble vascular adhesion molecules", *Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017*, 104453O (7 August 2017).

### FEATURES OF INERTIALLY STABILIZED PLATFORMS MODELING

**Sushchenko O.A.**

*National Aviation University, Kyiv, av. Komarova, 1, sushoa@ukr.net*

Now inertially stabilized platforms (ISPs) are widely used to stabilize and point sensors, cameras, telescopes and weapon systems operated at vehicles of the different type. In the general case, the requirements to ISPs depend on the application, but they have a common aim, which is to control a line of sight of equipment mounted at a vehicle in the inertial space [1]. The equipment stabilized by means of ISPs is used on the ground vehicles, unmanned aerial vehicles (UAVs), aircraft, spacecraft, and ships for different missions such as tracking, mapping, and imaging. Stabilization and pointing of the communication antennas are implemented by means of ISPs too. It should be noted, that Ukraine has significant achievements in the area of ISPs assigned for operation on the ground vehicles. As a rule, the joystick mode is often used in such ISPs that provides the control simplicity and decreases cost of system design. The wide area of ISP application and the last achievements in inertial technologies make new researches in the area of ISP design important and required. Inertially stabilized platforms represent complex dynamic objects. Therefore their modeling requires a special research. Nowadays MatLab is the most widespread tool of dynamic objects modeling. Toolbox Simulink deserves special mention due to user-friendly interface, visibility and presence of tools, which make design of complex systems easier.

Inertially stabilized platform consist of measuring system based on rate gyros, platform with observation equipment (stabilization plant), actuator, and controller. Characteristics of ISPs depend on a great extent on their devices. The inertial sensors are impotent components of such systems. If the inertial sensor is used in feedback, its bandwidth and dynamic characteristics define the similar characteristics of the system too. Noise of the inertial sensor greatly influences on characteristics of the system. At the same time an error of the scale factor and the drift are not so important for some applications, for example, inertially stabilized platforms operated on UAVs. At least two influences must be considered as basic for systems of the considered type during its modeling. These influences are the harmonic signal and the impulse signal. The harmonic signal provides checking the dynamic accuracy of the system. The impulse influence corresponds to action of shocks in real operation conditions [2].

Usage of the generalized mathematical model of the rate gyro simplifies analysis of the possibility to use sensors of the different types. Such a model must be sufficiently simple in comparison with models used by sensor developers and take into consideration basic characteristics of a sensor only. The model for separate sensor research usually includes random errors of measurements, which are based on the signal with the constant spectral density  $S(\omega) = N$ . In this case the variance of the random signal can be represented in the form  $D = N\Delta\omega$ , here  $\Delta\omega$  is the bandwidth. The spectral density of signal power can be determined based on the formula  $N = D/\Delta f$ .

To determine a random error due to input noise the following parameters are used:  $PSD = \frac{\sigma^2}{\Delta\omega}$  [3], here  $PSD$  is the power spectral density;  $\sigma$  is a root-mean-square measured in degree per second;  $\Delta\omega$  is the bandwidth, Hz. Sample time is  $1/\Delta\omega$ . A developer usually represents a value of the output noise of MEMS-gyros in terms of standard deviation ( $\sigma$ ). This simplifies representation of the error in the model.

The studied model must also take into consideration a random error caused by the output noise, bias, coefficient of temperature bias (for temperature increment  $1^\circ\text{C}$ ). Determination of the random error due to the angular rate can be implemented based on the relation  $\sigma = [RW \cdot \sqrt{\Delta\omega}]/60$ , here  $RW$  is the random drift (random walk).

Modern inertially stabilized platforms use digital sensors. Therefore the general model of the inertial sensor must include quantizer. Nowadays the high-precision sensors with the high information capacity (32 bits) are produced. In this case, we can neglect with quantizer without decrease of reliability of simulation results. Simulink-model of the ISP with the digital PID-controller and the block of its parameters adjustment is represented in Fig. 1.

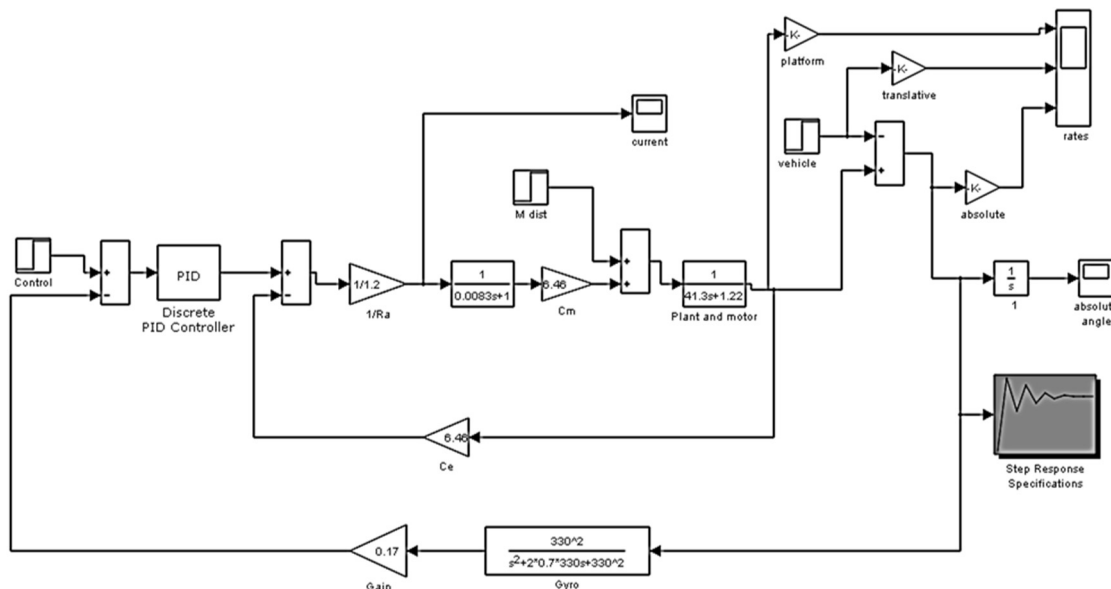


Fig. 2. Simulink-model of the stabilization system with the adjustable controller

Modeling ensures checking the most important performances of the inertially stabilized platforms [4].

1. Estimation of the static accuracy is carried out in the stable state. This research it is necessary to carry out in such ISP operating modes as tracking and stabilization. In the first case, the given angular rate is used. In the second case, the reference signal is believed to be equal to zero, and the simulated vehicle angular rate is considered to be a disturbance action.

2. The system dynamic properties can be estimated based on analysis of the transient quality. In this case, it is necessary to research the transient rise and setting, overshoot and undershoot.



3. For ISP operated at the ground vehicles the important and necessary performance is the rigidity by the moment. This parameter can be determined in the following way. The increased disturbing moment is given to the system input in an immovable state. After some time delay (10...20) s the disturbing moment decreases to the nominal value. So, the law of change of the disturbing moment applied to the plant may be represented in the following form

$$M(t) = M_1[l(t)] - M_2[l(t)]. \quad (1)$$

Further, the difference of the platform deviations under action of disturbing moments is determined

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2. \quad (2)$$

Based on expressions (1), (2) the rigidity by the moment can be determined as a ratio of the difference of disturbing moments to the difference of values defining the platform angular stabilized position

$$c = (M_1 - M_2) / \Delta\varphi.$$

Depending on the solved problem and requirements to the given system modeling has been carried out by one channel only. Results of designed system simulation are given in Fig. 2.

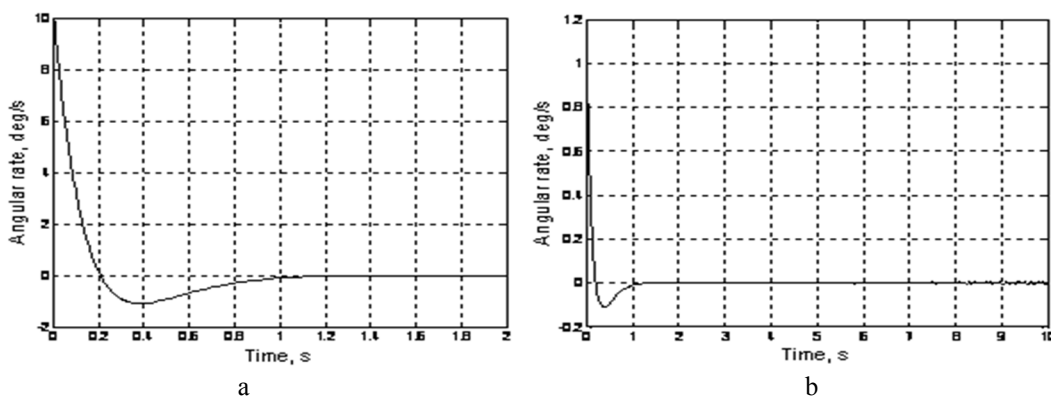


Fig. 2. Results modeling: (a) is the step signal without disturbances; (b) is the step signal taking into consideration irregularities of the relief (presence of hummocks)

Conclusions. Features of ISP and its basic sensor (rate gyro) modelling are analysed. Simulation results of the designed system are given.

#### REFERENCES

1. J. Hilkert J.M. Inertially Stabilized Platform Technology // IEEE Control Systems Magazine. – No 1. – Vol. 28. – 2008. – P. 26 – 46
3. Sushchenko O.A., Beliavtsev Y.V. Modeling of Inertial Sensors in UAV Systems // Proceedings 2017 IEEE 4th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD) (October 17-19, 2017, Kyiv, Ukraine). 2017 – P. 130-133.
3. GG5200 two axis MEMS gyro. Access mode: [http://wikis.controltheorypro.com/index.php?title=MEMS\\_Gyros](http://wikis.controltheorypro.com/index.php?title=MEMS_Gyros).
4. Sushchenko O.A., Korostelev O.P. Mathematical Modeling of Inertially Stabilized Platforms Applied at Ground Vehicles // Electronics and Control Systems. – 2015. – no. 4(46). – P. 100–108.

#### BLOCKCHAIN IN EDUCATION

**Tereshchenko G.U.**

*student of Kharkiv National University of Radio Electronics  
pereulok Nikitenko, h.1, Kharkiv, 61075, Ukraine, gtereschenko3@gmail.com*

Nowadays, the distributed database of the blockchain is increasingly being integrated into the document storage and control systems. The advantage of this technology lies in the lack of practical ability to manipulate the data recorded in the system, due to the fact that the information in the database can only be added, but not overwritten. At the same time, the truth of the document is easily traced, since everyone sees who has written it into the blockchain. Along with the identity card and the banking sector, "Cryptorevolution" did not ignore the education system.

The problem of control can become relevant for the education market. Up to now, the transfer of knowledge has gone largely through well-known institutions - schools and universities. Through them today the main financial flows of the education market also follow.

However, the blockchain threatens to shake this system. Technology allows students and teachers to contact faster, easier and more efficiently. More importantly, the blockchain will allow students to pay less for education, and teachers to earn more.

Anyone can announce a tender, for example, a student wants to attend a basic course in atomic physics, which will result in a number of proposals from teachers. Intermediaries of the educational institution will not be required.

Prospects for using blockchain technology are not limited to a distributed database. Its dynamism and transparency also has the potential to revolutionize the education system as a whole (by developing and legitimizing online learning). The popularity of Mass Open Online Courses (MOOC) is constantly growing, as they provide an opportunity to gain practical knowledge from anywhere in the world, and also have a lower cost of training. Based on the ability to combine individual courses into course blocks, you can offer different learning strategies for narrowly focused specialties.

Blockchain technology can be easily used for something else, except the hyper-fashionable in our days of the crypto-currency market. Here are four ways to change the education system:

1. Blockchain is able to let go of paper. Yes, these endless blocks can save trees from destruction. The block chain can safely and permanently store all records, issue reliable certificates and rewards, transfer funds and monitor progress in learning throughout the life of each person.

2. There is no need for a central authority to verify certificates. The Ministry of Information will no longer need to. Educational organizations will no longer have to send copies of alumni documents at the request of various organizations and companies in order to confirm the fact of getting an education. There will be no more "phony" doctors, as all diplomas will be kept freely available and easily subject to verification. Intellectual property management will also be simplified. Blockchain will track the sources of publications and quotations, eliminating the need for supervisory authorities. He can also help the author of the quoted work get automatic payment for the use of his works.

3. Educational institutions will save money and get very important information. Since people participating in the use of the blockchain have the right of ownership and control over their personal data, educational institutions will significantly reduce the cost of data management. Also, costs for legal costs related to claims in this sphere will be reduced. Currently, some professions that are in high demand by society, suggest a relatively small salary (for example, teachers). At the same time, representatives of other professions receive significantly more income, but for society their work is not so significant. With the help of distributed registry technology, the government will be able to obtain information about which professions are most in demand, just by looking at the blockchain. This will allow the authorities, for example, to approve scholarships and benefits for those professionals in which society at the moment most in need.

4. Crypto-currencies based on block-system will simplify the payment systems of educational institutions. All payments to students, such as scholarships and grants will be transferred almost instantly after the submission of relevant documents. In addition, you can create custom digital currencies to fund grants and projects. Certificates and diplomas confirm the presence of certain skills and knowledge of the candidate. Storing data in one system allows them to be distributed among companies, creating a system of dynamic personnel search by a set of specialist skills for specific enterprises. In turn, this will create demand for certain skills, which, in turn, sets the trend for learning certain courses in real time. The candidate will see what exactly is required to study to obtain the desired position. Educational organizations, adjusting to the new trends of the labor market, will offer "dynamic blockchain courses," where the student chooses only what he needs for further professional growth.

Such vector of the development of the education system also fundamentally solves the problem of the rapid deactivation of curricula, formed during the acceleration of the development of Information Technologies.

Every year, the labor market trends are becoming ever more volatile. The speed of technology development is growing exponentially, and with it, the requirements for professionals in all areas of work. The relevance of educational programs that offer classical educational systems is sometimes reduced even at the beginning of the academic year and requires adjustment. The presence of dynamic monitoring of the requirements of companies for candidates, as well as the growing popularity of Massive Open Online Courses and online education in general, will allow educational organizations to painlessly adjust to the development trends in education, and establish relationships without intermediaries between them (specific universities, educational organizations, students and enterprises, working as a single system due to the blockchain register.

The cryptonomy grows, and the scope of technology based on the blockbuster is constantly expanding. A wide range of people continues to show a strong interest in crypto-currencies and progressive digital technologies.

Blockchain becomes the basis not only for financial instruments, but also for technologies that will soon surround us in everyday life. All this will contribute to the growth of the market of educational services in the field of digital technologies.

USED SOURCES:

1. Hoberman S. Blockchainopoly: How Blockchain Changes the Rules of the Game / Steve Hoberman., 2018. – 250 p.
2. White A. Blockchain: Discover the Technology behind Smart Contracts, Wallets, Mining and Cryptocurrency (including Bitcoin, Ethereum, Ripple, Digibyte and Others) / Abraham White., 2018. – 321 p.
3. Tapscott D. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World / D. Tapscott, A. Tapscot., 2016. – 368 p.

**INFORMATION TECHNOLOGY FOR USING LIGHTS IN A VOLUME-ORIENTED RENDERING**

**Sergey I. Vyatkin<sup>1</sup>, Olexander N. Romanyuk<sup>2</sup>, Sergii V. Pavlov<sup>2</sup>, Waldemar Wójcik<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Automation and Electrometry SB RAS, Novosibirsk, 630090 Russia,*

<sup>2</sup>*Vinnitsia National Technical University*

<sup>3</sup>*Lublin Politechnica*

**INTRODUCTION.** Voxel based volume graphics support a high degree of realism for simulation and visualization applications because they can contain both the surface and internal characteristics of a real object [1]. Voxels are the basic unit of 3D volume graphic objects. Voxels (or volume elements) are simply pixels with a third coordinate (Z, in addition to X and Y coordinates). Voxels are typically placed on a regular grid so that every location for a voxel is the same size and same distance from the one beside, above, and below it.

Use the Light class to create one or more directional lights. A light has intensity and a direction that are specified in world space. Once lights have been created using Light class, they can be added to a rendering context using methods in the Context class. The Light class performs the following functions: creates a light object and returns a pointer to it; specifies a light’s direction and intensity; returns current attributes of a light The Light object is a shareable object, and therefore inherits the methods and data of the Shareable class: Add Ref, Release, and others. The application is responsible for tracking the number of pointers to an object, using the Shareable Add Ref and Release methods, as appropriate.

**PHONG MODEL.** It describes the way a surface reflects light as a combination of the diffuse reflection of rough surfaces with the specular reflection of shiny surfaces [2]. It is based on Phong's informal observation that shiny surfaces have small intense specular highlights, while dull surfaces have large highlights that fall off more gradually. The model also includes an ambient term to account for the small amount of light that is scattered about the entire scene [3].

$$L_{ira} = M_{ra} \times LS_{ira}; L_{ird} = M_{rd} \times LS_{ird}; L_{irs} = M_{rs} \times LS_{irs};$$

$$L_{iga} = M_{ga} \times LS_{iga}; L_{igd} = M_{gd} \times LS_{igd}; L_{igs} = M_{gs} \times LS_{igs};$$

$$L_{iba} = M_{ba} \times LS_{iba}; L_{ibd} = M_{bd} \times LS_{ibd}; L_{ibs} = M_{bs} \times LS_{ibs};$$

$$L_i = \begin{bmatrix} L_{ira} & L_{ird} & L_{irs} \\ L_{iga} & L_{igd} & L_{igs} \\ L_{iba} & L_{ibd} & L_{ibs} \end{bmatrix}; I = \begin{bmatrix} I_r \\ I_g \\ I_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_i [L_{ira} + L_{ird}(\vec{l} \cdot \vec{n}) + L_{irs}(\vec{H} \cdot \vec{n})^{shin}] \\ \sum_i [L_{iga} + L_{igd}(\vec{l} \cdot \vec{n}) + L_{igs}(\vec{H} \cdot \vec{n})^{shin}] \\ \sum_i [L_{iba} + L_{ibd}(\vec{l} \cdot \vec{n}) + L_{ibs}(\vec{H} \cdot \vec{n})^{shin}] \end{bmatrix}$$

Calculation of all color components of a pixel is performed in the same manner by the following formula:

$$C = (Q_{ambi}C_{ambi} + Q_{diff}C_{diff} + Q_{spec}C_{spec}) / (Q_{ambi} + Q_{diff} + Q_{spec});$$

where “ambi” refers to characteristics of ambient light, whereas “diff” and “spec” refer to the diffused and specular components of reflected light, respectively; C are the color components; Q are the weight coefficients. Color components are calculated by a vector light model. Four vectors are involved in the calculation: normal to the surface (n), vector to the light source (l), reflected light direction (r) and vector to the viewer (v):

$$C_{diff} = (n, l) C_{lite} C_{surf};$$

C<sub>lite</sub> - is the light source color; C<sub>surf</sub> - is the surface color;

$$C_{\text{spec}} = (r, v)^p C_{\text{lite}};$$

$p$  - is the coefficient of surface irregularity.

**TRANSLUCENT VOLUME.** While modeling the light transmittance through translucent media we may disregard the reflection and attenuation of reflected beams in order to reduce the amount of calculation. When only the reflection and attenuation of light remain in the path from the object to viewer - eye, the formula used to calculate the pixel color can be written as follows [4]:

$$P_{\lambda} = \sum_{n=0}^N I_{\lambda n} \Omega_n \prod_{m=0}^{n-1} (1 - \Omega_m)$$

where  $P_{\lambda}$  the final pixel color, and  $\lambda$  can be r, g or b (i.e., red, green or blue, respectively);  $I_{\lambda n}$  is the n-th voxel intensity calculated by the Phong model;  $\Omega_n$  is the n-th voxel transparency;  $I_{\lambda 0}$  is the reflected light from the first point at the scanning beam;  $I_{\lambda N}$  is the ambient color,

and  $\Omega_N = 1$ . We can follow the threshold excess in the following manner: if at the k-th step the total transparency  $(1 - \Omega_0)(1 - \Omega_1) \dots (1 - \Omega_{k-1})$  becomes below some  $\epsilon$  then the contribution from all voxels following behind the k-th voxel will be small, that is why we may stop scanning.

As was it already noted in consequence of garbling the geometric primitives a length of voxel to become to be hung from Z coordinates. This dependency possible to express as follows:

$$\Delta Z = M_{zz} \left( \frac{Z_{\max}}{M_{tz} Z_{\max} + M_{tt}} - \frac{Z_{\min}}{M_{tz} Z_{\min} + M_{tt}} \right)$$

That is to say conduct transformation for coordinates beginning and end of segment.

$M_{zz}, M_{tz}, M_{tt}$  are elements of perspective transformation matrix,

$Z_{\max}, Z_{\min}$  is a beginning and end of segment in the coordinate system of object.

Definitively this part of algorithm possible to express as follows:

```

if (Transparency >  $\epsilon$ ) and (Inquire for intersection = 1), then
{ AccumulatedColor += Color * P * Transparency
  Transparency *= 1 - P }

```

Accumulated Color is the final color of pixel; Color is the color computable in point, for instance, on Phong illumination model. Transparency is the value marking general transparency from the beginning of scan of ray before the given point. P is the opacity in the point. In the same way should point to the fact, in check is not met condition ( Last recursion level ), this as once corresponds that segments on the ray of scan can be a different length.

Volume visualization based on GPU.

It is called 3D or “volume” texture. There is no need for special hardware to get access to real-time volume rendering functionality. This advantage of the proposed solution in addition to rapid adoption for any particular need enable a multitude of interesting applications.

The 3D texture approach is a direct data visualization technique, using 3D textured data slices. The approach described here is equivalent to ray casting and produces the same results. Unlike ray casting, where each image pixel is built up ray by ray, this approach takes advantage of spatial coherence. The 3D texture is used as a voxel cache, processing all rays simultaneously, and 2D layer at a time. Since the entire 2D slice of voxels “casts” at one time, the resulting algorithm is much faster with hardware-accelerated texture, than software ray casting [7].

The main difference between 2D and 3D textures is that 3D texture can sample the data in the all three directions ( $s, t, r$ ) freely. 2D textures are constrained to  $s$  and  $t$ . 2D texture slices corresponds exactly to texel slices of the volume data. That is why to create slices for an arbitrary view point would require resampling the volume data. 3D texture in this case uses texture coordinate generation to texture the slices properly with respect to the 3D texture data. That is why when the viewpoint or direction of view changes, 2D texture has to recalculate the data slices, while 3D texture updates the transformation matrices only.

The proposed approach means the accelerator must support efficient dependent reads per instruction.

The special pixel shaders were implemented to operate volume texture data with palette data stored as texture. Accelerator facilities had been checked and if appropriate capability was not present the system reverts to RGBA values for volume textures.

There is another reason for using shaders. Using shaders that controls a programmable graphics pipeline allows implementing any specific functionality like an arbitrary shading model (for example Phong model by per-pixel shading).

#### CONCLUSION

The Voxel Volumes rendering engine uses multi level ray casting algorithm. This enables very fast rendering by accessing memory in a contiguous manner (much better cache hits through lots of data) and quick exit conditions when voxels are occluded from the view. The multi level ray casting technique with the Voxel Volumes improvements allows very high quality, photorealistic renderings to be produced. As well, the volumetric nature and the anti aliasing effect of ray casting allow the quality of curved surfaces to be represented without any of the faceting effects seen with polygons [1, 2, 6].

#### REFERENCES

1. Vyatkin S.I., Dolgovesov B.S., Yesin A.V. et al. Voxel Volumes volume-oriented visualization system // International Conference on Shape Modeling and Applications (March 1-4, 1999, Aizu-Wakamatsu, Japan) IEEE Computer Society, Los Alamitos, California, 1999, pp. 234-241.
2. Vyatkin S.I., Dolgovesov B.S., Guimaoutdinov O.Y. Synthesis of virtual environment using perturbation functions // volume III (Emergent Computing and Virtual Engineering), World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics Proceedings, Orlando, FL, USA, July 22-25, 2001, pp.350-355.
3. Bui Tuong Phong. Illumination for computer generated pictures/ Communications of ACM 18 (1975), No. 6, pp. 311–317.
4. Knitte G. Voxel Engine for Real-time Visualization and Examination // Eurographics'93. 6 – 10 Sept.1993. Barcelona, Spain. 1993. V. 12, № 3. pp. 37 – 48.
5. Max N., Craw R., Becker B. Application of Texture Mapping to Volume and Flow Visualization // 5<sup>th</sup> Intern Conf. and Exhibition on Computer Graphics and Visualization, Graphicon'95. 3 – 7 July 1995. St. Petersburg, Russia, 1995. pp. 108 – 113.
6. Vyatkin S.I. An Interactive System for Modeling, Animating and Rendering of Functionally Defined Objects // American Journal of Computer Science and Engineering Survey, 2014, v. 2, iss. 3. pp. 102–108.
7. Sergey I. Vyatkin, Sergii A. Romanyuk, Sergii V. Pavlov, Larysa E. Nykiforova, Maksat Kolimoldayev, Waldemar Wójcik, Egor Gurov, "Using lights in a volume-oriented rendering", Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017, 104450U (7 August 2017)

### ВІЗУАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ ДЛЯ ДІТЕЙ З АУТИЗМОМ ЯК СКЛАДОВА УНІВЕРСАЛЬНОГО ДИЗАЙНУ

**Андруник В.А., Пасічник В.В., Шестакевич Т.В.**

*Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, м. Львів, 79013, Україна,  
vasyl.a.andrunyk@lpnu.ua; volodymyr.v.pasichnyk@lpnu.ua; tetiana.v.shestakevych@lpnu.ua*

Запровадження інклюзивної освіти є важливим фактором забезпечення якісної освіти, зокрема дітей з особливими потребами, кількість яких невинно зростає [1]. Такі учні мають спеціальні особливі потреби, тому актуальним є розроблення таких підходів до навчання, що забезпечуватимуть найвищу ефективність та якість навчального та корекційного процесів. Інформаційно-технологічний супровід учнів та студентів з особливими потребами, за оцінками фахівців, є одним з високо ефективних освітніх інструментів [2], що забезпечують доступність навчальних матеріалів та методів, які підтримують, зокрема, учнів з розладами аутичного спектру (autism spectrum disorder – ASD).

Важливим є інтегрування сучасних інформаційних технологій навчання дітей з ASD в нові навчальні програми та їх навчальний процес. Водночас, відомі інноваційні методики навчання, що використовують допоміжні технологічні засоби, такі як персональний комп'ютер, планшет, мобільні та комунікаційні пристрої, інтерактивні панелі, окуляри віртуальної (Virtual Reality – VR), доповненої (Augmented Reality – AR) чи змішаної (Mixed Reality – MR) реальності, потребують глибоко опрацьованих форм подання інформації із зрозумілим інфографічним контентом та додатковою візуалізацією супроводу навчального процесу (слайди, анімований графічний контент, навчальний відео контент, 3D та голографічні зображення тощо). Актуальним при цьому є застосування принципів універсального дизайну для навчання (Universal Design for Learning – UDL) в процесах візуалізації навчального контенту [3]. В роботі розглядається ряд загальних характеристик (базових компетенцій) навчання та програмно-

алгоритмічні застосунки (APPs), призначені для учнів та студентів з ASD, які потребують специфічної візуалізації навчального контенту (таблиця 1).

Таблиця 1

*Базові компетенції для учнів з аутичним спектром та технології їх супроводу*

<i>Базові компетенції для учнів (студентів) з ASD</i>					
Поведінка	Спілкування	Соціальні навички	Потреба в рутині	Традиційне навчання	Сенсорна чутливість
<i>Категорії застосунків, що потребують додаткової візуалізації</i>					
- візуальний таймер; - система винагородження; - відео моделювання; - візуальний розклад; - відстеження поведінки.	- словники; - текст-у-мовлення; - розмовні додатки; - побудова речень; - труднощі із сприйняттям мови.	- відео моделювання; - соціальний сценарій і навички; - зоровий контакт; - самопіклування; - зв'язана розповідь.	- візуальний розклад; - відео моделювання; - ілюстрований розклад; - послідовність і організування; - візуальний таймер;	- відео моделювання; - послідовність і організування; - адаптивне тестування; - гуманітарні та математичні науки; - соціальні навички.	- покращення моторики; - покращення сенсорики; - вербальна чутливість; - контроль рівня шуму.
<i>Технології для навчання учнів (студентів) з ASD</i>					
iPad/ iPod та мобільні технології, augmentative reality	iPad/ iPod та мобільні технології, augmentative reality	iPad/ iPod та мобільні технології, virtual reality	iPad/ iPod та мобільні технології, комп'ютерні, Augmentative reality	iPad/ iPod та мобільні технології, комп'ютерні, Augmentative, Virtual, Mixed reality	iPad/ iPod та мобільні технології, комп'ютерні та додаткові технології
<i>Застосунки для учнів (студентів) з ASD</i>					
- Get It My Daily Schedule; - BehaviorLens; - Choiceworks	- Articulation Scenes; - Conversation Builder; - Predictable	- Look into my Eyes; - AutismXpress; - Social Skill Builder	- Choiceworks; - ChorePad HD; - iPrompts XL; - iStudiez Pro; - WordToob	- StoryPals; - Autism Words; - iDress for Weather; - Special Words	- Brainworks; - Too Noisy Pro; - Sensory Processing Therapy

Використання сучасних інформаційних технологій в процесах навчання учнів (студентів) з ASD як в Україні, так і в інших розвинених країнах стрімко розширюється, водночас, стримуючим фактором є висока вартість iPad/ iPod та інших мобільних пристроїв, зокрема, таких як окуляри доданої, віртуальної чи змішаної реальності. Другим фактором, який негативно впливає на поширення такого роду розроблень, є недостатня кількість (або й відсутність) загалом вільнопоширюваних безкоштовних застосунків (APPs) для учнів (студентів) з ASD, зокрема, відсутні адаптовані під потреби української освітньої системи, відсутні єдині стандарти та підходи, які б використовувались водночас розробниками і враховували принципи UDL та рекомендації доступності веб-контенту (WCAG) 2.0 [6].

Доступність навчального контенту регулюється на законодавчому рівні в багатьох розвинених країнах, наприклад, Закон про вищу освіту в США від 2008 року став першим федеральним законом, що визначив Універсальний Дизайн для Навчання (Universal Design for Learning) для доступності навчання людей з особливими потребами [3], аналогічні законодавчі норми діють в Канаді та інших країн). Особливої уваги в цих законах звернено на необхідність подання навчального контенту – **використання візуальної складової** в зручній для сприйняття формі з використання мультимедійних технологій, поєднанні відео лекцій з текстовим супроводом, з активним використанням ресурсів з YouTube, тощо. Огляд міжнародного законодавства, яке забезпечує та підтримує веб-доступності та імплементує правила доступності веб-контенту, подає інструкції та рекомендації розробникам, наводиться WebAIM (Web Accessibility in Mind) [4].

Нині в Україні проблеми запровадження принципів інклюзивного навчання винесені на загальнодержавний рівень, водночас, вітчизняні розробники новітніх інформаційних освітніх застосунків не в повній мірі враховують методологічну базу та принципи UDL при розробленні застосунків для учнів та студентів з ASD. Актуальною залишається проблема розроблення та поширення навчального контенту, в якому робиться особливий технологічний акцент на візуалізацію і з урахуванням вимог та правил UDL. При розробленні навчальних ресурсів для учнів та студентів із ASD, з акцентом на візуалізацію навчального контенту, слід враховувати наступні рекомендації [5]:

<i>Рекомендовано</i>	<i>Не рекомендовано</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- використовувати прості колірні схеми;</li> <li>- писати простою мовою;</li> <li>- використовувати прості твердження і списки;</li> <li>- робити кнопки описовими - наприклад, Attach files;</li> <li>- проектувати прості та послідовні макети в UI/UX.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- використовувати яскраві контрастні колірні схеми;</li> <li>- використовувати форми-звороти в мові та ідіоми;</li> <li>- використовувати складне текстове макетування;</li> <li>- робити кнопки непередбачуваними - наприклад, Click here;</li> <li>- проектувати складні та складно структуровані макети в UI/UX.</li> </ul>

Перспективами подальших розвідок, на думку авторів, є дослідження розширення ряду інформаційних технологій навчання та програмно-апаратних застосунків (для осіб з розладами аутичного спектру), реалізованих на різноманітних комп'ютерних платформах, встановлення їх основних функціональних характеристик, зокрема, у розрізі особливостей візуалізації контенту, його відповідності вимогам веб-доступності та рекомендаціям універсального дизайну. Встановлені особливості таких технологій та застосунків, реалізованих за кордоном, разом із фаховими рекомендаціями вітчизняних спеціалістів навчання осіб з особливими потребами, дадуть змогу розробити ґрунтовну систему рекомендацій до створення інформаційних технологій та застосунків з україномовним інтерфейсом для учнів (студентів), що мають розлади аутичного спектру, із використанням методів та засобів візуального подання навчального контенту. Таке подання передбачає активне застосування мультимедійних інструментів та інноваційних комп'ютерних технологій для удосконалення базових компетенцій учнів (студентів) з ASD.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Основи інклюзивної освіти. Навчально-методичний посібник/за заг. ред. Колупаєвої А.А. – К: «А.С.К.», 2012. – 308 с.
2. Шестакевич Т.В. Інформаційно-технологічний супровід освітніх процесів для осіб з особливими потребами / Шестакевич Т.В. // Вісник Національного Університету «Львівська політехніка». – 2014. - №783: Інформаційні системи та мережі. – С. 113-138.
3. Universal Design for Learning: Enhancing Achievement of Students with Disabilities. Margaretha Vreeburg Izzo / Procedia Computer Science 14 ( 2012 ) 343 – 350.
4. Policy on the Duty to Accommodate Persons with Disabilities in the Federal Public Service [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-eng.aspx?id=12541#cha7>.
5. People with Disabilities on the Web [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://webaim.org/intro/#people>.
6. ISO/IEC 40500:2012 (W3C) Information technology -- W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/58625.html>.

### **АКТУАЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ КОМПЕТЕНТІСНО ОРІЄНТОВАНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ФІЛОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

**Андрющенко Я.Е.**

*Миколаївський національний аграрний університет  
andriushchenko@outlook.com*

Реформування системи вищої освіти України передбачає докорінні зміни в підході до підготовки майбутніх фахівців, зокрема здобувачів вищої освіти філологічних спеціальностей. Відповідно до Закону України «Про освіту», здобувачі вищої освіти мають можливість обрати форму освіти для здобуття певного набору компетентностей. Зокрема дистанційна форма здобуття освіти передбачає «опосередковану взаємодію віддалених один від одного учасників освітнього процесу у спеціалізованому середовищі, що функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій» [1]. Проте питання створення компетентісно орієнтованого комп'ютерного середовища потребує більш детального вивчення.

Станом на сьогоднішня заклади вищої освіти створюють єдині інформаційні середовища для забезпечення освітніх потреб здобувачів. Вкінці 2017 року було проведено VIII Всеукраїнський конкурс на кращий веб-сайт закладу освіти Інтернет Асоціацією України та ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» за підтримки Міністерства освіти і науки України. Конкурс мав на меті «сприяння впровадженню та поширенню сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в освітній процес, забезпечення прозорості та інформаційної відкритості закладів освіти, створенню умов формування закладами освіти

відкритих і загальнодоступних ресурсів з інформацією про свою діяльність та оприлюднення такої інформації» [2].

Під компетентісно орієнтованим комп'ютерним середовищем для підготовки здобувачів вищої освіти філологічних спеціальностей ми будемо розуміти таке середовище, що поєднує елементи мультимедійних технологій, мовні тренажери, віртуальні тури, інтерактивні завдання, інші елементи для професійної підготовки здобувачів вищої освіти філологічних спеціальностей та забезпечує автоматизовану перевірку рівня сформованості фахових компетентностей здобувачів вищої освіти філологічних спеціальностей.

Міністерство освіти та науки України створили Робочу групу з розробки проекту Концепції Національної освітньої електронної платформи [3]. Компетентісно орієнтоване комп'ютерне середовище допомагає реалізувати індивідуальну освітню траєкторію для кожного здобувача вищої освіти філологічних спеціальностей та забезпечує набуття певного набору компетентностей.

Прикладом такого компетентісно орієнтованого комп'ютерного середовища може бути <https://cloud365.org.ua> [4]. Під час навчання в умовах такого середовища здобувачі вищої освіти філологічних спеціальностей виконують завдання, що формують компетентності, які їм необхідні безпосередньо для становлення як фахівця у своїй галузі. Система автоматично оцінює набуття компетентності після завершення завдання та вказує наступні види робіт, що формують таку ж компетентність (рис.1).

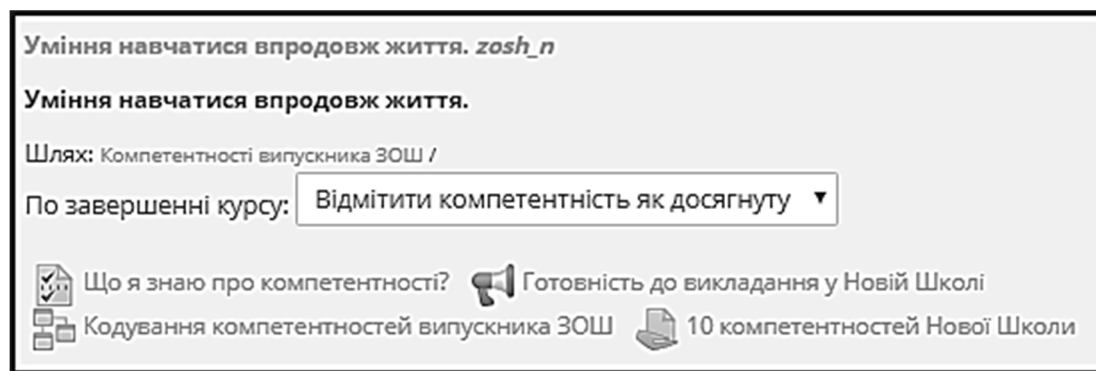


Рисунок 1. Набуття компетентностей у компетентісно орієнтованому комп'ютерному середовищі

Таким чином, компетентісно орієнтоване комп'ютерне середовище має на меті не кількісну оцінку знань, умінь здобувачів вищої освіти філологічних спеціальностей, а якісну перевірку набутих компетентностей та пропонує набір завдань, які сприятимуть цьому.

*Література:*

1. Верховна Рада України. Закон України "Про освіту" [Електронний ресурс // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
2. Щодо участі у VIII Всеукраїнському конкурсі на кращий веб-сайт закладу освіти [Електронний ресурс] // Лист МОН № 1/9-708 від 22.12.17 року – Режим доступу до ресурсу: [osvita.ua. https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/58694/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/58694/).
3. Про утворення робочої групи з розробки Концепції Національної освітньої електронної платформи [Електронний ресурс] // Наказ МОН № 1535 від 24.11.2017 року – Режим доступу до ресурсу: <https://osvita.ua/legislation/other/58391/>.
4. Компетентісно орієнтоване комп'ютерне середовище [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://cloud365.org.ua>.

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕФЛЕКСИВНЫХ МОДЕЛЕЙ РИСКОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Архипов А.Е.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сикорського», м. Київ, проспект Перемоги, 37, sonet0515@gmail.com*

Несмотря на обилие публикаций, посвященных вопросу анализа инвестиций организации в системы защиты информации (СЗИ), эта проблема продолжает по-прежнему оставаться актуальной. Одна из причин - весьма общая постановка задачи, в ходе рассмотрения которой авторы успешно избегают конкретизации, возможных уточнений, сводя итоги своих исследований к таким же общим выводам,



рекомендациям, отличающимися друг от друга лишь деталями. Характерный пример проведения подобных исследований иллюстрируется рис.1. На нем изображены графики изменения расходов, описывающих развитие инвестиционной ситуации с ростом объема инвестиций в СЗИ. Очевидно, что чем больше инвестиции  $C_{пр}$  в СЗИ, тем выше уровень безопасности информации, ниже косвенные расходы  $C_{кр}$ . В принципе, при неограниченном росте инвестиций можно получить сколь угодно малые косвенные расходы, но при этом суммарные расходы организации все равно продолжают расти за счет роста прямых расходов. Поэтому наиболее эффективным является объем инвестиций, при котором обеспечивается минимум суммарных расходов. Окрестность, окружающая точку минимальных инвестиций, образует область допустимых (не выше уровня  $C_{р0}$ ) инвестиций, в которой уровень суммарных расходов незначительно превышает минимальное значение. К сожалению, чисто качественный характер приведенных пояснений исключает возможность получения аналитического решения, что снижает перспективы непосредственного практического применения изложенного подхода. Кроме того, отсутствует какая-либо информация, позволяющая аргументировать ограничение предельный объем  $C_{max}$  инвестиций  $C_{пр}$ , и задать уровень  $C_{р0}$ , определяющий диапазон рациональных (допустимых) расходов.

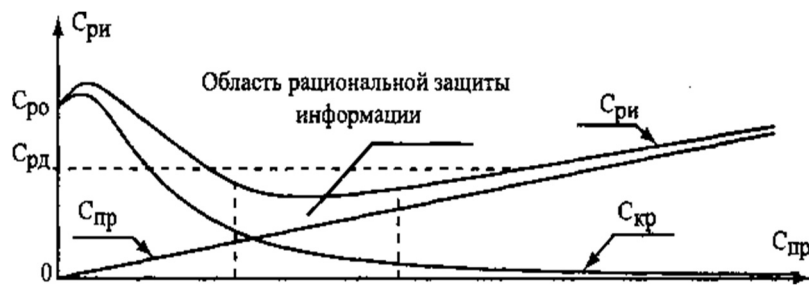


Рис.1 Параметры, учитываемые при построении СЗИ:  $C_{пр}$  - прямые расходы организации, определяемые суммой инвестиций в СЗИ,  $C_{кр}$  - косвенные расходы, обусловленные реализацией угроз информации;

$$C_{ри} = C_{пр} + C_{кр} - \text{суммарные расходы организации}$$

Рассмотрим подробнее конфликтную ситуацию (далее – ситуацию «атака/защита»), возникающую при реализации атакующей стороной А (злоумышленник) угроз Т относительно информационного ресурса I, принадлежащего стороне В (владелец информации, организация) [1-3]. В этом случае косвенные потери стороны В целесообразно описать интегральным риском (т.е. возможными обобщенными потерями организации, обусловленными реализацией угроз Т)

$$R_T = P_t q = P_t P_v q, \quad (1)$$

где  $P_o$  - вероятность реализации угроз Т, представленная произведением  $P_t = P_i P_v$ ,  $P_i$  - вероятность возникновения (активации) угроз Т, а  $P_v$  – вероятность удачного использования злоумышленником для реализации этих угроз уязвимостей информационной системы (ИС) организации В, владеющей ресурсом I. Тогда суммарные расходы организации составят

$$\Delta_{\Sigma} = R_T + \tilde{n} = P_i P_v q + \tilde{n}. \quad (2)$$

В [1, 2, 4] для расчета оценочных значений вероятностей  $P_i$ ,  $P_v$ , были предложены эвристические модели, сформированные с учетом мотивационно-экономических аспектов ситуации «атака/защита»:

$$P_i = \frac{Q}{g} = 1 - \frac{D}{g}, \quad g \geq D, \quad P_v(q, c, D) = \frac{\mu q}{\mu q + s \frac{c^2}{D}}, \quad (3)$$

где  $g$  и  $q$  - оценки ценности информационного ресурса I соответственно атакующей и защищающейся стороной,  $\mu = g/q$  - коэффициент асимметрии восприятия ценности информации сторонами атаки и защиты,

$D$  - затраты на подготовку и реализацию атакующих действий стороной А,  $c$  - инвестиции со стороны В в СЗИ,  $s$  - оценка степени зрелости защищающейся стороны В в сфере информационной безопасности (коэффициент определяет уровень эффективности функционирования СЗИ,  $s \leq 85$  [4]: чем больше значение  $s$ , тем ниже, при условии одного и того же объема  $c$  инвестиций, величина вероятности  $P_v$ ).

Подстановка выражений (3), в формулу (1) дает возможность построить формализованную обобщенную модель интегрального риска, в которую величина  $c$  входит как параметр:

$$R_{\sigma}(c) = \left(1 - \frac{D}{g}\right) \frac{\mu q}{\mu q + s \frac{c^2}{D}} q. \quad (4)$$

Эта же параметрическая зависимость от значений  $c$  сохранится и для величины суммарных потерь  $\Delta_{\Sigma}$  (формула (2)). С учетом полученного выше вывода о том, что наиболее эффективен уровень инвестиций, при котором обеспечивается минимум суммарных расходов, формализуем понятие эффективного объема инвестиций:

$$c_{eff} = \arg \min_{c \in C} \Delta_{\Sigma}(c), \quad (5)$$

где  $C$  – множество уровней допустимых (рациональных) инвестиций  $c$ , для которых значения  $\Delta_{\Sigma}(c)$  совпадают или несколько выше минимума  $\Delta_{\Sigma}(c_{eff})$ . К сожалению, получение аналитического решения  $c_{eff}$  для уравнения (5) после подстановки в него формулы интегрального риска (4) в общем случае оказывается невозможным. Однако в ряде частных случаев реально получение аналитического решения оптимизационной задачи (5) и ряда дополняющих это решение сведений. При этом, в зависимости от характеристик стороны атаки, формируются рефлексивные (лат. reflexus – отображение, отражение) модели рисков, отражающие специфические аспекты поведения и подготовки атакующей стороны, социально-психологический фоновый контекст ее действий, существующие (директивно определяемые) целевые установки этих действий, во многом влияющие на выбор атакующей стратегии, используемые методы и способы реализации информационных угроз. Анализ и исследование рефлексивных моделей рисков позволяет для каждой соответствующей типовой ситуации «атака-защита» оценить необходимый граничный объем  $c_{max}$  инвестиций в СЗИ. Кроме того, значения инвестиций  $c$ , для которых выполняется неравенства  $R_1 - R_r - c = P = P_1 q(1 - P_v) - c \geq 0$ , где  $R_1 = P_1 q$  - уровень риска в организации при отсутствии в ней СЗИ, определяют диапазон «разумных», допустимых инвестиций. Следует отметить, что при формировании моделей рефлексивных рисков используются как *авторефлексии* или *рефлексии первого рода*, представляющие собой рефлексию стороны защиты относительно своих собственных возможностей и способностей в реализации СЗИ, так и *рефлексию второго рода* - представления защиты о целях, действиях, принципах принятия решений, авторефлексии и т.п. атакующей стороны. Следующий уровень рефлексии - *рефлексия третьего рода (порядка)*: в рамках процесса дальнейшей рефлексии сторона защиты может задуматься над тем, каковы представления оппонента (т.е. атакующего) о знаниях, представлениях и намерениях защиты [5]. Авторефлексии участвует в формировании модели вероятности  $P_v(q, c, D)$  (исключая  $\mu$  - коэффициент асимметрии восприятия ценности информации сторонами атаки и защиты), рефлексии второго рода - в доопределении значения коэффициента  $\mu$ , формировании модели вероятности  $P_1$ , рефлексии третьего рода – при разработке стратегии защиты против долговременной (продолжительной) целевой атаки [4], оценивании уровней опасности при различных сценариях поведения атакующей стороны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов А.С., Архипова С.А. Применения мотивационно-стоимостных моделей для описания вероятностных соотношений в системе «атака-защита» // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні –2008. вип. 1(16) - С. 57-61.
2. Архипов О.С. Вступ до теорії ризиків: інформаційні ризики: моногр. – К.: Нац. Акад. СБУ, - 2015. – 248с.
3. Архипов О.С., Архипова Є.О. Особливості визначення обсягу інвестицій в систему захисту інформаційних ресурсів // Інвестиції: практика та досвід. – 2015. – №11. – С. 71-74.
4. Архипов А.Е. Применение рефлексивных моделей рисков для защиты информации в киберпространстве // Захист інформації. – 2017. - Том 19, №3. – С. 204-213.
5. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексивные игры. М.: СИНТЕГ, 2003. – 149 с.

ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА СЕРЕНДИПОВОЇ АПРОКСИМАЦІЇ НА ЕЛЕМЕНТІ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКУ

Астіоненко І.О., Литвиненко О.І., Соловійов М.В.

Херсонський національний технічний університет, м.Херсон, Бериславське шосе, 24, [tmkntu@gmail.com](mailto:tmkntu@gmail.com)

Серендипові скінченні елементи (ССЕ) були створені в 60-х роках минулого століття в зв'язку з застосуванням перетворення довільного чотирикутника в стандартний квадрат з наступним застосуванням ізопараметричної апроксимації. Перші моделі були отримані за допомогою підбору поліномів, які задовольняють інтерполяційній гіпотезі типу Лагранжа [1]. Алгебраїчний метод оберненої матриці та геометричний метод Тейлора привели до тих же поліномів [2]. Зважаючи на те, що стандартні ССЕ мають певні недоліки, пошуки альтернативних базисів продовжились.

Починаючи з 80-х років минулого століття відбувалися спроби позбутися “негативізму” у повузловому розподілі рівномірної масової сили серендипових моделей вищих порядків. Вперше альтернативні базиси були побудовані у 1982 р. методом ймовірісно-геометричного моделювання [3], основаним на геометричній ймовірності. Пізніше для побудови базисів серендипових елементів був використаний геометричний метод [4]. Але недоліком цих підходів є те, що повузловий розподіл рівномірної масової сили *a priori* невідомий. Цей розподіл для кожного вузла визначається після побудови альтернативної моделі подвійним інтегралом по області  $\omega$  скінченного елемента від відповідної функції форми, зваженої з поверхневою щільністю  $\gamma$  (для однорідної пластинки  $\gamma = 0,25$ ):

$$p_i = \iint_{\omega} \gamma N_i(\xi, \eta) d\xi d\eta. \tag{1}$$

Для елементів вищих порядків розподіл має як додатні, так і від’ємні значення.

Прямою задачею будемо вважати побудову базисних функцій з *a posteriori* обчисленням повузловим розподілом рівномірної масової сили.

Актуальною є задача побудови моделей з *a priori* фізично обґрунтованим повузловим розподілом рівномірної масової сили: відсутність від’ємних значень та їх зменшення з віддаленням від центру елемента. Саме так сформулюємо **обернену задачу серендипової апроксимації**: побудувати базисні функції з *a priori* визначеним повузловим розподілом рівномірної масової сили. Для розв’язання на серендиповому СЕ задачі інтерполювання з умовами, був запропонований комбінований алгебро-геометричний метод [5]. Розглянемо цей метод на прикладі побудови функцій форми  $N_i(\xi, \eta)$  серендипового елемента четвертого порядку (ССЕ-16). Слід зауважити, що серендипові моделі є унікальним прикладом одночасної інтерполяції та апроксимації – вони інтерполюють функцію на границі елемента та апроксимують всередині його.

Серендипів скінченний елемент четвертого порядку – це квадрат з 16-ма регулярно розташованими вузлами і система базисних функцій, яка відповідає цим вузлам (рис.1).

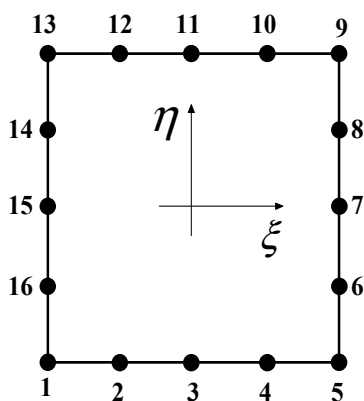


Рис. 1 ССЕ-16

При розв’язуванні оберненої задачі можемо з самого початку визначитись, у якому вигляді будуть задані функції форми  $N_i(\xi, \eta)$  і регулювати кількість параметрів інтерполяційного полінома (від 16-ти до 25-ти). В альтернативних поліномах кількість параметрів збільшується порівняно зі стандартним базисом за рахунок так званих “позавузлових” параметрів. Це забезпечується появою доданків більш високих степенів і дозволяє суттєво змінювати властивості інтерполяційного полінома.

Використовуючи умову, що вздовж сторони квадрата функції повинні змінюватись за законом параболи четвертого порядку, запишемо  $N_1(\xi, \eta)$ ,  $N_2(\xi, \eta)$  та  $N_3(\xi, \eta)$  у вигляді:

$$N_1(\xi, \eta) = k_1(1 - \xi)(1 - \eta)(A\xi^2 + B\eta^2 + C\xi\eta + D\xi + E\eta + 1)(F\xi + G\eta + 1); \tag{2}$$

$$N_2(\xi, \eta) = k_2(1 - \xi^2)(1 - \eta)(L\xi^2 + M\xi\eta + N\xi + V\eta + 1); \tag{3}$$

$$N_3(\xi, \eta) = k_3(1 - \xi^2)(1 - \eta)(W\xi^2 + Q\eta + 1). \tag{4}$$

Для знаходження невідомих коефіцієнтів складемо систему алгебраїчних рівнянь, використовуючи гіпотезу Лагранжа

$$N_i(\xi_k, \eta_k) = \delta_{ik}, \quad (5)$$

(де  $\delta_{ik}$  – символ Кронекера,  $i$  – номер функції,  $k$  – номер вузла) та інші властивості функцій форми. Інтегралам (1) надамо довільних значень  $p_i$ , які будуть виконувати роль змінних параметрів.

Розв’язавши систему, отримаємо узагальнені формули для базису ССЕ-16, до складу яких входять два параметри:

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{1}{240} (1 + \xi_i \xi)(1 + \eta_i \eta) (-2\xi_i \xi - 2\eta_i \eta + 1) \times \\ \times (-40\xi^2 + (540p_1 + 13)\xi_i \xi \eta - 40\eta^2 - (540p_1 - 7)(\xi_i \xi + \eta_i \eta) + 540p_1 + 33); \quad (6) \\ i = 1, 5, 9, 13; \quad \xi_i, \eta_i = \pm 1.$$

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{1}{480} (1 - \xi^2)(1 + \eta_i \eta) (640\xi^2 - 2 \cdot (540p_1 + 540p_3 - 263)\xi_i \xi \eta - (540p_1 + 540p_3 + 57)(-2\xi_i \xi - \eta_i \eta + 1)); \quad (7) \\ i = 2, 4, 10, 12; \quad \xi_i = \pm \frac{1}{2}, \quad \eta_i = \pm 1.$$

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{1}{20} (1 - \xi^2)(1 + \eta_i \eta) (-40\xi^2 - (45p_3 - 3)\eta_i \eta + 45p_3 + 7); \quad (8) \\ i = 3, 11; \quad \eta_i = \pm 1.$$

Інші базисні функції можна отримати з (6) – (8) за допомогою циклічної перестановки змінних.

Таким чином, за допомогою комбінованого алгебро-геометричного методу розв’язана обернена задача побудови базисних функцій ССЕ четвертого порядку. Всі базисні функції отримані з параметрами  $p_1$  та  $p_3$ , що дозволяє побудувати нескінченну множину моделей ССЕ-16 з різною кількістю мономів інтерполяційного полінома та з *a priori* визначеним повузловим розподілом рівномірної масової сили. Проведені чисельні розрахунки показали, що побудовані в роботі нові альтернативні моделі серендипових елементів четвертого порядку мають кращі обчислювальні характеристики в порівнянні з уже відомими моделями. Вони адекватно відтворюють температурне поле за умови виконання властивості повноти:

$$\sum_{i=1}^n N_i(\xi, \eta) \cdot \xi_i = \xi; \quad \sum_{i=1}^n N_i(\xi, \eta) \cdot \eta_i = \eta, \quad (9)$$

де  $N_i(\xi; \eta)$  – базисна функція  $i$ -го вузла,  $\xi_i$  та  $\eta_i$  – відповідні координати  $i$ -го вузла.

Запропоновані нові альтернативні моделі серендипових апроксимацій мають важливе значення для розвитку обчислювальних методів: вони можуть бути використані в пакетах прикладних програм, орієнтованих на скінченно-елементні розрахунки.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. — М. : Мир, 1975. — 541 с.
2. Зенкевич О. Конечные элементы и аппроксимация / О. Зенкевич, К. Морган. — М. : Мир, 1986. — 318 с.
3. Хомченко А.Н. Некоторые вероятностные аспекты МКЭ / А.Н. Хомченко. – Ивано-Франковск, 1982. – 9 с. – Деп. в ВИНТИ 18.03.82, №1213.
4. Хомченко А.Н. Геометрия серендиповых аппроксимаций / А.Н. Хомченко, Е.И. Литвиненко, П.И. Гучек // Прикл. геом. и инж. графика. — К.: Будівельник, 1996. — Вып. 59. — С. 40 - 42.
5. Астионенко И.А. О серендиповых элементах с естественным спектром узловых нагрузок / И.А. Астионенко, Е.И. Литвиненко, А.Н. Хомченко // Геом. та комп'ютерне моделювання. Зб. наук. пр. — Вип. 17. — Харків: ХДУХТ, 2007. — С. 97 - 102.

**ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ОЦІНОК РИЗИКУ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ В ГІС-ОРІЄНТОВАНИХ СППР**

**Бардачов Ю.М., Жарікова М.В., Шерстюк В.Г.**

*Херсонський національний технічний університет, з. Херсон, Бериславське шосе, 24  
rector@kntu.net.ua, marina.jarikova@gmail.com, vgsherstyuk@gmail.com*

В роботі розглядаються природно-техногенні системи (ПТС), що містять множину взаємодіючих статичних та динамічних природних і технічних об'єктів, які знаходяться в тісному взаємозв'язку. Природно-техногенні системи є відкритими та обмеженими в просторі системами, які характеризуються територіальною різноманітністю природного середовища. Серед різноманіття складних процесів, що звичайно виникають та розгортаються в межах ПТС, особливої уваги заслуговують процеси руйнівного характеру (ПРХ) – небезпечні природні явища, утворювані внаслідок нелінійних взаємодій безлічі нестационарних процесів стохастичної природи, які розвиваються в просторі і часі, та своєю інтенсивністю, масштабом розповсюдження, швидкоплинню й тривалістю можуть створювати негативні наслідки для самої ПТС та її зовнішнього середовища.

Розвиток ПРХ може призводити до виникнення надзвичайної ситуації природного характеру (НСПХ), що може негативно впливати на суспільство, спричиняючи людські жертви, шкоду здоров'ю людей та зовнішньому середовищу, значні матеріальні збитки тощо. НСПХ виникають за умови наявності в межах ПТС вразливих об'єктів, що мають певну цінність, але потрапляють під деструктивний вплив ПРХ, та вимагають своєчасного прийняття рішень з боку осіб, що приймають рішення (ОПР), для компенсації дії збурюючих впливів ПРХ. Основою для прийняття таких рішень мають бути оцінки безпеки певних ПТС та утворюваних загроз і ризиків для певних об'єктів ПТС, які, зважаючи на вищезазначені особливості ПТС, є динамічними та просторово-розподіленими. Задачі діагностики НСПХ вирішуються ОПР на підставі цих оцінок в умовах неповноти і неточності інформації, а також, дуже часто, браку часу і ресурсів, що вимагає значних зусиль щодо підтримки прийняття рішень.

Прогрес в області інтелектуальних геоінформаційних технологій реального часу відкриває значні можливості для вирішення таких задач, в той же час, розробка ризик-орієнтованих методів і моделей підтримки прийняття рішень в умовах швидкоплинних територіально-розподілених ПРХ є нетривіальною проблемою, яку додатково ускладнює дефіцит часу і ресурсів. Візуалізація просторово-розподілених оцінок загроз та ризиків в реальному часі для підтримки прийняття рішень ОПР в НСПХ з використанням сучасних геоінформаційних технологій є актуальною і важливою науково-технічною задачею.

Взаємодія ПРХ з об'єктами ПТС, що є джерелом небезпек і загроз, моделюється в рамках просторової моделі територіальної системи, яку подано як двовимірний Евклідов простір, дискретизований на нижньому шарі сіткою рівновеликих комірок, кожна з яких має певні параметри стану. Динаміка стану кожної з комірок визначається впливом сукупності процесів, що мають місце в ПТС. Власне комірка є просторовим об'єктом мінімального розміру, в межах якого значення параметрів всіх точок передбачаються однаковими. Наступний шар просторової моделі визначає множину непересічних однорідних областей (регіонів) з розмитими межами, що подаються підмножинами комірок, подібних за значеннями їх певних атрибутів. Регіони не можуть перекриватися, але можуть бути суміжними, тому за їх допомогою визначають статичні ділянки з різними умовами місцевості (геотаксони), а також об'єкти, що мають певну цінність й тому є об'єктами розгляду щодо ризиків та загроз. Наступний шар просторової моделі подає просторові області, що не є безперервними та які складаються з множини розподілених в просторі окремих областей (зон), однорідних щодо певних оцінок їх властивостей (наприклад, безпеки, загрози, ризику). Такі зони можуть перетинатися, а також бути вкладеними один в одного, для їх опису використано математичний апарат інтервальних нечітких наближених м'яких множин (soft interval fuzzy rough set) комірок, при цьому множина комірок в кожний момент часу є об'єднанням певних розмитих підмножин (так званих  $w$ -елементів м'якої множини), наприклад, для лісової пожежі це підмножини вже вигорілих комірок; комірок, що горять; комірок, ще не охоплених пожежею. Таким чином, розмитий контур ПРХ може бути поданий як гранична область інтервальної наближеної множини комірок.

Модель розповсюдження ПРХ реалізовано у вигляді розмитого марківського процесу, отриманого за висновком на правдоподібній мережі спостережуваних подій, що дозволяє подавати структуру ПТС в умовах ПРХ у вигляді розмитого топологічного простору. Разом з аналітичними моделями, отриманий розмитий топологічний простір надає необхідні чисельні значення параметрів ПРХ, на підставі яких отримують опис конфігурації небезпечних просторових зон та обчислюють інтервальні кількісні значення оцінок загроз та ризику для цінних об'єктів.

Отже, динаміку процесів, що протікають в ПТС, подано у вигляді розмитого динамічного топологічного простору. Для кожного з цінних об'єктів ПТС ризик є динамічним просторово-розподіленим процесом, тому ОПР потребує належної його візуалізації. ОПР має отримувати інформацію

про поточну ситуацію, яка є достатньо зрозумілою для усвідомлення нею цієї ситуації та прогнозування її розвитку у майбутньому.

Візуалізація є тим потужним інструментом, що дозволяє створювати ситуативну картину для ОПР, підсумовуючи оціночну інформацію стосовно загроз і ризиків до кінематичної інформації про розвиток руйнівних процесів, використовуючи при цьому візуальну (картографічну) модель територіальної системи. Тож візуалізація є інтерактивним процесом отримання значущої інформації, оцінок та статистики зі спостережуваних даних з використанням певних візуальних уявлень.

Вирішення задачі візуалізації є послідовним процесом. На етапі попередньої обробки спочатку формують модель базових даних, придатних для візуалізації, аналізуючи всі спостережувані дані про поточну ситуацію. На наступному етапі ОПР інтерактивно фільтрує дані, щоб зосередити увагу на найбільш суттєвих для вирішуваної задачі даних. Як правило, ОПР застосовує певну низку таких фільтрів впродовж сеансу роботи з геоінформаційною системою підтримки прийняття рішень. Надалі, проводиться відбір підмножини фокусних даних, які можуть акцентовано відображатися на екрані. Геолокалізація дозволяє прив'язати відображувані фокусні дані до певних структур просторового та/або просторово-часового контексту прийняття рішень, використовуючи парадигму "Спочатку огляд, потім масштабування та фільтрування, аж потім деталі на вимогу". Процес візуалізації стосується даних, які описують певні процеси та об'єкти ПТС, що мають властивий просторовий або просторово-часовий компонент в певній області картографічної візуалізації та відображаються на карті за допомогою ГС.

З метою наочності подання інформації ОПР для певного моменту часу в процесі візуалізації будують поверхню ризику, яка відображає нормовану оцінку рівня ризику для кожної комірки моделі територіальної системи. Поверхня наглядно відображає опуклі ділянки місцевості, що мають найвищі оцінки ризику (рис. 1а). З іншого боку, не всі ділянки з високим ризиком потребують уваги ОПР – серед них потрібно виокремити об'єкти з найбільш високою цінністю. Тому в тій же системі координат будують поверхню цінності, але збільшення цінності відображають в зворотному порядку, від 0 до -1. Таким чином, ділянки з найвищою цінністю будуть відображатися увігнутими ділянками на поверхні (рис. 1б).

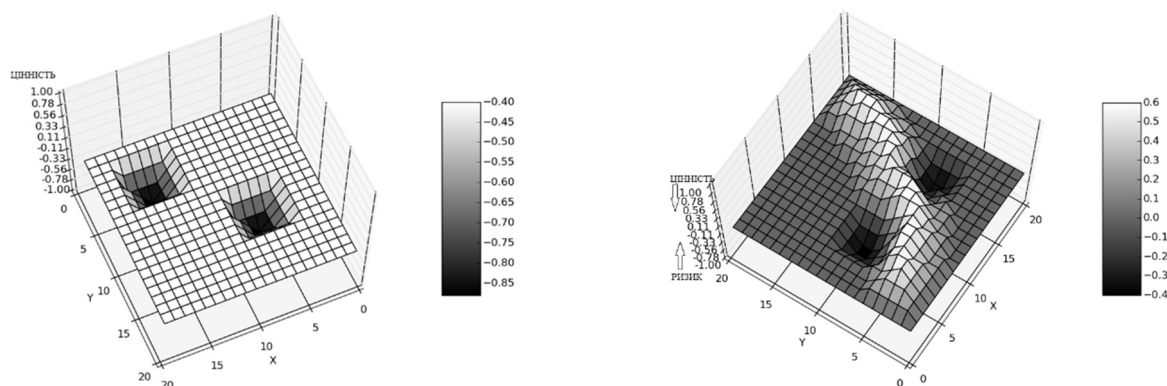


Рис. 1. Візуалізація поверхонь ризику (ліворуч) та цінності (праворуч)

Для того, щоб відібрати ділянки, які потребують уваги ОПР, необхідно побудувати дві поверхні-зрізи, які є перпендикулярними осі Z, та встановлюють критичні значення цінності та ризику (рис. 2).

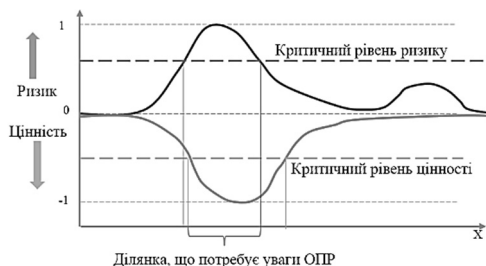


Рис. 2. Перетин поверхні-зрізу ризику з поверхнею-зрізом цінності об'єкту.

Всі об'єкти, комірки яких розташовано нижче поверхні-зрізу цінностей, мають для ОПР критичну цінність. Всі ділянки, оцінка ризику яких лежить вище поверхні-зрізу ризику, знаходяться в умовах критичного ризику. Тож саме перетин множин комірок, які мають критичну цінність та знаходяться в умовах критичного ризику, потребує найбільшої уваги ОПР. Варіюючи розташування поверхонь цих зрізів, ОПР може звужувати або розширювати множину цінних об'єктів, які потребують захисту в умовах НСПХ.

Використання запропонованої моделі в ГІС-орієнтованій системі підтримки прийняття рішень реального часу дозволяє знизити обчислювальну складність і забезпечити прийнятну оперативність прийняття рішень.

## ПЕДАГОГІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ КОНФЕРЕНЦІЙ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АНГЛОМОВНИХ МЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Бацуровська І.В.,**

*к.п.н., в.о. доцента кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки МНАУ*

**Сантюрова М. В.,**

*аспірант кафедри педагогіки Житомирського державного університету імені Івана Франка*

**Науково-практична конференція** як форма науково-методичної роботи є своєрідним підбиттям підсумків вивчення актуальних науково-практичних проблем із застосуванням сучасних медійних технологій. Крім того, вона є засобом узагальнення практичного матеріалу.

Для практики багатьох вищих навчальних закладів нині характерним є пошук нових форм перевірки знань здобувачів вищої освіти, обговорення та аналізу пройденого матеріалу, які відрізняються від традиційних. Такою формою може стати конференція з використанням медійних технологій. У такої форми перевірки знань є особливості проведення. Виступи на конференції мають бути короткими, але вони потім обов'язково обговорюються, причому нерідко у полемічній, дискусійній формі. Слід врахувати, що проведення такої науково-практичної конференції можливе лише за умови високого рівня творчості і новаторства в колективі[1].

Конференція має науково-практичний характер, на ній обговорюються теоретичні й практичні питання з дисципліни. Конференції передують тривала підготовка з підтем, над якими здобувачі вищої освіти поглиблено працювали протягом навчального семестру. Підготовка до конференції включає: підготовку доповідей, підготовку презентацій, обговорення за допомогою мобільних додатків, інструктування щодо формату проведення конференції, зовнішнього вигляду тощо[4].

Підготовка доповідей починається з окреслення вимог до оформлення доповідей. Тут роз'яснюється формат тексту, необхідна інформація про автора доповіді, як правильно оформити роботу, як написати список літератури. Викладач має відстежувати, як здобувачі вищої освіти здійснюють пошук інформації, як оформлюють роботу, консультувати та перевіряти доповіді.

Обговорення за допомогою мобільних додатків доцільно проводити, коли у здобувачів вищої освіти виникають питання щодо підготовки до конференції, пошуку матеріалу та його оформлення. Даний спосіб обговорення забезпечує зворотній зв'язок, так викладач може легко оцінити рівень підготовки здобувачів вищої освіти і вчасно проконсультувати їх, надати допомогу, виправити помилки. Необхідно також провести консультацію з формату проведення конференції, зовнішнього вигляду, вимог до виступів. Окремим пунктом у підготовці здобувачів вищої освіти до участі у електронній конференції – підготовка виступів та презентацій. Важливо розуміти, що презентація має бути ілюстрацією доповіді, необхідно звернути увагу на шрифт, кольори фону і тексту, якість і кількість ілюстративного матеріалу. Тут мають бути фотографії, схемі, відео з поданої теми. Для підготовки здобувачів вищої освіти до участі в електронній конференції доцільно також провести консультаційний вебінар.

Плануючи програму виступів на конференції, необхідно враховувати типи конференцій: міжпредметного характеру, за окремими темами і проблемами[3]. Кожен з цих варіантів конференції має свої переваги і недоліки. Багатотемна конференція дає змогу більш повно і багатогранно репрезентувати передовий досвід педагогів, їх удосконалення в галузі самоосвіти. Конференція з окремої теми уможливує детальніший показ різних шляхів та рівнів розв'язання тієї чи іншої теми. На проблемній конференції досягається найбільша гострота в обговоренні принципів питань з методики, які стосуються різних тем, встановлюються глибинні зв'язки між окремими темами. Якщо на конференції прослухані доповіді з різних тем, ведучому конференції у вступному та заключному словах слід систематизувати інформацію, отриману з доповідей та під час їх обговорення. У ході тематичної конференції ведучий мусить, аналізуючи доповіді та виступи, якомога глибше розкрити тему. На тематичній конференції можлива полеміка між окремими доповідачами, зумовлена необхідністю відстояти власний варіант вирішення теми. У цьому випадку ведучому необхідно проявити достатню широту і водночас принципівість в оцінці різних точок зору, щоб, з одного боку, не стримувати ініціативу окремих доповідачів, а з другого - правильно орієнтувати учасників в ідейному, науковому та методичному планах. Проблемні конференції націлені на осмислення досягнень і з'ясування невирішених

питань з конкретної науки і методики. Ведучий на такій конференції повинен бути спеціалістом з даної проблеми, здатним оцінити представлені на конференції доповіді, виявити те нове, що може зустрітись у виступах практиків, чітко сформулювати питання, над якими варто поміркувати в майбутньому[2].

Проведення конференції в рамках навчального процесу включає: заслуховування доповідей, проілюстрованих презентаціями, перегляд відеоматеріалів, питання до доповідача. Після проведення конференції доцільно провести тестування за темами доповідей, а також обговорення конференції на форумі. Конференції являють собою активну форму науково-дослідницької роботи, яка ґрунтується на серйозній самоосвітній роботі педагогічних кадрів.

Отже, така форма науково-дослідницької діяльності здобувачів вищої освіти допомагають засвоювати матеріал з дисципліни, що вивчається, активно розробляти психологічні позиції вирішення важливих проблем сучасності, а також виступає як форма виявлення й узагальнення знань здобувачів вищої освіти з важливих педагогічних питань.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Волкова Н. П. Принципи навчання // Н. П. Волкова. Педагогіка [текст]: Посібник. – К.: Видавничий центр «Академія», 2001 // Электронная библиотека Князева [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ebk.net.ua/Book/pedagogics/volkova\\_pedagogika/part3/3402.htm](http://ebk.net.ua/Book/pedagogics/volkova_pedagogika/part3/3402.htm).
2. Ашерев А.Т. Організаційно-педагогічні умови формування професійної майстерності майбутніх спеціалістів. / А.Т. Ашерев, В.В. Мальованая. – Харків: НТМЛ, 2009. -152 с.
3. Інформаційно-комунікаційні технології – пріоритетний напрямок розвитку педагогічної освіти: (Урядовий портал) [Електронний ресурс] / Прес-служба Міністерства освіти і науки, молоді та спорту. – 2011. – Режим доступу : [http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art\\_id=244341480](http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=244341480)
4. Карташова Л. А. Інформаційно-комунікаційні технології як складова системи навчання [Електронний ресурс] / Л. А. Карташова, Т. М. Мозолюк // Педагогічний дискурс : зб. наук. праць / Гол. ред. І. М. Шоробура. – Хмельницький : ХГПА, 2010. – Вип. 7. – Режим доступу : [http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/peddysk/2010\\_7/mozoliuk.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/peddysk/2010_7/mozoliuk.pdf)

#### ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Білова О.В., Щербина І.В.

*Національна металургійна академія України, м. Дніпро,  
okbelova00@gmail.com, sherbinaiv@ukr.net*

У багатьох країнах світу останнім часом спостерігається збільшення інтересу до проблеми фундаменталізації вищої інженерної освіти. Це пов'язане, насамперед, з тим, що фундаментальні науки є основою прикладних наук, а фундаментальні навчальні дисципліни – зокрема, вища математика, – є основою фахової підготовки інженера. Математична підготовка в сучасних умовах відіграє особливу роль у підготовці майбутніх інженерів: опанування математичних дисциплін надає студентам технічних ВНЗ можливість ефективно застосовувати набуті знання на практиці, чітко розуміючи, де застосовувати той чи інший математичний метод при розв'язанні професійних задач, адекватно сприймати зміст наукової і спеціальної літератури, в якій використовується відповідний математичний апарат, впроваджувати нові технології у виробництво і швидко пристосовуватися до науково-технічних змін. Перспективним напрямом реалізації поставлених завдань є зміна методики навчання вищої математики студентів технічних ВНЗ через впровадження нових засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) навчання та інтеграцію різних форм навчання (зокрема, аудиторної та позааудиторної) на основі посилення ролі самостійної роботи. Вища математика для студентів технічних ВНЗ викладається з першого семестру, тому студентам-першокурсникам доводиться з першого дня навчання включатися в самостійне опрацювання матеріалу, що викликає значні утруднення через несформованість відповідних навичок. Крім того, за традиційної методики навчання викладач не може організувати ефективну самостійну роботу студентів з тієї причини, що кількість студентів на одному по- тоці першого курсу може досягати кількисот. Недостатній рівень сформованості навичок самостійної роботи студентів, з одного боку, та традиційний підхід ви- кладачів до викладання вищої математики, з іншого, є одним із чинників зниження якості математичної підготовки студентів технічних ВНЗ. Використання інформаційних технологій при проведенні занять активізує процес, привертаючи увагу і сприяючи кращому розумінню матеріалу. Наприклад, демонстрація програмних реалізацій задач з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, матаналізу в середовищі MathCAD чи Matlab по завершенні блоку лекцій з цих розділів вищої математики, можуть забезпечити активізацію науково-дослідної діяльності студентів, полегшити сприйняття і



засвоєння навчального матеріалу за рахунок наочності, яка часто ховається за абстрактністю формульного апарату і складністю формул. Також це розвиває просторову уяву та інтелектуальні здібності, поліпшує образне мислення студентів, акцентує увагу аудиторії на важливих моментах, надає можливість підвищити якість підготовки студентів з дисципліни вища математика шляхом інтенсифікації та ефективності навчального процесу. Наприклад, при вивченні поверхонь другого порядку можна не тільки побудувати поверхню, але і повертати її, розглядаючи під будь-якими кутами, вибирати для більш повної уяви про поверхню різні засоби її забарвлення, різні системи координат; при розкладанні функції в ряд побудова графіка функції і часткової суми її ряду полегшує розуміння теореми збіжності, особливо для випадку функції, що має точки розриву. Навчальні матеріали, які підготовлені з використанням інформаційних технологій, представляють нові можливості подання матеріалу, що пов'язаний з використанням зорової та адитивної наочності. Математичні пакети надають широкі можливості побудови безлічі типів графіків: для функцій заданих в явному вигляді і в параметричному, в декартовій, полярній, сферичній і циліндричній системах координат, 3D-поверхонь, контурних, точкових графіків і графіків векторного поля, побудови графіків тривимірних поверхонь, що перетинаються та їхніх ліній перетину тощо. Застосування інформаційних технологій при викладанні курсу вищої математики відкриває перспективу розширення та поглиблення бази знань студентів, інтенсифікацію та активацію навчального процесу.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. «Вычисления в MathCad 12». Д.А. Гурский, Е.С. Турбина– СПб.: Питер, 2006
2. «Вища математика»: Навч. посібник В.П. Дубовик, І.І. Юрик– К.:Вища шк., 2013–648 с.
3. «Информационные технологии в математике» Ю.Ю. Тарасевич. - М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 144 с.
4. Седих, О. Л. Використання інформаційних технологій при викладанні вищої математики / О. Л. Седих, С. В. Маковецька // Актуальні питання природничо-математичної освіти : збірник наукових праць. – 2014. - № 4. - С. 165-170

#### НАУКОВІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМ МОНІТОРИНГОМ

**Бондар О.І., Машков О.А., Пашков Д.П., Шевченко Р.Ю.**

*Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,  
м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35; dei2005@ukr.net*

В Україні склалася критична ситуація із застаріванням технологічного обладнання, зношенням основних фондів підприємств, що несуть потенційну загрозу забрудненню навколишнього природного середовища [3]. Ситуація має суцільно негативну просторову характеристику за усіма регіонами держави, пікові показники критичності зношення інфраструктури припадають на Донбас та Криворізький промислові райони [4]. Ситуація на Донбасі вже має ознаки екологічної катастрофи внаслідок військового конфлікту [2].

На нашу думку, вивести країну із повзучої надзвичайної ситуації природно-техногенного характеру може формулювання нових наукових підходів щодо управлінням екологічним моніторингом з визначенням показників антропогенного впливу [1].

Система управління екологічним моніторингом складається із наступної структурно-параметричної схеми, складовими частинами якої є наступні контрольні функції:

1. моніторингу трансферу отруйних речовин територією України із дослідженням за аерокосмічними знімками стану автошляхів, коридорів водного та повітряного транспорту, ліній телекомунікації та нафто-, газо- та аміакопроводів та інших високоенергетичних та вибухонебезпечних хімічних сполук;

2. спостереження за рівнями фонового забруднення у напрямках проблемно-небезпечних транспортно-логістичних шляхів сполучення із отриманням потокової (оперативної) інформації про кількісні та якісні показники фізико-хімічного стану водної поверхні, суходолу та повітряних мас за допомогою мережі реперних пунктів спостереження довкілля. В відповідну мережу доцільно включати метеорологічні станції, гідрологічні пости, пункти астрономо-геодезичної мережі, щогли радіотехнічного та візуального спостереження уздовж відповідних трас. Формуються трасові звіти (пікетажний журнал стану довкілля);

3. контроль розвантаження/завантаження отруйних речовин та сильнодіючих отруйних речовин (далі – СДОР) на транспортні засоби на т.з. ординарних постах морських та річкових портів, залізниці, повітряного транспорту, що підпорядковані Митній службі. Значна увага у відповідному кластері управління екологічним моніторингом необхідно приділити увагу маркуванню відповідних хімічних сполук чи радіоактивних елементів. Відповідна проблема постає із будівництвом на території

Чорнобильської зони відчуження Центру зберігання радіоактивних відходів, що будуть акумулюватися із усього Європейського Союзу і будуть транспортуватися автомобільними та авіаційними шляхами сполучення територіями столичного регіону.

На рис. 1 представлена структурно-параметрична схема критичної інфраструктури України, що підлягає оперативному моніторинговому дослідженню.

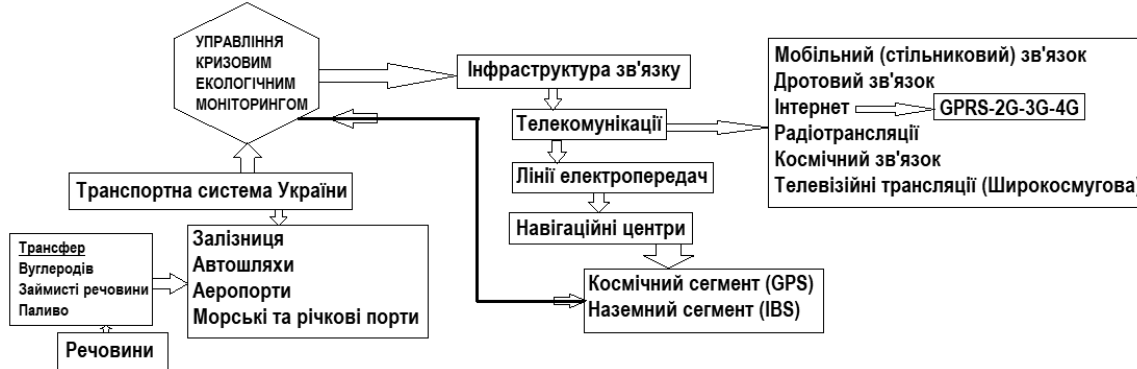


Рис. 1 – Система управління екологічним моніторингом

Організація управління кризовим моніторингом є інноваційною, а саме:

4. формування оптимальних маршрутів транспортування та переміщення отруйних речовин Україною та оцінка ризиків із визначенням масштабів потенційних надзвичайних ситуацій;
5. синтез систем управління оперативним (кризовим) екологічним моніторингом у середовищі геоінформаційних систем із застосуванням даних дистанційного зондування Землі;
6. оцінка ризиків переміщення СДОР та впливу їх на оточуюче середовище перебування людини в залежності від сезонів року (кліматичних) умов, типу топографії місцевості та факторів територіальної організації системи цивільного захисту;
7. оцінка ризиків антропогенного впливу отруйних речовин на стан здоров'я населення прилеглих територій, створення спеціалізованої ГІС “Екологічна геологістика СДОР в Україні”;
8. створення картографічного ресурсу Інтернету (екогеопорталу) для систем проведення оперативного екологічного моніторингу, попередження природно-техногенних надзвичайних ситуацій та створення моделей ліквідації наслідків потенційних катастроф.

В основу відповідної математичної структурно-параметричної моделі ГІС покладені наукові концепції системи інженерного управління екологічним моніторингом (структурно-логістичні коридори), теорії ризиків і катастроф та власне теорія управління. На рис. 2 представлена структурно-логічна модель алгоритму створення відповідної спеціалізованої ГІС.

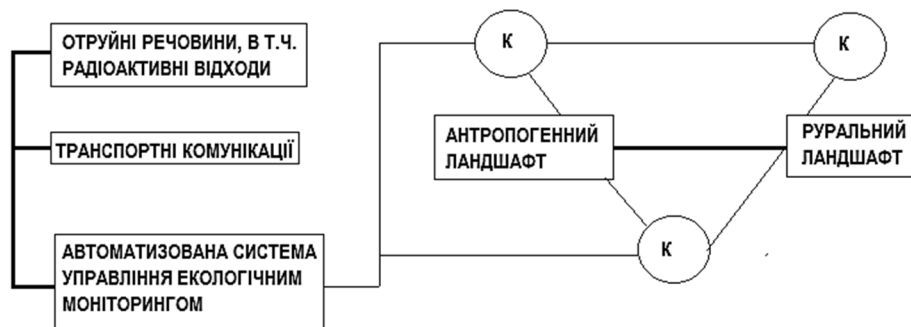


Рис. 2 – Схема інформаційних потоків формування реляційної бази даних ГІС, де К – коефіцієнти ризиків техногенного впливу на оточуюче природне середовище

Математично інформаційну залежність складових у ГІС можна записати наступним чином:

$$f_{CVEM} = f(O(TK, AL, PL, K_{1..3})) \quad (1)$$

де  $f_{CVEM}$  – функція системи управління екологічним моніторингом;  $f$  – функціональні компоненти роботи ГІС;  $OP$  – отруйні речовини;  $TK$  – транспортні комунікації,  $AL$  – антропогенний (урбаністичний, промисловий) ландшафт;  $PL$  – рурсальний (сільський, природний) ландшафт;  $K_{1..3}$  – коефіцієнти ризиків катастроф.

З геопросторової точки зору проблема визначення відповідних коефіцієнтів  $K_{1...3}$  має географічну складову. На карті регіонів України створена імітаційна модель (рис. 3) територіального розподілу коефіцієнтів антропогенних ризиків впливу на навколишнє природне середовище. По кожній області стовпчиковою діаграмою у вигляді стрілки кількісних характеристик показана сумарне значення потенційно-небезпечних об'єктів критичної інфраструктури та представлена у значенні  $P_i$ . Виходячи із вищевикладеного можна виести формулу загальнодержавного ризику:

$$P_i = \sum_{i=1}^n P_i \quad (2)$$

де  $P_i$  - об'єкти критичної інфраструктури по  $i=25$  суб'єктам держави.

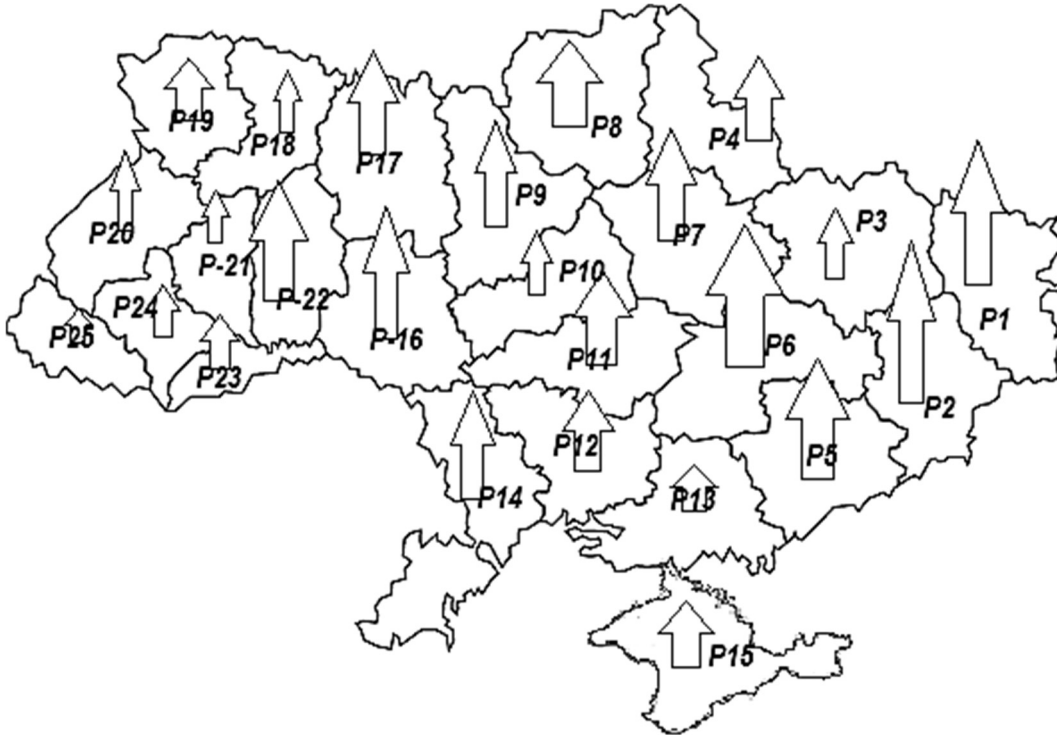


Рис. 3 – Імітаційна картографічна модель геопросторового розподілу коефіцієнту антропогенного ризику ( $P_{1...25}$ )

**Висновки.** Наукові основи управління екологічним моніторингом з точки зору технічних наук знаходяться на етапі структурно-параметричної розробки. Система управління буде спиратися на дані сучасних дистанційних зйомок землі у різних спектрах та направлятися на геоінформаційну обробку. Українська система управління моніторингом буде мати свою специфічну структуру і це пов'язано із катастрофічним станом навколишнього середовища будь-якого геосфери. Значним фактором забруднення в Україні – є транспортна мережа, що представляє собою широкий спектр небезпек. Запровадження системи управління відповідними процесами у ГІС стануть на заваді їх розповсюдження, будуть формувати комплекс державних заходів із запобігання природно-техногенних катастроф та взагалі покращать систему екологічної безпеки України.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. В.М. Боголюбов, М.О. Клименко Моніторинг довкілля: підручник / за ред. В.М. Боголюбова і Т.А. Сафранова. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 530 с.
2. Мацнев А.І., Проценко С.Б., Саблій Л. А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля.: Навч. посібник. – Рівне: ВАТ “Рівненська друкар-ня”, 2017. – 504 с.
3. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: навчальний посібник /В.М. Ісаєнко, Г.В. Лисиченко. – К.: Вид-во Нац. авіа. ун-ту «НАУ-друк», 2016. – 312 с.
4. Клименко М.О. Моніторинг довкілля / А.М. Прищепа, Н.М. – Рівне: УДУВГП, 2002. – 232 с.

## МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ ТА ГРАНУЛЮВАННЯ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ

Борзенкова С.В., Ладієва Л.Р.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», просп. Перемоги, 37, Київ, 03056, lanaborzenkova@gmail.com

Об'єктом дослідження обрано гранулятор псевдозрідженого шару, характерною особливістю якого є те, що в ньому поступово відбуваються зневоднення зернистого матеріалу, прогрівання та зневоднення крапель розчину, кристалізація його на частинках у вигляді тонких шарів кристалів і подальше сушіння грануляту. Об'єднання цих процесів в одному апараті підвищує інтенсивність видалення вологи з матеріалу в результаті збільшення поверхні контакту між частинками і сушильним агентом, а також збільшує енергоефективність та зменшує ресурсоемність виробництва.

Під час створення моделі процес зневоднення та гранулювання у псевдозрідженому шарі розглянуто як гетерогенний трифазний. Під час процесу між собою взаємодіють три окремі фази: частинки – центри гранулювання, вихідна речовина – розчин сульфату амонію у вигляді крапель та теплоносій – повітря.

В процесі розробки моделі були зроблені такі припущення:

- Зміна параметрів відбувається за в часі, без урахування радіальної складової та зміни за висотою.
- Теплообмін між повітрям, частинками та краплями є конвективним.
- Частинки монодисперсні, непористі, агломерація відсутня. Інтенсивність перемішування частинок між шарами описується коефіцієнтом осьової дисперсії  $r$ , який залежить від швидкості руху газової фази, а також властивостей частинок.
- Краплі, одержувані за допомогою пневматичної форсунки, мають вузький розподіл за розміром, що дозволяє розглядати їх як монодисперсну фазу. Між краплями відсутні зіткнення і злипання, немає налипання на стінках апарату. Краплі рухаються крізь псевдозріджений шар співспрямовані з потоком повітря.

Процес теплообміну в грануляторі описує система рівнянь:

$$M_{\text{ч}} C_{\text{ч}} \frac{d\Theta_{\text{ч}}}{dt} = M_{\text{ч}} C_{\text{ч}} r_{\text{ч}} \Theta_{\text{ч}}^0 + \frac{G_{\text{к}}}{M_{\text{ч}}} \cdot \left( \frac{\frac{b_{\text{R}}}{\Theta_{\text{к}}}}{\frac{b_{\text{R}}}{\Theta_{\text{к}}} + 0.35} \right)^2 \cdot M_{\text{ч}} C_{\text{к}} (\Theta_{\text{к}} - \Theta_{\text{ч}}) + G_{\text{к}} x_{\text{к}} Q_{\text{крисст}} - \frac{\beta_{\text{к}} (\xi_1 \Theta_{\text{к}} - \xi_2 \Theta_{\text{пр}})}{\Theta_{\text{ч}}} + \alpha_{\text{ч}} S_{\text{ч}} (\Theta_{\text{п}} - \Theta_{\text{ч}}) \quad (1)$$

$$M_{\text{к}} C_{\text{к}} \frac{d\Theta_{\text{к}}}{dt} = G_{\text{к}} C_{\text{к}} \Theta_{\text{к}}^0 - \frac{G_{\text{к}}}{M_{\text{к}}} \cdot \left( \frac{\frac{b_{\text{R}}}{\Theta_{\text{к}}}}{\frac{b_{\text{R}}}{\Theta_{\text{к}}} + 0.35} \right)^2 \cdot M_{\text{ч}} C_{\text{к}} (\Theta_{\text{к}} - \Theta_{\text{ч}}) + \frac{\beta_{\text{к}} (\xi_1 \Theta_{\text{к}} - \xi_2 \Theta_{\text{пр}})}{\Theta_{\text{ч}}} + \alpha_{\text{к}} S_{\text{к}} (\Theta_{\text{п}} - \Theta_{\text{к}}) \quad (2)$$

$$M_{\text{п}} C_{\text{п}} \frac{d\Theta_{\text{п}}}{dt} = G_{\text{п}} (C_{\text{п}}^0 \Theta_{\text{п}}^0 - C_{\text{п}} \Theta_{\text{п}}) - \alpha_{\text{ч}} S_{\text{ч}} (\Theta_{\text{п}} - \Theta_{\text{ч}}) - \alpha_{\text{к}} S_{\text{к}} (\Theta_{\text{п}} - \Theta_{\text{к}}) \quad (3)$$

де  $b_{\text{R}}$ ,  $\beta_{\text{к}}$  – допоміжні коефіцієнти, визначені емпірично;  $C$  – питома теплоємність, Дж/кг·К;  $G$  – масові витрати, кг/с;  $\Theta$  – температура, К;  $\Theta^0$  – початкова температура, К;  $M$  – маса, кг;  $M^0$  – початкова маса, кг;  $r$  – коефіцієнт аксіальної дисперсії, с<sup>-1</sup>;  $v_{\text{суш}}$  – питома швидкість сушіння вологи в краплях, кг<sub>випар.вологи</sub>/(кг·с);  $x$  – концентрація, б/р;  $Q_{\text{вип}}$  – питома теплота випаровування вологи, Дж/кг;  $Q_{\text{крисст}}$  – питома теплота кристалізації крапель, Дж/кг;  $\alpha$  – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $S$  – площа поверхні, м<sup>2</sup>;  $\xi_1$ ,  $\xi_2$  – аналітичні коефіцієнти залежності парціальних тисків від температури, Па/К;  $\Theta_{\text{пр}}$  – температура парогазової суміші, К. Індекси ч, к, п позначають, що параметр відноситься до частинок, крапель або повітря відповідно.

Система рівнянь (1-3) розроблена з урахуванням емпіричних співвідношень для розрахунку питомої швидкості сушіння, питомої швидкості осідання крапель на частинках в результаті адгезії, коефіцієнта аксіальної дисперсії частинок, коефіцієнтів теплопередачі, співвідношень для розрахунку втрат матеріалу і товщини шару покриття, а також початкових умов.

Для отримання динамічних характеристик розробленої системи було використано бібліотеку *Simulink* пакету прикладних програм *Matlab*. За допомогою вбудованих елементів бібліотеки отримано схему системи диференціальних рівнянь, що описують модель об'єкта керування.

З досвіду попередніх аналітичних та практичних досліджень у якості керувального впливу було обрано масові витрати повітря  $G_{п}$ . Просимулювавши реакцію системи на зміну керувального впливу  $G_{п}$  за допомогою схеми, тобто розв'язавши систему диференціальних рівнянь динаміки, було отримано перехідні характеристики каналів «витрати повітря  $G_{п}$  – температура частинок  $\Theta_{ч}$ » (рис. 1) та «витрати повітря  $G_{п}$  – температура крапель розчину  $\Theta_{к}$ » (рис. 2).

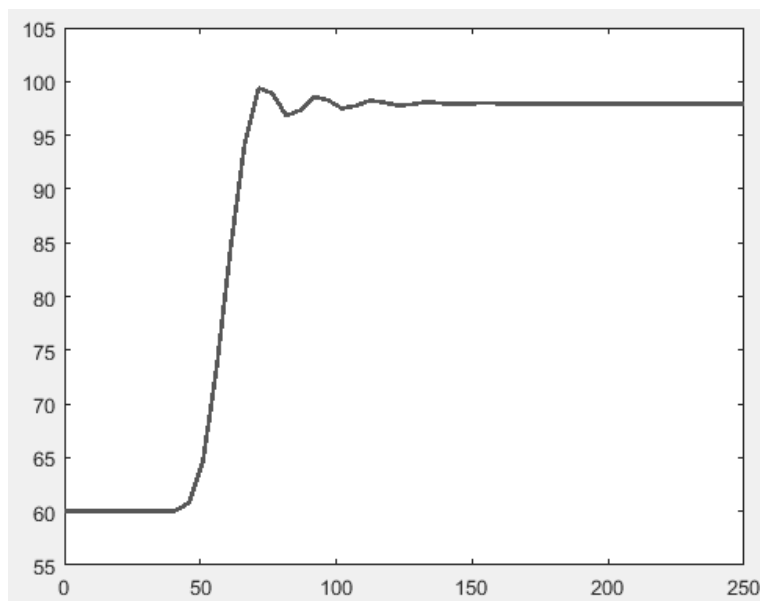


Рис. 1. Перехідна характеристика каналу «витрати повітря  $G_{п}$  – температура частинок  $\Theta_{ч}$ »

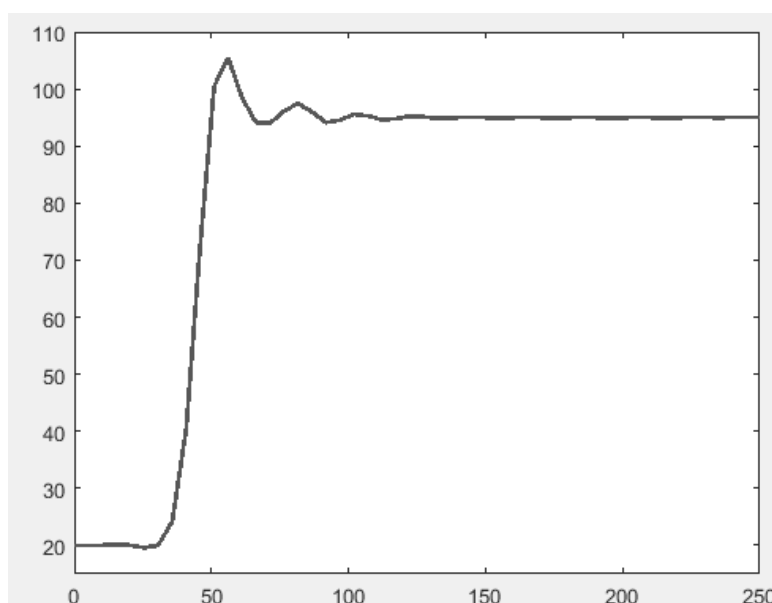


Рис. 2. Перехідна характеристика каналу «витрати повітря  $G_{п}$  – температура крапель розчину  $\Theta_{к}$ »

Врахування трьохфазного характеру процесу дає змогу створити більш повну картину псевдо зрідженого шару. Отримана математична модель є нелінійною і може бути використана для керування процесом з метою інтенсифікації перемішування гранульованих частинок з краплями розчину.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Корнієнко Я. М., Сачок Р. В. Процес гранулоутворення мінерально-гумінових добрив: монографія. [Електронний ресурс] / Корнієнко Я. М., Сачок Р. В. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 158 с.: іл. – Бібліогр.: с. 92–96. – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/han-dle/123456789/6906>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.

2. Gidaspow D. Multiphase flow and fluidization: continuum and kinetic theory descriptions with applications [Текст] / Dimitri Gidaspow. – UK: Academic Press, 1994. – 187 с. : ил. – Библиогр.: с. 73-78. – 200 пр. – ISBN 0-12-282470-9

## ЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Бхушан Ш.Ш.<sup>1</sup>, Антошук С.Г.<sup>2</sup>, Лобачев И.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный открытый университет им. Индиры Ганди, Нью Дели, Индия, s.bhushan2k5@ignou.ac.in

<sup>2</sup>Одесский национальный политехнический университет, Одесса, Украина, asg@opu.ua

Одной из составных частей современных распределенных информационных систем являются беспроводные сенсорные сети (БСС), которые особенно актуальны, когда есть необходимость сбора информации в течение длительного времени без непосредственного участия человека в труднодоступных местах, при анализе технологических процессов опасных производств и др. Благодаря внедрению БСС становится возможным исследовать явления или процессы путем получения информации различной сложности. Наиболее важными приложениями БСС являются военные задачи, транспорт, сельское хозяйство, окружающая среда, здравоохранение и др.

При проектировании БСС нужно учитывать следующее: во-первых из-за того, что БСС могут разворачиваться в отдаленных и труднодоступных средах к реализации программного обеспечения и коммуникационных протоколов предъявляются жесткие требования: они должны обеспечивать максимальное время функционирования узлов, отказоустойчивость и автоматическое конфигурирование сети; во-вторых, сенсорные узлы имеют ограниченную вычислительную мощность, каналы передачи данных, используемых в беспроводных сенсорных сетях, накладывают жесткие ограничения по пропускной способности, а также дальности и стабильности связи. Поэтому разработка эффективных алгоритмов передачи данных в БСС с целью сокращения времени сбора данных с сенсорных узлов, уменьшения их энергопотребления и увеличения времени эксплуатации до замены источников питания является актуальной научно-практической задачей.

Одним из путей ее решения является разработка коммуникационных протоколов. Протоколы БСС значительно отличаются от традиционных, это объясняется рядом особенностей среди которых можно отметить следующие: любое применение сенсорных сетей требует потока данных, полученных от нескольких источников; сенсорные узлы в беспроводных сетях могут перемещаться, что приводит к непредсказуемым и частым топологическим изменениям. Эти особенности обусловили при реализации энергоэффективных коммуникационных протоколов применения кластерной топологии, при которой вся сеть может разбиваться на сегменты. Существующие протоколы маршрутизации на основе кластеризации состоят из двух этапов, которые предусматривают: на первом происходит выбор главного узла кластера СН (Cluster Head), формирование кластера и агрегирование данных, на втором - передача данных. К таким протоколам можно отнести такие как LEACH (Low Energy Adaptive Cluster. Hierar-chy), SEP (Stable Election Protocol), HEED (Hybrid Energy-Efficient Distributed pro-ocol), IHCR (Intelligent Hierarchical Cluster-based Routing), ERP ( Evolutionary Based Routing Protocol) и другие. Проведенный анализ показал, что повышение эффективности существующих протоколов может происходить за счет совершенствования методов кластеризации.

Кластеризацию можно рассматривать как задачу оптимального разбиения объектов на группы. Оптимальность может быть определена как требование минимизации среднеквадратической ошибки разбиения. В связи с этим при решении задачи кластеризации для повышения эффективности коммуникационных протоколов беспроводных компьютерных сетей находят широкое применение метаэвристические алгоритмы, такие как метод частиц в стае (Particle Swarm Optimization Strategy), генетические алгоритмы (Genetic Algorithms), алгоритмы оптимизации на основе биогеографии (Biogeography Based Optimization). Существует ряд исследований, в которых показано, что общим недостатком применения метаэвристических алгоритмов является то, что от выбора начальной популяции зависит скорость сходимости алгоритма. Это делает неэффективным традиционно используемую случайную инициализацию этих алгоритмов.

В предложенном докладе для повышения эффективности метаэвристических алгоритмов предложено использовать метод k-средних для начальной инициализации популяций, что позволяет не только увеличить скорость работы алгоритма, но и его повторяемость.

Для оценки алгоритмов кластеризации был разработан эмулятор работы беспроводной сенсорной сети. При симуляции автоматизированы процессы генерирования случайных данных, определяющие координаты расположения узлов и энергетические параметры. Результаты моделирования показывают,

что разработанные коммуникационные протоколы, использующие такой подход к кластеризации для трех типов исследуемых метаэвристических алгоритмов (метода частиц в стае, генетического алгоритма и алгоритма на основе биогеографии) показали лучшие результаты, что позволило уменьшить энергопотребление сенсорных узлов и увеличить срок службы БСС при разном количестве разнородных узлов.

## КОНЦЕПЦІЯ СКРИПТОВО-ДЕКЛАРАТИВНОЇ ЙМОВІРНІСНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ

**Василенко В. Г., Ширій В. В., Баклан І. В.**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра АСОІУ  
пр-т Перемоги, 37  
vlad040293@gmail.com  
iaa@ukr.net  
slava545@ukr.net*

На сьогоднішній день стає поширеним застосування ймовірнісних моделей, які використовуються для створення сучасного штучного інтелекту, у прикладній статистиці чи в когнітивній науці. Це пояснюється тим, що вони пов'язані з роботою над ймовірностями та їх ймовірнісними висновками [1,2]. Тому кількість ймовірнісних моделей постійно зростає. Моделі можуть бути ієрархічними, реляційними, просторово-часовими, рекурсивними, нескінченними та багатьма іншими. Розробка алгоритмів представлення, виведення та навчання для нової моделі – це важливе завдання. Ймовірне програмування має потенціал, щоб зробити це завдання набагато простішим, завдяки чому легко представити багаті, складні ймовірнісні моделі, що використовують повну потужність мов програмування, включаючи багаті структури даних, механізми управління та рівні абстракції. Алгоритми висновку та навчання виходять досить простими, принаймні до певної міри. Найголовніше, що ймовірнісна мова програмування дає розробнику мову, з якою можливо мислити, сформулювати та програмувати нові моделі.

Було розроблено досить велика кількість різновидів ймовірнісних мов програмування. Деякі мови походять від логічної парадигми програмування, наприклад, PRISM [3], BLOG [4] та Markov logic [5,6]. Інші ж ґрунтуються на функціональній парадигмі, такі як IBAL [7] та Church [8]. FACTORIE [9] - це ймовірнісна мова, яка використовує імперативну парадигму програмування. Ми ж представляємо концепт застосування скрипкової парадигми для використання в ймовірнісному програмуванні.

Як ми вже з'ясували в [2], ймовірнісні мови програмування, в їх прості формі, розширюють добре відомі детерміновані мови програмування з примітивними конструкціями для випадкового вибору (random choice). Однак, жодна з ймовірнісних мов, що були тут наведені [10], немає спеціалізованого абстрактного типу даних, який би виражав саме ймовірнісне значення або, точніше, ймовірність. Наприклад, при обчисленні нормального розподілу. В представлених ймовірнісних мовах, цю роль виконує такі типи даних, як float чи double.

Тому, було прийнято рішення про створення нового абстрактного типу даних – prob. Він і буде відповідати в нашій мові за зберігання та обчислення ймовірностей. Його основні обмеження відповідають  $0 \leq P(A) \leq 1$ , тобто відповідає властивостям ймовірності Колмогорова [11].

Запишемо наш ймовірнісний тип даних prob за допомогою форми Бекуса-Наура (БНФ):

```
<prob> ::= 0 | 1 | 0.<integer>
<integer> ::= <digit> | <digit> <integer>
<digit> ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
```

Як можна побачити з першого рядка БНФ, ми так задаємо можливі значення нашого абстрактного типу даних prob. Prob може набувати такі числові значення: 0 – ймовірність неможливої події, 1 – ймовірність події, яка відбудеться, та десяткове число, яке виражає можливість цієї події. Абстрактний тип даних integer – це множина цілих чисел, а digit – знаки, що описують числа.

Наведемо приклад синтаксису нашої ймовірнісної мови для обчислення нормального розподілу. Як можна побачити, програмний код являється досить простим для розуміння, оскільки кожна з "інструкцій" являє собою атрибути для обчислення нормального розподілу (математичне сподівання Mean, дисперсією Variance).

```
Normal_Distribution {
  id: name_dist.String ()
  Mean: name_M.int ()
  Variance: name_V.double ()
  Result: result_list.prob ()
```

}  
 В цьому випадку, результат буде зберігатися у вигляді вектора зі значеннями нашої ймовірнісної змінної prob у вигляді result\_list. Для більшої зручності та можливості повторного застосування, для кожного з розподілів потрібно писати атрибут id, як ідентифікатор цього блоку. Звісно, результати досліджень можливо буде зберігати в файл, для подальшої їх обробки.

Для кожного з розподілів буде використовуватися власна функція чи, як ми називаємо, програмний блок. Це дозволить забезпечити максимально просту взаємодію для необхідних розробнику математичних апаратів. Звісно ж, розробник зможе не тільки використовувати готові блоки, а й на основі їх створювати власні.

Відносно складніших структур, таких як нейронні мережі чи марковські моделі, потрібно застосовувати більшу кількість атрибутів. Однак, ми постараємося зробити, щоб їх застосування та подальша розробка мала просту і чітко зрозумілу структуру не тільки для професійних розробників-програмістів, а й для початківців.

Звісно, з плином часу та впровадженням ймовірнісного програмування, будуть з'являтися все новіші засоби для розробки ймовірнісних моделей на базі існуючих ймовірнісних мов. В наступних публікаціях планується і далі представляти обіцяні нами програмні структури для більш складніших математичних апаратів в представленій концепції мови програмування.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Баклан І.В. Сучасні засоби ймовірнісного програмування / І.В.Баклан, В.Г.Василенко, В.В.Ширій // Матеріали III Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними технологічними комплексами», 23 листопада 2016 р. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2016 р. – 286 с.
2. Goodman N. D. The principles and practice of probabilistic programming //ACM SIGPLAN Notices. – 2013. – Т. 48. – №. 1. – С. 399-402.
3. Sato, Taisuke, and Yoshitaka Kameya. "PRISM: a language for symbolic-statistical modeling." IJCAI. Vol. 97. 1997.
4. Milch, Brian Christopher, and Stuart J. Russell. Probabilistic models with unknown objects. Diss. University of California, Berkeley, 2006.
5. Richardson, Matthew, and Pedro Domingos. "Markov logic networks." Machine learning 62.1-2 (2006): 107-136.
6. Taskar, Ben, Pieter Abbeel, and Daphne Koller. "Discriminative probabilistic models for relational data." Proceedings of the Eighteenth conference on Uncertainty in artificial intelligence. Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2002.
7. Pfeffer, Avi. "IBAL: A probabilistic rational programming language." IJCAI. 2001.
8. Goodman, Noah, et al. "Church: a language for generative models." arXiv preprint arXiv:1206.3255 (2012).
9. McCallum, Andrew, Karl Schultz, and Sameer Singh. "Factorie: Probabilistic programming via imperatively defined factor graphs." Advances in Neural Information Processing Systems. 2009.
10. Vasilenko V. G. System analysis of abstract data types in probabilistic programming languages / V. G. Vasilenko, I. V. Baklan, V. V. Shyrii. // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. – 2018. – С. 75–79.
11. Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей. 2-е изд. – М.: Наука, 1974. – 120 с.

### ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ

Вергун В.Р.<sup>1</sup>, Батюк А.Є.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, 79013, м. Львів,  
 vverhun@gmail.com

Сучасний стрімкий розвиток технологій, поширення інновацій та постійна необхідність оптимізацій всіх процесів виробництва, вимагають також і змін та вдосконалень в освітньо - навчальних програмах. Особливо це стосується інженерних напрямків навчання. Необхідність трансформацій в освіті зумовлюється вимогою сучасних індустріальних стандартів. Швидка зміна технологій, знань, потребує зовсім інших компетенцій працівників, ніж це було буквально декілька років тому.



На сьогодні, набуті знання та інформація, якими володіють студенти по закінченню навчання може бути абсолютно неактуальною. Саме тому, окрім базових на перший план виходять додаткові навички, які повинен освоїти студент. Зокрема такі, як здатність до швидкого навчання та здатність швидко застосовувати набуті знання. Окрім цього, у формуванні майбутнього кваліфікованого працівника велику роль відіграють міждисциплінарні знання, адже інновації потребують знань з різних дисциплін, і навичок застосування цих знань для вирішення потреб користувачів та створення цінності, яку буде приносити створене благо чи послуга.

Саме інноваційний підхід найбільше цінується в будь-яких сферах практично будь-якої галузі. І слідувати цьому підходу неможливо, якщо інновації не створюються ще на етапах навчання, здобування знань. Тому сучасні педагогічні підходи, та особливо, інформаційно-технологічні засоби, є критичними до застосування в сучасних методах навчання.

Виходячи з вищеприведеного, актуальною задачею залишається розроблення новітніх методів аналізу та покращення навчальних програм, для забезпечення ефективного навчального процесу, який буде формувати гнучких студентів, здатних до інновацій, та швидкого освоєння необхідних знань.

Відповідно, для забезпечення гнучкості освітніх програм, виникає потреба в окремій дисципліні – Аналітика Навчання. Основна ціль такої дисципліни це зрозуміти, яким чином проходить сам процес освоєння знань, та оптимізувати навчальний процес, враховуючи індивідуальні особливості конкретних студентів. Очевидно, що для якісного аналізу потрібні дані, дані різних форматів, на основі яких можливо приймати рішення.

Протягом останніх років з'являються різноманітні програмні засоби та технології, які допомагають в навчальному процесі, зберігають різну інформацію про суб'єктів та об'єктів навчального процесу, є сховищем навчальних матеріалів. В додаток до цього існують платформи на основі відкритих кодів, такі як Moodle, соціальні платформи, такі як LinkedIn, платформи збору зворотнього зв'язку, тощо. В результаті нагромаджується велика кількість даних, де зберігається вся інформація про активність студентів та викладачів, які задіяні в процесі навчання. Саме ці дані найкраще використовувати в цілях Аналітики Навчання. Тут як інструмент слід застосовувати засоби Інтелектуального Аналізу Даних навчальних програм. Такі засоби є самі по собі також окремою галуззю для проведення досліджень.

Інтелектуальний Аналіз Даних навчальних програм – це область досліджень і розробки нових методів аналізу даних, які стосуються навчального процесу, для кращого розуміння моделі суб'єкта навчання і умов в яких набуття знань має місце. Це більше технічний напрямок, заснований на даних і можливості видобутку знань і шаблонів. Цей міждисциплінарний напрямок, який доволі активно розвивається, використовує алгоритми та обчислення, для того аби дати відповідь на основні освітні запитання.

Існують і ніші визначення подібного процесу. Зокрема, Академічна аналітика [1]: процес видобутку даних з однієї або декількох систем. Ці дані можуть зберігатись в базі даних для подальшого використання та аналізуватись з використанням засобів статистики і як наслідок генерація математичної моделі. Базуючись на такій моделі можна приймати рішення про подальші зміни чи дії щодо конкретного суб'єкта навчального процесу.

Описані визначення доволі подібні, тому згідно [2] можна навести наступні визначення, відповідно до мети:

- Інтелектуальний аналіз даних навчальних програм - орієнтований на технологічній проблемі: яким чином можна видобути шаблони та знання з великих даних, що стосуються навчального процесу.
- Аналітика Навчання - орієнтована на проблемі освіти – як ми можемо вдосконалити та зоптимізувати можливості навчання, зокрема можливості ефективного онлайн навчання.
- Академічна аналітика - орієнтована на організаційних та економічних проблемах. Яким чином можна створити можливості для глобального покращення якості освіти.

Оскільки Інтелектуальний Аналіз Даних навчальних програм є технічним напрямком, то для його реалізації можна використовувати стандартні підходи до аналізу даних зокрема із використанням методів та алгоритмів машинного навчання. Основною метою такого підходу є можливість ідентифікації знань та шаблонів з великих масивів даних. Ці результати необхідні для подальшого прийняття рішень щодо удосконалення навчального процесу загалом, або групи чи окремих студентів зокрема.

Оскільки Інтелектуальний Аналіз Даних це в першу чергу процес – можна виділити наступні етапи, відповідно до стандарту [3]:

- Розуміння бізнес-цілей
- Початкове вивчення даних
- Підготовка даних
- Моделювання
- Оцінка

- Впровадження

Основним завданням, яке можна успішно вирішувати на основі Інтелектуального Аналізу Даних – це прогнозування успішності студентів. На основі даного прогнозування можна впроваджувати зміни та удосконалювати персоніфіковане навчання. Окрім цього створення ефективних моделей прогнозування можна використати під час визначення того чи підходить конкретному студенту з певними базовими знаннями, обраний ним навчальний курс чи факультатив. Така практика забезпечуватиме переваги для обох сторін: з одного боку студент, отримавши відповідні результати тестування на обраний ним напрям підготовки не витратить час на навчання, а шукатиме те, до чого більш схильний, а з іншого, компанії не витратять матеріальні, людські та часові ресурси на навчання студентів, які не отримали достатніх знань та умінь.

Для реалізації подібних концепцій, можна виділити наступні напрямки досліджень, які базуватимуться на Інтелектуальному Аналізі Даних та Аналітиці навчання:

- Ідентифікація студентів, які знаходяться в зоні ризику та потребують підтримки ще на ранніх стадіях;
- Соціальний аналіз груп студентів, ефективне формування команд, вплив команд;
- Надання вчасного, правильного та ефективного відгуку щодо навчання конкретного суб'єкта навчання;
- Аналіз поведінки та успішності, емоцій та залученості в навчальному процесі;
- Моделювання предметної області навчання

Вдосконалення вже існуючих алгоритмів, а також розробка нових підходів до аналізу відіграє велику роль в удосконаленні освітніх процесів, що базуються на сучасних технологічних засобах. Проте, все ще існуючі моделі поведінки є доволі недосконалими. З іншої сторони сьогодні не існує єдиного розуміння щодо соціального впливу методів Інтелектуального Аналізу Даних. Впровадження систем підтримки прийняття рішень в навчальний процес може кардинально як допомогти викладачам, так і стати причиною невиявлення прихованих талантів в студентів. На сьогодні, це один з потужних інструментів, який допомагає ґрунтовно змінити підхід до навчання, зробити його більш гнучким, та більш адаптованим до постійних змін щодо вимог до фахівців відповідних галузей.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Campbell John P., DeBlois Peter B., and Oblinger Diana G. “Academic Analytics: A New Tool for a New Era”, EDUCAUSE Review, vol. 42, no. 4 (July/August 2007): pp. 40–57
2. Ferguson R. “Learning analytics: drivers, developments and challenges”, International Journal of Technology Enhanced Learning, 4(5/6), 2012 pp. 304–317.
3. CRISP-DM <https://ru.wikipedia.org/wiki/CRISP-DM>

### ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ANFIS ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ РОЗРАХУНКІВ

**Виклюк Я.І., Сидор П.О.**

*ПВНЗ «Буковинський університет»  
Україна, Чернівці, вулиця Дарвіна, 2, 58000  
yaroslav.vyklyuk@gmail.com*

**Кунанець Н. Е., Пасічник В.В.**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
Україна, м. Львів, вул. Степана Бандери 32 а, 79013  
nek.lviv@gmail.com, Volodymyr.V.Pasichnyk@lpnu.ua*

Лісові пожежі, що сталися в Португалії 18 червня 2017 року, призвели до загибелі кілька десятків людей. Причини їх виникнення, як і в багатьох інших випадках, що мали місце в Західній Європі в той самий час, залишалися невідомими. В цьому дослідженні була перевірена геліоцентрична гіпотеза, згідно з якою заряджені частинки сонячного вітру можуть бути потенційною причиною пожежі. Особливістю цієї гіпотези є те, що неможливо безпосередньо перевірити, чи заряджені частинки спричиняють загоряння лісової підстилки. Тому було досліджено наявність функціонального зв'язку між певними параметрами сонячного вітру (SW) та метеорологічними параметрами атмосфери протягом критичного періоду, тобто з 15 по 19 червня 2017 року.

Супутник ACE зареєстрував раптове зростання температури, швидкості та густини часток SW за пару днів до настання пожеж. Основна гіпотеза полягала в тому, що, якщо між процесом на Сонці та лісовими вогнями існує зв'язок, то протягом декількох критичних днів метеорологічні параметри повинні певною мірою "реагувати" на певні параметри SW. У цьому сенсі ми намагалися визначити, чи існує будь-який функціональний зв'язок між потоком протонів та електронів у деяких діапазонах енергії, з одного боку, і температурою повітря, відносною вологістю повітря та тиском повітря в Монте-Реал з іншого. Розрахунок включав погодинні значення з врахуванням часового лагу від 0 до 5 годин у період з 15 по 19 червня 2017 року. Найбільша кореляція між тиском повітря спостерігалась для потоку протонів з енергією більшою за 10 MeV та потоку протонів з енергією більшою за 30 MeV та склала 0,89 та 0,86 відповідно.

В якості математичного апарату, що використовувався для встановлення функціональної залежності у цьому дослідженні використано множинний лінійний регресійний аналіз та адаптивну систему нечітких висновків (ANFIS). Для визначення лагової затримки було досліджено 894 240 моделей з усіма можливими комбінаціями лагів. Для пришвидшення процесу моделювання були використані паралельні розрахунки. Була побудована множина найкращих моделей та визначені оптимальні часові затримки між параметрами SW та характеристиками атмосфери. На рис 1. Представлено результати прогнозування по дев'яти лінійних та дев'яти моделей ANFIS.

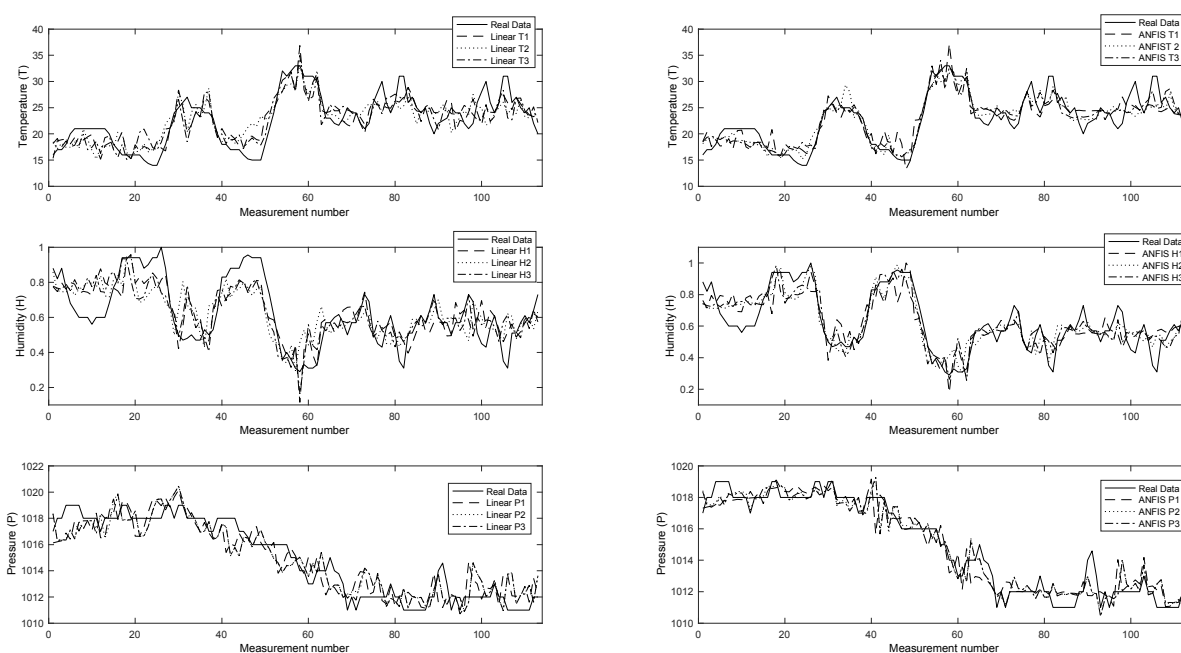


Рис. 1. Прогнозованих значення, отримані лінійними (Linear) та ANFIS моделями у порівнянні з фактичними даними

Отримані результати свідчать про необхідність подальшого вдосконалення представлених методів з метою створення науково обґрунтованої веб-орієнтованої мультимодельної експертної системи для прогнозування кризових явищ у різні періоди часу від 0-5 годин. Особливо, якщо мати на увазі, що в залежності від повторюваності певних процесів на Сонці, ми можемо очікувати більш-менш подібних погодних та екологічних умов у певних місцях на Землі.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АСУ ПОТЕНЦИАЛЬНО ВЗРЫВООПАСНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Волков В.Э., Макоед Н.А.

Одесская национальная академия пищевых технологий,  
Украина, 65039, Одесса, ул. Канатная, 112, viktor@te.net.ua

**Введение.** Решение проблемы взрывобезопасности (если речь идет о возможности возникновения взрывов химической природы) в настоящее время сводится главным образом к решению проблемы пожаробезопасности, т.е. к недопущению возгорания. Последнее достигается одним из двух способов – предотвращением возникновения источников случайного воспламенения либо недопущением условий

образования горючей и, как следствие, взрывоопасной среды (или же комбинированием обоих этих способов). Однако, ни один из указанных способов не является достаточно эффективным ни сам по себе, ни в сочетании с другим способом, о чем свидетельствуют многочисленные пожары на промышленных предприятиях и транспорте. Ряд видов производств вообще требует наличия взрывоопасных веществ, что делает применение второго способа обеспечения пожаробезопасности невозможным. По этой причине имеет смысл рассматривать обеспечение взрывобезопасности любого пожароопасного объекта как отдельную задачу. Но если АСУ (или подсистема АСУ) для обеспечения пожаробезопасности не требует специального математического обеспечения, так как имеет место весьма примитивное логическое управление, то АСУ для обеспечения взрывобезопасности при возможности возгорания требует создания принципиально новых видов математического обеспечения, основанного на достижениях современной математической теории горения и взрыва.

**Постановка задачи.** В качестве потенциально взрывоопасного объекта рассматривается любой (бытовой, промышленный или транспортный) пожароопасный объект. Задача обеспечения взрывобезопасности состоит:

- 1) в недопущении перехода пожара во взрыв при случайном возгорании;
- 2) в минимизации ущерба от возможного взрыва в том случае, если его предотвращение невозможно.

Потенциально взрывоопасный объект моделируется совокупностью отдельных элементарных потенциально взрывоопасных объектов – круглых труб и каналов прямоугольного сечения (открытых, полукруглых, закрытых). Требуется:

- 1) определить возможность перехода пожара во взрыв на любом из элементарных потенциально взрывоопасных объектов, а также время такого перехода;
- 2) определить возможность перехода дефлаграционного взрыва в детонационный;
- 3) указать соответствующие механизмы предотвращения взрыва либо механизмы взрывозащиты;
- 4) при известном месте (элементарном потенциально взрывоопасном объекте) возникновения первичного взрыва определить возможность возникновения вторичного взрыва на любом из элементарных потенциально взрывоопасных объектов.

**Основной материал.** Построена теория, позволяющая производить оценку возможности возникновения взрыва на любом элементарном потенциально взрывоопасном объекте. В основу такой оценки, имеющей нечеткий характер, положено отношение длины преддетонационного участка к максимальному геометрическому размеру объекта. При этом длина преддетонационного участка определяется на основе задачи об устойчивости пламени, которая решена для разнообразных гомогенных и гетерогенных сред при различных граничных условиях. Параллельно определяется время возможного перехода горения во взрыв. Среди всех элементарных потенциально взрывоопасных объектов выделяется наиболее взрывоопасный (т.е. объект, возможность взрыва которого выше чем у остальных); именно к этому объекту в первую очередь применяется набор управляющих воздействий.

Возможность перехода дефлаграционного взрыва в детонационный определяется на основе решения задачи о неустойчивости и структуре волн дефлаграционного горения с учетом сжимаемости среды, а также на основе решения задачи о неустойчивости и структуре детонационных волн, распространяющихся в различных (гомогенных и гетерогенных) средах при разной степени «гладкости» стенок. При этом в случае возможной детонации определяется имеющий место детонационный режим (детонация с «гладким» фронтом, ячеистая детонация – многоголовый спин, спиновая детонация – одноголовый спин, галолирующая детонация) и уточняются пределы детонации (в первую очередь – концентрационные пределы). Кроме того, производится анализ возможности инициирования детонации с энергетических позиций. Анализ возможности инициирования детонации при переходе детонационной волны из более узких труб и каналов в более широкие предполагает дополнительное исследование, связанное с подсчетом числа детонационных ячеек на выходе из узкой трубы или канала. Если это число меньше 10, инициирование детонации в широкой трубе или канале (или в открытом пространстве) не произойдет.

Соответствующие механизмы предотвращения взрыва либо механизмы взрывозащиты (ингибирование или флегматизирование, сброс давления, применение отсечных устройств, полная эвакуация персонала и т.п.) определяются исходя из: 1) известного времени развития (возможного) взрыва; 2) из возможности возникновения детонации и детонационного режима (если детонация имеет место).

Первичный взрыв (за исключением особых случаев) является дефлаграционным взрывом. Оценка возможностей возникновения вторичных взрывов производится с применением теории графов.

Потенциально взрывоопасный объект моделируется неориентированным либо ориентированным связным взвешенным графом. Вершинам графа соответствуют элементарные потенциально взрывоопасные объекты, для каждого из которых определена нечеткая оценка возможности взрыва – в этом смысле данный граф является нечетким графом. Как правило, такой граф не является деревом. Весу

каждого ребра графа соответствует нечеткая оценка возможности проникновения взрывной (ударной) волны или пламени из элементарного потенциально взрывоопасного объекта, моделируемого одним из концов данного ребра, в другой (соседствующий с первым) элементарный потенциально взрывоопасный объект, который моделируется другим концом данного ребра; нечеткий вес каждого ребра определяется оценкой мощности первичного взрыва и характером «соседства» объектов, соответствующих концам ребра (эти объекты моделируются, таким образом, смежными вершинами графа): представляется важным, как именно соединены объекты, связывают ли их коридоры и галереи, есть ли между ними легкосбрасываемые конструкции, какова прочность разделяющих стенок и т.п.

Оценка возможности вторичного взрыва на объекте при первичном взрыве на другом объекте определяется на базе решения двух классических задач из теории графов:

- 1) задачи о связности графа;
- 2) задачи о кратчайшем пути (кратчайшей цепи) в графе.

Граф предполагается упорядоченным; при необходимости предварительно решается задача об упорядочении графа.

Очевидно, что если не существует пути (маршрута) соединяющего две вершины графа, т.е. если эти две вершины несоединимы, то при возникновении первичного взрыва на объекте, соответствующем одной из этих вершин, на объекте, соответствующем другой вершине, вторичный взрыв не возникнет (нулевая оценка возможности вторичного взрыва). Если же две вершины графа соединимы, то при возникновении первичного взрыва на объекте, соответствующем одной из этих вершин, возможность возникновения вторичного взрыва на объекте, соответствующем другой вершине, отлична от нуля.

Конкретное значение нечеткой оценки возможности вторичного взрыва определяется на основе решения задачи о кратчайшем пути (кратчайшей цепи) между вершиной, соответствующей объекту, подверженному первичному взрыву, и вершиной, соответствующей объекту, для которого производится оценка возможности вторичного взрыва. Задача о кратчайшем пути решена по алгоритму Дейкстры (Dijkstra), хотя, учитывая относительно небольшое число вершин и ребер графа, в ряде случаев вполне уместен и сквозной счет. После отыскания кратчайшего пути при прохождении каждой вершины этого пути происходит перерасчет оценки возможности вторичного взрыва по правилам нечеткой логики.

Особенно эффективно применение теории графов при создании системы интеллектуальной поддержки принятия решений по вопросам взрывобезопасности газотранспортной системы. Вершинам графа в газотранспортной системе соответствуют отдельные газопроводные линии, для каждой из которых задана нечеткая оценка возможности взрыва. Как правило, такой граф является деревом. Ребрами графа являются разветвления трубопроводов, их повороты и изгибы, газокompрессорные станции и т.п. Решение данной задачи желательно произвести уже на этапе проектирования газотранспортной сети.

**Выводы.** Решение приведенных выше задач позволяет создавать принципиально новое математическое, информационное, алгоритмическое и программное обеспечение АСУ потенциально взрывоопасными объектами. Кроме того, решение данной задачи на стадии проектирования предприятия либо транспортной системы или средства позволяет:

- определить эффективные способы обеспечения взрывобезопасности;
- определить управляющие воздействия, препятствующие развитию взрыва путем недопущения или подавления вторичных взрывов, а также определить исполнительные механизмы для реализации этих управляющих воздействий;
- значительно уменьшить взрывоопасность ряда предприятий и технологических процессов в целом.

Применение нового математического и программного обеспечения позволило существенным образом дополнить и усовершенствовать систему интеллектуальной поддержки принятия решений по вопросам взрывобезопасности на зерноперерабатывающих и зерносберегающих предприятиях, а также в газотранспортных системах.

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ РОЗМІРНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ФОРМИ СУЧКІВ У КОЛОДІ

Вус А.Я.,

*Львівський національний університет імені Івана Франка, andrij\_vus@ukr.net*

Масвський В.О.,

*Національний лісотехнічний університет України, mayevskyy\_v@yahoo.com*

Одним із важливих об'єктивних чинників у процесах розпилювання колод на пилопродукцію є наявність достовірної інформації про форму, розмірні характеристики реальних колод та їхню правильну інтерпретацію (математичний опис). У цій роботі основну увагу зосереджено на особливостях розміщення сучків у пиломатеріалах та лісоматеріалах (колодах), які є їхньою основною сортовизначальною вагою [1].

Для прогнозування розміщення сучків у колоді, необхідна інформація щодо їх лінійних та кутових параметрів, за якою можна здійснити математичний розрахунок слідів сучка на пиломатеріалах ще до розпилювання колоди. Це потрібно для того, щоб у випадку ідентифікованого розташування сучків обрати відповідну раціональну схему розпилювання колоди для покращення якісного та ціннісного виходів випилюваних пиломатеріалів [2,3].

Метою дослідження є отримання інформації про розмірні параметри та форму сучків у пиломатеріалах та лісоматеріалах за допомогою деструктивного поділу.

Схематичне зображення досліджуваних лінійних та кутових параметрів сучка наведено на рис. 1. Основні параметри сучка:  $\beta$  – кут нахилу осі сучка до серцевини,  $\alpha$  – кут при вершині в модельному конусі сучка,  $\gamma$  – кут нахилу осі сучка до краю пиломатеріалу,  $\theta$  – збіжність колоди.

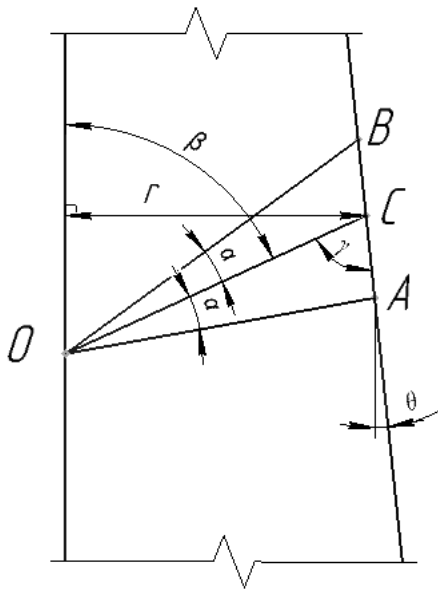


Рисунок 1. Розмірні параметри сучка

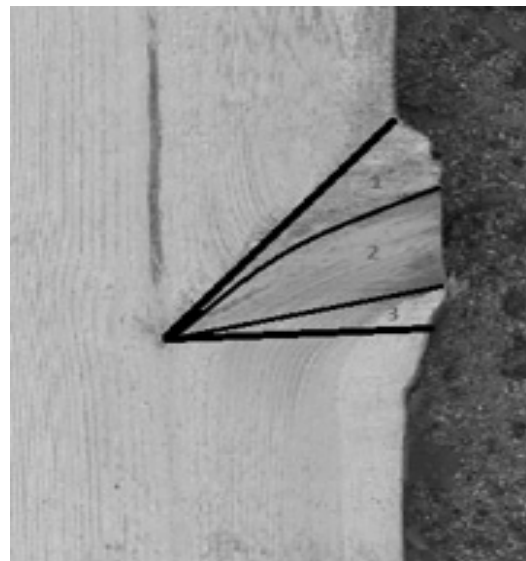


Рисунок 2. Структура дефектної деревини у зоні залягання сучка

Вживатимемо термін «модельний конус» для позначення усієї дефектної деревини у місці залягання сучка (рис. 2) – як ядра сучка (2), так і прилеглих до нього зон (1 і 3) стовбура колоди, що лежать над і під ядром цього сучка. Зважаючи на природний процес росту сучка, який зазвичай починається від серцевини, структура річних кілець основного стовбура у зонах (1 і 3) залягання сучка деформується з урахуванням його вrostання у стовбур. Це спричиняє певне переродження деревини таким чином, що зона (3) за своєю міцністю і характеристиками починає наближатись до характеристик ядра сучка (2). У той же час зона (1) характеризується послабленістю порівняно із деревиною стовбура.

Окрім збору первинної інформації, за результатами вимірювання вказаних вище кутових параметрів, також фіксували радіус колоди ( $r$ ) на поперечному перерізі сучка, а також висоту залягання сучка у колоді (відземкова, середня чи вершинна частина колоди) [4]. Останній фактор може значно впливати на кут нахилу осі сучка до серцевини, тому при моделюванні сучків можна буде вносити відповідні корективи.

Запропоновано два способи відшукування лінійних та кутових параметрів сучків. Перший спосіб передбачає відшукування пиломатеріалу, який містить слід серцевини стовбура та вісь сучка на пласті. За

необхідності, шляхом послідовного стругання частини пиломатеріалу отримували пластів, яка відповідає рис. 2 і дає змогу явно виміряти параметри сучка. Другий спосіб відшукання параметрів сучків застосовний до пиломатеріалів, що відповідають рис. 3, за якого на пласті та країці є видимий слід сучка, а вісь сучка знаходиться всередині. За результатами вимірювання фізичних розмірів сучка, його параметри можна обчислити без додаткового стругання. Отримано відповідні математичні залежності між розмірними параметрами сучка для обох способів.

Результати порівняння експериментальних (рис. 4) та теоретичних досліджень основних кутових параметрів сучків свідчать, що різниця між їх значеннями є несуттєвою. Отже, отримані результати можна вважати адекватними та прийнятими для подальшого імітаційного моделювання слідів сучків на пиломатеріалах ще до розпилювання колоди.

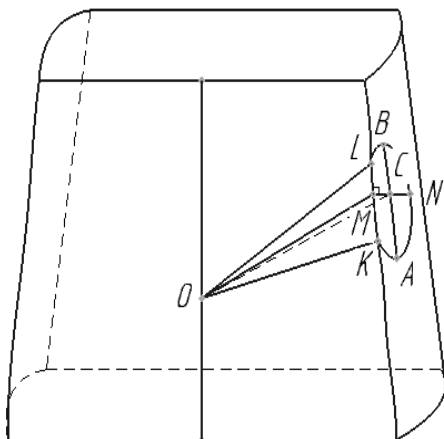


Рисунок 3. Відшукання параметрів сучка за його слідом на пласті та країці пиломатеріалу

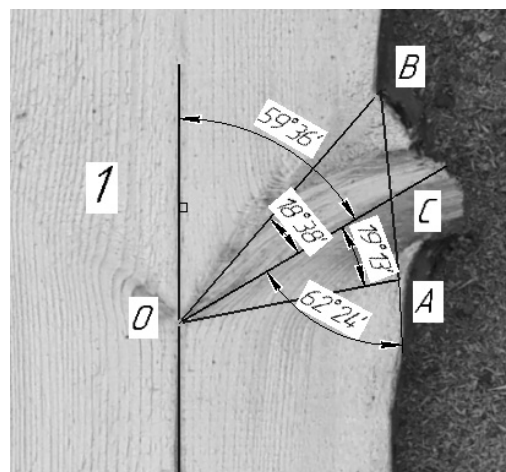


Рисунок 4. Кутові параметри реальних сучків, знайдені шляхом безпосереднього обмірювання

Запропонована методика дає змогу визначати лінійні та кутові параметри сучків, а також їх розміщення у пиломатеріалах та лісоматеріалах. Це забезпечить можливість коригування схеми розпилювання колод із прогнозованою сортністю та цінністю (у грошовому вимірі) отримуваних пиломатеріалів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Вади деревини та дефекти обробки. Терміни і визначення: ДСТУ 2152—93. – [Чинний від 1993-07-01]. – К. : Держ. ком. стандарт. метрол. та сертиф. України, 1993. – 49 с. – (Національний стандарт України)
2. Mayevskyy V.O. Mathematical simulation of surface shape for real log / V.O. Mayevskyy, A.Ya. Vus // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. – Львів: НЛТУ України. – 2010. – Вип. 36. – С. 48–56
3. Маєвський В.О. Розроблення моделі реальної колоди для імітації її розпилювання на пилопродукцію / В.О. Маєвський // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.3. – С. 322–328.
4. Samson M. Modelling of knots in logs / M. Samson // Wood science and technology. – 1993. – 27(6). – P. 429-437.

### МОДЕЛЮВАННЯ WEB-ДОДАТКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКИХ СИТУАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

Гожий В.О.

Чорноморський національний університет ім.П.Могилі,  
54003, Україна, Миколаїв, вул.68 десантників 10.  
gozhyi.v@gmail.com

Моделювання з використанням нечітких ситуаційних мереж (НСМ) дозволяє здійснити опис динамічних процесів і проектів з невизначеністю, що характерно для багатьох реальних ситуацій.[1,2] Методи побудови НСМ по суті є процедурним підходом до моделювання, та направлено на дослідження різноманітних стратегій побудови різних проектів з урахуванням їх можливостних характеристик. На практиці через те, що при побудові моделей процесів і проектів спочатку неможливо врахувати всі

обмеження, дуже часто доводиться стикатися з необхідністю вирішення завдань динамічного моделювання в умовах невизначеності. Моделювання за допомогою НСМ. При такому поданні досить описати вихідні (відомі) і можливі цільові (плановані) стани динамічних процесів (проектів), а також можливі зовнішні і внутрішні параметри управління. Процес моделювання буде полягати в переході одного стану динамічного процесу в інший стан під впливом керуючих впливів, причому можлива наявність як декількох вихідних, так і декількох цільових станів динамічного процесу, а також множини шляхів з вихідних станів в цільові стани.

Нехай  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_p = S_{ц}\}$  - ситуаційна мережа, яка являє собою сукупність станів динамічного процесу, причому  $S_1$  - початковий стан, а  $S_p$  - цільовий стан. Маючи початкові і цільові описи станів динамічного процесу у вигляді (1) досить застосувати до початкових станів різні комбінації керуючих впливів  $U$ , щоб отримати проміжні стани  $S_2, S_3, \dots$ . У свою чергу, впливаючи на проміжні стани можна отримати нові стани до тих пір, поки отримаємо цільовий стан. В цілому процес переходу з одного стану в інший зручно представити у вигляді орієнтованого графа  $G = (S, V)$ , де  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_p\}$  - множина вершин,  $V = \{V_1, V_2, \dots, V_l\}$  - множина (комбінацій керуючих впливів).

Для моделювання динамічних процесів (WEB-додатків) доцільно використовувати нечіткі ситуаційні мережі з часовими обмеженнями [3]. Побудова моделей WEB-додатків здійснюється наступним чином:

Формально описується поточний стан  $S$  процесу з залежними складовими наступним чином:

$$S = (Y, U, N, M, \mu S(y_i), t), \quad (1)$$

де  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  - множина лінгвістичних змінних WEB-додатка, причому  $y_i = \{T_i, T_i, \dots\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;

-  $\{T_i, T_i, \dots\}$  - терм-множина нечітких змінних, які визначають значення (властивості) лінгвістичних змінних;

-  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$  - зовнішні керуючі впливи;

-  $N = \{N(u_j) = T_i \times T_i\}$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ , - матриці змін значень лінгвістичних змінних під впливом керування  $u_j$ ;

-  $M_{i,k} = \{(T_i, T_i, \dots) \times T_k, T_k, \dots\}$  - матриці взаємодій значень лінгвістичних змінних  $i, k = 1, 2, \dots, n, i \neq k$ ;

-  $\mu S(y_i)/y_i = \{\mu S(T_i)/T_i\}$  - нечітка ситуація динамічного процесу з функціями приналежності нечітких значень лінгвістичних змінних.

-  $t$  - часові характеристики процесу.

Даний підхід дозволяє будувати динамічні моделі WEB-додатків, досліджувати динамічні властивості WEB-проектів різного призначення та різної складності. Моделювання було здійснено при розробці ряду проектів для WEB-платформи по розробці шаблонів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. - М.: Наука, 1990. - 272 с.
2. Астанин С.В., Управление бизнес-процессами на основе их моделирования нечеткими ситуационными сетями / С.В.Астанин С.В.,Н.К. Жуковская // Управление в социально-экономических системах. №37. С.145-163.
3. Гожий О.П. Розробка нечітких ситуаційних мереж із часовими обмеженнями для моделювання динамічних систем. / О.П.Гожий // Наукові вісті НТУУ «КПІ». 2015. №5 -с.15-22

## АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СТОХАСТИЧНОЇ ВОЛАТИЛЬНОСТІ

Гожий О.П., Калініна І.О.

Чорноморський національний університет ім.П.Могили,

54003, Україна, Миколаїв, вул.68 десантників 10.

alex.gozhyj@gmail.com, irina.kalinina1612@gmail.com

В сучасних умовах економічної нестабільності операції на фондових ринках пов'язані з високими ризиками. В зв'язку з цим особливе значення пов'язане з вивченням волатильності, тобто мінливості цін на акції. Дослідження мінливості цін акцій на теперешній час є основою фінансової економіки, і зокрема одним з основних інструментів фінансового аналізу і моделювання. В основі цих досліджень лежать різноманітні статистичні моделі волатильності. Статистичні моделі волатильності знаходять широке застосування в різних фінансових задачах таких як оцінка стандартного відхилення доходностей, оцінка ризиків, оцінка виробничих фінансових інструментів і т.д.. Існує з десяток відомих методів для визначення



волатильності, починаючи з технічних індикаторів типу середній чистий діапазон, історична волатильність, стохастична волатильність різних видів, стандартне відхилення і т.д. Дослідження методів аналізу стохастичної волатильності дозволяє суттєво покращити якість прогнозу та їх оцінок. Головна ідея, яка лежить в основі моделей стохастичної волатильності, це збільшення кількості джерел випадковості. У моделях умовної гетероскедастичності, є всього одне джерело випадковості, при цьому варіація процесу передбачається залежною в тій чи іншій формі від минулих його реалізацій. Альтернативний спосіб моделювання полягає в тому, щоб поставити динаміку цін простою моделлю, наприклад дифференціальним рівнянням, але волатильність  $\sigma$  в ньому рахувати не параметром, а окремим стохастическим процесом. Таким чином, з'являються два незалежних джерела випадковості.

В основу моделювання стохастичної волатильності покладено модель умовної гетероскедастичності.

Модель умовної гетероскедастичності (ARCH), була вперше запропонована в роботі [1] для моделювання інфляції в Великобританії. Ця модель була використана і для моделювання цін акцій і обмінних курсів [2]. Подальшим розвитком ARCH є узагальнена авторегресійна умовна гетероскедастичність (GARCH), запропонована в роботі [3] і до сьогоднішнього дня активно використовується для прогнозів волатильності [4-6]. Моделі типу GARCH дозволяють відтворити феномен кластеризації волатильності (GARCH-ефект). Параметри моделей ARCH / GARCH найчастіше оцінюються методом максимальної правдоподібності. Один з основних недоліків моделі GARCH складається в тому, що пам'ять моделі є "недостатньо довгою", оскільки теоретичного ACF характеризується експоненціальним спаданням. Коли  $\alpha + \beta$  значимо не відрізняються від одиниці, модель GARCH вироджується в нестационарний процес, названий в [7] інтегрованою узагальненою авторегресійною умовною гетероскедастичністю (IGARCH). Остання модель, проте, має на увазі незникаючу на нескінченному горизонті часу залежність волатильності від початкових умов, і тому не може претендувати на адекватне відображення дійсності. Альтернативний підхід полягає у використанні стохастичних процесів або моделей, теоретичні властивості яких припускають наявність «довгої» пам'яті.

Перша модель стохастичної волатильності запропонована у роботі [1]. У ній передбачалося, що логарифмічна волатильність представляє собою процес AR (1):

$$\begin{aligned} r_t &= \mu\sigma_t \varepsilon_t, \\ \ln \sigma_t^2 &= \phi \ln \sigma_{t-1}^2 + v_t, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\mu$  деяка позитивна константа, включення якої в модель дозволяє видалити вільний член з рівняння для волатильності, і  $\phi$  - параметр авторегресії, що визначає пам'ять в волатильності. Головні властивості авторегресійних моделей стохастичною волатильності (ARSV) були досліджені в роботах [1,3,8].

Стохастична модель волатильності може бути представлена як

$$x(k) = \psi_0 + \psi_1 x(k-1) + y(k), \quad (2)$$

$$y(k) = \sqrt{h(k)u(k)}, \quad u(k) \approx N(0,1), \quad (3)$$

$$\log h(k+1) = \alpha + \phi \log h(k) + \eta(k), \quad \eta(k) \approx N(0, \sigma^2), \quad (4)$$

де  $x(k)$  – часовий ряд статистичних даних, на основі яких будується модель;  $u(k)$  і  $\eta(k)$  – це стохастичні незалежні процеси білого шуму. У деяких формулюваннях припускається, що  $\psi_0$  та  $\psi_1$  дорівнюють нулю. Процес AR(1) з інновацією  $y(k)$  в часовому ряду, що визначається рівнянням (2), пояснює існування можливої авторегресії в процесі  $x(k)$ .

При вирішенні багатьох практичних завдань зручно використовувати порогову модель стохастичної волатильності. Дисперсія доходів має тенденцію збільшуватись після того, як ціна акцій знижується. Таку поведінку дисперсії можна описати за допомогою постійного коефіцієнта кореляції  $\rho$  між  $u(k)$  і  $\eta(k)$ , зберігаючи всі інші припущення незмінними. В початковій моделі, визначеній рівняннями (2) – (4),  $\rho$  дорівнює нулю. Численні емпіричні дослідження показали, що коефіцієнти  $\rho$  мають від'ємні значення в припущенні, що від'ємні доходи пов'язані з додатними дисперсіями нев'язок.

Пропонується новий підхід до фіксації асиметрії дисперсії часового ряду. Оскільки було встановлено, що дисперсія має тенденцію зростати під впливом поганих (невтішних) новин, то цілком імовірно, що динаміка авторегресії в рівнянні (4) визначається знаком доходів на попередньому відрізьку часу. Існує гіпотеза, що величина доходів залежить від знаку доходів. Цей вид асиметрії доходів також можна взяти до уваги, узагальнюючи рівняння (2) до кусочно-лінійної структури. Отже природніше буде

розглянути порогові нелінійні структури ніж лінійні авторегресійні процеси, представлені рівняннями (2) – (4).

Визначимо набір випадкових змінних Бернуллі  $s(k)$  :

$$s(k) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } x(k-1) < 0, \\ 1, & \text{якщо } x(k-1) \geq 0. \end{cases}$$

Порогова модель стохастичної волатильності приймає такий вигляд:

$$x(k) = \psi_{0s(k)} + \psi_{1s(k)} x(k-1) + y(k),$$

$$y(k) = \sqrt{h(k)} u(k), \quad u(k) \sim N(0,1),$$

$$\log h(k+1) = \alpha_{s_{k+1}} + \phi_{s_{k+1}} \log h(k) + \eta(k), \quad \eta(k) \sim N(0, \sigma^2)$$

Як і в початковому формулюванні  $u(k)$  та  $\eta(k)$  є стохастично незалежними. В момент часу  $k-1$ , коли має місце несподіване пониження ціни внаслідок надходження невтішних новин,  $x(k-1) < 0$  та  $s(k) = 0$ . Навпаки, якщо є хороші новини в момент часу  $k-1$ , то  $x(k-1) > 0$  і  $s(k) = 1$ . Тому значення  $s(k)$  визначається знаком величини  $x(k-1)$ . В пороговій моделі стохастичної волатильності значення параметрів  $\psi_0$ ,  $\psi_1$ ,  $\alpha$  та  $\phi$  переключуються між цими двома режимами, які відповідають підвищенню та падінню цін активів.

В симетричному випадку обидва набори параметрів ідентичні між собою. Зокрема, якщо  $\phi_0 = \phi_1$ , то із того факту, що  $\alpha_0 \geq \alpha_1$  випливає, що дисперсія буде вищою, коли минулий дохід від’ємний, ніж коли він додатний. В узагальненій моделі  $\phi_0$  може відрізнитись від  $\phi_1$ . Дійсно коефіцієнт,  $\phi_s$  характеризує величину впливу минулого доходу на поточну дисперсію. Якщо  $\phi_0$  більше ніж  $\phi_1$ , то дисперсія в минулі періоди буде мати більший вплив на поточну дисперсію після падіння цін, ніж після підвищення цін. Очікується, що в подібній гіпотетичній ситуації ринку знадобиться більше часу для “обробки” невтішної інформації, яка міститься в дисперсії минулих даних. Цей вид асиметрії є недостатньо дослідженим та не розглядався в літературі з аналізу стохастичної волатильності.

Дослідження, пов’язані із ймовірно-статистичним моделюванням волатильності, є на сьогодні актуальними у зв’язку з необхідністю підвищення якості оцінок відповідних прогнозів та рішень, що приймаються на їх основі. Особливо перспективним є напрям байєсівського аналізу нелінійних нестационарних (гетероскедастичних) процесів, які мають широке розповсюдження у різних галузях людської діяльності. Розвиток методів оцінювання волатильності з використанням методів Байєсівського аналізу дозволив суттєво підвищити якість прогнозів та їх оцінки [7]. Подальший розвиток методів байєсівського аналізу може бути спрямований на удосконалення методів оцінювання параметрів ймовірно-статистичних моделей з використанням схем адаптивного оцінювання, розширення критеріальної бази для аналізу якості проміжних та остаточних результатів, побудови спеціалізованих систем підтримки прийняття рішень для аналізу нелінійних нестационарних процесів з метою отримання обґрунтованих фінансово-економічних рішень. Зокрема, це стосується сучасних систем менеджменту ризиків, аналізу процесів ціноутворення на біржах, інвестиційній діяльності та діагностичних систем в економіці.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Engle, R. “Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of variance of united kingdom inflation”, *Econometrica*. Vol. 50. pp. 987–1008. 1982.
2. Engle, R. Bollerslev, T. “Modelling the persistence of conditional variances”, *Econometric Reviews*. Vol. 5, no. 1., pp. 1–50. 1986.
3. Asai, M., McAleer, M. and Yu, Jun. “Multivariate stochastic volatility: areview”. *Econometric Reviews*, Vol. 25, pp.145-75. 2006.
4. Asai, M. and McAleer, M. “The structure of dynamic correlations in multi variate stochastic volatility models”. *Journal of Econometrics*, Vol.150, pp.182-192. 2009.
5. Bollerslev, T. “Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity”. *Journal of Econometrics*. Vol. 31, no. 3. pp. 307– 327. 1986.
6. Bollerslev, T. “A conditionally heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return “. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 69, no. 3. pp. 542–547. 1987.
7. Jacquier, E., Polson, N. G. and Rossi. P. E. “Bayesian analysis of stochastic volatility models with fat-tails and correlated errors”. *Journal of Econometrics*, vol.122, pp.185-212. 2004.

8. Shephard, N. and Andersen, T. A. Stochastic Volatility: Origins and Overview. Handbook of Financial Time Series. New York: Springer.2009.

### ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ЦІНОВОЮ ПОЛІТИКОЮ НА ЕЛЕКТРОННОМУ ТОРГІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ

Григоров А.Г., Рудакова Г.В., Кондратьєва І.Ю.

*Херсонський національний технічний університет, Бериславское шоссе, 24, Херсон 73008, Україна, dizzy118@outlook.com, RudakovaAnna25@gmail.com*

Інтенсивний розвиток інформаційних технологій в останні роки обумовило застосування комп'ютерного забезпечення для прийняття управлінських рішень у будь-якій сфері. Останній час відзначений формуванням нової економіки, основним інфраструктурним елементом якої є мережа Інтернет. Виводячи частину свого бізнесу в Інтернет, компанії переслідують одночасно кілька цілей: від скорочення витрат до поліпшення обслуговування клієнтів і організації нового онлайн-каналу збуту на електронних торговельних майданчиках [1]. Для гарантованого отримання максимального прибутку необхідно своєчасно коригувати цінову політику в умовах швидко мінливого попиту споживачів.

Для оптимізації процесу оперативного керування ринковою ціною всього асортименту товарної продукції необхідно застосування систем підтримки прийняття рішень, у яких повинно бути реалізовано можливість прогнозу стану ринку на основі використання відповідних математичних моделей. Вони мають бути одержані на основі аналізу статистики попиту та пропозиції, а також наявних цін на ринку.

Традиційно для моделювання економічних показників користуються регресійними моделями. Однак завдяки можливостям сучасної обчислювальної техніки доцільно створювати моделі, які враховують не тільки миттєві значення змінних, але й їх похідні [2] та дозволяють отримувати прогноз на деякий період часу.

Метою досліджень є побудова математичної моделі динаміки цін в умовах електронної торгівлі, формулювання і розв'язок задачі оптимізації прибутку. На рис. 1 наведено приклад реальної динаміки ціни товару, що продається у системі електронної торгівлі в умовах вільного ринку цін.

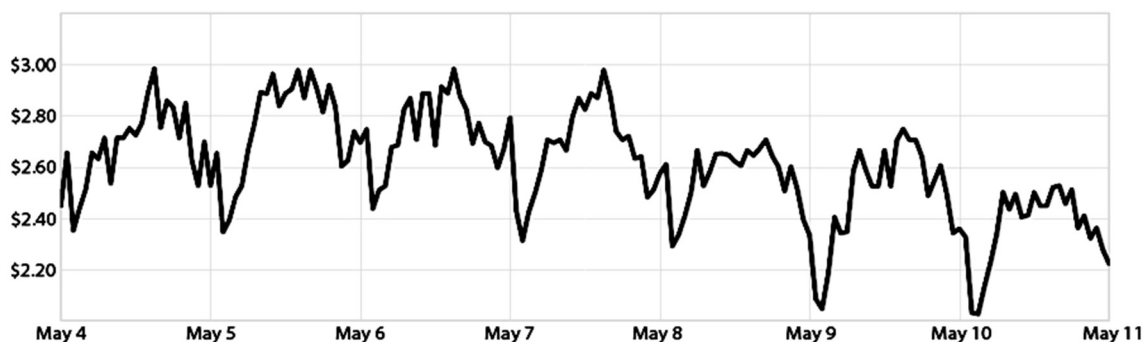


Рис.1 – Графік зміни ринкової ціни продажу товару за тиждень

Приведений часовий ряд ціни товару має велику мінливість в даному інтервалі, тому для прогнозування досить складно використовувати традиційні методи. В останній час у світовій практиці для прогнозування нелінійних стохастичних часових рядів поширюється тенденція застосування методів обчислювального інтелекту, а саме: методи нечіткої логіки, нейронні мережі, гібридні імунні алгоритми та інші [3].

В процесі досліджень передбачається проведення порівняльного аналізу для вибору найбільш ефективного методу для отримання прогнозу та його реалізації у вигляді системи електронної комерції, що здійснює торгівлю через Інтернет і надає допомогу в прийнятті рішення щодо розподілу цін на товари. Завдяки такій системі можна сприяти підвищенню ефективності роботи підприємства в мережі Інтернет і одержанні додаткового прибутку, за рахунок зменшення часу й поліпшення якості керування ціновою політикою.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Тардаסקина Т.Н. Электронная коммерция: учеб. пособ. / Т.Н. Тардаסקина, Е.Н. Стрельчук, Ю.В. Терешко – Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2011. – 128 с.
2. Чернышев С.Л. Моделирование экономических систем и прогнозирование их развития / С.Л. Чернышев. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 232 с.

3. Моделивання та прогнозування нелінійних процесів / Бідюк П.І., Баклан І.В., Баклан Я.І. та ін. // Під ред. П.І. Бідюка. – К.: ЕКМО, 2004. – 120 с.

## АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЗАХИСТУ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Грик Ю.В., Сельменська З.М., Огірко І.В.

Українська академія друкарства, вул. Підголюском, 19, Львів, 79020, Україна, yurahryk@gmail.com

Розглядаються вплив інформаційних технологій на поліграфічну продукцію, особливості захисту у сучасних видавничих структурах з огляду на інформаційно-комунікаційні технології.

Захист інформації на сьогодні набуває вагомого значення на державному рівні. Інформація в електронному чи друкованому вигляді потребує новітніх способів захищеності від фальсифікації. На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій стає дедалі легше сфальсифікувати будь-яку документацію. Отже, щоб підвищити рівень захисту, потрібно розробляти нові методи, відтворення яких потребує багато часу та зусиль. Ефективність захисту визначається критеріями надійності та економічності. Чим вищий ступінь захисту, тим важче підробити. Сучасні технології дають змогу підробити буквально все, але тоді виникає питання чи вартує підробка затрачених зусиль та коштів. Основна мета захисту – зробити підробку нерентабельною. Зрозуміло, що зростання якості захищеності призводить до підвищення вартості фальсифікації. Отже, проаналізувавши різні випадки захисту документів, можна прийти до висновку, що розробляти захищений документ потрібно з урахуванням максимального захисту та рентабельності.

На електронний чи друкований документ можуть відбуватися наступні загрози: фальсифікація документа; втрата деякої інформації; заміна певної інформації; копіювання паперового носія; оцифрування даних; заміна документу. Ідентифікуються наступні загрози: часткова підробка; повна підробка; фальсифікація документу; фальсифікація персоналізованих атрибутів і реквізитів документа; крадіжка.

Поняття інформаційних технологій включають в себе різноманітні методи і способи управління та сукупність всіх видів апаратно-програмних інформаційних засобів.

У видавничій діяльності та поліграфії інформаційні технології використовуються в інформаційних процесах, а також стають виробничими технологіями через те, що на їх основі створюється кінцевий поліграфічний продукт (книги, журнали, газети, і інші поліграфічні продукти).

Для нових інформаційних технологій характерне наступне:

1. Робота користувача здійснюється в режимі взаємодії із сучасними професійними програмними продуктами, максимально адаптованими до конкретних інтегрованих технологічних операцій.

2. Здійснюється інформаційна підтримка на всіх етапах підготовки і обробки інформації на основі інтегрованих баз або баз даних, які передбачають єдину уніфіковану структуру представлення даних, організацію їх зберігання, пошуку, відновлення та захисту.

3. Безпаперовий процес обробки інформації, за якого на папері фіксується лише остаточний варіант інформації. Всі інші верстки документів або матеріалів представлені в машинних кодах на спеціальних носіях.

4. Інтерактивний режим роботи користувача з використанням інтерактивної підтримки.

Загальноприйняті методи управління загрозами: стратегічне управління; тактичне управління. Документ, залежно від ступеня захищеності, може перебувати у: контрольованому оточенні; неконтрольованому оточенні; професійному оточенні. Внаслідок цього пропонуються рекомендації щодо управління, тобто формується методика протидії визначеній множині загроз та політика безпеки документа. Щоб захистити інформацію, розробляється програмне забезпечення, яке здійснювало б захист електронних та документів на етапі додрукарської підготовки.

Аналіз методів захисту друкованих документів.

Методи захисту друкованих документів:

• Захист на етапі додрукарської підготовки: гільйошні елементи, гравюри, мікротекст, латентні зображення, мікроплекс, мультиплекс, графічні кодовані зображення.

• Захист на основі технології виготовлення паперу: високо захищений папір, середньо захищений папір, слабо захищений папір, водяні знаки, захисні волокна, конфетті, полімерні нитки.

• Захист на основі фарб: флюоресцентні фарби, фарби «Овіай», магнітні фарби, фарби з технічним захистом, фарби з хімічним захистом, металізовані фарби.

• Захист на основі технологій друку: високий друк, глибокий друк, орловський друк, ірисовий друк, офсетний друк, цифровий друк, трафаретний друк, безфарбовий друк.

• Захист на етапі післядрукарських процесів: ламінування, перфорація, блінтові тиснення, висікання.

Високий ступінь захисту поліграфічної продукції визначається трьома складовими: складністю технологічних процесів; обмеженням доступу до матеріалів та обладнання; новизною і закритістю методів, що застосовуються. Інформаційні - комунікаційні технології безпечного поліграфічного виробництва — сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою збирання, опрацювання, зберігання, розповсюдження, показу і використання інформації в інтересах її користувачів. Інформаційна технологія безпечного поліграфічного виробництва — цілеспрямована організована сукупність інформаційних процесів з використанням засобів обчислювальної техніки, що забезпечують високу швидкість обробки даних, швидкий пошук інформації, розосередження даних, доступ до джерел інформації незалежно від місця їх розташування. Інформаційна технологія безпечного поліграфічного виробництва — це сукупність методів, виробничих процесів та програмно-технічних засобів, об'єднаних у технологічний ланцюжок, що забезпечує виконання інформаційних процесів з метою підвищення їхньої надійності та оперативності і зниження трудомісткості ходу використання інформаційного ресурсу.

Розробляти і застосовувати складні технології, не завжди доцільно з економічного погляду.

Найпростішими, зручними і економічно доцільними є засоби захисту, що реалізуються на додрукарському етапі. Їх застосування не вимагає спеціального устаткування і матеріалів. При цьому залишається можливість їх використання для створення комбінованих засобів захисту.

Ринок глобального друку на ринку безпеки сегментований на основі технології DOVID та голограми, міцні підкладки, захисні фарби, маркери, водяні знаки, нитки, біометрії, RFID та кодування. Ці технології далі розподіляються, оскільки DOVID та голограми включають кінетриграм, альфаграм, ідентриграм, holoID, OVMesh, дифракційні ідентифікаційні пристрої (DID), trustseal, христаграм і секундот; захисні фарби включають глибокі чорнила, оптично змінні фарби OVI, оптично змінні магнітні чорнила OVMI, машино читані OVI, метамерні OVI, машино читані фарби, магнітні фарби та фотонні чорнила; нитки включають оптику, прокатну зірку і рух; RFID та кодування включають чіп, чорнило та коди [1].

Розроблення нових та вдосконалення існуючих методів захисту друкованих документів має велике значення для безпеки та захисту друкованих документів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Google. Аналітика / Ринок захищеного друку – Режим доступа: <http://www.decisiondatabases.com/ip/257-security-printing-market-report>

### СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У РОЗДРІБНІЙ ТОРГІВЛІ

Данилов В.Я., Тарасюк Т.С.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Інститут прикладного системного аналізу  
м. Київ, Україна,*

*[danilov1950@ukr.net](mailto:danilov1950@ukr.net), [tarasiuk.taras@gmail.com](mailto:tarasiuk.taras@gmail.com)*

Сьогодні в роздрібних підприємствах накопичено та збирається детальна інформація про кожну окрему покупку, використовуючи кредитні картки магазину і комп'ютеризовані системи контролю. При цьому зі зниженням питомої вартості зберігання даних, зростає обсяг інформації, в результаті чого виникають завдання, пов'язані з необхідністю обробки великих масивів даних з метою пошуку нових закономірностей, встановлення і виявлення нових знань. Для вирішення цих завдань необхідні нові системи підтримки прийняття рішень, які на основі методів інтелектуального аналізу даних, зможуть забезпечити особу, що приймає рішення достатньою кількістю інформації для побудови стратегій розвитку підприємства [1].

В ході дослідження проведено збір даних роздрібною магазину, проведена їх консолідація та виявлена їхня структура. В системі планування ресурсами магазину зберігаються дані про категорії товарів, які поділяються на групи продуктів, а ті, в свою чергу, складаються із множин товарів. Також в системі міститься детальна інформація про транзакції. В ході дослідження вони були опрацьовані за період з 2016 року. Після збору, обробки та консолідації даних, побудована база даних СППР, що містить відповідні таблиці категорій товарів, груп продуктів, товарів та транзакцій і т.п.

На основі завантажених даних проведено АВС-аналіз за категоріями товарів, який реалізовано у СППР у вигляді окремого програмного модуля. Це дозволило виділити категорії, що мають найбільший

вплив на формування прибутку підприємства та зменшити кількість даних для подальшого аналізу майже втричі, оскільки більшість категорій товарів мали незначний, з точки зору всього підприємства, товарообіг.

Крім того СППР містить програмний модуль пошуку асоціативних правил. Даний модуль реалізований на базі алгоритму Аргіогі для визначення частих наборів. В ході проведення дослідження, даний модуль дозволив згенерувати нові асоціативні правила за категоріями товарів, групами продуктів та товарами, що дозволило неперервно стежити за тим, які товари і з яких груп, покупці зазвичай купують разом. Ця інформація використовується, при неперервному стеженні, для побудови дорожньої карти магазину, оскільки дозволяє зрозуміти які відділи і які товари варто розміщувати поруч для збільшення продажів і прибутку підприємства.

Модуль моделювання та прогнозування, реалізований у СППР на базі моделей та методів регресійного аналізу. Були реалізовані такі моделі, як AR, ARMA, ARIMA і т.п. та набір моделей з урахуванням тренду [2]. Даний модуль призначений для моделювання та прогнозування прибутків підприємства, попиту на товари чи їх категорії, а також загального рівня завантаженості магазинів і врахування сезонності у продажах. Інформація, отримана на основі модуля прогнозування відіграла велику роль в процесі формування стратегій підприємства, оскільки саме вона показує, які з категорій товарів, груп продуктів чи товарів принесуть прибуток у перспективі. Базуючись на цьому, керівник в інтерактивному режимі робить висновки про доцільність реклами, закупки чи заміну певних видів товарів та розуміє в які періоди продажу яким товарам варто приділяти більше уваги.

Дана СППР впроваджена в одному із підприємств роздрібною торгівлі з номенклатурою майже 20000 одиниць.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Паклин Н.Б. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям / Паклин Н.Б., Орешков В.И. – СПб.: Питер. - 2013. - 704 с.
2. Бідюк П. І. Аналіз часових рядів (навчальний посібник) / П. І. Бідюк, В. Д. Романенко, О. Л.Тимошук. – К.: Політехніка, 2010. – 317с.

## ЗАСТОСУВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ТРЕНАЖЕРІВ В ІНЖЕНЕРНІЙ ОСВІТІ

Доценко Н.А.

*Миколаївський національний аграрний університет,  
м.Миколаїв, вул. Г. Гонгадзе, 9; dotsenkona@outlook.com*

Технологічний процес розкриває сучасні перспективні погляди на інженерну освіту. Одним із засобів підготовки фахівців інженерних спеціальностей може стати навчальний інтерактивний комп'ютерний тренажер. Розробка та застосування інтерактивних тренажерів і їх використання в інженерній освіті є перспективним напрямком в навчанні сучасним високим технологіям, підготовці висококваліфікованих наукових кадрів та галузевих фахівців. Навчальний тренажер - це комп'ютерна навчальна програма для розвитку у здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей умінь та навичок певної діяльності, а також розвитку пов'язаних з нею здібностей. В основу навчальних тренажерів покладено використання певного тренувального завдання. Його суть полягає у тому, що за короткий проміжок часу, використовуючи різні прийоми роботи з навчальним матеріалом, можна швидше навчити майбутніх інженерів його запам'ятовувати. Такі тренажери покликані вирішити наступні завдання в процесі підготовки здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей:

- ознайомити з будовою інженерних, графічних об'єктів і їх елементами;
- сформувати стійкі навички виконання, як окремих інженерних операцій, так і повного їх циклу;
- вивчити технологічну схему і отримати уявлення про етапи технологічного процесу;
- вивчити інструмент і технологічне оснащення, необхідні для проведення робіт, ознайомитися з вимогами техніки безпеки;
- навчитися виявляти дефекти в роботі інженерного устаткування і його окремих механічних вузлів та закріпити вміння правильної послідовності оформлення документації.

Стосовно до освітнього процесу ми визначимо тренажер як пристрій для навчання, який за умовами виконання психологічних та дидактичних вимог, повинен мати три принципи і необхідно важливі частини: конструктивну, модельну, і дидактичну. Конструктивна частина відображає точну та віртуальну копію робочого місця оператора. Модельна частина створює адекватний образ функціонування обладнання, що моделює протікання в ньому базових процесів. Дидактична частина представляє собою робоче місце викладача з програмою оцінки та контролю дію навчальної або системи автоматизованого

контролю за роботою здобувача вищої освіти [1]. Застосування навчальних комп'ютерних інтерактивних тренажерів здобувачами вищої освіти інженерних спеціальностей має наступні переваги:

- враховується індивідуальний темп роботи здобувача вищої освіти, який сам управляє навчальним процесом за інженерним фахом;
- скорочується час вироблення необхідних інженерних навичок;
- збільшується кількість тренувальних завдань за фахом;
- легко досягається рівнева диференціація;
- підвищується мотивація навчальної діяльності здобувачів вищої освіти.

В сучасному світі навчальні комп'ютерні інтерактивні тренажери займають провідне місце. Адже саме в даному виді тренажера модель об'єкта управління, робоче місце здобувачів вищої освіти і викладача реалізовано на базі комп'ютерних програмних засобів. По суті справи, це програма, призначена для вироблення у здобувачів вищої освіти стійких навичок дій і забезпечує виконання необхідних для цього функцій викладача. При розробці навчальних тренажерів використовують ряд методичних прийомів: ознайомлення з порядком операцій, наявність зворотного зв'язку, послідовність освоєння матеріалу (виконання спочатку простих операцій, а потім перехід до складних процесів), можливість багаторазового повторення, отримання додаткових пояснень при виконанні операцій. Навчальні тренажери можна використовувати на різних етапах підготовки здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей: актуалізація знань, вивчення і закріплення нового матеріалу, домашні завдання, самостійна робота, перевірка знань [2].

Завдяки доступності засобів створення тренажерів, великого вибору програмних комплексів, тренажери в сучасній освіті займають важливе місце при формуванні та закріпленні знань, умінь і навичок того, хто навчається і виконують роль педагогічного інструменту, що дозволяє підвищити якість освітнього процесу.

Застосування навчального тренажера здійснюється за наступним принципом: у віртуальну модель закладені завдання, які відповідають реальним умовам. За допомогою графічної візуалізації, звукового супроводу та подання тестової інформації ці завдання виводяться на комп'ютер. Такий тренажер включає в себе сукупність програмних і апаратних засобів, що дозволяють здійснювати процес навчання без безпосередньої взаємодії людини і реальної лабораторної установки. Апаратні можливості тренажера - це сучасний персональний комп'ютер, оснащений якісними пристроями введення / виведення інформації. Програмні засоби - це математично обґрунтована віртуальна модель, що включає в себе систему графічної візуалізації, звуковий супровід і текстову інформацію [3, 4]. Введення і виведення інформації здійснюється згідно з розробленим алгоритмом - програмного коду віртуальної моделі або за допомогою платформ дистанційного навчання. У процесі навчання здобувач вищої освіти проходить основні етапи пізнавальної діяльності: сприйняття, ознайомлення з матеріалом; осмислення, закріплення, контроль знань; формування професійно-орієнтованих умінь і навичок; розвиток інтуїції.

Навчальні тренажери мають велику область застосування, починаючи від простих демонстрацій будь-якого процесу або механізму до складних симуляторів технологічних процесів і обладнання. За допомогою навчального тренажера викладач може показати майбутньому інженеру і пояснити роботу складових частин машини, технологічний процес роботи машини, познайомити з органами управління машиною, їх роботою і послідовністю включень, залежність впливів на кнопки управління [5]. Є можливість підготувати здобувачів вищої освіти до практичного водіння на даній машині, що є важливим при навчанні майбутніх інженерів. На екрані зображені всі основні частини і вузли машини, а також інтерфейс кабіни з основними органами управління - важелями, кнопками, інформаційної панеллю. Всі вони анімовані і управляються натисканням або натисканням і переміщенням «миші». При впливі на відповідні органи управління за певним алгоритмом можна запускати всі механізми машини в роботу, проводити відповідні регулювання. При правильних режимах включається анімований технологічний процес. Послідовність і алгоритм управління віртуальною машиною повністю відповідає реальному. Навчальний тренажер являє собою програмний комплекс, що дозволяє проводити фізичні досліди на комп'ютері без безпосереднього контакту з реальною лабораторною установкою або стендом. В інтерактивних тренажерах динаміка процесів реалізується за допомогою комп'ютерної анімації - комплексу методів відображення будь-яких об'єктів в часі. Процеси формування понять за допомогою аналізу, порівняння, виділення істотних ознак і інших логічних операцій відтворюються фахівцем, які розробляють анімацію, в образній формі, і інтерактивно виводяться на дисплей комп'ютера в суворо визначеній послідовності. Мультимедійна навчально-наукова лабораторія, як правило, поєднує в собі імітаційну динамічну модель обладнання і програмну оболонку, що включає методичний супровід лабораторної роботи. Динамічна модель формується з сукупності елементів управління, що дозволяють регулювати конкретні вхідні параметри і зчитувати вихідні параметри досвіду, тим самим імітуючи протікання фізичних процесів.

Отже, навчальний тренажер представляє собою програмний засіб для формування умінь і навичок в процесі підготовки сучасних фахівців інженерних спеціальностей, а також розвитку пов'язаних із цією діяльністю здібностей. Процес навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища із застосуванням навчального комп'ютерного інтерактивного тренажера здійснюється шляхом перетворення реальної установки на віртуальну модель за допомогою текстової інформації, до якої додається графічна візуалізація та аудіосупровід, після чого здобувач вищої освіти має змогу за допомогою комп'ютера застосовувати такий тип тренажерів в навчальних цілях. Застосування навчальних тренажерів у навчальному процесі дозволить об'єднати технологічні та педагогічні підходи для отримання найкращих результатів у навчанні. Цілеспрямоване використання навчальних тренажерів дозволяє зробити навчальний процес більш інтенсивним та сприяє саморозвитку та самовдосконаленню здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Белов М. А. Принципы проектирования виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений / М. А. Белов, О. Е. Антипов // Сборник трудов международной конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании». – Одесса: УКРНИИМФ, 2010. – С. 92
2. Трухин А. В. Виды виртуальных компьютерных лабораторий / А. В. Трухин // Информационные технологии в высшем образовании. – 2005. – С. 58 – 67.
3. Соловов А. В. Виртуальные учебные лаборатории в инженерном образовании / А.В. Соловов // Сборник статей «Индустрия образования». – Выпуск 2. – М.: МГИУ, 2002. – С.386 – 392.
4. Норенков И. П. Информационные технологии в образовании / И. П. Норенков, А. М. Зимин // М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 352 с.
5. Белов В. В. Компьютерная реализация решения научно-технических и образовательных задач / В. В. Белов, И. В. Образцов, В. К. Иванов, Е. Н. Коноплев // Тверь: ТвГТУ, 2015. – 108 с.

## СИНТЕЗ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО РЕГУЛЯТОРА АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА

Єнчев С.В., Таку С.О.

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, e-mail: esw@ukr.net

Будемо вважати, що динаміка авіаційного двигуна (АД) як об'єкта керування описується диференціальним рівнянням "вхід - вихід", заданим в неявному вигляді. Потрібно побудувати адаптивний регулятор в класі нейромережових структур, який забезпечував стабілізацію режимів роботи одновимірного об'єкта при дотриманні вимог до синтезованої САК АД з можливістю автоматичного (on-line) налаштування параметрів регулятора при зміні параметрів (або режимів роботи) об'єкта.

Найбільш очевидний варіант побудови такої системи базується на використанні НМ в якості пристрою адаптації параметрів лінійного ПІ-регулятора [1]. Метою алгоритму навчання тут є формування таких коефіцієнтів підсилення регулятора, при яких досягається наближення виходу об'єкта до виходу еталонної моделі. Після вибору схеми побудови адаптивної САК ГТД проводиться синтез структури НМ-регулятора.

Переходячи до етапу on-line навчання параметрів НМ-регулятора, будемо також вважати, що цьому навчанню передують процедура ініціалізації, тобто отримання попередніх значень вагів НМ. Як показують експерименти, це можна зробити шляхом такого навчання НМ, коли на її входи подаються значення:  $x[k] = u[k-1] = \dots = u[k-q] = u_0$ ;  $e[k] = e[k-1] = \dots = e[k-q] = \Delta g_0$ , де  $u_0$  - значення входу об'єкта на базовому (сталому) режимі;  $\Delta g_0 = g - g_0$  - приріст сигналу уставки; а в якості бажаної реакції НМ також приймається величина  $u_0$ .

Процедура on-line навчання полягає в такому налаштуванні вагів НМ, яка мінімізує похибку навчання нейрорегулятора. Можливі варіанти завдання інтегральної похибки навчання  $E$  (для кожної з схем [2]):

$$E_1[k] = \sum_{l=0}^L \varepsilon^2[k-l], (k = L, K+1, \dots) \quad ; \quad E_2[k] = \sum_{l=0}^L \varepsilon[k-l], (k = K_0, K_0+1, \dots) \quad ;$$

$$E_3[k] = \max_l |\varepsilon[k-l]|, (k = K_0, K_0+1, \dots),$$



де під  $\Delta t = K_0 - T_0$  розмір «часового вікна», в межах якого оцінюється близькість перехідних процесів  $y[k]$  і  $y_{ji}[k]$  викликаних зміною сигналу уставки  $\Delta g_0 = g - g_0$ , ( $k=1, 2, \dots$ ) - період дискретизації. Як показують дослідження, рекомендована величина часового вікна  $\Delta t$  може становити:

$$(5\dots 10)T_0 \leq \Delta t \leq \frac{t_{pec}}{(10\dots 20)}.$$

Налаштування вагів НМ здійснюється на кожному такті роботи нейрорегулятора, починаючи з моменту  $K = K_0$  і закінчується досягненням сигналу похибки  $e[k]$  деякої заздалегідь заданої величини  $e_{avr}$  (порога точності):

$$W_x, W_{Ei}, W_{Ui} = \begin{cases} \text{var}, \text{npu} | \varepsilon[k] | > \varepsilon_{don}; \\ \text{const}, \text{npu} | \varepsilon[k] | \leq \varepsilon_{don}. \end{cases}$$

Введення зазначеної «мертвої зони» забезпечує робастність алгоритму навчання, оскільки відсутність даної умови може призвести до погіршення результатів навчання при малих значеннях  $\varepsilon[k]$ , тобто на етапі завершення перехідних процесів, коли  $\varepsilon[k] \rightarrow 0$ .

Розглянемо наступний приклад. Об'єктом управління є двовальний АД газотурбінного типу, вектор входів (керуючих впливів) для якого приймає вид  $U = (G_T, F_C)^T$ , а вектор стану та вектор виходів (керованих змінних) АД записуються відповідно як  $X = (n_1, n_2)^T$  і  $Y = (n_1, T_4^*)^T$ . Для опису зміни режимів роботи АД скористаємося нелінійною динамічною моделлю двигуна.

Будемо вважати, що структурна схема адаптивної САК АД відповідає рис. 1, де  $g = (\bar{n}_1^0, (\bar{T}_4^*))^T$  - вектор уставок (які задають вплив) САК. Прийmemo в якості базових режимів статичні режими роботи АД, наведені в табл. 1.

Враховуючи, що в даному випадку:  $N = 2$ ,  $n = 2$ ,  $m_{11} = m_{12} = m_{22} = 1$ ,  $m_{21} = 2$ ,  $\sigma_1 = 1$  і розглядаючи нерівність  $(2N + \sum_{i=1}^N (p_i + q_i))\sigma + (\sigma - R) \cdot \sum_{i=1}^N q_i \geq (N + n) \cdot R$ ,

приходимо до наступної оптимізаційної задачі: знайти  $p_i, q_i$ , які задовольняють обмеження  $2 \cdot \sum_{i=1}^2 p_i + 3 \cdot \sum_{j=1}^2 q_j - \sum_{i=1}^2 \max\{p_i, q_1 + q_2\} \geq -4$  і доставляють мінімум функції  $(КП) = 2 \cdot \sum_{i=1}^2 p_i + 3 \cdot \sum_{j=1}^2 q_j + 8$ .

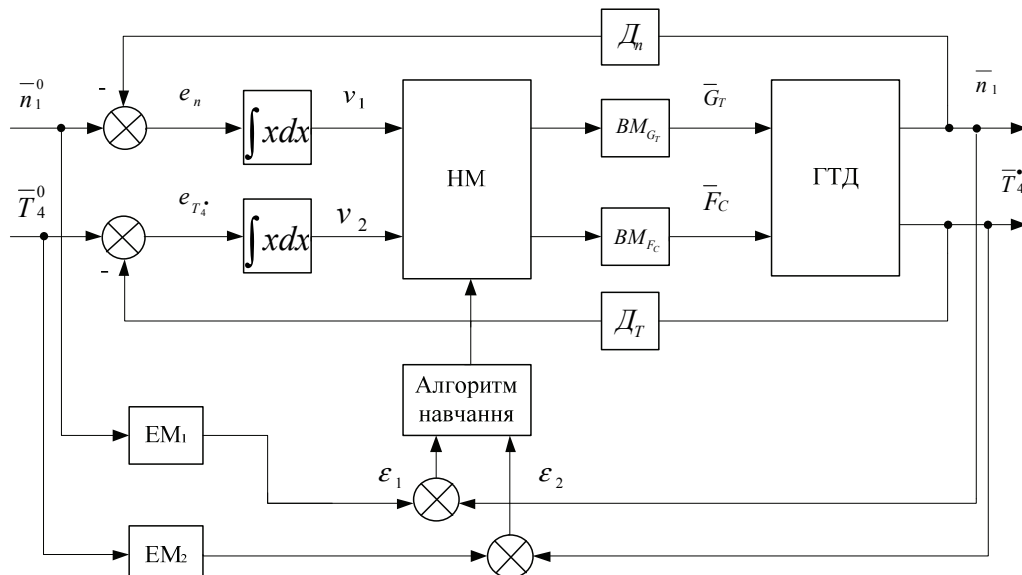


Рис. 1. Структурна схема адаптивної САК АД

Таблиця 1

Режими роботи АД					
Режим роботи	$n_1^{(1)}$	$n_2^{(1)}$	$T_T^{*(1)}$	$G_T^{(1)}$	$F_T^{(1)}$
$M_1$ (номінальний режим)	0.71	1.20	0.09	0.1	0.19
$M_2$ (максимальний режим)	1.11	1.53	0.24	0.42	0.21

Вважаючи  $p_i \geq 0$ ,  $q_i \geq 0$  знаходимо шукане рішення, яке в даному випадку є тривіальним:  $p_1 = p_2 = q_1 = q_2 = 0$ . Неважко переконатися, що при цьому:  $(KP) = 8$ ,  $(KY) = 4$  тобто отримана повнозв'язна структура НМ є надмірною і містить  $8-4 = 4$  «зайвих» параметрів, які без шкоди для досягнення заданої якості можна виключити з розгляду. Один з варіантів подібної спрощеної структури нейрорегулятора, що має  $(KY) = 4$ , наведено на рис. 2.

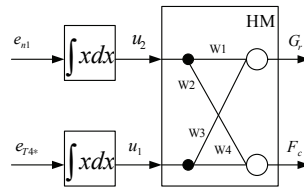


Рис.2. Адаптивний нейрорегулятор двовального АД

Ініціалізацію НМ будемо проводити таким чином, щоб отримати одиничні значення коефіцієнтів передачі по каналах  $(v_1)_0 \rightarrow (u_1)_0$ ;  $(v_2)_0 \rightarrow (u_2)_0$ . В якості значень  $v_1$  і  $u_1$  використовуємо величину витрати палива  $\overline{G_T}$  для 2-го режиму (табл.1), в якості  $v_2$  і  $u_2$  - величину  $\overline{F_C}$  для режиму  $M_2$ .

Чисельні значення ваг (параметрів НМ-регулятора) після ініціалізації НМ зведені в табл. 2.

Таблиця 2

Значення параметрів НМ-регулятора АД після ініціалізації

№ синаптичного зв'язку	W1	W2	W3	W4
Значення	-0,0234	0,339	1,4600	0,6200

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник / под ред. Н.Д. Егунова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 744 с.
2. Синтез адаптивного нейрорегулятора авіаційного газотурбінного двигуна / Єнчев С.В., Гашко А.М. - Наукоємні технології. – 2013. - №4(16). – С.10-13.
3. Ідентифікація авіаційного ГТД і його елементів на основі нейронних мереж / Панін В.В., Єнчев С.В., Таку С.О. - Авиационно-космическая техника и технология. – 2012. – №8(95). – С.227-231.

СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ МАЛОГАБАРИТНОЇ ГІРОВЕРТИКАЛІ  
ПО КАНАЛУ КРЕНА

Єрмолаєва О. В., Марцинюк О. Я.

Національний авіаційний університет, 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1,  
e-mail: olgermol@ukr.net

В останні десятиліття зросли вимоги до точності, а фактично до якості перетворення стохастичної інформації в базових системах вимірювань і управління автономними рухомими об'єктами різного призначення. Саме досягнення точності необхідних перетворень навігаційної інформації, що виникає в реальних режимах руху об'єктів, визначають рівні конкуренто спроможності зазначених об'єктів та вирішуються за їх допомогою запропонованих завдань. Тоді доцільно проводити модернізацію для систем управління існуючих зразків техніки з метою досягнення вищих рубежів якості управління.

Малогабаритна гіровертикаль була встановлена на динамічний багатомірний стенд-імітатор рухів в заданому крейсерському збуреному русі. Сигнали, що характеризують збурений рух об'єкта — це багатомірний стохастичний процес із відомими за результатами випробувань прототипів об'єкта динамічними характеристиками, наприклад, матрицями спектральних і взаємних спектральних щільностей вектора вихідних сигналів стенда-імітатора. За результатами експерименту ідентифікуються моделі динаміки малогабаритної гіровертикалі, включаючи матриці спектральних щільностей

неконтрольованого при експерименті вектора збурень, що діють на гіровертикаль при її функціонуванні в динамічних умовах, близьких до натурних, що імітуються на стенді.

У результаті напівнатурного моделювання руху реєструються осцилограми управляючих впливів, а також вихідні реакції гіровертикалі по каналу крена. Після проведення відповідної апроксимації отриманих графічних залежностей складемо моделі динаміки в вигляді спектральних і взаємна спектральних щільностей сигналів малогабаритної гіровертикалі.

Після проведення процедури ідентифікації системи імітації каналу крена малогабаритної гіровертикалі виникла необхідність для проведення процедури структурного синтезу системи управління малогабаритної гіровертикалі.

Синтез оптимальної структури системи полягає у знаходженні структури і параметрів регулятора та введення його в контур управління. Відповідно до структурної схеми системи управління (рис. 1.) проведемо процедуру синтезу регулятора за алгоритмом синтезу Вінера-Колмогорова.

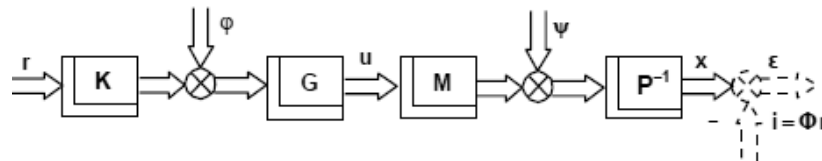


Рис. 1. Структурна схема незамкненої системи керування, що синтезується

Задача синтезу структури G регулятора рухів розімкненої системи зі стійким об'єктом і рівнянням його рухів вигляду (1)

$$Px = Mu + \psi, \quad (1)$$

де P та M - поліноміальні матриці розміром  $n \times n$  та  $n \times m$  відповідно; x - n-мірний вектор вихідних реакцій системи; u - m-мірний вектор керуючих впливів;  $\psi$  - n-мірний вектор випадкових неконтрольованих збурень з матрицею спектральних щільностей  $S_{\psi\psi}$ .

В якості показника якості об'єкту (1) використаємо функціонал вигляду

$$e = \frac{1}{j} \int_{-j\omega}^{j\omega} \text{tr} \{ R_0 S'_{x_0 x_0} + C S'_{uu} \} ds, \quad (2)$$

де  $R_0$  та C - вагові позитивно визначені числові матриці,  $S'_{x_0 x_0}$  та  $S'_{uu}$  - транспоновані матриці спектральних щільностей сигналів виходу системи  $x_0$  та управління u відповідно.

Використовуючи алгоритм синтезу Вінера-Колмогорова [1] отримуємо передавальну функцію регулятора:

$$G = \Gamma^{-1} (T_0 + T_+) D^{-1} = \frac{0.1397(0.357s^2 + 1.007s + 1)}{(0.16s^2 + 0.76s + 1)}, \quad (3)$$

де D, D\*,  $\Gamma$ ,  $\Gamma_*$  - результати вінеровської факторизації [3] виразів  $DD_* = S'_{\psi\psi}$  та  $\Gamma_* \Gamma = M_* P_*^{-1} R P^{-1} M + C$ ;

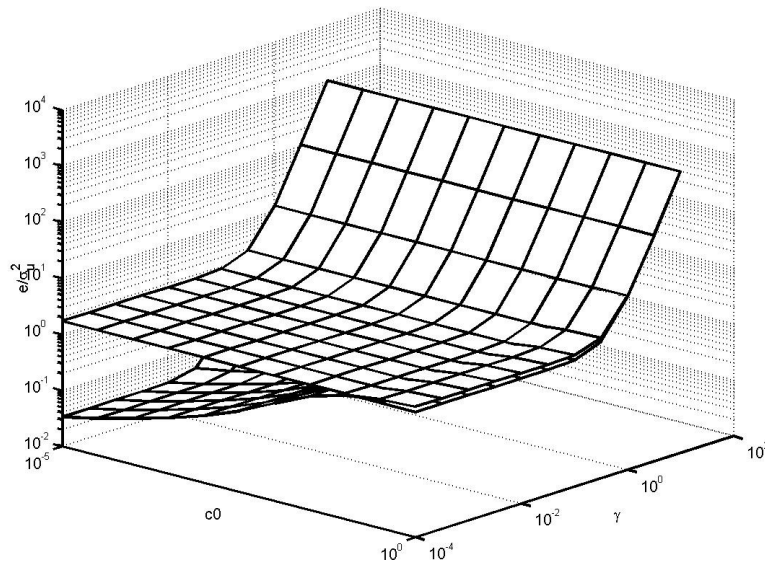
$T_+$  і  $T_-$  - результат вінеровської сепарації виразу  $T = T_0 + T_+ + T_- = \Gamma_*^{-1} M_* P_*^{-1} R P^{-1} S'_{\psi\psi} D_*^{-1}$ .

Важливим критерієм ефективності виконаного синтезу є дослідження зміни помилки оптимальної і неоптимальної систем з перебігом часу під час наростання параметра  $\gamma$  відношення шуму до сигналу. Проведемо розрахунок значень помилок системи в залежності від зміни параметру  $\gamma$  (табл.1)

Таблиця 1

$\gamma$	$\sigma_\varphi$	e	$e_{opt}$
0.0010	0.0025	0.2094	0.0555
0.0032	0.0079	0.2094	0.0555
0.0100	0.2500	0.2100	0.0556
0.0316	0.7910	0.3264	0.0571
0.1000	0.2500	0.3809	0.0717
0.3162	0.7910	0.4211	0.2180
1.0000	2.5000	0.5164	0.3775

Побудуємо графік, який показує зміну показників якості неоптимальної та оптимальної систем по даним з таблиці 1



Проаналізувавши результати відзначимо, що якість системи покращилась на порядок.

Отже була поставлена і вирішена задача структурного синтезу малогабаритної гіровертикалі для відтворення випадкових кутових рухів судна по каналу крену.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Блохин Л.Н., Буриченко М.Ю. Статистична динаміка систем управління. Підручник. для ВНЗ України. – К.:НАУ,2003. – 208 с.
2. В. С. Балакирев, Е. Г. Дудников, А. М. Цирлин. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления. – М.: «Энегррия», 1967. – 232 с.
3. Азарсков В.Н., Блохин Л.Н., Житецкий Л.С. Методология конструирования оптимальных систем стохастической стабилизации. — К.: НАУ, 2006. — 440 с.
4. Дж. Бендат, А. Пирсол. Прикладной анализ случайных данных. М.: Машиностроение. – 1989. – 486 с.

### УЗАГАЛЬНЕНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПЛАНОВОГО РЕМОНТУ

Жиров Г.Б.,<sup>1</sup> Ленков Є.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup> Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації

Плановий ремонт (ПР) призначений для поповнення ресурсу об'єкта РЕТ, проводиться у заздалегідь заплановані моменти часу. При ПР зазвичай проводиться заміна значної частини елементів об'єкта. Чим більша кількість замінних елементів, тим більша величина ресурсу, поповнюваного в результаті проведення планового ремонту. На практиці для зручності планування та організації проведення ПР введено поняття виду планових ремонтів. За допомогою поняття виду ремонту конкретизується обсяг ремонту та правила призначення термінів їх проведення й забезпечення. Таким чином, у кінцевому рахунку ПР повинні забезпечувати необхідний рівень безвідмовності об'єктів радіоелектронної техніки. З урахуванням цього задачу оптимізації процесу ПР можна представити формально такими співвідношеннями [1]:

$$T_0(B, V, P_{\text{пр}}^*) \geq T_0^{\text{пр}}; \quad (1.a)$$

$$c_s(B, V, C, P_{\text{пр}}^*) \rightarrow \min, \quad (1.б)$$

де  $P_{\text{пр}}^*$  – шукані оптимальні параметри системи планових ремонтів.

Дана постановка задачі має ту особливість, що задане необхідне значення середнього наробітку на відмову  $T_0^{TP}$  одночасно задає критерій граничного стану (ГС), відповідно до якого повинен розраховуватися ресурс об'єкта радіоелектронної техніки. Критерій надійності ГС може бути двох типів:

1) “жорсткий” критерій, відповідно до якого умова (1.а) повинна виконуватися в кожен момент часу  $t \in (0, T_3]$ . Цей критерій можна застосовувати до об'єктів, які назвемо умовно об'єктами високої відповідальності;

2) “ослаблений” критерій, при якому умова (1.а) повинна виконуватися в середньому на заданому інтервалі експлуатації об'єкта  $T_3$ . Цей критерій можна застосувати до об'єктів, які ми називаємо об'єктами звичайної відповідальності.

Відповідно до цього задача (1) повинна розв'язуватися в двох варіантах:

- для об'єктів високої відповідальності розв'язується задача

$$\Omega(t/B, V, P_{np}^*) < \Omega^{nc}; (t \in (0, T_3]), \quad (2 \text{ а})$$

$$c_3(B, V, C, P_{np}^*) \rightarrow \min; \quad (2 \text{ б})$$

- для об'єктів звичайної відповідальності розв'язується задача

$$\bar{\Omega}(B, V, P_{np}^*) < \Omega^{nc}, \quad (3 \text{ а})$$

$$c_3(B, V, C, P_{np}^*) \rightarrow \min, \quad (3 \text{ б})$$

де  $\Omega(t/B, V, P_{np}^*)$  – функція параметра потоку відмов;  $\bar{\Omega}(B, V, P_{np}^*)$  – середнє значення параметра потоку відмов;  $\Omega^{nc} = 1/T_0^{TP}$  – необхідне значення параметра потоку відмов.

Таким чином, параметр  $P_{np}$  представляється наступним чином:

$$P_{np} = \{N_{np}, \{j, P_{npj}, R_{npj}\}; j = \overline{1, N_{np}}\}. \quad (4)$$

З урахуванням цього в загальному випадку шуканими параметрами в задачах (2) і (3) є:  $N_{np}$  – число видів ПР;  $P_{npj}$  і  $R_{npj}$  – обсяг (процент заміни елементів) і міжремонтний ресурс для  $j$ -го виду ПР ( $j = \overline{1, N_{np}}$ ).

Задачі (2) і (3) є досить складними оптимізаційними задачами, які не розв'язуються стандартними математичними методами оптимізації. Для розв'язання зазначених задач пропонується використовувати розроблену наближену методику, яка базується на застосуванні імітаційної статистичної моделі.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Прогнозирование надежности сложных объектов радиоэлектронной техники и оптимизация параметров их технической эксплуатации с использованием имитационных статистических моделей / С.В. Ленков, К.Ф. Боряк, Г.В.Банзак, В.О.Браун, В.А.Осыпа, С.А.Пашков, В.Н. Цыцарев, Ю. В.Березовская. – Одесса: Изд-во «ВМВ», 2014. – 256 с.

## ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ

**Жукаускас С.В.**

*Міністерство екології та природних ресурсів України,  
м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського 35; S.Zhukauskas@gmail.com*

У теперішній час обсяги виробництва і використання хімічної продукції в світі постійно зростають. Це призводить до збільшення рівня забруднення навколишнього середовища і підвищує небезпеку впливу хімічних речовин на людину. Відповідно до даних ООН в світі щороку з'являється близько 1500 нових хімічних речовин додатково до тих 80 тисяч, які виробляються в даний час. За даними ВООЗ більше 25% захворювань у всьому світі обумовлено екологічними факторами, в тому числі впливом хімічних речовин. Незважаючи на заходи, що вживаються, продовжують виникати надзвичайні ситуації, пов'язані з обігом хімічної продукції, які надають в результаті негативний вплив на здоров'я людини і навколишнє середовище. Мінімізація ризику впливу речовин і матеріалів на здоров'я людини і навколишнє середовище лежить в площині формування системи її раціонального використання і оптимізації процесів поводження з небезпечними відходами на міжнародному, регіональному та національному рівнях.

Однією з основних завдань оцінки ризику, що виникає при поводженні з небезпечними відходами, є визначення кількісних характеристик можливої небезпеки. Тільки знаючи ці характеристики можливо на базі загальних методів розробити практичні механізми забезпечення безпеки та оцінювати існуючі системи технічного регулювання з точки зору їх ефективності. Для визначення кількісних характеристик можливої небезпеки при поводженні з хімічною продукцією необхідно провести аналіз збитку, що завдається навколишньому середовищу і наслідків для людей, безпосередньо використовують цю продукцію або знаходяться поблизу від викликаного процесу її використання. Результати розгляду характеру небажаних наслідків, очікуваної частоти їх появи, а також шкоди, що викликається їх впливом на навколишнє середовище, здоров'я або життя людей, і є оцінкою ризику.

Сьогодні пропонується застосовувати безпілотні літальні апарати (БПЛА) для екологічного моніторингу поводження з небезпечними об'єктами. Активний розвиток «безпілотників» для вирішення завдань екології та природокористування обумовлено рядом їх важливих переваг. Це перш за все, відносно невелика вартість безпілотних літальних апаратів, малі витрати на їх експлуатацію, великі тривалість і економічність польоту і інші переваги в порівнянні з пілотованою авіацією, мобільними та стаціонарними наземними екологічними комплексами.

Станом на початок цього століття понад 50 фірм в різних країнах розробляли і випускали БПЛА понад 150 типів. Підсумки широкомасштабного використання безпілотних літальних апаратів дозволяють виявити тенденції подальшого застосування БПЛА в різних умовах. Однією з таких тенденцій є групове застосування дистанційно пілотованих літальних апаратів для задач екологічного моніторингу.

При цьому виникає ряд наукових завдань: синтезу структури групового комплексу та алгоритмів його функціонування, вибір бортової апаратури для спостережень і ін.

При синтезі ефективного ситуаційного управління польотом групи дистанційно пілотованими літальними апаратами, доцільно врахувати такий фактор, як динамічні синергетичні процеси в атмосфері (турбулентність повітряного середовища). Як показує аналіз досвіду застосування БПЛА, турбулентність повітряного середовища викликає зміну їх аеродинамічних сил і моментів. Це істотно впливає на ефективність управління безпілотними літаками, і особливо у випадках одночасного використання груп ДПЛА.

Залежно від принципу управління, БПЛА екологічного моніторингу поділяють на: безпілотні некеровані; безпілотні автоматичні; безпілотні дистанційно-пілотовані літальні апарати (ДПЛА).

БПЛА екологічного моніторингу прийнято ділити по таким взаємопов'язаним параметрами, як маса, час, дальність і висота польоту. Виділяють наступні класи апаратів:

1. «Мікро» (умовна назва) - масою до 10 кілограм, час польоту близько 1 години і висотою до 1 кілометра; пишеться зазвичай на мовах високого рівня, таких як Сі, Сі ++, Модула-2, Оберон SA або Ада95.

Для передачі на пункт управління відеоданих, отриманих з бортових сенсорів БПЛА, використовується радіопередавач, що забезпечує радіозв'язок з прийомним устаткуванням. Залежно від формату зображень і ступеня їх стиснення пропускна здатність цифрових радіоліній передачі даних може становити одиниці-сотні Мбіт / с. До складу бортових радіозасобів БПЛА повинні входити: радіопередавач, приймач команд управління, передавач службового (телеметричної) інформації.

2. «Міні» - масою до 50 кілограмів, часом польоту кілька годин і висотою 3-5 кілометрів;

3. Середні («міди») - до 1000 кілограмів, часом 10-12 годин і висотою до 9-10 кілометрів;

4. Важкі - з висотами польоту до 20 кілометрів і часом польоту 24 години і більше.

Для визначення координат і земної швидкості сучасні БПЛА, як правило, використовують супутникові навігаційні приймачі (GPS або ГЛОНАСС). Кути орієнтації і перевантаження визначаються з використанням гіроскопів і акселерометрів.

У якості керуючої апаратури, як правило, використовуються спеціалізовані обчислювачі на базі цифрових сигнальних процесорів або комп'ютери формату PC/104, MicroPC під управлінням операційних систем реального часу (QNX, VME, VxWorks, XOboron). Такими завданнями є: моніторинг повітряного простору, земної та водної поверхні; екологічний моніторинг; контроль морської і річкової судноплавності. Розроблені дистанційні методи й апаратура дозволяють одержувати інформацію про стан навколишнього середовища в тисячі разів швидше, ніж наземні методи, при відповідно набагато нижчій вартості робіт.

Безпілотний літальний апарат екологічного моніторингу здійснює гаслами політ над територією спостереження. Сітка виглядає як прямокутник зі стороною 250 м, для великомасштабної карти - 2 км (за рахунок основних і додаткових меридіональних маршрутів). Це достатньо для отримання відповідної інформації. Швидкість польоту може варіюватися від 50 до 150 км / год. Висота польоту від 50 до 300 м. Інформація щомиті фіксується в бортовий ЕОМ. Багатоканальний аналізатор на базі детектора NaI (TI) реєструє енергію випромінювання в діапазоні 60 кеВ - 3000 кеВ за характерними гамма-лініях. Остаточна обробка та побудова карти відбувається на наземній станції.

За "ідеології" побудови - така система це система нового покоління з використанням геоінформаційної системи і глобальною супутниковою системою навігації.

У режимі реального часу система здатна забезпечити радіаційний моніторинг територій з високою просторовою роздільною здатністю і отриманням інформації безпосередньо на борту літального апарату.

В системі реалізовані кілька "ноу-хау", що підвищують ефективність, чутливість і продуктивність зйомки.

До складу системи функціонально входять наступні технічні засоби й елементи систем колективного користування: спеціалізована мультипроцесорна система знімання й обробки; система детектування; навігаційна супутникова система Навстар і Глонас; наземна станція прийому, обробки і візуалізації інформації.

Комплекс екологічного моніторингу складається з двох комплексів - бортового і наземного.

Бортовий комплекс:

- гамма-спектрометр на основі сцинтиляційного детектора обсягом від 4,5 до 25 літрів (поставка залежно від типу літального апарату), спеціалізованої мультипроцесорної системи первинної обробки інформації. Установче обладнання детектора дозволяє змінювати кут огляду поверхні землі від 50 до 150 градусів для вибору оптимального просторового дозволу в різних умовах польотів;

- система навігації і топопривязки, що включає в себе супутникову навігаційну систему Навстар і висотомір. Система призначена для визначення місцезнаходження безпілотного літака з точністю 10 м і його висоти польоту над землею (+ 1 м);

- обчислювальний комплекс, призначений для оперативного контролю та управління приладами. Комплект програм забезпечує контроль оперативної обстановки і стану обладнання (сумарні дози, ландшафти, карту місцевості, в якій проводиться зйомка, координати і висоту польоту і т.д.).

Наземний мобільний пусковий комплекс:

комп'ютерний навігаційний пункт керування польотами і обчислювальний комплекс для обробки та візуалізації отриманої інформації. Програми обробки приймають отриману в процесі польоту інформацію, роблять її перетворення (облік ландшафту, висоти польоту), обчислення координат Гаусса-Крюгера ділянки виміру. На наступному етапі проводиться інтерполяція отриманих даних усередині однієї ділянки, осереднення і їх екстраполяція на ділянки, що припадають на цикл передачі даних в бортовий комп'ютер. Отримані дані є вихідними для відображення результатів вимірювань на дисплеї і графобудівнику. Вони ж використовуються для відновлення поля забруднення у вузлах сітки і побудови карти ізоліній;

Наземний стаціонарний пункт: периферійні пристрої для відображення графічної інформації у вигляді карт.

Наземний комплекс призначений для обробки одержуваних на знімних жорстких носіях інформації даних бортового комплексу, нагромадження інформації та відображення її у вигляді карт і таблиць. Наземний комплекс робить аналіз вхідних даних, розраховує концентрації і потужності доз по зберігаються калібрувальним даними, робить аналіз на наявність локальних джерел, будує карти ізоліній концентрацій радіоактивних елементів досліджуваного району.

Принциповою особливістю безпілотного комплексу екологічного моніторингу поводження з небезпечними відходами є:

- висока безпека польотів у порівнянні з існуючими авіаційними засобами, що літають на гранично малих, а значить небезпечних для них висотах;

- істотно знижена вартість виконання робіт за рахунок малих експлуатаційних витрат;

- продуктивність роботи одного безпілотного апарату приблизно в два рази вище звичайних літаків за рахунок можливості літати вночі;

- динамічний режим і повна автоматизація процедури контролю потенційно-небезпечних об'єктів, що включає в себе вимір, обробку та подання інформації;

- отримання інформації про стан об'єкта і навколишньому середовищу в закінченому вигляді, зручному для прийняття ефективних рішень без залучення додаткових аналітичних лабораторій і експертів.

Устаткування для аерокосмічного моніторингу поведінки з Небезпечна відходами.

1. Станція прийому космічної інформації від супутників.

2. Комплекс обробки аерокосмічної інформації.

3. Комплекс управління дистанційно пілотованими літальними апаратами.

Космічні знімки разом з матеріалами традиційних методів вивчення Землі дають необхідні дані для будови еколого-геологічних моделей досліджуваних територій.

При цьому моніторинг повинен здійснюватися на трьох ієрархічних рівнях: регіональному; детальному; локальному.

Регіональний - повинен охоплювати цілі економічні райони і надавати загальне уявлення про характер, масштаби, інтенсивності різних геологічних процесів, збитки, які вони наносять

народногосподарським об'єктам і природному середовищу, ефективності проведених захисних заходів. Залежно від ступеня освоєння території та інших факторів він може здійснюватися в широкому діапазоні масштабів від 1: 100000 до 1: 500000.

Детальний і локальний - повинен давати вже більш повне уявлення про розвиток екологічних процесів в межах окремих інженерних комплексів та споруд або їх комплексів. Обрання методів, використовуваних при моніторингу, визначається його рівнем. Під час регіонального моніторингу базових доцільно використовувати аерокосмічні методи, доповнюючи їх невеликим об'ємом наземних досліджень. Під час детального та локального моніторингу основні дані будуть отримані наземними дослідженнями, а аерокосмічні методи стануть їх істотним доповненням.

Провідна роль при аерокосмічному моніторингу повинна належати знімкам, отриманим в оптичному діапазоні спектра з огляду на їх максимуму корисної інформації.

Дистанційне зондування Землі забезпечує можливості оперативного збору даних в глобальному масштабі з високим просторовим і тимчасовим дозволом, що і визначає значні інформаційні можливості аерокосмічних систем, можливість їх господарського, природно-екологічного, наукового і військового застосування і потенційну економічну ефективність. Аерокосмічні знімки надають точну і реальну інформацію про об'єкт моніторингу.

При цьому ставляться такі завдання.

По-перше, оцінка еколого-санітарного стану об'єктів - виявлення джерел забруднення, контроль динаміки поширення.

По-друге, інвентаризація змін, визначення інтенсивності та масштабів процесів, реєстрація змін.

По-третє, визначення динаміки (як сезонної, так і літньої) і контроль коливань змін.

Використовуючи шляху об'єднання класифікованих зображень різні періоди, можна створити карти, які містять зміни за цей період часу; карти екологічного забруднення, зон небезпеки, карти прогнозованого стану навколишнього середовища.

Аерокосмічний моніторинг для оцінки і прогнозування майбутнього стану довкілля є складовою частиною масштабної багатофункціональної програми екологічного управління.

Використання передових засобів автоматизованого збору, обробки та подання інформації забезпечує більш високий рівень наукових досліджень внаслідок можливості зіставлення різноманітної інформації і комплексного підходу до моніторингу поводження з небезпечними відходами. Інформаційне забезпечення наукових досліджень у цієї галузі є визначальним фактором їх ефективності, актуальності результатів, узгодження зусиль різних наукових груп.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. В.С.Міщенко, Виговська Г.П., Ю.М.Маковецька Т.Л.Омельяненко Удосконалення системи управління відходами в Україні в контексті європейського досвіду-К.: „ЛазуритПоліграф”, 2012. – 120с. Commission Decision of the European Communities 2000/532/EC of 3 May 2000 (establishing list of waste)//Official Journal of the European Communities L 226/3-24, 6.9.2000.
2. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), (2011, N 26, ст.218 )
3. Машков О.А. Використання даних аерокосмічного моніторингу для оцінки трансграничних екологічних конфліктів / О.А. Машков, Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі // Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту» (25–28 травня 2015 р.). – Залізний порт: ХНТУ. – 2015. – С.96–106.
4. Машков О.А. Застосування інформаційних аерокосмічних технологій для оцінки трансграничних екологічних конфліктів / О.А. Машков, Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі // Науково-технічний журнал «Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті». – К.: НТУ. № 2, 2015, – С. 136-147.
5. Машков О.А. Інформаційні рішення щодо забезпечення екологічної безпеки: Європейський досвід та перспективи / О.А. Машков, Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі // II Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи» (4-6 листопада 2015 р.). – Львів: ЛДУ БЖД, – 2015, – С.346-347.
6. Машков О.А. Можливість оцінки трансграничного впливу діяльності Хотиславського кар'єру на стан довкілля регіону на основі використання аерокосмічного моніторингу / О.А. Машков, Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі // Науково-практичний журнал «Екологічні науки», - К.: ДЕА ПОіУ. Вип.2/2016 (11), 2016, - С.76-85.
7. Машков О.А. Системний підхід щодо моніторингу довкілля як технологічний інструментарій забезпечення екологічної безпеки довкілля О.А. Машков, Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі // II Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку



- суспільства. Європейський досвід і перспективи» (4-6 листопада 2015 р.). – Львів: ЛДУ БЖД, – 2015, – С.26-27.
8. Машков О.А., Васильев В.Э., Фролов В.Ф. Методы и технические средства экологического мониторинга / Научно-практический журнал «Экологичні науки», № 1/2014(5), К., ДЕА, 2014. – С.57-67.
  9. Огляд стану гармонізації законодавства України з вимогами права ЄС та Базовий план гармонізації законодавства України з правом ЄС (ДОВКІЛЛЯ), Київ, грудень 2011 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/media/files/Overview.pdf>
  10. План дій "Україна - Європейський Союз" [Електронний ресурс] - Режим доступу: [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994\\_693](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_693)
  11. Порядок денний асоціації Україна - ЄС для підготовки та сприяння імплементації Угоди про асоціацію [Електронний ресурс] - Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_990](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_990)
  12. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 січня 2013 р. № 22-р Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми поводження з відходами.
  13. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами членами, з іншої сторони. [Електронний ресурс] - Режим доступу: [http://www.kmu.gov.ua/kmu/control/ru/publish/article?art\\_id=246581344&cat\\_id=223223535](http://www.kmu.gov.ua/kmu/control/ru/publish/article?art_id=246581344&cat_id=223223535)

## ОЦЕНИВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ НА БАЗЕ МЕТОДОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Заводник В.В., Титова А.А.

*Институт прикладного системного анализа  
Национальный Технический Университет Украины  
"КПИ им. Игоря Сикорского", Киев-03056, пр. Перемоги, 37.  
wwzaw2008@gmail.com, anntytova@gmail.com*

В настоящее время актуальным и популярным является оценивание состояния страны или региона относительно группы стран (регионов) по статистическому индексу устойчивого развития (ISD), который в свою очередь рассчитывается как некая линейная комбинация индексов: экономической устойчивости; экологической устойчивости; социальной и институциональной устойчивости [1,2].

В докладе представлены результаты исследования индекса экологической устойчивости (ESI) 22 регионов Украины, используя методологию, разработанную в Йельском университете, США [3] и банка данных, ежегодно публикуемых на сайте Министерства охраны окружающей природной среды Украины [4].

Алгоритм расчета индекса экологической устойчивости, представлен на рисунке 1, реализует следующую процедуру. Массив данных 22 региона, в каждом 33 показателя (количественные значения загрязнения трех сред вредными веществами, относительно их предельно допустимых значений). Из 33 показателей формируется 3 индикатора экологической устойчивости по состоянию воздуха (8 показателей), воды (18 показателей), грунта (7 показателей).

Каждый показатель относительно первого, второго и третьего моментов анализируется по выборке 22 значения (22 региона), а каждый регион по выборке 33 значения (33 показателя).

В результате получаем значение индекса экологической устойчивости для каждого региона и ранжируем их.

Результат свидетельствует (представлен на рисунке 2.), что лидерами, по качеству окружающей среды являются области: Хмельницкая, Ровенская, Киевская. А наихудшее состояние (минимальное значение ESI) в Винницкой и Днепропетровской областях.

Также, можно определить «гармонизированность» экологического состояния регионов по трем индикаторам, в смысле равнобольших значений: Ивано-Франковская, Харьковская, Львовская области, рисунок 3.

И регионы с не «гармонизированным» экологическим состоянием: Хмельницкая, Киевская Ровенская области, рисунок 4.

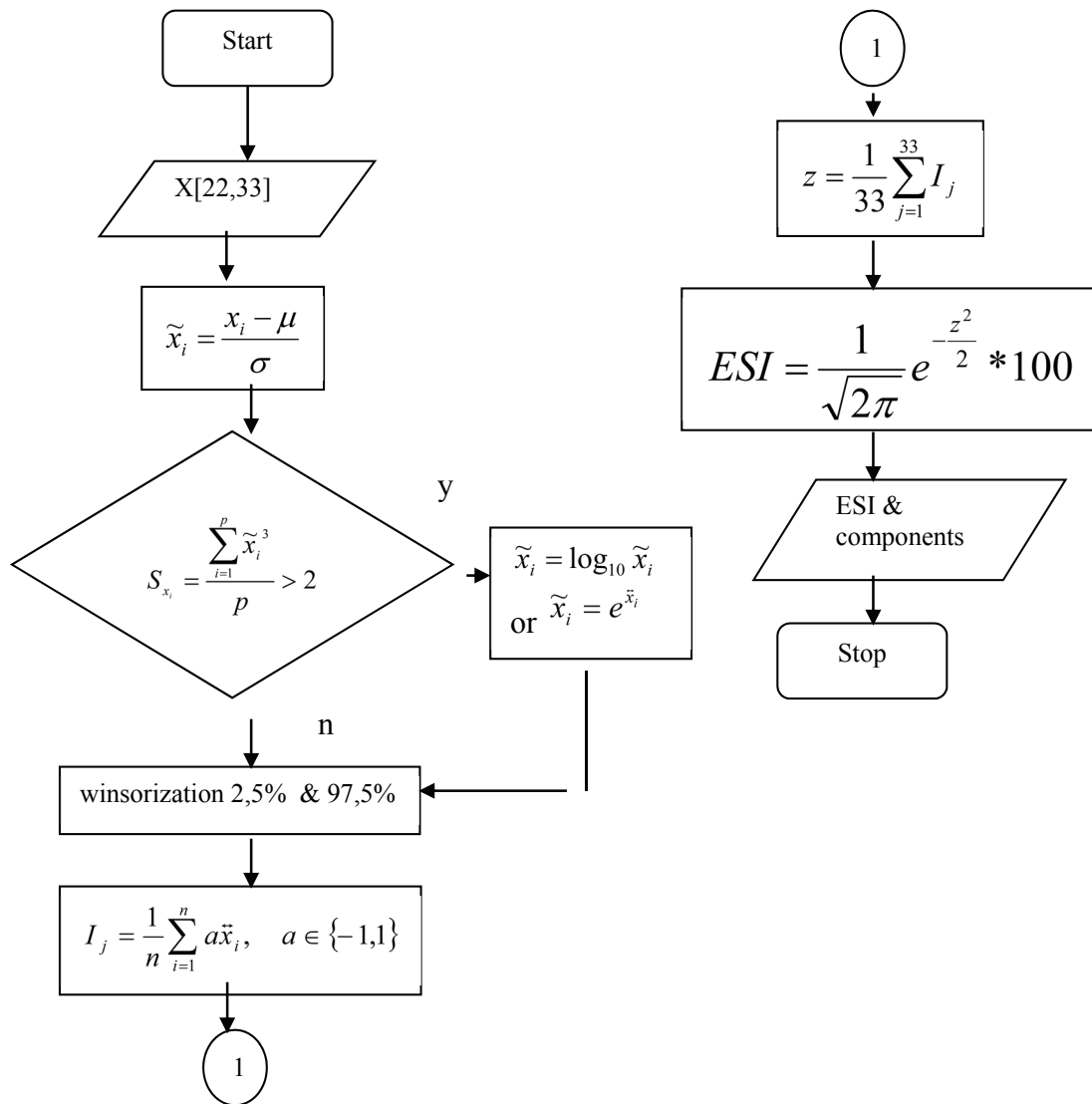


Рис. 1. Алгоритм расчета индекса экологической устойчивости, [3]



Рис. 2. Диаграмма экологического состояния регионов Украины

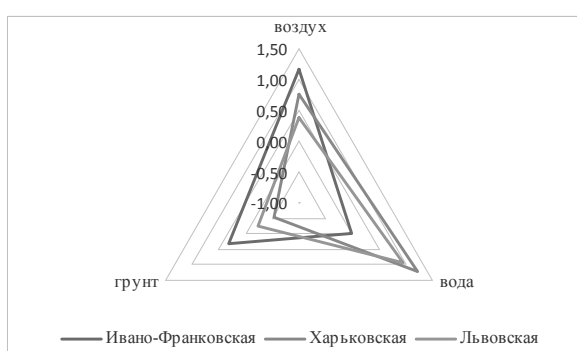


Рис. 3. Регионы экологической антигармонии Рис. 4. Регионы экологической гармонии

Доклад проілюстрований таблицями, графіками, рисунками, отриманих результатів.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Zgurovsky M. The Sustainable Development Global Simulations in Respect of Quality and Safety of Human Life. — К.: Polytekhnika, 2007. — 218 p.
2. Аналіз сталого розвитку: глобальний і регіональний контексти. Ч. 2. Україна в індикаторах сталого розвитку, 2011 - 2012 / ред.: В. Я. Шевчук; Міжнар. рада з науки, Президія, Ком. із систем. аналізу НААН України, Світ. центр даних з геоінформатики та сталого розв., Ін-т приклад. систем. аналізу. - К., 2012. - 231 с.
3. Environmental Performance Index [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://epi.yale.edu>.
4. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.menr.gov.ua>.

### СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СІМЕЙНОГО ЛІКАРЯ

**Злепко С.М., Вирозуб Р.М., Костішин С.В.**

*Вінницький національний технічний університет*

Діагностична телемедична система (ТДС) для сімейного лікаря повинна в повній мірі відповідати вимогам, що висуваються до даного класу апаратури, інформаційне забезпечення якої побудовано згідно принципів функціонування медичних додатків. Необхідно передбачити наявність блоку комутуємих вхідних модулів для реєстрації біомедичних даних стану пацієнта, що дозволить лікарю проводити на дому у пацієнта весь комплекс первинних заходів, направлених на діагностику захворювання, визначення тактики лікування та забезпечення її необхідними медикаментозними препаратами, фізіотерапевтичними приладами, а також прогнозування розвитку захворювань і можливих ускладнень тощо [1].

Лікар, завдяки програмним функціям, отримує: доступ до даних про пацієнта на будь-якому етапі лікувально-діагностичного процесу; можливість оперувати даними, проводити їх корекцію, систематизацію та оптимізацію; можливість організувати за медичними показниками телемедичні консультації; можливість оцінювати психологічний стан хворого та рівень його нервово-психічної адаптації; удосконалювати свій професійний рівень. Для пацієнта, розроблена ТДС разом із програмно-інформаційним додатком, надає перш за все: можливість знаходитись під постійним моніторним контролем та отримувати поради і консультації сімейного лікаря щодо свого здоров'я у будь-який час; мотивацію до здорового способу життя; можливість мінімізувати виникнення ситуацій, що несуть загрозу для життя пацієнта і своєчасної їх компенсації з боку кваліфікованих медичних працівників.

ТДС фактично є частиною клієнт-серверної системи, в якій вона виконує функції клієнта, що підключається до сервера, на якому зберігаються дані та інформація про пацієнтів, яких обслуговує сімейний лікар. Бази даних і знань, що входять до складу сервера, містять і зберігають: формалізовані знання щодо предметної області по кожному із пацієнтів; дані з історій хвороб, електронних медичних карток тощо; знання по алгоритмах діагностики і лікування тих чи інших захворювань для даної групи пацієнтів; загальну базу знань для підтримки прийняття рішень лікарем.

Окремою базою представлена база знань про ліки, яка містить дані про назву і діючу речовину ліків, виробника, показання, протипоказання, побічні ефекти, взаємодію з іншими ліками, тощо. Сюди ж входить перелік так званих, критичних ліків, застосування яких без проведення одноразових проб, категорично

заборонено. Такий підхід до формування баз даних і знань практично виключає можливість лікарської помилки при призначенні ліків і процедур.

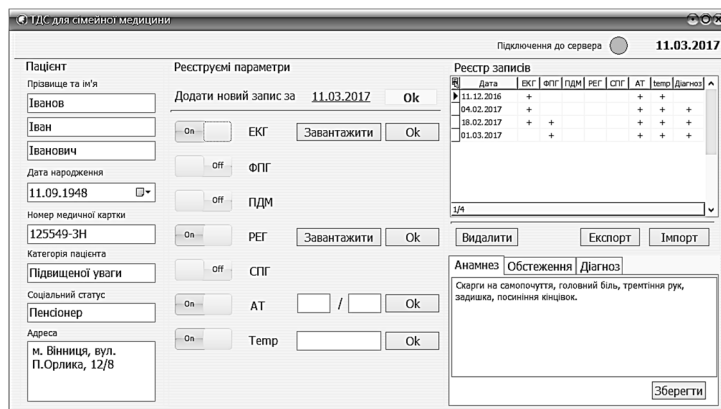


Рисунок 1 – Вікно програмного засобу телемедичної діагностичної системи

Програмний засіб являє собою багато віконний графічний інтерфейс, задачею якого є забезпечення медичним інформаційним функціоналом сімейного лікаря. Його написано на мові Delphi в середовищі RAD Studio 8.0. База даних, що використовується для зберігання даних реалізована на основі реляційної системи управління базами даних MySQL 5.5. Важливою функцією розробленого програмного засобу є можливість організації телеконференції з обраним зареєстрованим і підключеним в даний момент клієнтом. При цьому може відбуватися передача медичної інформації між учасниками телеконференції.

Організована таким чином телемедична консультація дозволяє покращити діагностику та підвищити надійність поставлення діагнозу у пацієнта.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Aleksandr S. Kovalenko, Sergey V. Tymchuk, Sergey V. Kostyshyn, Sergey M. Zlepko, Waldemar Wójeik, and etc. "Concept of information technology of monitoring and decision-making support", Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017, 104452D (7 August 2017).

## МОДЕЛЬ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ ЛЮДИНИ

Злепко С.М., Штофель Д. Х., Навроцька К. С.

Вінницький національний технічний університет

Основна мета проектування бази даних (БД) – це забезпечення цілісності даних та скорочення їх надлишковості [1], а отже, економія обсягу використаної пам'яті, зменшення часових і ресурсних витрат на багаторазові операції оновлення копій даних та ліквідація імовірності появи конфліктів через зберігання одних і тих же відомостей в різних місцях. Перед початком проектування БД необхідно сформулювати вимоги, яким вона повинна відповідати. Комплекс цих вимог необхідно закласти при розробці відповідної моделі БД на кожному рівні проектування.

Визначимо термін база даних як поіменовану та структуровану сукупність взаємозв'язаних даних, які виникають внаслідок функціонування розробленої медичної інформаційної системи, що реалізує інформаційну систему для моніторингу та дослідження поточного стану когнітивних функцій людини. Це визначення характеризує предметну область в сфері функціонування вищезазначеної системи. База даних фізично зберігається на носії інформації і перебуває під управлінням системи управління базою даних (СУБД). Оскільки база даних відповідає за певну множину даних, то на першому етапі її розроблення буде проведений аналіз структури інформаційної системи з метою виділення сфер діяльності та кінцевих результатів її роботи.

Предметна область використання автоматизованої системи охоплює проведення тестових досліджень, які дають змогу визначити стан когнітивних функцій людини, а саме пам'яті, уваги, сприйняття, психомоторної реакції, а також фізіологічних показників (шкірно-гальванічної реакції ШГР; частоти серцевих скорочень ЧСС; частоти дихання ЧД; температури поверхневого шару шкіри ТПШШ; рівня артеріального тиску (систоличного та діастолічного). Значення всіх цих параметрів повинні зберігатися в базі даних. Окрім цього, самі тестові методики бувають кількох типів для забезпечення

адаптивності технології дослідження [2], що також знаходить відображення в структурі бази даних. Також система повинна містити сховище даних, сховище тестових методик, сховище фізіологічних параметрів. Окрім цього необхідно передбачити сховище реєстру стрес-моделей (параметрів екстремальних ситуацій), які відображаються за допомогою засобів персональної комп'ютера. Також слід забезпечити ведення реєстру людей, які проходять тестування з використанням розробленої системи.

Перший етапом проектування полягає в побудові концептуальної моделі (модель представлення даних). До її задач відносяться відображення загальної структури даних, що повинні зберігатися в базі. Досвід розроблення медичних інформаційних систем дозволяє обрати реляційну модель даних в якості оптимальної конструкції для розробленої системи [3]. Тому на етапі логічного проектування відбувається створення реляційної схеми та структури двомірних таблиць (сутностей). Також в такій моделі необхідно врахувати зв'язки між таблицями та можливості запитів до бази, які будуть формуватися розробленими програмними засобами. Завдання концептуального моделювання бази даних – отримання моделей даних, які відображають інформаційний сенс конкретної БД. На цьому етапі здійснюється планування майбутньої структури, абстрагування, вивчення та опис предметної області БД. У результаті створена концептуальна інфологічна модель, яка визначає об'єкти, властивості та зв'язки БД.

Згідно з розробленою концептуальною моделлю виділимо три основні тематичні елементи БД – методичну, діагностичну та реєстраційну (рис. 1). Кожна з них поділяється за змістом та наповненням на окремі підсфери.



Рис. 1. Предметна область концептуальної моделі бази даних системи

В процесі розробки концептуальної моделі БД описана структура запитів, які подаються користувачами різних типів, при цьому кожен запит повинен отримувати інформацію з певним фрагментом предметної області. В деяких випадках можна скласти комплексні запити, які можуть перекривати декілька областей даних.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Coronel, C. Database systems: design, implementation, and management / Carlos Coronel, Steven Morris. – Cengage Learning, 2016. – 792 p.
2. Адаптивний алгоритм тестування для оцінювання когнітивних функцій людини / К. С. Навроцька, Д. Х. Штофель, С. В. Костішин, В. І. Макогон // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: Інформатика та моделювання. – 2017. – № 21 (1243). – С. 135–143.
3. Кобринский, Б. А. Автоматизированные регистры медицинского назначения: теория и практика применения / Б. А. Кобринский. – Изд. 2-е, стер. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 148 с.

#### ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛИ ИМПЛАНТА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В GEOMAGIC DESIGN X

Карымсакова И.Б.<sup>1</sup>, Крак Ю.В.<sup>2</sup>, Денисова Н.Ф.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д.Серикбаева, Республика Казахстан, 070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова А.К., 69, [indviki@gmail.com](mailto:indviki@gmail.com)

<sup>2</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко  
01601, Киев, ул. Владимирская 64/13, [krak@univ.kiev.ua](mailto:krak@univ.kiev.ua)

Целью работы является проблема создания 3D модели импланта тазобедренного сустава в Geomagic Design X[1]. Для сканирования импланта и построения его пространственной модели используется 3D сканер SCAN 3D UNIVERSE.

Создание 3D модели имплантов является достаточно многоэтапным процессом, который заключается не только в сканировании импланта, но и в получении модели для того, чтобы она оптимально подошла по типоразмерам. Отметим, что одним из эффективных способов создания имплантов является сканирование поврежденной кости человека и создание ее 3D модели. С этой целью будем использовать 3D сканер SCAN 3D UNIVERSE, который восстанавливает соответствующие размеры, в последующем по этим размерам в программе Geomagic Design X разрабатывается 3D модель импланта.

Сканер scan 3D UNIVERSE представляет собой комплексное решение аппаратных средств и программного обеспечения для создания 3D документации любых объектов и обработки результатов измерений, например для 3D-печати. Возможность интеграции сканера с высококачественным программным обеспечением Geomagic обратного инжиниринга, позволяет осуществлять автоматическую обработку данных в параметрической модели CAD и осуществлять контроль размерной точности заготовки.

Geomagic Design X - программное обеспечение (ПО), предназначенное для обратного проектирования. Оно позволяет в кратчайшие сроки создавать редактируемые полнофункциональные модели. ПО включает в себя систему CAD с сохранением истории проектирования, а также различные средства обработки данных трехмерного сканирования. В ПО также есть средства для редактирования полигональных сеток и поддержки свыше шестидесяти форматов файлов, в том числе многоугольники, облака точек и CAD. ПО интегрируется с разными 3D сканерами, включая модели таких производителей как FARO, Hexagon, Nikon, Creaform, Artec и 3D Systems.

Для получения 3D модели, имплант тазобедренного сустава размещается на подложке сканера, вращается с установленной скоростью. По установленным настройкам программы Smart Tech 3d Measure в зависимости от заданного угла воссоздается несколько 3D моделей импланта, которые затем совмещаются в одну модель.

Сканированная модель, полученная при помощи 3D сканер SCAN 3D UNIVERSE затем обрабатывается в программе Geomagic Design X до получения оптимальной модели. После она сохраняется в формате igs и печатается на станках с ЧПУ. В этом же формате эту модель можно загрузить в программу симулятор робота, который позволяет выбирать наиболее подходящего робота для конкретного варианта применения и настройки, можно быстро и точно рассчитать, а также проверить продолжительность циклов, предварительное программирование экономит время, а также просмотреть и подтвердить траектории перемещения робота и параметры Dual Check Safety перед загрузкой программ в реальный робот [2].

Предложенная технология показала свою конструктивность и эффективность.

Дальнейшие исследования будут направлены на реализацию предложенного подхода для изготовления полученного при помощи 3D сканера импланта на станке с ЧПУ и дальнейшим напылением биоактивных материалов на имплант с помощью робота-манипулятора.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.laser-scanning.co.uk/>
2. Karymsakova I.B., Krak Iu.V., Denisova N.F. Criteria for implants classification for coating implants using plasma spraying by robotic complex // Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. – 2017. – Volume 5, Issue 3. – P.44-52.

### МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

**Корнієнко Б.Я., Галата Л.П., Борисенко О. В.**

*Національний авіаційний університет, 03058, м. Київ, пр. Комарова, 1, bogdanko@gmx.net*

Будь-яке проектування, в тому числі проектування системи захисту інформації інформаційної системи, засноване на реалізації відповідної процедури оптимізації, в іншому випадку немає проектування, неможливого без використання відповідних критеріїв оптимальності. На жаль, саме з огляду на відсутності подібних обґрунтованих критеріїв, які повинні оцінюватися кількісно, на сьогоднішній день на практиці реалізується не проектування, а побудова систем захисту інформаційних систем [1,2]. Вона полягає в реалізації захисту від потенційно можливих атак на інформаційну систему, віднесених будь-яким чином, як правило, на основі будь-яких суб'єктивних (так званих експертних) оцінок до актуальних для захищається інформаційної системи, стосовно якої створюється система захисту. При цьому, при так званому проектуванні, знову ж таки, виходячи з будь-яких міркувань (не маючи кількісних оцінок), потрібно не тільки віднести загрозу до актуальної для конкретної інформаційної системи, для якої

проектується система захисту, а їй необхідно врахувати можливість і складність реалізації атаки, а також бажання і можливість її реалізації потенційним порушником безпеки, для чого будується модель порушника.

При проектуванні системи захисту необхідно визначити те, які завдання повинні вирішуватися системою захисту, необхідно сформулювати вимоги до параметрів і до характеристик створюваної системи захисту, для чого необхідно моделювання з метою отримання відповідних кількісних оцінок. Все це можна віднести до завдань формального проектування системи захисту. Завданням формального проектування системи захисту інформаційної системи є визначення вимог до набору розв'язуваних нею завдань і вимог до експлуатаційних параметрів і характеристик безпеки системи захисту.

В якості елемента математичного апарату інформаційної безпеки використовуються не погрози атаки, а загрози уразливості. Уразливість може бути охарактеризована стохастичними властивостями: з якоюсь інтенсивністю виявляється і усувається в інформаційній системі. Саме загрози уразливостей в кінцевому рахунку і створюють загрозу атаки, яка може бути реалізована порушником. Оскільки виникнення і усунення уразливостей може інтерпретуватися як виникнення і усунення відмови (в даному випадку характеристики безпеки інформаційної системи), можна припустити, що для вирішення розглянутих задач моделювання - моделювання відмов і відновлень характеристики безпеки - може бути використаний математичний апарат теорії надійності. Однак в теорії надійності завдання моделювання власне в своїй постановці принципово відрізняється. Там немає поняття порушника безпеки, який здійснює цілеспрямований вплив на систему, немає відмінності цілей подібного впливу: порушення конфіденційності, цілісності та доступності оброблюваної інформації тощо. Таким чином, виходячи з того, що і в теорії надійності, і в теорії інформаційної безпеки існують в чомусь схожі поняття відмов і відновлень відповідних характеристик, потенційно математичний апарат теорії надійності може бути використаний в теорії інформаційної безпеки для розглянутих задач моделювання, але з істотною адаптацією під особливості розв'язуваних тут завдань.

Розглядається математичний апарат, що ґрунтується на використанні Марковських процесів, який може використовуватися для формального проектування систем захисту інформаційних систем, реалізується з метою визначення оптимального набору завдань захисту і розрахунку значень параметрів і характеристик безпеки проектованої системи захисту.

Більшість відомих підходів до моделювання, що відрізняються тим, які параметри при моделюванні використовуються в якості вхідної інформації і які характеристики моделюваної системи розраховуються і надходять на вихід моделі (будуються моделі з використанням теорії ймовірностей, випадкових процесів, мереж Петрі, теорії автоматів, теорії графів, нечітких множин, теорії катастроф, ентропійного підходу), передбачає використання в якості найпростішого елемента безпеки загрозу атаки на інформаційну систему [3,4].

З використанням в якості найпростішого елемента безпеки загрози атаки пов'язаний ряд принципових недоліків. Практичне застосування подібних моделей вкрай ускладнюється через необхідність експертного завдання ключових характеристики безпеки - ймовірності виникнення загрози атаки. При моделюванні, заснованому на використанні в якості найпростішого елемента безпеки загрози атаки, виникнення різних загроз атак розглядається в якості незалежних подій, виходячи з чого використовуються відповідні розрахункові формули. Однак подібний початковий посил некоректний, оскільки реальні загрози атак створюються в системі уразливістю, при цьому події виникнення загроз атак, як правило, залежні від уразливостей, оскільки багатьма атаками експлуатуються одні й ті ж уразливості. Наприклад, переважна частина загроз атак передбачає впровадження і подальше виконання на захищеному комп'ютері шкідливої програми: використовується вразливість системи, що дозволяє виконувати в процесі роботи створювані інтерактивними користувачами файли. Всі ці загрози атак залежні від уразливостей, розгляд їх виникнення як незалежних подій не дозволяє побудувати коректну математичну модель. Важливим є і те, що оперуючи при моделюванні не просто елементом безпеки, яким є уразливість, а загрозою атаки, неможливо обґрунтувати вимоги до вхідних параметрів побудованої моделі. На практиці через простоту побудови відповідних моделей, як правило, використовуються Марковські процеси. При проектуванні ж системи захисту інформаційної системи важливо те, що в кінцевому рахунку системою захисту, якщо її розглядати не як якусь абстракцію, а спробувати реально спроектувати і побудувати, захист від загроз атак реалізується нівелюванням саме відповідних уразливостей, що створюють ці загрози атак. При цьому, оскільки, як правило, загроза атаки створюється деякою сукупністю загроз уразливостей, існують альтернативні варіанти рішення завдання захисту, як наслідок, можна говорити про оптимізаційну задачу при проектуванні системи захисту інформації.

З урахуванням сказаного можна зробити висновок про те, що в якості найпростішого елемента безпеки інформаційної системи слід розглядати уразливість (загрозу уразливості), що логічно, оскільки в кінцевому рахунку загроза атаки створюється в системі уразливими.

З точки зору проектування системи захисту інформаційної системи до досліджуваних загроз уразливостей, що характеризують відповідні властивості інформаційної системи, повинні бути віднесені технологічні недоліки побудови інформаційної системи, включаючи відсутність в системі необхідних функцій захисту, а також помилки прикладного і системного програмного забезпечення. Що використовується, включаючи систему захисту, що дозволяють здійснити обхід реалізованих функцій захисту (реалізувати атаку).

Під потенційної загрозою уразливості для інформаційної системи розуміємо загрозу, виникнення якої потенційно можливе в системі, під реальної ж – загроза, що реально виникла (загроза присутня в системі, відповідна уразливість виявлена і не усунена). Загроза атаки, яка також може бути охарактеризована як потенційна і реальна, як правило, створюється відповідною сукупністю загроз уразливостей. Наприклад, загроза атаки на підвищення привілеї створюється наступною сукупністю загроз уразливостей: можливість несанкціонованого встановлення на комп'ютер інтерактивним користувачем (під його обліковою записом без відома користувача) шкідливої програми, в тому числі із зовнішньої мережі (технологічна уразливість), виявлення в програмному системному коді, запускається з системними правами, помилки програмування, можливість виконання створеного інтерактивним користувачем в процесі роботи файлу (технологічна уразливість), неможливість завдання розмежувань прав доступу до файлових об'єктів для процесів, що запускаються з системними правами (технологічна уразливість), далі в залежності від мети атаки. Атака при цьому складається у впровадженні порушником шкідливої програми, її запуск з системними правами, реалізації несанкціонованого доступу з будь-якої метою до файлових об'єктів, що використовуються в системі для зберігання конфіденційних даних, в обхід розмежувальної політики доступу, яка реалізується системою захисту для інтерактивних користувачів. На цьому ж прикладі можемо проілюструвати і реалізацію системи захисту стосовно до нівелювання окремих загроз уразливостей. Система захисту може запобігати можливості установки на комп'ютер файлів, що виконуються, може запобігати можливості виконання створених інтерактивними користувачами файлів, в тому числі із системними правами, може бути реалізована розмежувальна політика доступу до файлових об'єктам для процесів, що запускаються з системними правами.

Отже, завдання нівелювання загрози атаки при реалізації системи захисту вбудь-якому випадку зводиться до задачі нівелювання будь-якої загрози уразливості. Таким чином, при проектуванні системи захисту необхідна оцінка актуальності саме загрози уразливості для нівелювання її системою захисту, стосовно актуальної загрози атаки.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Корнієнко Б.Я. Дослідження моделі взаємодії відкритих систем з погляду інформаційної безпеки / Б.Я. Корнієнко // Наукоємні технології. – 2012, № 3 (15), С. 83 - 89 .
2. Корнієнко Б.Я. Імітаційне моделювання системи захисту інформації комп'ютерної мережі / Б.Я. Корнієнко, Л.П. Галата, Б. В. Удовенко // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2016): Збірка наукових праць міжнародної наукової конференції 24–28 травня 2016 Херсон, Україна, С. 77 - 79.
3. Korniyenko B.Y. Design and research of mathematical model for information security system in computer network / B.Y. Korniyenko, L.P. Galata // Науковий журнал «Наукоємні технології». – 2017, № 2 (34), С. 114 - 118.
4. Корниенко Б.Я. Кибернетическая безопасность – операционные системы и протоколы / Б.Я. Корниенко // ISBN 978-3-330-08397-4, LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken, Deutschland. – 2017. – 122 с.

### ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ К РЕЛЯЦИОННЫМ БАЗАМ ДАННЫХ ПУТЕМ МИНИМИЗАЦИИ СУММЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ СОЕДИНЕНИЙ ОТНОШЕНИЙ БАЗЫ ДАННЫХ

Котенко С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, пр. Науки, 14  
e-mail: serhii.kotenko1@nure.ua

Основная проблема оптимизации связана с оценкой сложности выполнения операций с большим количеством отношений. Одним из критериев повышения эффективности выполнения запроса является уменьшение числа кортежей в отношениях при многократном соединении. Рассмотрим в данной статье пример. Пусть база данных D содержит семь отношений

$$d(D) = \{d_1(D_1), d_2(D_2), d_3(D_3), d_4(D_4), d_5(D_5), d_6(D_6), d_7(D_7)\}$$



и пусть каждое отношение содержит

$$d(D) = \{80, 60, 100, 40, 20, 70, 30\}$$

кортежей соответственно. Число всех просмотренных кортежей будет соответствовать выражению:

$$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6$$

В итоге имеем  $d(D) = 833683684800$ . Результатом соединения всех кортежей является число, характеризующее сложность отношений при связке вышеуказанных кортежей. Применяв свойство ассоциативности и коммутативности операции соединения и изменения общей последовательности соединений, сможем уменьшить значение  $d(D)$ . Поменяем местами D3 и D7. В результате имеем  $d(D) = 814585108800$ . Таким образом, для вычисления D при такой последовательности нам понадобится на 19098576000 дисковых операция меньше. Имеем определение: пусть

$$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\} \in \mathbb{N}$$

где  $\mathbb{N}$  - множество натуральных чисел. Результатом операций произведения является множество

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$$

$$p_1 = q_1 * q_2, p_2 = p_1 * q_3, \dots, p_m = p_{m-1} * x_n$$

Таким образом, за конечное число шагов, можно найти такую последовательность пар произведений, при которой сумма промежуточных результатов будет минимальной. В результате мы видим, что пройдя конечный ряд переборных и вариаций, мы можем найти минимальное последовательность произведения элементов множества, которое позволит нам снизить затраты на дисковые операции при выполнении запросов к базе данных, ускорив выполнения самого запроса.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Дж. Ульман Основы систем баз данных / Пер. с англ. М.Р. Когаловского и В.В. Когутковского; Под ред. М.Р. Когаловского. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 334 с., ил.
2. С. Чаудхари Методы оптимизации запросов в реляционных системах // Системы управления базами данных № 3/98. – стр. 22.
3. Пономаренко Л.А., Філатов В.О. Програмні агентні технології в адмініструванні баз даних // Вісник Київського торговельно-економічного університету.- Київ.- вип.3/2001, с.68-73

### ПОЗИЦІОНУВАННЯ НОДІВ В МЕРЕЖАХ МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Кузьмін О.В.

Національний університет «Львівська політехніка», 28а/806 вул.Ст.Бандери, Львів-13, 79013, Україна  
E-mail: kuzminavua@yahoo.com

Погіршення екологічної ситуації у світі вимагає створення систем, які дозволяють проводити моніторинг навколишнього середовища для своєчасного усунення причин його забруднення. До таких систем можна віднести бездротові сенсорні мережі (БСМ), які без втручання людини дають можливість проводити аналіз зовнішнього середовища на предмет наявності тих чи інших хімічних сполук. Така мережа може складатися з множини хімічних сенсорних нодів, розташованих на певній території, і взаємодіючих між собою за допомогою радіозв'язку, та базової станції, до якої поступає інформація від сенсорних нодів.

Сенсорний нод (далі просто нод), як елемент мережі, включає: давачі (сенсори), блок радіозв'язку, мікропроцесор, пам'ять, блок живлення.

Давачі хімічних нодів характеризуються сукупністю параметрів, які притаманні всім давачам, а саме: стабільністю, відтвореністю, гістерезисом, лінійністю, насиченістю, часом реакції, діапазоном вимірювання. Крім того вони характеризуються параметрами, які властиві тільки їм – це: вибірковість та чутливість по відношенню до певного хімічного реагенту, який входить до складу складних композицій. Основними недоліками хімічних давачів є їх забруднення в процесі вимірів та використання суттєвої кількості енергії від блока живлення нода. На рис.1 представлені характеристики деяких давачів вимірювання хімічних сполук.

Побудова БСМ може бути здійснена за наступними основними топологіями:

- зірка, в якій кожний нод має зв'язок з базовою станцією;
- кластерна, в якій кожний нод віднесений до деякої підмножини нодів (кластера), і має зв'язок з головою кластера (виділений нод), через який відбувається передача інформації на базову станцію;
- сітка, в якій кожний нод має зв'язок з декількома іншими.

S.No	Name of the sensor	Manufacturer	Operational Range	Sensitivity
1	TGS2442 CO sensor (Semiconductor)	FIGARO, USA INC	30 ~ 1000 ppm	(change ratio of Rs) :0.13 ~ 0.31
2	TGS 2106 NO2 Sensor (Semiconductor)	FIGARO, USA INC	0.3 ~ 10 ppm	2.0 ~ 7.0
3	TGS 2201 NOX Sensor	FIGARO, USA INC	0.3 ~ 10 ppm	Rs 0.3 ppm of NO2
4	TGS4161 CO2 Sensor	FIGARO, USA INC	350~10,000 ppm	44 ~ 72 mV
5	SO2 Sensor	Alphasense, UK	0 to 100 ppm	300 to 440 nA/ppm
6	TGS 823 VOC Sensor	FIGARO, USA INC	50 ~ 5000 ppm	0.3 ~ 0.5

Рис.1. Характеристики давачів хімічних сполук.

Топологія зірка порівняно з іншими використовує найменше енергії, але не може покривати великі території. Сітка має переваги перед зіркою у дальності зв'язку, покриттям більшої території, більшою надійністю, що забезпечується здатністю самовідновлення зв'язку, та меншою втратою даних. Кластерна топологія є технологією, яка поєднує в собі зірку та сітку. Тому вона має переваги цих двох топологій: має низькі енерговитрати та високу надійність. Недоліком можна вважати деяку затримку у передачі інформації.

Для дослідження БСМ використовуються різні програмні продукти [1-4].

Одним з основних завдань розгортання БСМ є визначення координат місцезонаження нодів.

Тому актуальною задачею є розробка програмного продукту для моделювання процесу позиціонування нодів [5]. Це значно зменшить витрати коштів та часу на розгортання реальної БСМ.

Основними властивостями програмного продукту є:

- можливість задати параметри нодів;
- вибрати алгоритм позиціонування;
- вибрати метод визначення відстані між нодами;
  - RSSI
  - TOA
  - RTT
- можливість задати ноди, які приймають участь у позиціонуванні;
  - сигнальні ноди
  - усі ноди
- можливість генерування даних про мережу;
- можливість імпорту даних про мережу;
- візуалізація процесу позиціонування;
- графічне відображення результатів позиціонування при зміні параметрів.

Програмна реалізація продукту виконана на мові програмування C++ у середовищі Qt Creator.

На рис.2 представлено вікно інтерфейсу відображення результатів позиціонування.

The screenshot shows a software window titled 'Position Node' with a sidebar on the left containing icons for Initialization, Distances, Plot, Result, Modeling, Statistic, and Settings. The main area displays a table with columns: Generated point, Calculated point, Precisions, and Distance. Above the table, there are statistics for 'Percent of found points' and 'Found position of 100 % nodes'.

Generated point	Calculated point	Precisions	Distance
1 (25.7452; 15.8519)	(24.7298; 14.6397)	(1.01537; 1.21221)	1.58127
2 (34.6831; 12.1008)	(34.6841; 10.5864)	(0.000987082; 1.51446)	1.51446
3 (43.109; 11.6461)	(42.4446; 10.5034)	(0.664362; 1.14273)	1.32182
4 (79.39; 11.2637)	(80.4584; 10.1391)	(1.06841; 1.12453)	1.55115
5 (61.7783; 14.5321)	(62.6254; 13.2179)	(0.84714; 1.31419)	1.56357
6 (42.333; 23.7941)	(41.5463; 22.7414)	(0.786721; 1.05271)	1.3142
7 (78.0684; 13.9609)	(79.1581; 12.849)	(1.08972; 1.11182)	1.5558
8 (30.5044; 41.2379)	(30.5044; 41.2379)	(0; 0)	0
9 (56.327; 33.162)	(57.5076; 31.9498)	(1.18063; 1.21227)	1.69219
10 (146.484; 13.5194)	(145.274; 14.3056)	(1.20964; 0.786158)	1.44256
11 (38.749; 51.4866)	(41.7528; 50.629)	(3.00382; 0.857633)	3.12385
12 (153.357; 14.2713)	(152.208; 15.6328)	(1.14899; 1.36147)	1.78151
13 (26.1776; 86.8988)	(28.7243; 87.0296)	(2.54664; 0.130731)	2.54999
14 (34.1072; 68.4068)	(40.446; 68.3813)	(6.33881; 0.0255074)	6.33887
15 (58.5577; 41.5983)	(60.0533; 40.6166)	(1.49578; 0.981703)	1.78916

Рис.2. Інтерфейс відображення результатів позиціонування.

Результатом моделювання є такі статистичні дані:

- відсоток нодів, для яких знайдені координати;
- мінімальна, максимальна та середня похибки позиціонування.

Перевагою наведеного програмного продукту є те, що він дає можливість провести моделювання процесу позиціонування при зміні різних параметрів: щільності розміщення нодів, кількості нодів, які приймають участь у позиціонуванні, та відобразити результати моделювання графічно.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Simulation Modeling of Large-Scale / Jason Liu, L. Felipe Perrone, David M. Nicol, Michael Liljenstam, Chip Elliott, David Pearson // Ad-hoc Sensor Networks In Proceedings of European Simulation Interoperability Workshop. – 2001. – P. 86-93.
2. Philip Levis, Nelson Lee, “TOSSIM: A Simulator for TinyOS Networks”, Berceley, 2003 – pp. 1-17.
3. X. Xian, W. Shi, H. Huang, Comparison of OMNET++ and other simulator for WSN simulation, 3rd IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications 2008. ICIEA 2008, 2008 – pp. 1439-1443.
4. Rajan Patel, Dr. Pariza Kamboj, Investigation of Network Simulation Tools and Comparison Study: NS3 vs NS2, Journal of Network Communications and Emerging Technologies (JNCET) Volume 5, Special Issue 2, December, 2015 – pp. 137-142.
5. Simulation tools to verify the location of nodes in wireless sensor networks, Oleksander Kuzmin, Oleksander Semeniuk, Proceedings of the XIIth International Scientific and Technical Conference CSIT 2017 (computer science and information technologies) 05-08 September 2017 Lviv, Ukraine, pp. 147-150.

## МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІТ-РІШЕНЬ У ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ

Кузьміна О.М., Яремко С.А.

*Вінницький торгівельно-економічний інститут Київського торгово-економічного університету*

**Введення.** В сучасному конкурентному середовищі ефективне ведення бізнесу стає неможливим без впровадження інформаційних технологій (ІТ), які забезпечують інтеграцію і зв'язок підприємства із зовнішнім середовищем; дозволяють підвищити швидкість і якість обслуговування та дозволяють враховувати потреби кожного клієнта. Впровадження ІТ у процес управління підприємством здатне забезпечити його конкурентоспроможність та спроможність зайняти найбільш вигідну позицію на ринку.

**Метою роботи** є проведення аналітичного огляду характеристик і особливостей існуючих критеріїв та методів оцінки ефективності впровадження ІТ-рішень для можливості обґрунтованого вибору найбільш оптимального для застосування та розробка комплексної методики, що дозволить оцінити ефективність впровадження ІТ та обґрунтувати вибір оптимальної стратегії для управління підприємством.

**Метод.** Варто зазначити, що сучасні підприємства являють собою складні динамічні системи. Під ефективністю впровадження ІТ розуміють адекватність функціональних характеристик даної ІТ конкретним цілям і завданням, які визначаються при прийнятті рішення щодо впровадження або модернізації інформаційної системи підприємства. Оцінка ефективності впровадження інформаційних технологій має бути спрямована на аналіз потенційної вигоди для підприємства і, отже, на таку реалізацію проекту, що дозволить максимально збільшити саме цю вигоду [2].

Ефект від впровадження ІТ може бути економічний, науково-технічний, фінансовий, ресурсний, технологічний, соціальний, екологічний та ін. [1,3]. Тому для забезпечення повноти і достовірності оцінки ефектів від впровадження ІТ обов'язковою умовою є врахування комплексу усіх чинників, які здійснюють вплив на діяльність підприємства і попереднє визначення поточного рівня ефективності підприємства. Оцінка поточних показників діяльності повинна передбачати порівняння отриманих даних з середніми показниками по галузі, з показниками лідерів ринку або бажаними показниками. Оцінці підлягає і функціонує на підприємстві інформаційна система [2].

Ефективність АРМ слід розглядати як інтегральний показник витрат на його створення та експлуатацію. Створення автоматизованих робочих місць на підприємстві є показником рівня автоматизації підприємства [1, 3,4]. Найбільш ефективний шлях скорочення трудових затрат управлінського персоналу полягає у впровадженні в управління бізнес-процесами підприємства інформаційних технологій. При цьому рівень інформатизації підприємства можна оцінити за наступними формулами [4]:

– відношення кількості АРМ до числа співробітників у підрозділах підприємства (S):

$$s = \left( \sum_{i=1}^n p_i \right) / n, \text{ де } p_i = (k_i / b_i) * 100\%, i = 1, \dots, n - \text{число підрозділів на підприємстві, } k_i - \text{число АРМ в } i\text{-му}$$

підрозділі,  $b_i$  – число співробітників в  $i$ -му підрозділі (показник характеризує технічну та професійну готовність підрозділів для освоєння CALS-ERP технологій).

– відношення кількості АРМ, що підключені до локальної мережі підприємства (ЛМП) до загальної

кількості АРМ у підрозділах (L): 
$$L = \left( \sum_{i=1}^n m_i \right) / n$$
, де  $m_i = (k_i / g_i) * 100\%$ ,  $g_i$  – число ПК в  $i$ -му підрозділі підключених до ЛМП (показник характеризує готовність до створення єдиного інформаційного середовища підприємства).

– відношення числа автоматизованих структурних підрозділів до загального числа підрозділів (K):  $K = (ТПК/ТП) * 100\%$ , де ТПК – число комп'ютеризованих технологічних підрозділів, ТП – загальне число технологічних підрозділів (показник оцінює можливість реалізації наскрізної комп'ютерної технології за окремими видами робіт).

**Висновок.** Таким чином, розрахунок наведених вище показників дозволить визначити рівень автоматизації, що є підґрунтям для ефективної реалізації основних бізнес-процесів підприємства. Отже, прогресивне застосування засобів комп'ютерної техніки та інформаційних технологій дозволяє забезпечити підвищення продуктивності праці в офісній та адміністративній діяльності; звільнити персонал від виконання рутинних операцій, підвищити якість та надійність опрацьованої інформації. Поряд з цим, впровадження автоматизації у бізнес-процеси сприяє зростанню конкурентоспроможності та збільшенню престижу будь-якого підприємства. Єдине інформаційне середовище та ефективна база даних підприємства дозволяє отримувати швидкий доступ до необхідної інформації, а спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє оперативно вирішувати будь-які функціональні задачі.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Voynarenko M.P. Informatsiyni systemy i tekhnolohiyi v upravlinni orhanizatsiyeyu : navch. posibnyk / M.P.Voynarenko, O.M.Kuz'mina, T.V.Yanchuk.- Vinnytsya: TOV «Edel'veys i Ko», 2015.-497s.
2. Huzhva V. M. Informatsiyni systemy i tekhnolohiyi na pidpryyemstvakh : navch. posibnyk / V. M. Huzhva. – K. : KNEU, 2001. – 400 s.
3. Savenkov O. I. Avtomatyzovani informatsiyno-analitychni systemy : navch. posibnyk / O. I. Savenkov, O. V. Nesterenko, I. V. Baklan. – K. : Natsional'na akademiya upravlinnya, 2008. – 67 s.
4. Yaremko S. A., Kuzmina O.M. (2017), ‘Simulation of data safety components for corporative systems’, ‘Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments’, Vol. 10445, p.p.10445R1 - 10445R6

## ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОПРУЖНИХ ТОНКИХ ОБОЛОНОК

Малець Р.Б., Малець І.О.

*Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна, Львів, вул. Університетська 1,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна, Львів, вул. Клепарівська 35,  
e-mail: romannakhmil@yahoo.com, igor.malets@gmail.com*

**Вступ.** Багато конструкцій сучасного машинобудування містять оболонки в якості складових елементів, тому дослідження пружно-деформівного стану оболонок, які перебувають під дією термосилових навантажень, є актуальним проблемою.

У даній роботі враховано ефекти впливу нерівномірного змінного в часі температурного поля для моделі тонких оболонок податливих до зсувів та стиснення.

**Постановка задачі.** Використовуючи напівдискретизацію вектора зміщень пружного тіла за змінною товщини на основі кінематичних гіпотез Тимошенка-Міндіна зі збереженням повного вектора поворотів нормалі серединної поверхні [1,3,4], сформульовано початково-крайові та відповідні варіаційні задачі динаміки та статички оболонок під дією термосилових навантажень в термінах вектора узагальнених переміщень та вектора температурних зусилля та моменту.

Основний матеріал. Предметом дослідження у роботі є початково-крайова задача термопружності гнучкого тіла, один із характерних розмірів значно менший від інших і займає у просторі  $\square^3$  обмежену область  $D$  з неперервною за Ліпшицем границею  $S = \partial D$ . Припускаємо, що на нього діють масові сили  $\{F_i(\mathbf{x}, t)\}_{i=1}^3$ , поверхневі навантаження  $\bar{\sigma} = \{\bar{\sigma}_i(\mathbf{x}, t)\}_{i=1}^3$  на  $S_\sigma \subset S$ , внутрішні джерела тепла  $g = g(\mathbf{x}, t)$  і тепловий потік  $\bar{q} = \bar{q}(\mathbf{x}, t)$  на границі  $S_q \subset S$ , під впливом яких виникають пружні переміщення

$U = \{U_i(\mathbf{x}, t)\}_{i=1}^3$  та приріст температури  $\theta(\mathbf{x}, t)$  відносно початкової температури  $\theta_0(\mathbf{x})$ . Таким чином формулюється задача:

$$\begin{aligned} \rho U_i'' - \partial_k \sigma_{ki} &= \rho F_i, \\ c_e \theta' - \partial_i (\lambda_{ij} \partial_j \theta) + \theta_0 \beta_{ij} \varepsilon_{ij}(U') &= g \text{ в } D \times (0, T], \\ \sigma_{ij}(U, \theta) &:= \sigma_{ij}^e(U) + \sigma_{ij}'(\theta) = c_{ijkm} \varepsilon_{km}(U) - \beta_{ij} \theta, \\ U|_{t=0} &= U_0, \quad \partial_t U|_{t=0} = V_0, \quad \theta|_{t=0} = \theta_0 \text{ в } D, \\ U &= 0 \text{ на } S_u \times [0, T], \quad S_u \subset S, \quad \sigma_{ij} n_j = \bar{\sigma}_i \text{ на } S_\sigma \times [0, T], \quad S_\sigma = S \setminus S_u, \\ \theta &= 0 \text{ на } S_\theta \times [0, T], \quad -\lambda n_i \partial_i \theta = \kappa \theta + \bar{q} \text{ на } S_q \times [0, T], \quad S_q = S \setminus S_\theta, \end{aligned}$$

Тут  $\partial_i v := \partial v / \partial x_i$ ,  $v' := \partial v / \partial t$ ,  $v'' := \partial_t(\partial_t v)$ , а  $\varepsilon_{ij}$  – компоненти тензора деформацій Гріна.

За припущення про малість товщини та вибору незалежних просторових змінних варіаційної задачі [2] сконструйовано такий підпростір допустимих функцій, який дозволяє виконати відокремлення змінної товщини

$$\begin{aligned} W_h &= \{\mathbf{w} \in [H^1(\Omega)]^6 : \mathbf{w} = 0 \text{ на } S_u\}, \\ Q_h &= \{\xi \in [H^1(\Omega)]^2 : \xi = 0 \text{ на } S_\theta\}, \end{aligned}$$

В результаті отримано відповідну частково дискретизовану варіаційну задачу динаміки термопружно-в'язких оболонок податливих на зсув та стиснення.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{задано } \mathbf{s}_0 \in W_h, \quad \mathbf{v}_0 \in \mathbf{H}, \quad \boldsymbol{\theta}_0, \mathbf{g} \in \mathbf{Z}, \quad \mathbf{f} \in \mathbf{H}; \\ \text{знайти } \boldsymbol{\Psi} = \{\mathbf{s}, \boldsymbol{\theta}\} \in L^2(0, T; W_h \times Q_h) \text{ такі, що} \\ m_\Omega(\mathbf{s}''(t), \mathbf{v}) + a_\Omega(\mathbf{s}'(t), \mathbf{v}) + c_\Omega(\mathbf{s}(t), \mathbf{v}) \\ \quad - b_\Omega(\boldsymbol{\theta}(t), \mathbf{v}) = m_\Omega(\mathbf{f}(t), \mathbf{v}) - \langle l(t), \mathbf{v} \rangle, \\ \Xi_\Omega(\boldsymbol{\theta}'(t), \xi) + \Lambda_\Omega(\boldsymbol{\theta}(t), \xi) \quad \forall t \in (0, T], \\ \quad + b_\Omega(\xi, \mathbf{s}'(t)) = \Xi_\Omega(c_e^{-1} \mathbf{g}(t), \xi) - \langle r(t), \xi \rangle \\ m_\Omega(\mathbf{s}'(0) - \mathbf{v}_0, \mathbf{v}) = 0, \quad c_\Omega(\mathbf{s}(0) - \mathbf{s}_0, \mathbf{v}) = 0 \\ \Xi_\Omega(\boldsymbol{\theta}(0) - \boldsymbol{\theta}_0, \xi) = 0 \quad \forall \mathbf{v} \in W_h, \quad \forall \xi \in Q_h. \end{array} \right.$$

Побудовано однокрокову рекурентну схему (ОРС) інтегрування в часі лінійної початково-крайової задачі термопружності оболонок, які надаються зсувам та стиснення і матеріал яких володіє короткочасною пам'яттю.

**Висновки.** ОРС ґрунтується на частинами визначених поліноміальних апроксимаціях, структура яких дозволяє точно задовольняти початкові умови задачі і змінювати величину кроку інтегрування в часі без порушення однорідності рекурентних обчислень. Проаналізовано отримані результати тестових прикладів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Коляно Ю.М. Температурные напряжения в пластинке при двусторонней лазерной обработке / Ю.М. Коляно, И.И. Бернар // Проблемы прочности. – 1983, № 5. – С. 36-38.
2. Новожилов В.В. Основы нелинейной теории упругости. / В.В. Новожилов. – Москва-Ленинград: Гостехтеоретиздат, 1948. – 212 с.
3. Подстригач Я.С. Термоупругость тонких оболочек. / Я.С. Подстригач, Р.П. Швец. – Киев: Наукова думка, 1978. – 344 с.
4. Vahin P.P. Variational formulation of the problem of nonstationary thermoelasticity for thin shells compliant to shears and compression / P.P. Vahin, R.B. Malets', H.A. Shynkarenko // J. Math. Sci. – 2016. – 217, No. 3. – P. 345–364.

## АНАЛИЗ РАДИОЛИНИЙ СВЯЗИ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Машков О.А.<sup>1</sup>, Косенко В.Р.<sup>2</sup>, Сметанин К.В.<sup>3</sup>

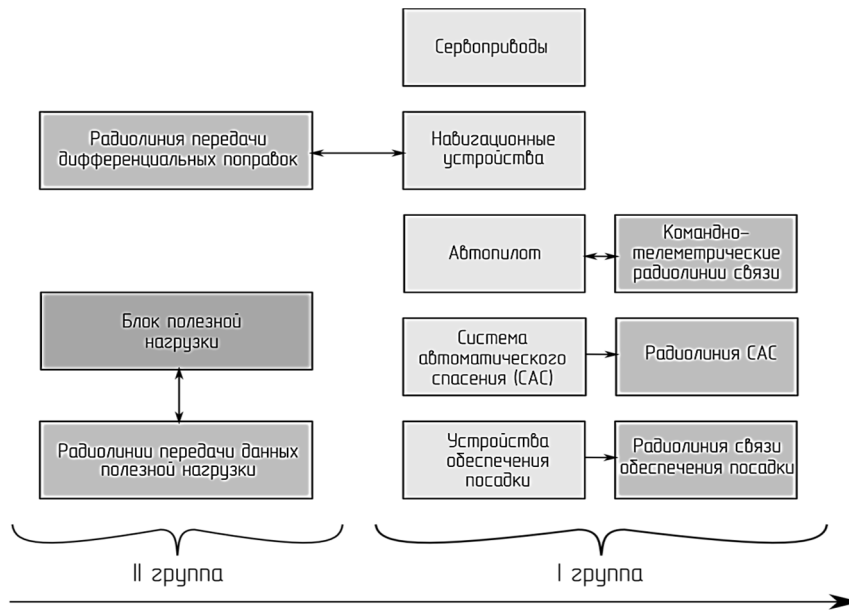
1. Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,  
г. Київ, ул. Митрополита Василя Липківського 35; mashkov\_oleg\_52@mail.ru
2. Державний університет телекомунікаційНаціональний транспортний університет,  
г. Київ, ул. Соломенська, 7; kosenko\_viktoriy@mail.ru
3. Житомирський військовий інститут імені С.П.Корольова, г. Житомир, проспект Мира, 22.

Использование дистанционно пилотируемых летательных аппаратов (ДПЛА) в системах мобильного экологического мониторинга предъявляет новые требования, выдвигаемые к каналу связи между ДПЛА и наземным комплексом управления (НКУ).

На сегодняшний день стало возможным осуществление автономного полета ДПЛА при полном отсутствии связи с НКУ. При этом задание экологического мониторинга может выполняться как в автономном режиме, так и управляемом с земли. При этом следует учитывать, что в силу повышенной сложности и стоимости комплекса при его эксплуатации требуется не только постоянного контроля состояния находящегося в воздухе ДПЛА, но и возникает необходимость корректировки параметров полета в процессе мониторинга (корректировка и уточнение задачи мониторинга).

При этом важной задачей является передача данных от аппаратуры мониторинга (полезной нагрузки) ДПЛА на наземный комплекс управления (НКУ). В этом случае требуется обеспечить передачу большого объема данных при заданных требованиях по полосе пропускания, вероятности битовой ошибки и др.

По требованиям к вероятности безотказной работы может быть предложена следующая классификация бортового оборудования ДПЛА (рис. 1).



Требования к вероятности безотказной работы  
Рис. 1. - Классификация бортового оборудования ДПЛА  
(по требованиям к вероятности безотказной работы).

Как видно из рис.1, повышенные требования по отказоустойчивости предъявляются к оборудованию ДПЛА, осуществляющему навигацию и самолетовождение, обеспечивающему режимы ручной посадки (если это необходимо), к сервоприводам и системе автоматического спасения (САС). Перечисленное оборудование входит в первую группу классификации и обеспечивает надежность комплекса ДПЛА в целом. Поломка любого элемента оборудования первой группы приводит к немедленному прекращению выполнения летного задания и возврату ЛА на базу. Если же это невозможно, срабатывает САС и происходит выброс парашюта.

Остальное оборудование ЛА входит во вторую группу классификации. При выходе из строя оборудования этой группы решение о дальнейших действиях принимается управляющим персоналом

комплекса. Взаимодействие оборудования первой и второй групп осуществляется посредством управляющих интерфейсов.

В случае малых БПЛА (взлетная масса до 5 кг) вследствие ограничений по габаритам и массе приемопередающего оборудования рациональным является использование единого радиоканала связи для передачи командно-телеметрических данных и данных полезной нагрузки. Посадка малых ДПЛА может осуществляться при помощи парашюта. При этом не требуется дополнительные радиоканалы связи для передачи изображения с видеокамер ДПЛА, необходимого при ручной посадке. Дополнительным радиоканалом связи является только линия передачи данных системы аварийного спасения. Для удовлетворения требований по пропускной способности канала связи при передаче, как данных телеметрии, так и данных полезной нагрузки, необходимо расширять полосу частот приемопередающего оборудования и использовать спектрально-эффективные методы модуляции. Это в свою очередь приводит к повышенным требованиям по отношению сигнал/шум (ОСШ) на входе приемника, снижению дальности действия радиосистемы, повышению вероятности битовой ошибки.

На комплексах БПЛА с взлетной массой более 5 кг целесообразным является использование отдельных радиолиний связи для передачи командно-телеметрических данных и данных полезной нагрузки. При этом на первый план выходят вопросы электромагнитной совместимости приемопередающего оборудования, частотного разделения каналов связи и размещения антенно-фидерного оборудования на борту ДПЛА.

Для систем связи малых ДПЛА решающими факторами при выборе частотного диапазона являются масса и габариты бортового приемопередатчика и антенно-фидерного устройства (АФУ). Целесообразным является выбор диапазона сверхвысоких частот (СВЧ), при этом удается создать антенну малых размеров, способную разместиться в профиле крыла. Плотная компоновка оборудования внутри малого БПЛА не позволяет эффективно использовать приемопередатчики большой мощности с укороченными антеннами ультракоротковолнового диапазона (УКВ) вследствие проблем с электромагнитной совместимостью и большим влиянием окружающих объектов на характеристики антенны. Одним из подходящих частотных диапазонов является диапазон 2,4 ГГц. Безлицензионная работа в этом диапазоне разрешена только для внутриофисного оборудования, поэтому необходимо рассматривать варианты получения лицензии.

К системам связи ДПЛА среднего и большого класса предъявляются более жесткие требования по дальности работы, помехозащищенности и вероятности битовой ошибки. В этом случае является возможным и оптимальным комплексирование нескольких каналов связи, работающих в разных частотных диапазонах (рис. 2).

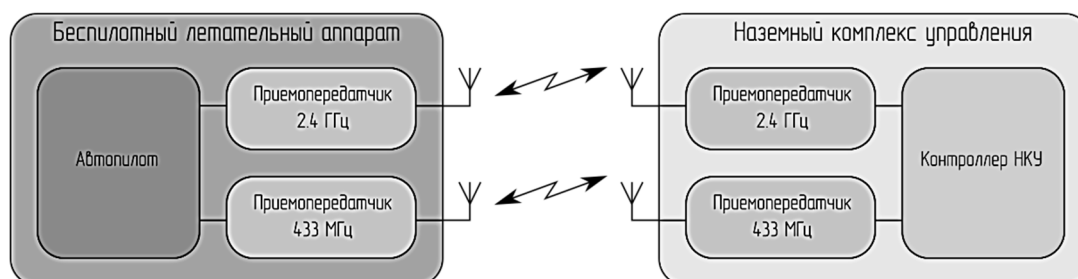


Рис. 2. - Вариант комплексирования радиоканалов связи.

Использование нескольких каналов связи повышает надежность системы передачи данных и в тоже время является избыточным с точки зрения эффективного использования радиочастотного спектра. Одним из способов повышения эффективности комплексированной системы связи является адаптивная работа системы, которая подразумевает передачу по командно-телеметрическим каналам связи части данных полезной нагрузки, объем которых варьируется в зависимости от текущих условий передачи радиосигнала.

Как правило, максимальное расстояние для прямой радиосвязи между ДПЛА экологического назначения и НКУ на сегодняшний день составляет не более 100 км. Для командно-телеметрической связи на больших расстояниях возможно использование спутниковой связи. В этом случае поток данных ограничивается минимально необходимой информацией о состоянии ДПЛА. Временной интервал передачи может составлять, например, от 30 до 300 секунд.

Перспективным направлением в развитии систем связи с ДПЛА экологического мониторинга является использование частотных диапазонов выше 5 ГГц. При этом становится возможной передача большого объема данных полезной нагрузки в режиме реального времени (например, это могут быть изображения с датчиков излучения различного диапазона длин волн). Факторами, резко ограничивающими радиус действия радиосистемы связи при использовании данных диапазонов, являются

сильная зависимость условий распространения электромагнитных волн от погодных условий, необходимость прямой видимости.

Возможные ситуации взаимного расположения ДПЛА и НКУ показаны на рис. 3. Для обеспечения связи на больших расстояниях необходимо увеличивать расстояние до радиогоризонта для наземной и бортовой антенн. Области воздушного пространства можно условно разделить на зону освещенности, зону полутени и зону тени (рис. 3). Зона полутени (в ней находится БПЛА №1) является переходной между зоной освещенности (БПЛА №2), в которой еще возможен уверенный прием, и зоной тени, прием в которой может быть осуществлен только благодаря дифракции сигнала вокруг земной поверхности.



Рис. 3. - Зоны освещенности, полутени и тени.

Как правило, антенна НКУ является мобильной и устанавливается на высоте не более 10 м. На рис. 4 показана зависимость максимальной дальности радиосвязи от высоты полета БПЛА при некоторых заданных высотах подъема антенны НКУ.

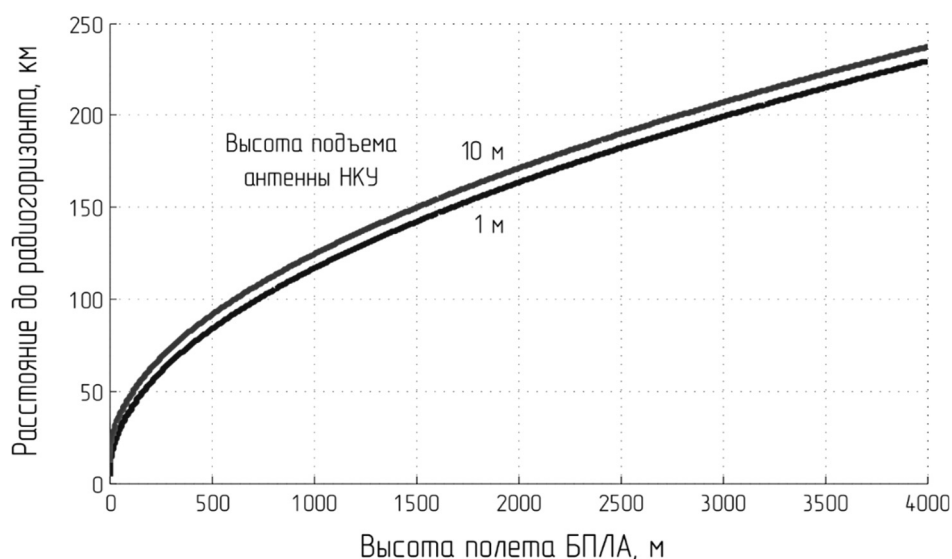


Рис. 4. - Максимальная дальность связи в зависимости от высоты подъема антенны наземного комплекса управления.

Как видно из рисунка 4., зависимость максимальной дальности связи от высоты подъема антенны НКУ слабая, поэтому высота мачты для установки наземной антенны определяется необходимостью снижения влияния многолучевости, с учетом возможных препятствий на пути распространения сигнала (рельеф местности, строения).

В зависимости от рабочей дальности полета ДПЛА, в качестве антенны НКУ могут использоваться либо антенны с большим коэффициентом направленного действия (КНД), либо слабонаправленные антенны. Для антенн с большим КНД необходимо использование опорно-поворотного устройства и системы слежения за ДПЛА. Это связано с тем, что ширина основного лепестка диаграммы направленности (ДН) таких антенн, как правило, менее  $10^\circ$ . Так как к наземному оборудованию не предъявляются жесткие требования по массово-габаритным характеристикам, использование в качестве антенны НКУ сканирующей цифровой антенной решетки (АР) не всегда оправдано ввиду её большой



стоимости. Однако цифровые антенные решетки целесообразно использовать для одновременного слежения за несколькими ДПЛА.

*Выбор вида модуляции сигнала в приемопередатчике ДПЛА.*

При сравнении различных видов модуляции пользуются критериями спектральной и энергетической эффективности. При этом энергетическая эффективность определяется как энергия, которую необходимо затратить на передачу одного бита информации с заданной достоверностью, а спектральная эффективность определяется как полоса частот, которая необходима для передачи информации с определенной скоростью. Основным требованием при создании системы связи с ДПЛА является обеспечение возможности передачи данных с заданной скоростью и вероятностью ошибки при больших расстояниях между ЛА и НКУ. Типовое значение необходимой скорости передачи телеметрических данных с борта ДПЛА на землю составляет 115200 бит/сек при вероятности битовой ошибки не более  $10^{-6}$ ...  $10^{-8}$ . В некоторых случаях допустимо снижение скорости до 38400 бит/сек для поддержания вероятности битовой ошибки на том же уровне. Максимальное значение полосы частот, занимаемой радиосистемой зависит от рабочего диапазона частот и типа работы (лицензионная, безлицензионная). Целесообразным является полное использование разрешенного частотного диапазона с применением расширяющих спектр методов (прямое расширение спектра, расширение спектра методом псевдослучайной перестройки несущей частоты). Для обеспечения максимальной дальности связи в этом случае необходимо использовать наиболее энергетически эффективные методы модуляции. На рис. 5 показано сравнение энергетической эффективности некоторых видов модуляции.

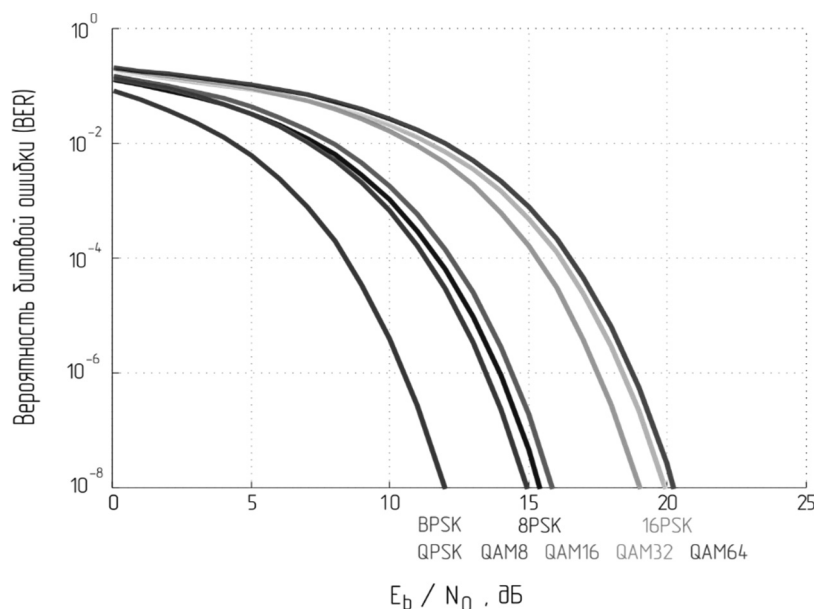


Рис.5. - Вероятности битовой ошибки для различных видов модуляции (когерентное детектирование, идеальная синхронизация, без кодирования).

Как видно из рис. 5, с увеличением позиционности модуляции вероятность битовой ошибки увеличивается, т. е. для поддержания заданного уровня битовой ошибки необходимо увеличивать отношение «сигнал/шум» (ОСШ) на входе приемника. Поэтому целесообразным является использование многопозиционной модуляции только при малых расстояниях между ДПЛА и НКУ. Для обеспечения максимальной дальности связи необходимо использовать энергетически наиболее выгодные виды модуляции – такие как двоичная фазовая манипуляция (BPSK) и квадратурная фазовая манипуляция (QPSK) (рис. 5). Стоит отметить, что при равной энергетической эффективности этих видов модуляции, QPSK в два раза спектрально эффективнее, чем BPSK (без учета межсимвольной интерференции). В общем случае, в условиях ограниченной полосы частот, наиболее эффективным методом модуляции является квадратурная амплитудная манипуляция (QAM), что определяется наибольшими расстояниями между точками в сигнальном созвездии в отличие от простой фазовой манипуляции или амплитудной манипуляции. В большинстве случаев квадратурная амплитудная манипуляция более эффективна, чем различные виды частотной манипуляции.

Фазовая манипуляция в идеальных условиях имеет более высокую помехоустойчивость в сравнении с фазоразностной (на  $\sim 1-3$  дБ). Большое распространение систем с фазоразностной модуляцией объясняется их более простой реализацией, что на сегодняшний день не является принципиальным фактором.

Анализ канала связи подразумевает проведение расчетов полезной мощности сигнала и мощности шума в приемнике с учетом всех этапов передачи радиосигнала.

Потери радиосигнала на трассе рассчитываются по формуле :

$$L = 20 \log_{10} \left( \frac{4 \pi D}{\lambda} \right),$$

где  $L$  – потери на распространение в свободном пространстве, дБ;  $D$  – расстояние между приемником и передатчиком, м;  $\lambda$  – длина волны, м.

Рассмотрим зависимость затухания сигнала от расстояния между ДПЛА и НКУ для двух частот (рис. 6). Как видно из рис. 6, затухание сигнала в диапазоне 2,4 ГГц при расстоянии между БПЛА и НКУ 30 км составит 130 дБ. Для компенсации такого затухания необходимо использовать все возможные способы, в том числе повышение коэффициента усиления антенн (главным образом, наземной), использование энергетически выгодных видов модуляции (см. рис. 5), повышение выходной мощности передатчиков до максимально разрешенной.

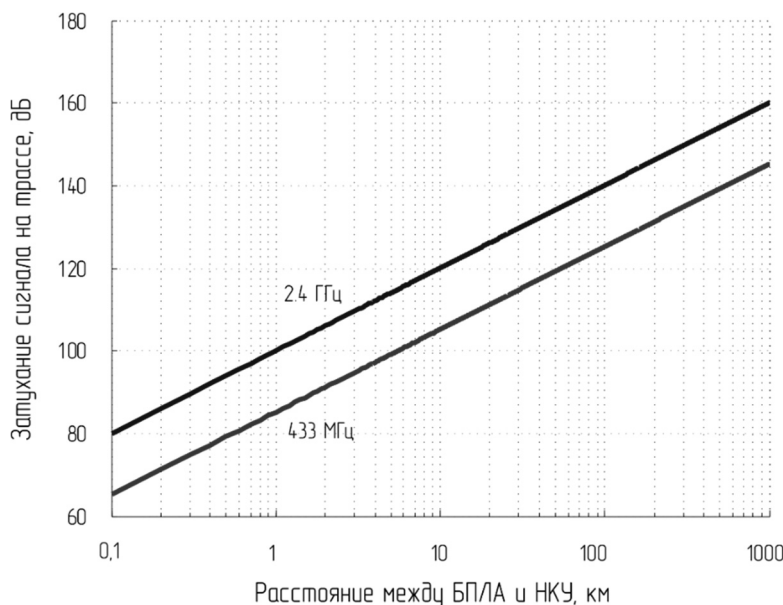


Рис. 6. - Затухание сигнала на трассе в зависимости от расстояния между ДПЛА и НКУ для двух разных частот.

Рассчитаем необходимое отношение сигнал/шум (ОСШ) на входе приемника для достижения заданного качества связи:

$$SNR = \frac{E_b}{N_0} \cdot \frac{R}{B_T},$$

где  $E_b$  – энергия бита информации, Вт·с;  $N_0$  – спектральная плотность мощности шума, Вт / Гц;  $R$  – скорость передачи данных, бит/сек;  $B_T$  – полоса пропускания, Гц.

Для значения вероятности битовой ошибки  $P_{BER} = 10^{-8}$  отношение  $E_b/N_0 = 12$  дБ, для  $P_{BER} = 10^{-3}$  отношение  $E_b/N_0 = 7$  дБ (рисунок 5), при отношении  $R/B_T = 0,5$  получим следующие ОСШ на входе приемника: 9 дБ и 4 дБ соответственно. Мощность сигнала на входе приемника должна быть не ниже уровня мощности шума на данные величины. Кроме того, значения необходимых ОСШ могут быть уменьшены при спектральном расширении сигнала. Так, например, при расширении спектра прямой последовательностью Баркера длиной 11 бит график зависимости значения вероятности битовой ошибки от ОСШ (см. рис. 4.37) сместится влево, для  $P_{BER} = 10^{-8}$  на ~5 дБ.

Сведем в таблицу полученные данные (таблица 1).

Как видно из таблицы 1, для обеспечения связи между бортом ЛА и НКУ в диапазоне 2,4 ГГц на расстоянии 30 км необходимо иметь наземную антенну с большим коэффициентом усиления (более 20 дБ). Ширина диаграммы направленности (ДН) такого типа антенн менее  $10^\circ$ , что накладывает ограничения на применение их в условиях близкого полета ЛА. Является целесообразным использования двух типов антенн для различных дальностей полета БПЛА: с усилением ~8 дБ для условий ближнего полета и более 20 дБ для условий дальнего полета. Требования к опорно-поворотному устройству антенны НКУ определяются исходя из ширины ДН антенны: допустимая погрешность установки поворотной платформой азимутального угла и угла возвышения антенны не должна превышать половину ширины ДН.

В случае установки антенны с усилением 27 дБ ширина ДН составит приблизительно  $6^\circ$ , тогда допустимая погрешность составит  $3^\circ$ .

Таблица 1

Анализ канала связи

Наименование позиции	Усиление/ослабление, дБ (дБм)	Итого, дБм
Выходная мощность передатчика	+30	+30
Потери в фидере и разъемах НКУ	-1,5	+28,5
Усиление антенны НКУ	+24	+52,5
Потери на распространение (2,4 ГГц, 30 км)	-130	-77,5
Усиление бортовой антенны	+2	-75,5
Потери в бортовом фидере и разъемах	-1,5	-77
Чувствительность приемника	-90	+13
Итого, бюджет канала связи		13

При изменении расстояния между ДПЛА и НКУ в широких пределах мощность сигнала на входе приемника будет изменяться на  $\sim 50$  дБ (рис. 6), при изменении расстояния от 500м до 100км), что позволяет использовать энергетический запас при малых расстояниях для передачи большего объема информации без изменения ширины полосы частот. Реализация данного подхода требует использования алгоритмов адаптивного изменения вида модуляции цифровой системы связи.

Переключение между различными видами модуляции позволит повысить спектральную эффективность системы связи (рис. 7.). Наиболее эффективным решением является создание универсального квадратурного модулятора со следующими видами модуляции: BPSK, QPSK, QAM16, QAM32 и т. д.

#### Выводы.

Таким образом, современная система связи наземного комплекса управления с ДПЛА на уровне обработки сигнала должна быть реализована как программно-определяемая радиосистема.

Это позволит в зависимости от условий прохождения сигнала на трассе ДПЛА – НКУ адаптивно изменять виды модуляции, выходную мощность передатчика, виды канального кодирования сигнала, параметры расширения спектра сигнала, скорость передачи данных, соотношение времени передачи и приема для полудуплексных каналов связи, параметры шифрования передаваемых данных.

По возможности необходимо использовать управляемые антенные решетки или направленные антенны с поворотным устройством на борту ДПЛА и два типа автоматически переключаемых антенн НКУ: остронаправленную на опорно-поворотном устройстве (или АР) и ненаправленную.

Одной из актуальных задач на сегодня является создание сетевых систем связи с кодовым разделением, позволяющих передавать данные как между ДПЛА и НКУ, так и транзитом через все доступные ДПЛА. При этом для обеспечения устойчивой связи с удаленными ДПЛА возможно использовать малые ДПЛА в качестве ретрансляторов сигнала.

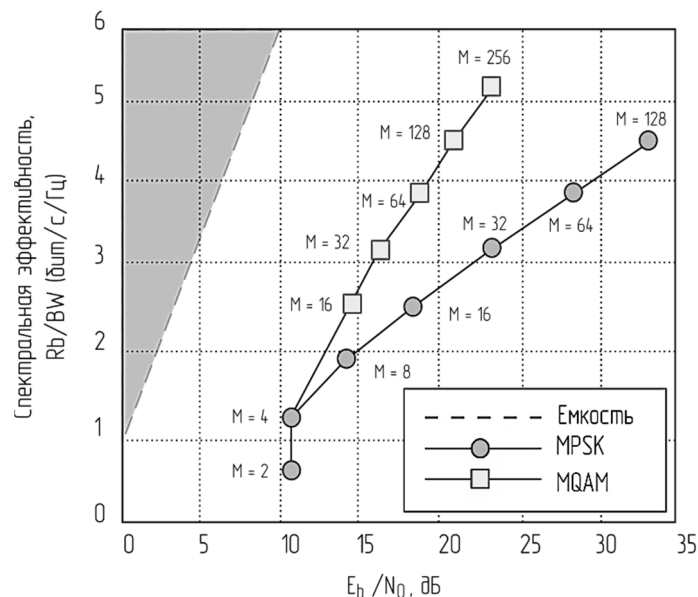


Рис. 7. - Сравнение спектральной эффективности различных видов модуляции.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Бондар О.І. Моніторинг навколишнього середовища / [О. І. Бондар, І. В. Корінько, В. М. Ткач, О. І. Федоренко]; під ред. О. І. Федоренко. – К.-Х.:ДЕІ-ГТІ, 2005. – 126 с.
2. Машков О.А. Застосування інформаційних аерокосмічних технологій для оцінки транскордонних екологічних конфліктів / О.А. Машков, Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі // Науково-технічний журнал «Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті». – К.: НТУ. № 2, 2015, – С. 136-147.
3. Машков О.А. Використання даних аерокосмічного моніторингу для оцінки транскордонних екологічних конфліктів / О.А. Машков, Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі // Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту» (25–28 травня 2015 р.). – Залізний порт: ХНТУ. – 2015. – С.96–106.
4. Машков О.А. Науково-технічне супроводження аерокосмічних технологій для екологічного моніторингу та прогнозування стану природного середовища / О.А. Машков, Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі, В.Р. Косенко // Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні інформаційно-телекомунікаційні технології» (17–20 листопада 2015 р.) – К.: ДУТ. – Том. III. – 2015. – С.27-29.
5. Машков О.А. Коробчинський М.В., Щукін А.Н., Ярема О.Р. Теоретические основы создания функционально-устойчивого комплекса управления групповым полетом беспилотных летательных аппаратов экологического мониторинга / Моделирование та інформаційні технології /Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 66, Київ, 2012. – С. 215-223.
6. Машков О.А., Васильев В.Э., Фролов В.Ф. Методы и технические средства экологического мониторинга / Научно-практический журнал «Экологичні науки», № 1/2014(5), К., ДЕА, 2014. – С.57-67.
7. Машков О.А., Коробчинський М.В., Щукін А.Н., Ярема О.Р. Исследование свойств функционально-устойчивого комплекса управления групповым полетом БПЛА экологического мониторинга / Моделирование та інформаційні технології /Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 65, Київ, 2012. – С. 202-214.
8. Mashkov O., Vasilyev V., Frolov V.. Geoinformation and aerospace technologies for information from satellite processing: environmental monitoring / Научно-практический журнал «Экологичні науки», № 2/2013(4), К., ДЕА, 2013. – С.107-113.
9. <http://eizvestia.com/armiya/full/285-bespilotnyj-letatelnyj-apparat-berkut>
10. <http://eizvestia.com/armiya/full/456-bespilotnyj-letatelnyj-apparat-a-12-uragan>

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ****Машталир С.В., Столбовой М.И., Яременко М.М.***Харьковский национальный университет радиолектроники, Харьков, пр. Науки 14,  
sergii.mashtalir@nure.ua, myroslava.yaremenko@nure.ua*

В настоящее время стремительное развитие информационных технологий привело к неконтролируемому росту количества информации, требующей анализа. И если для текстовых данных существует значительное количество подходов к анализу и эффективных поисковых систем, то для мультимедиа информации все не настолько просто. Конечно, существуют системы, в которых аудио или видеoinформация интрепретируется в виде некоего текстового описания, но это сопряжено как с увеличением ошибки идентификации (ввиду ограниченности описания) так и с невозможностью оценки содержимого, что является неприемлимым для целого ряда задач анализа мультимедиа информации. Поэтому на первый план выходят методы, основанные на анализе контента мультимедиа (Content-Based Image or Video Retrieval) [1-3]. Особую сложность представляет анализ видео, т.к. эти данные являются с одной стороны высокоизбыточными и требующими значительных ресурсных затрат на анализ, а с другой стороны слабоструктурированными, т.е. данными в которых в одном образце исходных данных может содержаться информация, обладающая абсолютно не совпадающими характеристиками. Таким образом, на первый план выходят методы сегментации/кластеризации [4] видеопоследовательностей для получения сегментов со схожим содержанием.

Вполне логичным видится направление исследований, связанное с изучением характеристик временных рядов, т.к. любые видеоданные могут быть представлены в виде последовательности кадров. В этом случае следует вести речь об анализе многомерных временных рядов. И если для кластеризации/сегментации в одномерном случае существует целый ряд подходов [4-8], то для многомерной ситуации все не настолько изучено.

С точки зрения анализа временных рядов кластеризацию/сегментацию можно интерпретировать как обнаружение изменения свойств ряда с дальнейшим разбиением ряда по местам случившихся изменений. В случае с видео подобный подход интерпретируется как разбиение на сцены, между которыми практически отсутствует пространственно-временная корреляция. При этом вполне естественным является момент, связанный с необходимостью быстрого нахождения моментов разбиения, т.е. существует необходимость разработки подходов, получающих результаты в online (или даже real-time) режиме [6,9]. В тоже время следует отметить, что в случае анализа видео, данные практически никогда не поступают одномоментно, а их поступление на обработку осуществляется последовательно. При этом, если наблюдения поступают на обработку в online режиме, эффективным представляется использование адаптивных моделей, параметры которых непрерывно уточняются.

В качестве таких моделей достаточно удобно использовать так называемые векторные авторегрессионные модели (VAR-models) [10]. Это связано с относительной простотой вычислительной реализации и относительно небольшим количеством настраиваемых параметров, что весьма актуально для анализа многомерных временных рядов [11, 12]. Особенностью VAR моделей является то, что они связывают с помощью простых соотношений прошлые, текущие и будущие значения векторного сигнала  $x(k)$  в форме

$$x(k) = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i x(k-i) + \xi(k), \quad (1)$$

где  $x(k)$  –  $(n \times 1)$ -мерный контролируемый сигнал в текущий момент дискретного времени  $k = 1, 2, \dots$ ,  $A_i$  –  $(n \times n)$  матрицы коэффициентов, подлежащих оцениванию,  $p \geq 1$  – порядок модели,  $\xi(k)$  – возмущение, компоненты которого имеют ограниченную дисперсию.

Для нахождения коэффициентов в online режиме и получения матричной авторегрессионной модели, удобной для анализа многомерных рядов, можно ввести составную матрицу, образованную этими коэффициентами, вида  $A = (A_0 : A_1 : \dots : A_p)$  и расширенный вектор входов  $x(k) = (1 : x^T(k-1) : \dots : x^T(k-p))^T$  размерностей  $(n \times pn + 1)$  и  $(pn + 1 \times n)$  соответственно и перепишем выражение (1) в компактной форме

$$x(k) = AX(k) + \xi(k), \quad (2)$$

где матрица параметров  $A$  содержит всю необходимую информацию о контролируемой многомерной последовательности.

Таким образом, в соответствие описанию (2) можно поставить адаптивную матричную модель вида

$$\hat{x}(k) = A(k-1)X(k), \quad (3)$$

где  $\hat{x}(k)$  –  $n$ -мерный выходной сигнал модели,  $A(k-1)$  – матрица настраиваемых коэффициентов, полученная на основании предыдущих  $k-1$  наблюдений.

В работах [11-13] предложен целый ряд рекуррентных процедур настройки модели (3) на основе матричных модификаций известных подходов, таких как экспоненциально взвешенная стохастическая аппроксимация, анализ главных компонент и их нечеткие (фаззи) модификации. При этом в качестве критерия идентификации часто использовался следящий сигнал и в [11] был обоснован выбор в качестве такого – аналог сигнала Тригга-Лича [14]. В предложенных подходах учитывались различные аспекты изменений свойств, с тем, чтобы можно было отслеживать как небольшие так и значительные изменения, происходящие с течением времени. Таким образом, комплексное использование этих подходов позволяет, во-первых, избежать ошибок, связанных с процессом векторизации-девекторизации многомерных данных, во-вторых, усилить влияние пространственной корреляции данных, что является критически важным при анализе видео.

Также следует отметить, что существуют матричные прогнозирующие модели [15-16], позволяющие произвести кластеризацию-сегментацию видео при помощи отслеживания ошибки прогноза и выделения границ сегментов в случае значительного расхождения прогнозируемых и реальных данных. В качестве общего недостатка предложенных подходов к сегментации-кластеризации видеопоследовательностей следует отнести серьезную инерционность процесса, что может серьезно повлиять на точность выделения сегментов при необходимости повышения быстродействия кластеризации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Shih-Fu Chang, W. Chen, H.J. Meng, H. Sundaram, Di Zhong A fully automated content-based video search engine supporting spatiotemporal queries // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology Volume: 8, Issue: 5, Sep 1998. – pp. 602-615.

2. Patel B.V., Meshram B.B. Content Based Video Retrieval // The International Journal of Multimedia & Its Applications (IJMA) Vol.4, No.5, October 2012 pp. 77-98.
3. Mohd.Aasif Ansari, Hemlata Vasishtha Content based Video Retrieval Systems Performance based on Multiple Features and Multiple Frames using SVM // International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 7, No. 8, 2016 – pp.100-105.
4. Aggarval C.C., Reddy C. Data Clustering Algorithms and Applications. CRC Press, Boca Raton, –2014. – 652p.
5. Abonyi J., Feil B., Nemett S., Arva P., Fuzzy clustering based segmentation of timeseries // Lecture Notes in Computer Science. 2810. Berlin: Springer, 2003. pp. 275–285.
6. Liao T.W. Clustering of time series data // Pattern Recognition. 2005. 38. No11. pp. 1857-1874.
7. Keorh E.I., Chu S., Hart D., Pazzani M. Segmenting time series: A survey and novel approach. /Eds. M. Lastea “Data mining in time series databases”. – World Scientific Publ. Company, 2004. – pp. 1-22.
8. Montgomery D.C., Johnson L.A., Gardiner J.S. Forecasting and Time Series Analysis, N.Y.: McGraw-Hill, – 1990. – 394p.
9. Badavas P.C. Real-time statistical process control. – Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1993. – 232p.
10. Juslius K. The Cointegrated VAR-model: methodology and applications Oxford University Press, N.Y., 2006. – 457p.
11. Bodyanskiy Ye., Kinoshenko D., Mashtalir S., Mikhnova O. On-line video segmentation using methods of fault detection in multidimensional time sequences // International Journal of Electronic Commerce Studies. 2012. – Vol. 3, No 1. – p. 1-20.
12. Бодяньський Є.В., Машталір С.В. Виявлення змін у потоці відеоданих на основі аналізу багатовимірних часових рядів // Доповіді Національної академії наук України. 2012. №11. С.30-33.
13. S. Mashtalir, V. Mashtalir, M. Stolbovyi Video shot boundary detection via sequential clustering // International Journal Information Theories and Applications, Vol. 24, Number 1, 2017. – P.50-59.
14. Trigg D.W., Leach A.G. Exponential smoothing with an adaptive response rate // Operational Research Quarterly. – 1967. – 18. – №1. – P.53-59.
15. Мантула Е.В., Машталір С.В. Матричная прогнозирующая модель и ее обучение в задаче экологического мониторинга // Электротехнические и компьютерные системы. – 2013. – №10(86). – С. 152-156.
16. Mantula E.V., Mashtalir S.V. Method of adaptive forecasting based on multidimensional linear extrapolation // International Journal of Research in Engineering and Science / Volume 1 ~ Issue 4. August. 2013. – PP. 31-37.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ТОВАРОВ НА ОСНОВЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Михайлуца Е.Н., Пожувев А.В., Тищенко В.В.

*Запорожская государственная инженерная академия, кафедра ПЗАС,  
Запорожье, пр.Ленина, 226, Helena\_miha@mail.ru*

**Введение.** В последнее время все более широкое распространение приобретают методы интеллектуального анализа данных (ИАД, Data Mining) [1]. Технология Data Mining используется практически во всех сферах деятельности человека, где накоплены ретроспективные данные. В сфере электронной коммерции Data Mining применяется для формирования рекомендательных систем и решения задач классификации посетителей Web-сайтов. Такая классификация позволяет компаниям выявлять определенные группы клиентов и проводить маркетинговую политику в соответствии с обнаруженными интересами и потребностями клиентов. Учитывая тот факт, что большинство существующих ныне систем анализа покупок ориентированы на данные об уровне продаж или количестве просмотров, что требует длительного времени существования бизнеса, возникает необходимость в системе, с помощью которой можно выполнить комплексный анализ продукции. Удачно же разработанная система для определения наиболее выгодных для покупки товаров является залогом успешного решения ряда проблем электронной торговли.

**Постановка задачи.** Главным определяющим фактором анализа проблемной ситуации является установление причин ее возникновения. На основании проведенного анализа были сформулированы для этой области исследований следующие проблемы: рассмотрение вопросов интеллектуального анализа данных применительно к бизнес процессам, раскрытие основных принципов технологии Data Mining для оценки деятельности торговых онлайн ресурсов. Таким образом, программный продукт, не

являющийся коммерческим, нацеленный не на бизнес, а на покупателей, опирающийся на технические характеристики продукции является необходимым инструментом решения поставленных задач.

**Основной материал.** Реализованный в работе программный комплекс предназначен для анализа и классификации товаров на основе их характеристик. Использование или модификация существующих систем и решений, учитывая стоимость их приобретения и избыточную, или местами недостаточную функциональность, не является целесообразным методом достижения поставленных целей.

Созданное клиент-серверное приложение с веб-интерфейсом состоит из трех взаимосвязанных систем, результаты работы каждой из них подаются на вход следующей в порядке: парсер → система предварительной обработки данных → система анализа и предоставляет пользователю следующие возможности:

- сбор ссылок на товары в отдельный .txt файл и сбор характеристик товаров с сайта;
- загрузка данных об изменении цен, количества поставщиков и популярности товаров с сайта и сохранение данных в формате .txt и .csv;
- приведение данных к одному формату, уменьшение размерности данных (или увеличения при необходимости), обработка пропущенных значений;
- группировка данных об изменении цен по указанным периодам;
- визуализация центральных тенденций и сохранение очищенных данных в формат .csv;
- создание интерфейса для просмотра и фильтрации наборов данных;
- выполнение корреляционного и дисперсионного анализа с возможностью выбора зависимых и независимых переменных;
- выполнение анализа временных рядов: разложение ряда на компоненты и прогнозирование будущего поведения цен;
- классификация товаров на выгодные и не рекомендованные к покупке путем определения завышенных или заниженных цен;
- интерактивная визуализация полученных результатов.

На первом этапе разработки анализирующей системы с помощью парсера собираются сырые неподготовленные данные, которые очищаются с помощью системы предварительной обработки данных и подаются в систему анализа уже в пригодном виде. Практически все системы парсинга являются коммерческими и имеют общий недостаток - их практически невозможно сделать универсальными, поскольку каждое изменение в структуре сайта может привести к неработоспособности парсера. Сопровождение подобного парсера требует большого количества ресурсов, и чаще всего они поддерживаются разработчиками или разрабатываются по заказу. Система парсинга является десктопным приложением, которое используется для сбора данных о товарах из сети Интернет, и не предоставляется для использования конечным пользователям. Выбор библиотеки AngleSharp обоснован тем фактом, что в сравнении с популярными библиотеками она поддерживает CSS-селекторы, позволяющие в свою очередь обращаться к элементам веб-страницы по их классам или id.

Следующим этапом, обеспечивающим эффективное использование набора данных и точность полученных результатов, является очистка и предварительная обработка. Полученные в результате сбора данные должны соответствовать определенным критериям качества. Данными высокого качества считаются полные, точные, своевременные данные, подвергающиеся интерпретации. К типичным проблемам с качеством данных относят следующие: неполнота (данные не содержат атрибутов или есть пропущенные значения), шум (данные содержат ошибочные записи или выбросы), несогласованность (имеющиеся конфликтующие записи или различия), различия в форматах записи. Для проверки качества данных необходимо оценивать: количество записей, количество атрибутов, типы данных атрибутов, количество пропущенных значений, правильность формата данных, согласованность данных, наличие выбросов.

Перед тем как подать данные на вход аналитической модели или алгоритма машинного обучения, необходимо решить следующие задачи [2]:

- очистка данных - заполнение пропущенных значений, выявление и удаление дубликатов, искаженных данных и выбросов;
- преобразование данных - нормализация данных с целью уменьшения размерности и искажений;
- уплотнение данных - создание выборки из отдельных атрибутов или данных для упрощения обработки.

Система предварительной обработки данных представлена набором скриптов, выполняющихся в режиме командной строки в среде разработки RStudio [3]. Среди библиотек для визуализации было выбрана plotly за наибольшую функциональность, кастомизированность и интерактивность.

К основным возможностям системы анализа относится проведение корреляционного и дисперсионного анализа, анализа временных рядов, использование случайного леса на задачи регрессии и

классификация товаров на выгодные и не рекомендованные для покупки на основе разницы между прогнозной и реальной ценой. Среди поставленных задач статистический анализ позволяет исследовать связь между параметрами, оценить их значимость и избавиться от неважных или сильно коррелированных предикторов перед формированием тестовых и обучающих выборок для алгоритмов машинного обучения. Использование системы осуществляется через выполнение скриптов или отдельных их команд из среды разработки и не предоставляется для использования конечным пользователям. Модуль анализа построен с помощью Фреймворка Shiny, архитектура которого может варьироваться в зависимости от размера Shiny-приложений [4]. Система анализа обладает адаптивным веб-интерфейсом построенным с помощью UI-фреймворка Bootstrap и позволяющим просматривать, фильтровать и визуализировать данные.

В целях оценки работоспособности описанных алгоритмов и их практической реализации были выполнены экспериментальные исследования. В качестве исходных данных для рассматриваемой задачи выбрана цифровая техника различного типа. С помощью разработанного парсера собраны данные для анализа в следующих объемах: около 4000 ссылок на товар из таких категорий как «Планшетные ПК», «Смартфоны», «Ноутбуки», около 8000 параметров моделей и около 8000 .csv файлов с информацией об изменении цен, количеством поставщиков и популярностью на определенную дату. Системой предварительной обработки данных очищено и приведено к одному формату собранные с помощью парсера наборы данных, сгруппированы по дням и месяцам данные для выполнения анализа временных рядов, среди которых около 2000 наблюдений с информацией об изменении цен по дням и около 200 наблюдений об изменении цен по месяцам.

На основе полученных результатов определены ключевые параметры товаров и их влияние на ценообразование. Исследованы цены на цифровую технику за последние 3 года, спрогнозировано поведение цен в будущем. Определены выгодные для покупки товары и товары с завышенной ценой.

**Выводы.** В результате исследования спроектирован и реализован программный продукт, который позволяет пользователю разработать рейтинговую или рекомендательную систему продукции и максимально качественно подать товар покупателю, а также оптимизировать стратегию развития бизнеса.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Hadley Wickham. R for Data Science. / Hadley Wickham, Garret Golemund. – Canada.: O’Reilly Media, Inc., 2016. – 522 с.
2. Задачи по подготовке данных для расширенного машинного обучения [Электронный ресурс].- Режим доступа к ресурсу: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/machine-learning/team-data-science-process/prepare-data>.
3. Наглядная статистика. Используем R! / [Шипунов А.Б., Балдин Е.М., Волкова П.А. и др.]; М.: ДМК Пресс, 2014. – 298 с.
4. Shiny – Reactivity – An overview [Electronic resource].- Available from:<https://shiny.rstudio.com/articles/reactivity-overview.html>.

### НЕЙРОПОДІБНІ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ З КОМБІНОВАНОЮ АПРОКСИМАЦІЄЮ ПОВЕРХНІ ВІДГУКУ

Міщук О. С.

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. С. Бандери 12, 79013, м. Львів, oleksandra.myroniuk@gmail.com*

Штучні нейронні мережі (ШНМ) є емуляцією найкращої машини прийняття рішень, – людського мозку, адже це моделі, котрі складаються з простих процесів (нейронів), що взаємодіють між собою та можуть самонавчатися. Вони здатні не тільки виконувати запрограмовану послідовність дій над задалегідь визначеними даними, але і самі аналізувати нову вхідну інформацію.

Відомо, що нейронні мережі не програмується в прямому сенсі цього слова, а навчаються. Можливість навчання є однією з головних переваг нейронних мереж перед традиційними тривіальними алгоритмами. Технічно навчання полягає в знаходженні коефіцієнтів зв'язків між нейронами. В процесі навчання нейронна мережа здатна виявляти складні залежності між вхідними даними і вихідними, а також виконувати узагальнення [1]. Це означає, що в разі успішного навчання, мережа зможе повернути вірний результат на підставі даних, які були відсутні в навчальній вибірці, а також неповних, частково спотворених даних.

У дослідженні виконуємо реальну задачу передбачення споживання електроенергії з навчальною та тренувальною вибірками даних. Навчальна вибірка складається з 365 векторів, котрі включають в себе отримані дані за тотожну кількість днів попереднього року. Тренувальна вибірка складається з 214



векторів, що описують відповідну кількість днів наступного року, для яких виконувалося передбачення в режимі тестування. Вектори обох вибірок даних включають в себе 11 вхідних ознак  $x_{ij}$ , що складаються з показників стану електричної мережі, отриманих за даними телеметрії, та один вихід  $y_i$ , котрий показує щоденні значення спожитої електроенергії.

Для виконання поставленої задачі прогнозування вибираємо використання штучної нейронної мережі моделі геометричних перетворень (ШНМ МГП) лінійного типу [2], де здійснюється апроксимація поверхні відгуку у вигляді гіперплощини. Лінійна ШНМ МГП забезпечує дещо вищу точність і одночасно більшу швидкість навчання в порівнянні з багатопаровим перцептроном.

Вибрану задачу виконуємо за допомогою використання регресійного аналізу, досліджуючи залежності однієї змінної  $Y_i$  від кількох незалежних змінних  $x_1, x_2, \dots, x_n$  в умовах конкретного місця і часу.

У загальному вигляді рівняння регресії можна представити так:

$$Y_x = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

де  $Y_x$  – залежна змінна величина;

$x$  – незалежні змінні величини (фактори).

Попередньо було досліджено кілька створених методів комбінованої апроксимації поверхні відгуку, у яких для кращого результату та точнішого прогнозування були виконані експерименти з кількома варіантами кластеризації [3], [4]. Описано, що похибки двох методів становлять 3,69% та 3,44%.

Для досягнення ще точнішого і при тому швидкого результату, постало завдання створення та аналізу нових методів комбінованої апроксимації поверхні відгуку, Тому було створено і досліджено деякі нові алгоритми комбінованої апроксимації даних.

Розглянемо перший алгоритм комбінованої апроксимації (*Метод 1*):

1. Після нормування навчальної та тренувальної вибірок векторів виду  $x_{i1}, \dots, x_{i11}, y_i$ , формуємо об'єднану вибірку векторів (365+214) виду  $x_{i1}, \dots, x_{i11}$ , без урахування виходів.

2. Кластеризуємо методом k-means об'єднану матрицю, котра складається з 579 векторів, на  $k$  кластерів.

3. Виконуємо розділення об'єднаної вибірки назад на навчальну та тренувальну матриці з відомими відношеннями векторів до певних кластерів.

4. Розширюємо матриці аналогічно попередньому алгоритму: до входів кожного вектора досліджуваних вибірок додаємо  $k$  додаткових входів, де  $k$ -тому додатковому входу буде присвоєно 1, якщо вектор належить до  $k$ -го кластера, а решті входів присвоюємо нулі.

5. Розширюємо матриці: до входів кожного вектора досліджуваних вибірок додаємо  $c$  додаткових входів, де

$$c_i = \frac{1}{(1+x_i^2)}, \quad (2)$$

$x_i$  – початкові входи матриці,

6. Навчаємо НС МГП за допомогою розширених вибірок даних, де вектори мають  $11 + k + c$  входів і 1 вихід; та застосовуємо, знаходячи похибки МАРЕ.

Описаний алгоритм виконуємо визначену кількість разів, щоб знайти похибки МАРЕ для різної заданої кількості кластерів.

Другий досліджуваний алгоритм комбінованої апроксимації (*Метод 2*) складається з наступних кроків:

1. Виконуємо пункт 1-4 вищезазначеного методу 1.

2. Розширюємо матриці: до входів кожного вектора досліджуваних вибірок додаємо  $d$  додаткових входів, де

$$d_i = \frac{x_i}{1+x_i^2}, \quad (3)$$

$x_i$  – початкові входи матриці,

3. Навчаємо НС МГП за допомогою розширених вибірок даних, де вектори мають  $11 + k + d$  входів і 1 вихід; та застосовуємо, знаходячи похибки МАРЕ.

Описаний алгоритм виконуємо визначену кількість разів, щоб знайти похибки МАРЕ для різної заданої кількості кластерів.

Третій досліджуваний алгоритм комбінованої апроксимації (*Метод 3*) складається з наступних кроків:

1. Виконуємо пункти 1-4 методу 1.

2. Замінюємо 11 першопочаткових входів на 22 нові входи ( $c + d$ ), використовуючи формулу (2) та формулу (3).

3. Навчаємо НС МГП за допомогою розширених вибірок даних, де вектори мають  $c + d + k$  входів і 1 вихід; та застосовуємо, знаходячи похибки MARE.

Порівнюємо результати розроблених методів. Похибки при виконанні розробленого *методу 2* є меншими, ніж похибки знайдені при виконанні розробленого *методу 1*, що можна побачити у таблиці 1.

Таблиця 1

## Порівняння результатів виконання досліджених методів

Кількість кластерів	Метод 1		Метод 2		Метод 3	
	Похибка при навчанні, %	Похибка при передбаченні, %	Похибка при навчанні, %	Похибка при передбаченні, %	Похибка при навчанні, %	Похибка при передбаченні, %
k=10	3,131	3,6256	2,9501	3,4383	2,9400	3,4158
k=15	2,778	3,1658	2,5342	2,9212	2,9135	2,9135
k=20	2,6890	3,0938	2,4971	2,9403	2,4777	2,9311
k=25	2,4397	3,0200	2,2343	2,7790	2,2333	2,7686

Отже, похибки при виконанні розробленого методу 3 є меншими, ніж похибки знайдені при виконанні інших розроблених методів.

Проаналізовано особливості методів комбінованої апроксимації. Подано результати досліджень методів комбінованої апроксимації поверхні відгуку, які підтверджують ефективність запропонованого підходу для навчання штучних нейронних мереж та прогнозування.

Доведено, що досліджені методи комбінованої апроксимації з додатковим розширенням входів з використанням функцій, доповнюють та поліпшують методи комбінованої апроксимації, використовуючи розширення лише кластеризованими входами; а також дозволяють навчати ШНМ та прогнозувати дані з меншою похибкою, ніж використання лише згаданих методів.

Застосування комбінованої апроксимації забезпечило створення нейромережевих моделей невеликої структурної складності, з достатньо високою точністю застосування на даних, що не використовувалися при навчанні.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Kruse, R., Borgelt, C., Braune, C., Mostaghim, S. and Steinbrecher, M., Introduction to Computational Intelligence. In Computational Intelligence. Springer, London, 2016. doi: 10.1007/978-1-4471-7296-3\_1.
2. Tkachenko, R., Tkachenko, P., Izonin, I. and Tsybal, Y., Learning-Based Image Scaling Using Neural-Like Structure of Geometric Transformation Paradigm. In: Hassani, A., Oliva, D. (eds) Advances in Soft Computing and Machine Learning in Image Processing (Studies in Computational Intelligence, vol 730) Springer, Cham, pp. 543-565, 2018. Doi; 10.1007/978-3-319-63754-9\_25.
3. Міщук О.С. Нейронна мережа з комбінованою апроксимацією поверхні відгуку / О.С. Міщук, П.Б. Вітинський // Наукові Вісті КПІ, в друці.
4. Wu J., Advances in K-means Clustering, Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. doi: 10.1007/978-3-642-29807-3.

### МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ОБФУСКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВСТАВКИ ІНСТРУКЦІЙ

Мухін В.Є., Корнага Я.І., Яковлева А.П., Базалій М.Ю., Базака Ю.А., Побережніченко В.Ю.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 03056, м. Київ, пр.. Перемоги 37, v\_mukhin@i.ua

Захист програмного коду здійснюється при генерації коду цільової платформи з коду у форматі проміжного представлення на віртуальній машині. Для генерації такого коду використовується кодогенератор. Процес кодогенерації являє собою декілька проходів по графові потоку управління програми, тобто виконання основної процедури екземпляра класу[1].

Для здійснення захисту програмного коду кодогенератор доповнено трьома проходами. Перший прохід вставляє додаткові сторонні інструкції, другий прохід вставляє інструкції для метаморфування коду і третій прохід вносить в код поліморфізм[2]. При вставці стороннього коду відбувається заплутування коду, а саме, перетворення початкового тексту або виконуваного коду програми у вигляд, що зберігає її функціональність, але ускладнює аналіз, розуміння алгоритмів роботи і модифікацію при декомпіляції [2]. Таким чином, ці інструкції дозволяють вирішити наступні завдання: виведення із ладу автоматів-детекторів, боротьба із статистичними методами виявлення, збільшується складність вивчення коду при

трасуванні файлу, збільшення елемента випадковості в розшифровувачі. При вставці інструкцій метаморфний генератор впродовж виконання коду, що захищається, створює змінену копію самого себе. Метаморфні перетворення включають наступні методи заплутування коду: перейменування реєстрів, зміна порядку інструкцій, підміна інструкцій, вбудовування підпрограм, перенесення підпрограм, перестановка коду, вставка стороннього коду [2]. При вставці поліморфного коду включається перетворення, що дозволяє робити самомодифікацію коду під час виконання. У цьому випадку використовуються наступні методи поліморфування: модифікація імен реєстрів, модифікація команд[2].

Для покращення обфускації програмного коду пропонується додати в методи поліморфування наступні модифікації: модифікації імен методів з застосуванням перетворюючих інструкцій та модифікація змінних з застосуванням методу реєстрів. Це дозволить провести обфускацію коду на наступному рівні при компіляції та підвищить надійність при спробах декомпіляції.

Для підтвердження даного модифікованого методу проведено експеримент, в якому для різної кількості рядків коду проводилася обфускація та спроба декомпіляції відкритим декомпілятором ILSpy. Мова програмування на якій писався код – C#. Було взято різна кількість класів, а в кожному класі по 10 методів з використанням 30 змінних та прорахований час декомпіляції для визначення залежностей (рис. 1).

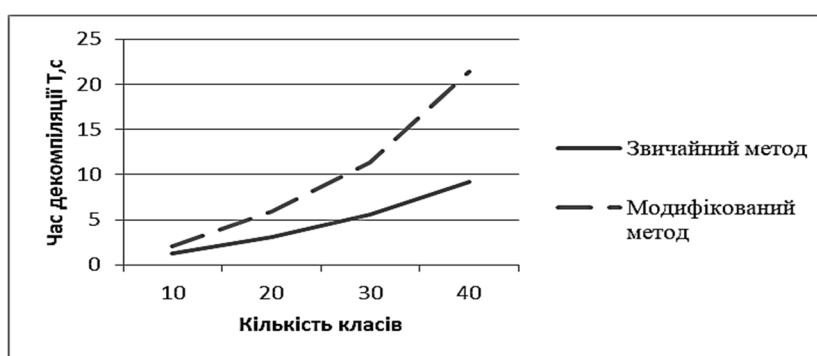


Рис. 1. Час декомпіляції для різної кількості класів з застосуванням звичайного методу обфускації та модифікованого

З рис. 1 видно, що при зростанні об'єму програмного коду та використанні більшої кількості класів, методів та змінних час декомпіляції для модифікованого методу буде збільшуватися швидше ніж для звичайного методу обфускації.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Moll S. Decompilation of LLVM. IR. B.Sc. Thesis. - Saarland University. - 2011.
2. Бакулин М.Г. Динамический анализ обфусцированных приложений с диспетчеризацией или виртуализацией кода/ М.Г. Бакулин, С.С. Гайсарян, Ш.Ф. Курмангалеев, И.Н. Ледовских, В.А. Падарян, С.М. Щевьева//Труды ИСП РАН. - № 23. - 2012. С. 17-25.

### РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТА ОБНАРУЖЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТ БОКСОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

**Носков В.И., Мезенцев Н.В., Гейко Г.В.**

*Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт",  
61002, г. Харьков, ул. Курпичева, 2, e-mail: gennady1752@gmail.com*

Компьютерная подсистема обнаружения и защиты от боксования является неотъемлемой частью системы управления любого локомотива. Существующие противобоксовочные системы включают в себя устройства обнаружения боксования и подавления его развития. Для этого используются различные методы и средства, которые повышают коэффициент сцепления: механическая и химическая очистка рельсов, подсыпка песка, кратковременное снижение силы тяги, приложение на короткое время тормозной силы [1, 2]. В тяговых расчетах используют расчетную характеристику сцепления, которую получают путем обобщения результатов экспериментальных исследований. Необходимо отметить, что до настоящего времени не удалось создать единую теорию сцепления, которая учитывала бы все многообразие факторов, оказывающих влияние на силу сцепления колес с рельсами, и с приемлемой точностью позволяла бы прогнозировать изменение величины этого коэффициента. Поэтому в данной

работе предлагается применить механизм нечеткой логики для реализации компьютерной подсистемы обнаружения боксования. Кроме этого, для получения характера изменения процессов разработана компьютерная модель, которая адекватно отражает процессы в каждом из ТАД при возникновении боксования. На основании этих процессов производится настройка компьютерной подсистемы на нечеткой логике. Следует отметить, что при реализации тяги можно выделить три области: устойчивой реализации силы тяги, где коэффициент сцепления изменяется пропорционально относительной скорости проскальзывания колеса относительно рельса; неустойчивой реализации силы тяги; боксования, где коэффициент сцепления резко снижается [3]. Исходя из этого, предлагается получать изменение электромеханических процессов в приводе дизель-поезда для каждой из этих областей и по характеру этого изменения, используя механизм нечеткой логики, определять область, в которой функционирует объект.

Для проектирования нечеткого контроллера, выполняющего задачу обнаружения боксования, необходимо выбрать процессы, которые наиболее информативно свидетельствуют о данном режиме. Исходя из анализа литературы, а также исследований, проведенных на разработанной модели, в качестве нечетких переменных предложено использовать следующие входные переменные: разность скоростей вращения колесных пар обмоторенного вагона; изменение тока каждого из тяговых асинхронных двигателей; ускорение колесной пары. На рис. 1 приведена общая структура нечеткого контроллера. Здесь приняты следующие обозначения:  $X_1, X_2, X_3$  – входные переменные; НК – нечеткий контроллер; ПНЗ – блок перехода к нечетким значениям; БП – база правил для нечеткого контроллера; БПП – блок применения правил; БД – база данных; ПЧЗ – блок перехода к четким значениям;  $Y$  – выходная переменная.

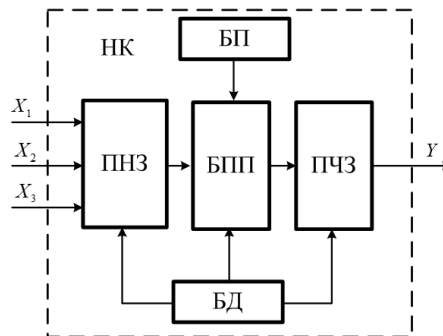


Рис. 1. Общая структура нечеткого контроллера

В качестве нечетких переменных рассматриваются следующие входные переменные: сигнал модуля разности скоростей вращения колесных пар ( $X_1$ ); сигнал изменения тока ТАД ( $X_2$ ); сигнал ускорения колесной пары ( $X_3$ ). Каждая из этих переменных имеет следующие значения: *NO* – нормальное значение сигнала (без боксования); *PRED* – небольшое отклонение от нормы (предбоксование); *BOKS* – большое отклонение от нормы (боксование).

Правила, по которым работает нечеткий контроллер, строятся по типу:

1. если  $X_1 = NO_1$  и  $X_2 = NO_2$  и  $X_3 = NO_3$  то  $Y = NO$ ,
2. если  $X_1 = NO_1$  и  $X_2 = PRED_2$  и  $X_3 = NO_3$  то  $Y = NO$ ,
3. если  $X_1 = PRED_1$  и  $X_2 = PRED_2$  и  $X_3 = NO_3$  то  $Y = PRED$ ,
4. если  $X_1 = PRED_1$  и  $X_2 = BOKS_2$  и  $X_3 = BOKS_3$  то  $Y = BOKS$ ,
5. если  $X_1 = BOKS_1$  и  $X_2 = BOKS_2$  и  $X_3 = PRED_3$  то  $Y = BOKS$  и т.д.

Такой нечеткий контроллер ставится для каждого ТАД, что позволяет выявлять синхронное боксование. После обнаружения боксования, разработанная система выполняет его устранение.

Структурная схема системы обнаружения и защиты от боксования приведена на рис. 3. На схеме приведены следующие обозначения:  $U_{cr}$  – напряжение синхронного генератора; АИНПЧ1 и АИНПЧ2 – автономные инверторы напряжения – преобразователи частоты; ТАД1 и ТАД2 – тяговые асинхронные двигатели; НК1 и НК2 – нечеткие контроллеры;  $U_i, f_i$  – амплитуда и частота питающего напряжения ( $i = \overline{1, 2}$ );  $\omega_i, I_{s_i}$  – частота вращения ротора и ток статора ( $i = \overline{1, 2}$ );  $\Delta I_{s_i}$  – изменение тока статора  $i$ -го ТАД ( $i = \overline{1, 2}$ );  $a_{k_i}$  – ускорение колесной пары ( $i = \overline{1, 2}$ );  $|\Delta V|$  – модуль разности скоростей вращения колесных пар;  $Y_i$  – выходной сигнал нечеткого контроллера ( $i = \overline{1, 2}$ );  $U_{упr_i}$  – управляющее воздействие ( $i = \overline{1, 2}$ ).

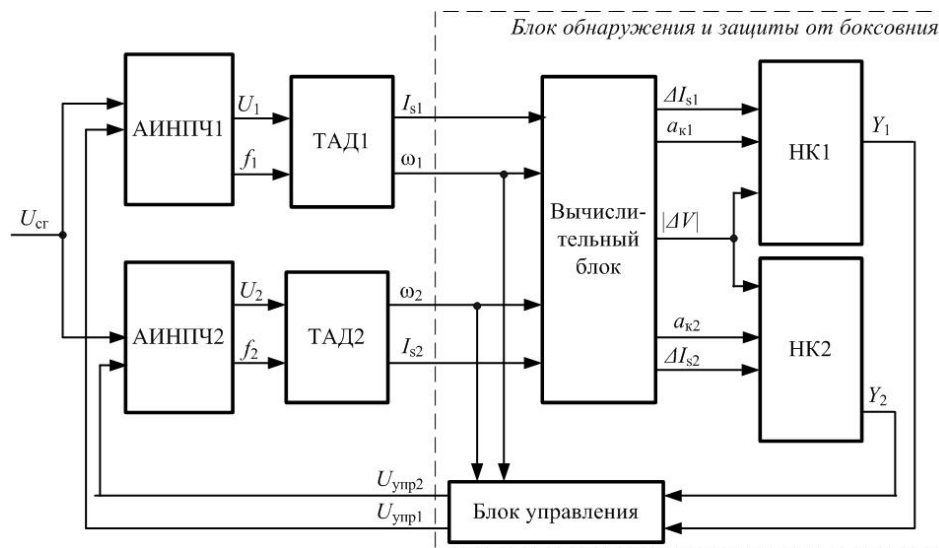


Рис. 2. Структурная схема системы обнаружения и защиты от боксования

Сигналы с выходов нечетких контроллеров поступают на блок управления, который вырабатывает сигналы управления для АИНПЧ1 и АИНПЧ2. При наличии боксования система формирует управляющие воздействия, которые ограничивают амплитуду питающего напряжения ТАД боксующей колесной пары.

Внедрение компьютерного компонента на нечеткой логике для бортовой системы отечественного дизель-поезда показало, что предложенный подход обнаружения боксования обладает универсальностью, а также позволяет выявлять как несинхронное, так и синхронное боксование колесных пар.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Андриенко П.Д. Исследование переходных режимов при последовательном соединении серийных электродвигателей постоянного тока / П.Д. Андриенко, С.И. Шило, А.О. Каплиенко, И.Ю. Немудрый // Электротехника та електроенергетика. Науковий журнал. – Запоріжжя: 2009. – №1. – С. 10 – 16.
2. Фролов А.В. Повышение тяговых свойств тепловозов / А.В. Фролов // Известия ПГУПС. Исторические аспекты науки и техники. – 2011. – № 1. – С. 391 – 402.
3. Усов В.А. Тяговая устойчивость при взаимодействии колёсной пары локомотива с рельсами. / В.А. Усов // Транспорт урала. УрГУПС. – 2015. – №1 (44). – С. 97-101.

## МОДЕЛЮВАННЯ ЛАНЦЮГІВ ЕЛЕКТРО-РАДІОЛІЗНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ СТІЙКИХ ХЛОРОРГАНІЧНИХ ТОКСИКАНТІВ

Ольшевський С.В., Мед Ю.В., Носенко В.О.

*Факультет радіофізики електроніки та комп'ютерних систем,*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна, Київ 03022, пр-т. Глушкова, 4г*

**Вступ.** Низка плазмово-хімічних технологій по знешкодженню високомолекулярних токсичних сполук в водних розчинах ґрунтується на використанні потоків високоенергетичних частинок плазми, що бомбардують поверхню рідини[1]. Такий вплив на перебіг процесів в рідинній фазі носить назву електро-радіолізний механізм. Для проектування промислових зразків пловово-рідинних реакторів, в яких використовують електро-радіолізний механізм деструкції, важливо мати методи кількісної оцінки необхідних витрат потужності для знешкодження конкретних токсичних сполук з відомою молекулярною структурою[2]. Особливо такі оцінки важливі для сумішей токсикантів, оскільки універсальних екологічно небезпечних способів утилізації саме сумішей токсичних відходів на теперішній час не створено[3]. В роботі розглядається метод оцінки енергетичних витрат на руйнування стійких хлороорганічних молекул шляхом моделювання квантовомеханічних властивостей реакцій ударної дисоціації молекули діхлордифенілтрихлоретану (ДДТ) та продуктів її дисоціації.

**Постановка задачі.** Повна енергія, яку необхідно витратити на деструкцію складної молекули може бути визначена як добуток кількості зруйнованих молекул на суму енергій дисоціації цільової молекули та її фрагментів. Необхідно розглядати сукупність ланцюгів дисоціації всіх продуктів попередніх актів розпаду, завершуючи окремими атомами. Енергія дисоціації кожної ланки деструкції може бути обчислена

як різниця енергій між основним та дисоційованим станами молекули, як квантовомеханічної системи. Кількість молекул, що приймають участь у відповідній реакції розпаду, пропорційна константі швидкості відповідних реакцій, яка може бути обчислена з термодинамічних властивостей змодельованих молекулярних орбіталей. Отже, фактично, задача оцінки енергії, необхідної для повного руйнування стійкої хлорорганічної молекули під впливом потоку високоенергетичних частинок, зводиться до перебору всіх можливих каналів дисоціації молекули і її фрагментів, моделюванню для них молекулярних орбіталей в основному та дисоційованому стані, та отримання масиву енергій дисоціації та констант швидкості дисоціації для кожного каналу деструкції.

**Запропонований підхід.** Для моделювання молекулярних орбіталей використовували метод лінійної комбінації атомних орбіталей. Розв'язували задачу оптимізації за потенціальною енергією для сукупності елементів, що складають молекулу а основному та дисоційованому станах, методом Марквардта. Атомні орбітали апроксимували розкладанням в стандартному базисі РМЗ.

**Основний матеріал.** Будь-яке хімічне перетворення молекулярної системи пов'язано із зміною взаємного розташування складових її атомів. Щоб передбачити напрямок і швидкість такого перетворення, треба знати залежність енергії системи  $E$  від взаємного розташування ядер. Залежно від відстані між ядрами точки цієї кривої відповідають або невзаємодіючим атомам  $X$  і  $Y$  (область  $U = 0$ ), або стійкої молекули  $XY$  ( $U = U_{\min}$ ), або проміжним утворенням, які реалізуються в процесі рекомбінації атомів  $X$  і  $Y$  або при дисоціації молекули  $XY$ . Енергія розриву зв'язку  $XY$  може бути розрахована як різниця суми енергій атомів  $X$ ,  $Y$  і енергії молекули  $XY$ . Всі елементарні хімічні реакції можуть бути розділені на дві групи. Це реакції, для яких максимум на поверхні потенційної енергії вздовж координати реакції відсутній. Цей випадок є типовим для багатьох процесів гомолітичного розриву хімічного зв'язку з утворенням двох радикалів. Друга група – це реакції, для яких на поверхні потенціальної енергії вздовж координати реакції є максимум, який приймається за перехідний стан реакції;

У ситуації радикального розпаду ентальпія активації співпадає з ентальпією реакції, яка, в свою чергу, може бути обчислена відповідно до виразу

$$\Delta_r H^0 (R_1 - R_2) = (\Delta_f H_{opt} (R_1) + \Delta_f H_{opt} (R_2)) - \Delta_f H_{opt} (R_1 - R_2) \quad (1)$$

де  $\Delta_f H_{opt} (R_1 - R_2)$ ,  $\Delta_f H_{opt} (R_1)$  і  $\Delta_f H_{opt} (R_2)$  – ентальпії утворення вихідної сполуки та відповідних радикальних фрагментів, що утворюються при розриві хімічного зв'язку. Критерієм правомірності використання виразу (1), є відсутність перехідних станів вихідної молекули в процесі її дисоціації. Відсутність таких перехідних станів може бути встановлена за відсутністю чітко вираженого максимуму на кривій залежності потенціальної енергії молекули від координати реакції. Для реакцій радикального перетворення молекул замість ентальпій кінцевого і початкового стану необхідно брати ентальпії перехідного і початкового стану.

Розрахунок основних кінетичних і термодинамічних параметрів хімічних реакцій, які мають протікати в рідинній фазі може бути проведений в умовах виконання закону Арреніуса. Використовуючи основні уявлення теорії перехідного стану (активованого комплексу) і квантово-механічні методи, можна розрахувати константу швидкості  $k_T$  елементарної хімічної реакції. Важливу роль в цих розрахунках відіграє рівняння Ейрінга, що зв'язує константу швидкості реакції і константу рівноваги  $K_c^\ddagger$  утворення активованого

комплексу [4], виражену через концентрацію  $k_i = \frac{ek_B T}{h} K_c^\ddagger$ , де  $k_B$  – константа Больцмана,  $h$  – постійна

Планка.

В результаті обчислень було показано, що енергія активації радикального розпаду молекули ДДТ лежить в межах 6.0÷8.7 еВ. Найменша енергія радикальної дисоціації відповідає відокремленню атома хлору від групи  $CCl_3$ . Найбільша енергія радикальної дисоціації відповідає відокремленню атома водню від бензольного кільця. Константи швидкості радикальної дисоціації лежать в межах  $3,3809 \times 10^4 \div 8,1376 \times 10^{-6}$

Більш цікавими з точки зору оцінки енергетики деструкції ДДТ є канали нерадикального розпаду. Як показало моделювання, – мають місце канали перетворення молекули, які не змінюють її елементного складу, але потребують витрат енергії на активацію, яка після перебудови молекули розсіюється в тепло (рис.1.).

Назвемо такі реакції індіферентних перетворень. Фактично, наявність каналів індіферентних перетворень цільових молекул спричиняє суттєве зростання енергії, яку необхідно вносити в розчин стійких токсикантів потоком високоенергетичних частинок. Не зважаючи на той факт, що константа швидкості таких реакцій значно менша ніж для реакцій радикальної дисоціації, їх вплив може бути суттєвим, оскільки вони не вибувають із зони реакції. Отже метод оцінювання фактичних енергозатрат на деструкцію стійких хлорорганічних токсикантів не може бути зведеним до прямого підсумовування енергій дисоціації цільових молекул та їх фрагментів, а потребує розв'язку кінетичної задачі розсіювання

потіку високоенергетичних частинок в розчинах токсичної хлорорганіки в умовах наявності індиферентних перетворень.

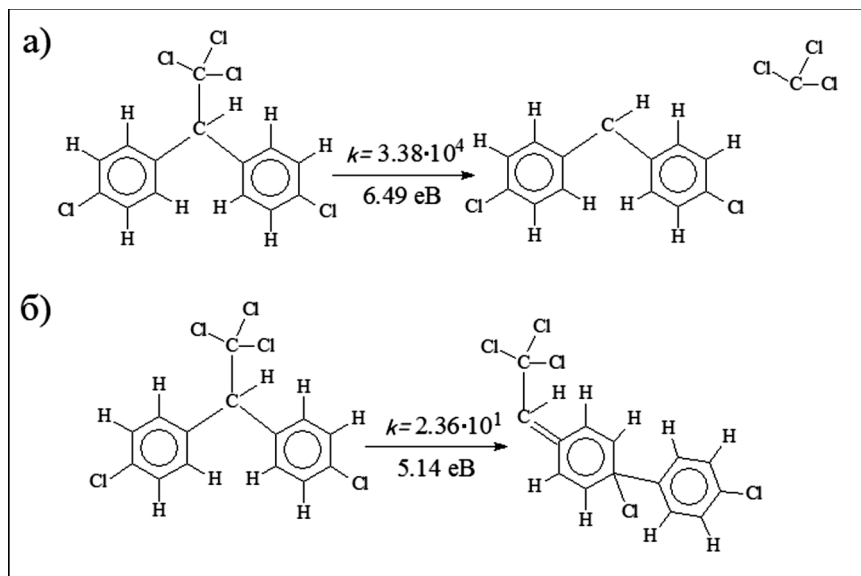


Рис. 1. Канали радикальної – а) та нерадикальної – б) деструкції молекули ДДТ.

**Висновки.** Таким чином, аналіз каналів електро-радіолізної деструкції молекул ДДТ методом моделювання молекулярних орбіталей показав наступне:

1. Електро-радіолізний механізм перетворення молекул ДДТ включає в себе як радикальну дисоціацію так і нерадикальні перетворення, серед яких мають місце такі, що не змінюють елементний склад вихідних молекул. Енергія активації таких реакцій приблизно однакова з енергією радикальної дисоціації.

2. Незважаючи на те що константи швидкості нерадикальних перетворень здебільшого на три порядки менші від констант радикальної дисоціації, виключати внесок цих реакцій в загальні енерговитрати не можна, оскільки концентрація токсичних реагентів внаслідок таких реакцій не змінюється.

3. Наявність нерадикальних перетворень є джерелом непродуктивної дисипації енергії і спричиняє збільшення мінімально необхідної потужності плазмово-хімічних реакторів знешкодження стійких хлорорганічних токсикантів за електро-радіолізним механізмом.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Полак Л.С. Неравновесная химическая кинетика и ее применение. М., «Наука», 1979. 248 с.
2. TerraTherm enjoys rapid growth as ISTR gains industry acceptance.// Environmental Business International Inc., Volume XXVIII No. 4, 2015.
3. USEPA. Potential Applicability Of Assembled Chemical Weapons Assessment Technologies To RCRA Waste Streams And Contaminated Media, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response, Technology Innovation Office, Washington, DC, EPA 542-R-00-004, August, 2000.
4. Pitzer, K.S. Energy Levels and Thermodynamic Functions for Molecules with Internal Rotation I. Rigid Frame with Attached Tops /K.S. Pitzer, W.D. Gwinn // J. Chem. Phys. – 1942. – V. 10. – P.

### МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МЕХАНІЧНИХ ДЕФЕКТІВ НА СТАН РЕЗОНАТОРНОЇ СИСТЕМИ ПОТУЖНОГО КЛІСТРОНА

Ольшевський С.В., Танасійчук Я.В.

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна, Київ 03022, пр-т. Глушкова, 4г

**Вступ.** Ідея регенерації потужних НВЧ приладів виникла ще у 50 рр. минулого сторіччя. [1]. Як показує досвід профільних підприємств України, у більшості випадків при регенерації здійснюється лише заміна катодного вузла. Однак для прийняття рішення про придатність приладу до регенерації необхідно провести дефектацію конструкції на відповідність ТУ. Як показує аналіз відомостей дефектації приладів,

проведених на ДП завод «Генератор», придатними до регенерації є близько 55% приладів наданих замовником. При аналізі основних причин непридатності приладу до регенерації виявлено, що основними причинами є: проплавлення пролітних каналів; натікання рідини з системи охолодження; напилення на катодному полюсі в околі пролітних каналів; окалина на внутрішніх поверхнях резонаторної системи та ін. Виявлення вказаних дефектів здійснюють шляхом ручного демонтажу електронної гармати, що є джерелом непродуктивних технологічних витрат. В зв'язку з цим задача оптимізації процесу дефектації, створення і використання максимально дешевих, простих і швидких методів діагностики, котрі не вимагали б ручного розкриття приладу є актуальною як з точки зору виключення з технологічного циклу дефектації неприбуткових операцій, так і збільшення точності та швидкодії діагностики. На теперішній час такі методи діагностики на ДП завод «Генератор» не застосовуються. Одним з поширених дефектів деталей (близько 25%) у внутрішньо вакуумній порожнині, є проплавлення пролітних каналів резонаторів. Тому доцільним є початок роботи над спрощенням процесу дефектації саме з розробки методики виявлення цього дефекту неруйнівними методами.

**Постановка задачі.** З використанням моделі в кінцевих елементах резонаторної системи клістрона шляхом імітаційного моделювання виявити залежності АЧХ резонаторної системи від просторового розташування дефектів у вигляді проплавлення пролітних каналів.

**Запропонований підхід.** Проплавлення пролітних каналів призводить до зміни геометрії конструкції і об'єму резонаторної системи. За визначенням [2] резонатором є частина простору обмежена металеву стінкою. Таким чином можна розглядати проплавлення як ще один резонатор, внесений в резонансну систему приладу. Теоретично, знаючи залежності зміни характеристичних параметрів резонатора від характеристичних параметрів дефекту, можливо буде, з деякою ймовірністю, виявляти проплавлення в приладі, знімаючи його поточні характеристики і порівнюючи їх з характеристиками дефектних та справних приладів

**Основний матеріал.** Для перевірки висунутих гіпотез використовується імітаційна модель резонаторної системи та метод кінцевих елементів, реалізовані в середовищі HFSS Ansoft. В цьому середовищі було побудовано модель реального прямокутного порожнистого резонатора з ідеальною провідністю стінок і повітряним заповненням з наступними характеристиками  $Q_0=133$ ,  $f_{рез}=0,915$  ГГц. Його АЧХ наведено на рис. 1.

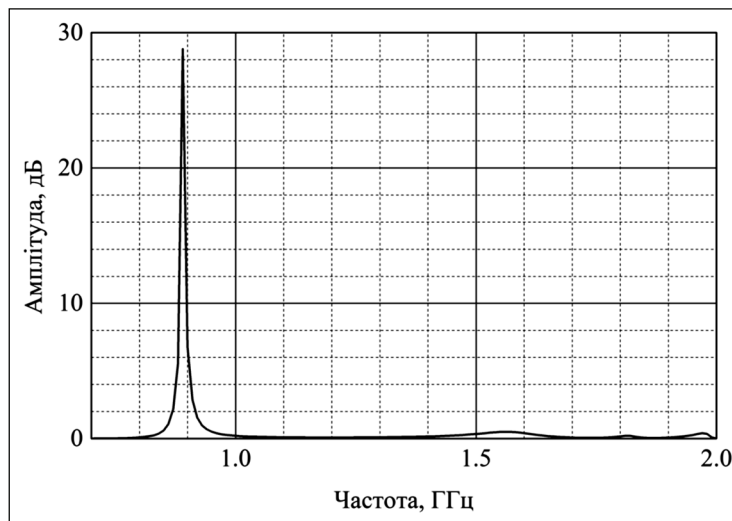


Рис. 1 - АЧХ моделі резонатора

Наступним кроком було внесення змін в конструкцію моделі резонатора для імітації проплавлення пролітних каналів. Для цього на стінці резонатора розташовували циліндр, об'ємом близько 5% від об'єму резонатора та варіювали його розташування в конструкції резонатора і фіксували як змінюється АЧХ системи. Результатом моделювання є сімейство АЧХ моделі порожнистого резонатора з дефектом на рис. 2. Як видно з графіків, внесення дефекту мало впливає на резонансну частоту системи. Однак викликає появу обертонів  $f_{об}$  та зменшення амплітуди на резонансній частоті. При цьому амплітуда на  $f_{об}$  змінюється залежно від положення дефекту в конструкції. Таким чином можна говорити про можливість локалізації дефекту в конструкції шляхом аналізу АЧХ системи.



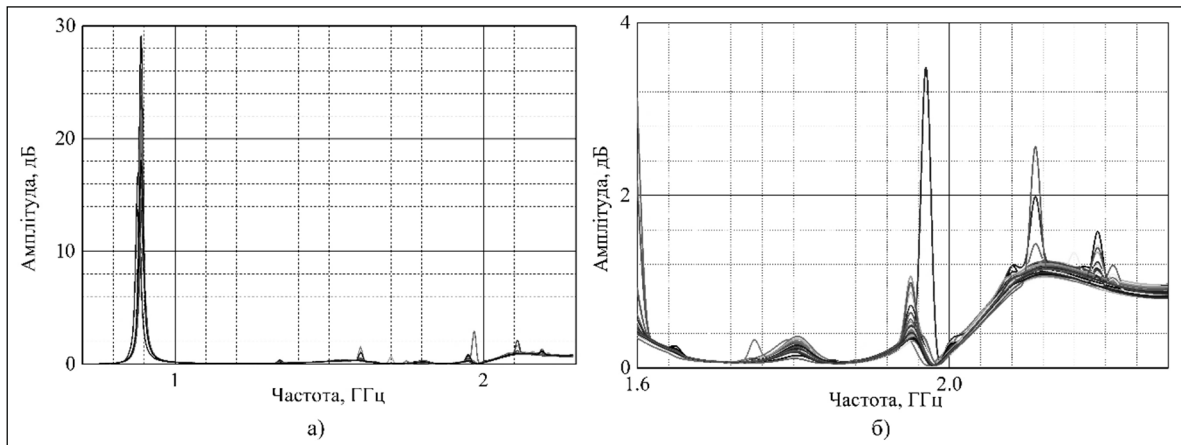


Рис.2 - АЧХ моделі резонатора з дефектом. Графік а) повна АЧХ, б) – фрагмент з гармоніками, пов'язаними з наявністю дефекту.

**Висновки.** Було висунуто гіпотезу про можливість виявлення проплавлення пролітних каналів в резонаторній системі клістрона шляхом порівняння АЧХ справного та дефектного приладів. Для перевірки гіпотези побудовано імітаційну модель резонаторної системи. Показано, принципову можливість виявлення та локалізації дефекту конструкції в резонаторній системі клістрона у вигляді проплавлення. Для системи з дефектом, об'ємом близько 5% від об'єму резонатора, значення амплітуди на  $f_{об}$  варіюється в межах від -0.01 дБ до -4 дБ, залежно від положення дефекту.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бакумов А.В. Научно-технические и производственно-экономические основы реставрации мощных СВЧ приборов.
2. Лебедев И. В. Техника и приборы СВЧ. Под ред. академика Н. Д. Девяткова. //Учебник для студентов вузов по специальности «Электронные приборы», М., «Высш. школа», 1970. 440 стр.

### МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ АНАЛІЗУ ДАНИХ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ НАХИЛІВ ТА ЗДІБНОСТЕЙ ОСОБИ

Пасічник В.В.<sup>1</sup>, Кунанець Н.Е.<sup>1</sup>, Назарук М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, вул. С. Бандери, 12, vrasichnyk@gmail.com, nek.lviv@gmail.com

<sup>2</sup>Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, вул. С. Бандери, 12, marinazaruk@gmail.com

Успішна професійна діяльність напряму пов'язана з фізіологічними та психологічними особливостями особи. Психофізіологічні властивості людини – це особливості її психіки, розвитку, будови організму, стану здоров'я. Психофізіологічний відбір покликаний виявити осіб, що за здібностями та індивідуальними психофізіологічними якостями відповідають вимогам певних спеціальностей. Актуальним залишається вибір виду професії з врахуванням бажань та можливостей претендентів [1-3].

Авторами проведено аналіз декількох методів оцінювання професійних здібностей та схильностей особи (табл.1):

- опитувальник професійної спрямованості (ОПС) Дж. Голланда;
- опитувальник професійних нахилів (ОПН) Л. Йовайши;
- опитувальник кола інтересів (ОКІ) А. Голомштока;
- опитувальник визначення типу професії (ОТП) Є. Клімова.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця методів

Назва	Розробник	Кількість запитань	Час проходження (хв)	Результат
ОПС	Дж. Голланд	240	25	Тип професійного середовища
ОПН	Йовайши	24	15	Професійні нахили
ОКІ	А. Голомшток	96	15	Коло професійних інтересів
ОТП	Є. Клімов	30	5	Тип майбутньої професії

З метою виявлення загальних залежностей, на основі яких приймаються рішення щодо вибору професії особою, яка проходить тестування, запропоновано використовувати методологічний підхід інтелектуального аналізу даних (DM, data mining), який дозволяє розкрити приховані залежності в даних, виявити взаємні впливи властивостей об'єктів, інформація про які зберігається в базах даних, виділити закономірності, властиві певному набору даних [3].

Таким чином, процедура аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи, на основі результатів ОПС, ОСТ, ОКІ, ОТП має вигляд:

$$P = (A, V, d, Discr(age), EscC(v), T, ClasR(v), Evl(d)), \quad (1)$$

де  $A$  – множина осіб (агентів), які брали участь у профорієнтаційному тестуванні,  $V$  – множина їх властивостей,  $d$  – результати тестування (за методиками Дж. Голланда, Л. Йовайши, Є. Клімова та А. Голомштока), функція  $Discr(age)$  реалізує процедуру дискретизації неперервних значень, функція  $EscC(v)$  сприяє виконанню процедури усуненню несуттєвих атрибутів шляхом побудови редутів,  $T$  – таблиця прийняття рішень, функція  $ClasR(v)$  буде класифікатор у формі множини класифікаційних правил,  $Evl(d)$  – функція оцінювання якості класифікації.

Множину властивостей  $V$  згідно поданих вище методик ОПС, ОСТ, ОКІ, ОТП поділено на підмножини:  $A = \{A_1, A_2, A_3\}$ , де  $A_1$  – інформативні властивості,  $A_2$  – психологічні характеристики,  $A_3$  – особистісні характеристики. Кожному об'єкту поставлено у відповідність множину значень атрибутів таблиці прийняття рішень  $T$ .

Авторами розроблено метод встановлення відповідності визначеного професійного типу особистості професіям, що подані в Національному класифікаторі професій (є складовою частиною державної системи класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації) [4], який складається з наступних кроків:

*Крок 1.* Накопичити та консолювати результати тестів на профорієнтацію.

*Крок 2.* Попередньо опрацювати дані (на даному кроці аналізуються відповіді користувача):

*Крок 2.1.* Структурувати та уніфікувати дані.

Структурування та уніфікування даних – процес приведення значень атрибутів до єдиної структури, за умови відмінностей шкал оцінювання значень певних атрибутів.

*Крок 2.2.* Дискретизувати дані.

Дискретизація – зменшення числа значень неперервної змінної шляхом ділення діапазону значень на скінченну кількість інтервалів, що не перетинаються, які іменуються певними позначеннями, зазвичай, зазвичай порядковим номером цих інтервалів.

Алгоритм процесу дискретизації складається з наступних кроків: сортування прикладів за значенням досліджуваного неперервного атрибуту, який необхідно дискретизувати; встановлення інтервалів; здійснення оцінки приналежності значення досліджуваного неперервного атрибуту до одного з інтервалів, перейти до наступного прикладу.

*Крок 3.* Обрати множину атрибутів прийняття рішення, застосувати методи інтелектуального аналізу до попередньо опрацьованих тестових даних.

*Крок 4.* Провести оцінювання та інтерпретацію результатів попереднього опрацювання даних та встановити відповідність належності консолюваних результатів професійного тестування встановленій множині атрибутів прийняття рішення.

*Крок 5.* Визначити відповідність професійного типу особи професіям Національного класифікатора професій.

*Крок 6.* Внести у базу даних сформовану оцінку щодо пропонованого вибору професії.

Блок-схему алгоритму визначення відповідності професії Національному класифікатору професій подано на рисунку 1.

Авторами, розроблено процедуру аналізу даних для визначення професійних нахилів та здібностей особи на основі результатів профорієнтаційного тестування (опитувальника професійної спрямованості Голланда, опитувальника професійних нахилів Л. Йовайши, опитувальник визначення типу професії Є. Клімова, опитувальника кола інтересів А. Голомштока) в частині комплексної оцінки особи, що дало змогу суттєво покращити реалізацію процесу визначення професійних особливостей особистості та можливість формувати рекомендації щодо вибору професії у відповідності з Національним класифікатором професій.

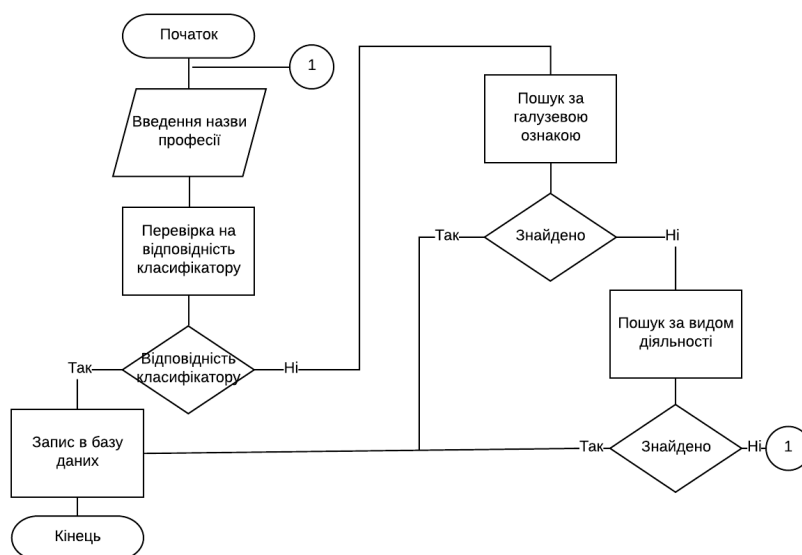


Рис. 1. Алгоритм визначення відповідності професії Національному класифікатору професій

## ЛІТЕРАТУРА:

1. T. Buser, N. Peter, and S. C. Wolter, “Gender, competitiveness, and study choices in high school: Evidence from Switzerland”, *American Economic Review* 107.5, 2017, pp. 125-30.
2. F. Meijers, et al. “A Dialogue Worth Having: Vocational Competence, Career Identity and a Learning Environment for Twenty-First Century Success at Work”, *Enhancing Teaching and Learning in the Dutch Vocational Education System*. Springer, Cham, 2017, pp. 139-155.
3. Нікольський Ю. Модель процесу аналізу даних / Нікольський Ю. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2010. – № 663: Комп’ютерні науки та інформаційні технології. – С. 108-116.
4. Класифікатор професій ДК 003:2010 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.dk003.com/>

## ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗВУКОВОГО СКАНУВАННЯ ОБ’ЄКТІВ

Різник О.Я., Зербіно Д.Д., Повшук О.В., Балич Б.І., Сало О.В.

*Національний університет „Львівська політехніка”,  
79013, Львів, вул.Бандери 12,*

*riznyk@meta.ua, zerbino@polynet.lviv.ua, kynash@ukr.net, balych@lp.edu.ua, salo.olenka@gmail.com*

### Вступ

В останні роки все більше увагу приділяється різноманітним методам діагностики в медицині: іридодіагностиці, магнітному резонансу та іншим. Перш за все, необхідно розвивати методи, які не впливають на стан досліджуваного об’єкту. Цінність кожного методу залежить від багатьох параметрів: об’єктивності, швидкості, точності. Другорядними, але також важливими параметрами є собівартість, мобільність, незалежність методу від розхідних матеріалів. Використовуючи комбінаторні підходи можна значно підвищити якість методів, заснованих на проходженні звукових сигналів через тканини. З нашої точки зору, методи звукового зондування цінні ще й тим, що їх можна застосовувати не тільки в галузі медицини, але і в геології, будівництві, робототехніці та інших галузях.

### Постановка проблеми

Розглянемо об’єкт, через який проходить звукова хвиля. В деякій точці  $A$  буде отримано звуковий сигнал, який представляється як додавання хвиль, що надійшли від акустичного провідника, який з’єднаний зі звуковим генератором. Оскільки від генератора надходить деяка циклічна послідовність імпульсів, то в точці  $A$  буде отримано суму цих послідовностей, зсунутих на один часовий крок. В такому випадку, якщо затухання кожного шляху хвилі різна, і існує деяка ознака, за якою в точці  $A$  можна відрізнити проходження хвилі по кожному з шляхів, то можна отримати інформацію про розміри акустичної завади, яка зустрілася на кожному шляху.

## Розв’язання задачі

Для вирішення задачі перш за все необхідно синтезувати такий сигнал генератора, який би відрізнявся при зсуві. Якщо уявляти хвилю як  $\{1, 0\}$ -последовність, то таких сигналів існує безліч. Якщо вибрати довільний випадковий сигнал довжиною  $N$  часових кроків, який при зсуві на крок  $dt$  не повторюється, то задача зводиться до вирішення лінійного рівняння:

$$S \times X = F, \quad (1)$$

де  $S$  - матриця розміром  $N \times N$  сигналу  $\{1, 0\}$ , який записаний в перший її стовпчик. Кожний наступний стовпчик  $j$  цієї матриці є циклічно зсунутим на  $j$  тактів вниз відносно першого стовпчика;

$X$  - матриця затухань розміром  $N$ , яка характеризує розмір акустичної завади по кожному напрямку розповсюдження звуку;

$F$  - матриця отриманого сигналу в точці  $A$  розміром  $N$ . Якщо не враховувати віддзеркалювання та зовнішні завади, то отриманий датчиком сигнал, що зафіксований в матриці  $F$ , також повинен циклічно повторюватись.

Оскільки рівняння (1) доцільно вирішувати для різних точок досліджуваного об’єкту, то рішення системи (1) необхідно представляти у вигляді:

$$X = S^{-1} \times F, \quad (2)$$

де  $S^{-1}$  - обернена матриця.

В такому випадку, якщо задача має розмір лише 1000 часових кроків, то обернена матриця повинна бути розміром  $1000 \times 1000$ , що по-перше, приведе до невіправдано великих витрат пам’яті, а по-друге, буде втрачена точність обчислень, оскільки чисельні методи вимагають як мінімум,  $N(N-1)$  операцій множення і ділення. Тому, необхідно знайти зондуєчий сигнал, який дозволить аналітично отримати елементи матриці  $S^{-1}$  і крім того, цей вираз для кожного її елемента не повинен бути занадто складним.

Якщо за відстані між імпульсами зондуєчого сигналу вибрати ідеальні числові відношення [1] порядку  $M$ , то значення  $N = M(M-1) + 1$ . Двійковий код, побудований у відповідності з ідеальним кільцевим відношенням  $r(M)$  при зсуві на будь-яку кількість кроків в межах від  $[1, N(N-1)]$  має рівно одне співпадіння одиниць між зсунутою і початковою комбінацією. Ця властивість дає можливість побудувати обернену матрицю за таким алгоритмом:

- матриця  $S$  транспонується;
- символи  $\{1\}$  замінюються на  $1/M$ .
- символи  $\{0\}$  замінюються на  $(-1)/(M(M-1))$ .

Розглянемо, наприклад, ідеальне кільцеве відношення: 1, 3, 2, 7 [1]. Тоді розмір матриці  $S$  буде:  $N = 4 \times (4-1) + 1 = 13$ . Циклічний сигнал, який виробляється генератором буде мати вигляд:  $\{110010100000\}$ , де відстані між імпульсами відповідають ідеальному кільцевому відношенню 1, 3, 2, 7. За цим алгоритмом представимо матриці  $S$  і  $S^{-1}$ . В нижче поданих позначеннях  $p = 1/4$ ,  $k = -1/12$ .

$$S = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \\ S^{-1} = \begin{array}{cccccccccccc} p & p & k & k & p & k & p & k & k & k & k & k & k \\ k & p & p & k & k & p & k & p & k & k & k & k & k \\ k & k & p & p & k & k & p & k & p & k & k & k & k \\ k & k & k & p & p & k & k & p & k & p & k & k & k \\ k & k & k & k & p & p & k & k & p & k & p & k & k \\ k & k & k & k & k & p & p & k & k & p & k & p & k \\ p & k & k & k & k & k & p & p & k & k & p & k & p \\ k & p & k & k & k & k & p & p & k & k & p & k & p \\ k & p & k & p & k & k & k & k & k & p & p & k & k \\ k & k & p & k & p & k & k & k & k & k & p & p & k \\ p & k & k & p & k & p & k & k & k & k & k & p & p \end{array} \end{array} \quad (3)$$

Кожний елемент оберненої матриці може бути вирахований з циклічної последовності  $q$ , яка отримується з последовності звукового генератора за поданим вище алгоритмом:

$$S_{ij}^{-1} = q_l, \quad (4)$$

де  $q = p, p, k, k, p, k, p, k, k, k, k, k, k$  і  $l = \text{mod } N(N+j-i)$ .

Відтворення звукового зображення, з нашої точки зору, повинно проходити в декілька етапів:

1. Спочатку відбувається фіксація звукових сигналів в точках, що розташовані на поверхні об'єкту. Це можна зробити, якщо використати закони інтерференції лазерних хвиль, як це здійснюється в голографії.

2. Отримані і записані сигнали необхідно перевести в форму матриць затухань по кожному напрямку розповсюдження акустичних хвиль. Цей крок зводиться до операції множення матриць (2), елементи якої вираховуються за формулою (4).

3. Матриці затухань необхідно перетворити в матрицю  $\{x_{ijk}\}$  структури самого об'єкту.

4. Останнім кроком є візуалізація отриманого зображення на екрані комп'ютера.

Для перетворення матриць затухань звукового сигналу в матрицю структури об'єкту розглянемо схему проходження звукової хвилі. Для вирішення задачі необхідно зробити такі припущення:

- об'єкт має клітинну структуру;
- коефіцієнт затухання  $\{x_{ijk}\}$  акустичних сигналів в клітині  $(i, j, k)$  є постійним для всієї клітини;
- кожна клітина є паралелепіпедом.

Згідно останнього припущення, затухання енергії кожного променя, який пройшов через клітину під довільним кутом є пропорційною довжині відрізка, що відсікається на промені краями клітини. Таким чином, якщо кожна клітина - паралелепіпед, то вимірювальна схема “автоматично” задає матрицю довжин променів  $L$  в середині кожної клітини.

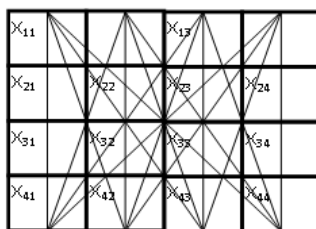


Рис. 1. Схема проходження акустичних хвиль через об'єкт клітинної структури

Як видно з рис. 1, кількість клітин повинна дорівнювати кількості рівнянь. Тільки в такому випадку можна знайти коефіцієнт поглинання звуку кожної клітини.

#### Висновки

У ході виконання роботи були зібрані і вивчені матеріали про технології звукового сканування об'єктів за допомогою ідеальних кільцевих відношень. Практичне значення отриманих результатів дозволить оптимально вибирати сигнал звукового генератора, що забезпечить більш ефективну роботу пристроїв звукового сканування.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. O. Riznyk, O. Povshuk, Y. Kynash and I. Yurchak, "Composing method of anti-interference codes based on non-equidistant structures," 2017 XIIIth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH), Lviv, 2017, pp. 15-17. doi: 10.1109/MEMSTECH.2017.7937522.

### МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ VIRTUAL LIBRARY

Русин Б.П.<sup>1</sup>, Висоцька В.А.<sup>2</sup>, Погрелюк Л.В.<sup>1</sup>

<sup>1,3</sup>Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 79060, вул. Наукова, 5, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Національний університет “Львівська політехніка», 79013, вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, Україна

Virtual Library – це спеціалізована система під інформаційні об'єкти (книги, рукописи, документи, манускрипти тощо), які зберігаються та опрацьовуються лише в електронно-цифровій формі, та до яких отримує доступ споживач інформації через пошукові системи, або через спеціалізовані системи [1-5]. Модель інформаційної системи Virtual Library (ISVL) подамо як кортеж

$$S_{VL} = \langle A, S_{\alpha}, S_{\beta}, S_{\chi}, S_{\delta}, S_{\varepsilon}, S_{\varphi}, S_{\gamma}, S_{\eta}, W, \alpha, \beta, \chi, \delta, \varepsilon, \varphi, \gamma, \eta \rangle, \quad (1)$$

де  $A$  – вхідні дані в ISVL у вигляді опису інформаційного об'єкту, в тому числі у форматі MRK21, та самий інформаційний об'єкт;  $S_{\alpha}$  – підсистема роботи із користувачами для формування результатів їх запитів;  $S_{\beta}$  – підсистема роботи із професорами для формування результатів їх запитів;  $S_{\chi}$  – підсистема введення/модифікації правил роботи інших підсистем від адміністратора ISVL (наприклад, правил

лінгвістичного пошуку, оновлення кешу тощо);  $S_\delta$  – підсистема формування неструктурованої бази даних на основі MARC 21;  $S_\varepsilon$  – підсистема формування структурованої бази даних на основі MARC 21;  $S_\phi$  – підсистема опрацювання кешу для формування звітів на популярні запити від споживачів;  $S_\gamma$  – підсистема формування кешу;  $S_\eta$  – підсистема формування результатів роботи підсистем генерування звітів;  $W$  – вихідні дані з ISVL у вигляді звітів релевантного контенту;  $\alpha$  – оператор роботи із користувачами для формування результатів їх запитів;  $\beta$  – оператор роботи із професорами для формування результатів їх запитів;  $\chi$  – оператор введення/модифікації правил роботи інших підсистем від адміністратора ISVL;  $\delta$  – оператор формування неструктурованої бази даних на основі MARC 21;  $\varepsilon$  – оператор формування структурованої бази даних на основі MARC 21;  $\phi$  – оператор опрацювання кешу для формування звітів на популярні запити від споживачів;  $\gamma$  – оператор оновлення кешу;  $\eta$  – оператор формування результатів роботи підсистем генерування звітів. Якщо  $W = \Phi(A)$ , то для ISVL згідно різних ролей користувачів ISVL (відвідувачі, постійні споживачі, професори та адміністратори) отримаємо  $A_1 \cap A_\alpha = \emptyset$ ,  $A = A_\kappa \cup A_1 \cup A_\alpha \cup A_\beta \cup A_\chi$ ,  $A_\beta \subset A_\alpha$ ,  $A_\beta \subset A_\eta$ ,  $A_1 \cap A_\beta = \emptyset$ ,  $W = f(A_\eta \cup L_\beta)$ ,  $A'_\eta \cap L_\beta = \emptyset$ , де  $A_\kappa$  – множина вхідних даних від бібліотек про інформаційні об'єкти та їх скановані палітурки;  $A_1$  – множина інформаційних об'єктів, в яких зацікавлений відвідувач (йому доступна набагато менша множина таких об'єктів, ніж до інших користувачів),  $A_\alpha$  – множина інформаційних об'єктів, в яких зацікавлений споживач,  $A_\beta$  – множина інформаційних об'єктів, в яких зацікавлений професор,  $A_\chi$  – множина інформаційних об'єктів, в яких зацікавлений адміністратор,  $A_\eta$  – множина інформаційних об'єктів, які відповідають критеріям інформаційного пошуку,  $L_\beta$  – множина списків рекомендованої літератури для споживачів від професора. Формування результатів роботи підсистем генерування звітів релевантного контенту згідно (1) подамо суперпозицією функцій

$$W = \eta \circ \phi \circ (\eta', \varepsilon \circ \delta), \quad (2)$$

де  $\eta'$  – оператор формування попередніх результатів роботи підсистем генерування звітів при  $W = W_\alpha \cup W_\beta \cup W_1 \cup W_\chi$ , де  $W_\alpha$  – множина сформованих звітів релевантного контенту згідно запитів користувачів;  $W_\beta$  – множина сформованих звітів релевантного контенту згідно запитів професора;  $W_1$  – множина сформованих звітів релевантного контенту згідно запитів відвідувачів ISVL;  $W_\chi$  – множина сформованих звітів релевантного контенту згідно запитів адміністратора ISVL. В загальному підсистему формування результатів у вигляді генерування звітів, враховуючи (1)-(2), подамо як

$$S_\eta = \langle W_\eta, Q_\alpha, U_\eta, U_\mu, U_\alpha, \lambda, \mu, \eta \rangle, \quad W_\eta = \eta(U_\eta, \lambda(U_\mu, \mu(A, U_\alpha, Q_\alpha))), \quad W_\eta = \eta \circ \lambda \circ \mu, \quad (3)$$

де  $Q_\alpha$  – множина запитів від користувачів ISVL;  $U_\alpha$  – множина умов аналізу запитів від користувачів;  $U_\eta$  – множина умов формування звітів;  $\lambda$  – оператор пошуку інформаційних об'єктів в хмаринці;  $\mu$  – оператор пошуку інформаційних об'єктів в кеші.

Підсистему роботи із професорами для формування результатів їх запитів подамо як

$$S_\beta = \langle A_\alpha, U_\alpha, Q_\alpha, A_\beta, U_\beta, Q_\beta, B_\varepsilon, C_v, W_\beta, U_\eta, L_\beta, \alpha, \beta, \lambda, \mu, \eta \rangle, \quad L_\beta = \beta \circ \eta \circ \lambda \circ (\mu, \beta' \circ \alpha), \\ L_\beta = \beta(W_\beta, U_\beta, \eta(U_\eta, Q_\beta, A_\beta(\lambda(B_\varepsilon, f_{qc}(C_v, \beta'(A_\alpha, U_\alpha, Q_\alpha)))))), \quad (4)$$

де  $U_\beta$  – множина умов роботи з профілем професора для заповнення навчальних курсів;  $Q_\beta$  – множина запитів від професора;  $\beta$  – оператор роботи із профілем професора.

Підсистему формування неструктурованої бази даних на основі MARC 21 подамо як

$$S_\delta = \langle B_0, A_\kappa, U_\pi, U_\theta, U_\rho, U_0, \delta, \rho, \theta, \pi \rangle, \quad B_0 = \delta \circ \rho \circ f_{rp} \circ \pi, \quad B_0 = \delta(U_0, \rho(U_\rho, \theta(U_{rp}, \pi(A_\kappa, U_\pi))))), \quad (5)$$

де  $B_0$  – множина неструктурованих даних в базі даних,  $A_\kappa$  – множина інформаційних об'єктів, яких треба оцифрувати,  $U_\pi$  – множина умов сканування місце розташування об'єктів та самих об'єктів,  $U_\theta$  – множина умов розпізнавання від сканованих зображень,  $U_\rho$  – множина умов та правил маркування розпізнаних палітурок у форматі MARC 21,  $U_0$  – множина умов збереження нових утворених описів для розпізнаних інформаційних об'єктів,  $\delta$  – оператор збереження або оновлення даних про опрацьований

інформаційний об'єкт,  $\rho$  – оператор маркування інформаційного об'єкту,  $\theta$  – оператор розпізнавання та ідентифікації інформаційного об'єкту,  $\pi$  – оператор сканування місцезнаходження інформаційного об'єкту та його палітурки.

Підсистему формування структурованої бази даних на основі MARC 21 подамо як

$$S_\varepsilon = \langle B_\varepsilon, B_o, U_\varepsilon, \varepsilon \rangle, \quad B_\varepsilon = \varepsilon(B_o, U_\varepsilon), \quad (6)$$

де  $B_\varepsilon$  – множина описів інформаційних об'єктів в структурованій базі даних,  $U_\varepsilon$  – множина умов формування структурованих описів інформаційних об'єктів,  $\varepsilon$  – оператор запису або оновлення опису інформаційного об'єкту в структурованій базі даних.

Підсистему формування кешу при  $B_\varepsilon \supset C_v$  подамо як

$$S_\gamma = \langle B_\varepsilon, C_v, Q_\alpha, Q_\beta, U_v, \gamma \rangle, \quad C_v = \gamma(B_\varepsilon, Q_\alpha, Q_\beta, U_v), \quad (7)$$

де  $C_v$  – множина популярних інформаційних об'єктів в кеші,  $\gamma$  – оператор оновлення та заповнення кешу згідно аналізу запитів від користувачів та професорів,  $U_v$  – множина умов оновлення кешу.

Тоді на основі аналізу формул (4)-(7) підсистему роботи із користувачами для формування результатів їх запитів подамо суперпозицією  $W_\alpha = \eta \circ \lambda \circ \mu \circ \alpha$  та відповідно кортежем

$$S_\alpha = \langle A_\alpha, U_\alpha, Q_\alpha, B_\varepsilon, C_v, W_\alpha, U_\eta, \alpha, \lambda, \mu, \eta \rangle, \quad W_\alpha = \eta(U_\eta, \lambda(B_\varepsilon, \mu(C_v, (\alpha(A_\alpha, U_\alpha, Q_\alpha))))), \quad (8)$$

де  $Q_\alpha$  – множина запитів від користувачів ISVL;  $U_\alpha$  – множина умов аналізу запитів від користувачів;  $B_\varepsilon$  – множина інформаційних об'єктів в базі даних;  $C_v$  – множина інформаційних об'єктів в кеші;  $U_\eta$  – множина умов формування звітів;  $\lambda$  – оператор пошуку інформаційних об'єктів в хмаринці;  $\mu$  – оператор пошуку інформаційних об'єктів в кеші.

Враховуючи формули (3)-(8) змінимо формулу (1) та опишемо модель ISVL як кортеж:

$$S_{VL} = \langle A_1, U_\pi, B_o, U_o, B_\varepsilon, U_\varepsilon, Q_\alpha, U_\alpha, L_\beta, U_\beta, C_v, U_v, W_\eta, U_\eta, \delta, \beta, \eta, \pi, \varepsilon, \gamma, \theta, \rho \rangle. \quad (9)$$

Множина запитів користувачів до ISVL приймає вигляд  $Q_\alpha = \alpha(A_\alpha, U_\alpha)$ . Відповідно, формування списку професора в особистому кабінеті  $L_\beta = \beta(A_\beta, Q_\beta, B_\varepsilon, C_v, U_\beta)$ , а оновлення кешу  $C_v = \gamma(Q_\alpha, Q_\beta, U_v)$ . Тоді результати запитів представимо як суперпозицію

$$W_\eta = \mu \circ \eta \text{ or } W_\eta = \lambda \circ \mu \circ \eta, \quad W_\eta = \mu(\eta(Q_\alpha, U_\eta), U_\mu) \text{ or } W_\eta = \lambda(\mu(f_\eta(Q_\alpha, U_\eta), U_\mu), U_\lambda). \quad (10)$$

Якість отримання релевантного контенту на запити користувачів напряму залежить від якості опису сканованих інформаційних об'єктів. А ось оперативність формування якісної множини релевантного контенту залежить від якості оновлення кешу та ефективності роботи реалізованих алгоритмів інформаційного пошуку.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Gonçalves M.A. Streams, Structures, Spaces, Scenarios, Societies (5S): A Formal Model for Digital Libraries / M.A. Gonçalves, E.A. Fox, L.T.nWatson, N.A. Kipp // ACM Transactions on Information Systems (TOIS). – Vol. 22(2). –2004. – P. 270 –312.
2. Gonçalves M.A. Streams, Structures, Spaces, Scenarios, and Societies (5S): A Formal Model for Digital Library Framework and Its Applications / M.A. Gonçalves // PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University. – November 2004.
3. Pérez A. Defining library services for a virtual community / A. Pérez, M Enrech // Libraries Without Walls Conference. – Lesvos, Grecia, Centre for research in Library and Information Management. – 1999.
4. Pérez A., Virtual Library Services for a Virtual University: User-Oriented Virtual Sites in an Open Library / A. Pérez, M. Enrech // EADTU, Paris. – 1999.
5. Stoffle Carla J. The Emergence of Education and Knowledge Management as Major Functions of the Digital Library /Carla J. Stoffle // Follet Lecture Series. –Consulted 22nd May 2000. – <http://www.ukoln.ac.uk/services/papers/follett/stoffle/paper.html>.

**ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ В УМОВАХ ЄДИНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА****Самойленко О.М., Ручинська Н.С.***Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе 3а,  
samoylenkoan@outlook.com, ruchinska@mnaui.edu.ua*

Сучасне суспільство, у якому інформація набуває ролі соціально значущого ресурсу, потребує висококваліфікованих фахівців, які б вільно володіли інформаційно комунікаційними технологіями та ефективно їх використовували б у своїй професійній діяльності. Для роботи у сфері економіки, сучасного бізнесу та адміністративного управління окрім фахових та спеціальних економічних знань необхідні знання на навички вільного володіння інформаційно комунікаційними технологіями. Окрім кваліфікованих користувачів комп'ютерної техніки, сучасна економіка країни потребує фахівців, які б професійно займалися інформаційними технологіями та системами, могли б використовувати новітні програмні засоби або створювати нові програми для оптимальнішого керування економічними процесами.

Саме фахівці з економічної кібернетики здатні виконувати аналіз і моделювання економічних об'єктів і задач, інформаційно аналітичну підтримку бізнес проектів, планувати, розроблювати, організувати та керувати проектами інформатизації соціально економічних об'єктів різних рівнів. Згідно Закону України «Про інформаційний суверенітет та інформаційну безпеку України» під інформаційними технологіями розуміють матеріалізовані на базі інформаційної інфраструктури види, способи і методи діяльності та застосування технічних засобів, призначених для створення, накопичення, зберігання, поширення та використання інформації [2].

Досліджуючи історію розвитку вищої освіти в Україні, можемо стверджувати, що саме для підготовки спеціалістів з економічної кібернетики були вперше запроваджені інформаційно комунікаційні технології у навчальний процес. Л. М. Дибкова визначає інформаційні технології як сукупність методів і програмно технічних засобів, об'єднаних у технологічний ланцюжок, що забезпечують збирання, оброблення, зберігання, поширення та відображення інформації з метою зменшення трудомісткості процесів використання інформаційного ресурсу, а також підвищення їхньої надійності й оперативності [1].

На даний час в навчальних планах підготовки майбутніх фахівців з економічної кібернетики згідно галузевим стандартам запроваджені такі нормативні навчальні дисципліни, як: економічна кібернетика; системи підтримки прийняття рішень; електронна комерція, технологія створення програмних та інтелектуальних систем; інформаційний бізнес; інформаційні системи в економіці. Серед вибірковок дисциплін з інформаційними технологіями пов'язані такі як: управління інформаційними ресурсами; моделі управління інформаційними технологіями; WEB програмування; стохастичне програмування; автоматизація проектування інформаційних систем. Як бачимо з переліку предметів, майбутні фахівці з економічної кібернетики протягом навчання у вищому навчальному закладі постійно вивчають особливості функціонування інформаційно комунікаційних технологій в економічній сфері діяльності підприємств [3].

Перед викладачами вищих навчальних закладів стоїть складна задача навчити майбутнього фахівця з економічної кібернетики раціонально використовувати інформаційно комунікаційні технології, їх технічні можливості та програмне забезпечення обчислювальної техніки при економічному аналізі, коли в якості первинної інформації потрібно застосовувати численні техніко економічні і соціальні показники, нормативно довідкові та інші вхідні дані. Також необхідно навчити студентів підбирати програмне забезпечення, яке б відповідало специфіці вирішуваних задач та реалізовувало би вибраний економіко математичний метод, та в результаті обробки первинної інформації крім основних показників, видавав би й низку допоміжних чинників, які б полегшували інтерпретацію одержаних результатів.

Таким чином, застосування інформаційно комунікаційних технологій у навчальному процесі професійної підготовки майбутніх фахівців з економічної кібернетики в Україні потребує подальшого удосконалення та адаптації до сучасних умов економіки та ринку праці в Україні.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Дибкова Л.М. Информатика та комп'ютерна техніка: Посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Видавничий центр «Академія», 2002. 320 с.
2. Закон України «Про інформаційний суверенітет та інформаційну безпеку України». Електронний ресурс. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg>
3. Освітньо-професійна програма перепідготовки спеціаліста напрямку 0501 «Економіка і підприємництво» / Кол. авт. під заг. керів. А.Ф. Павленка. Київ : КНЕУ, 2003. 134 с.



**ПРО МІНІМАЛЬНУ РОЗМІТКУ ДИСКРЕТНОГО ОПЕРАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА,  
ЯКА ДОПУСКАЄ СПРЯМОВАНЕ ПЕРЕСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ АГЕНТІВ БЕЗ  
КОМПАСА**

**Сапунов С. В.**

*Інститут прикладної математики і механіки НАН України, м. Слов'янськ, Україна  
sapunov\_sv@yahoo.com*

Автомати, що пересуваються на графах, є математичною формалізацією автономних мобільних агентів з обмеженою пам'яттю, які функціонують у дискретних середовищах. У рамках цієї моделі інтенсивно розвиваються дослідження поведінки автоматів у лабіринтах (лабіринти є орграфами спеціального виду, які укладено на цілочисловій решітці) [1]. Результати, які отримано для автоматів та лабіринтів спираються на важливе припущення – автомати, що функціонують у лабіринтах можуть розрізняти напрямки, тобто мають компас [2]. В даній роботі у якості операційного середовища автомата розглядаються неорієнтовані графи з позначеними вершинами. У [3] було запропоновано так звану детерміновану вершинну розмітку графа, яка є аналогом розмітки дуг лабіринтів в сенсі сприяння спрямованому пересуванню автомата. В даній роботі запропоновано прохідну для скінченого автомата недетерміновану вершинну розмітку з меншою кількістю типів позначок.

За допомоги  $Z$  позначимо множину цілих чисел, а за допомоги  $Z_n$  її підмножину  $Z_n = \{0, 1, \dots, n-1\}$ . Нескінченим графом квадратної решітки  $G(Z^2)$  назвемо простий зв'язний неорієнтований граф, вершини якого відповідають різним точкам площини  $Z^2$  і вершини з'єднані ребрами, якщо відстань між ними дорівнює одиниці. Графом квадратної решітки  $G(Z_n \times Z_m)$  назвемо підграф графа  $G(Z^2)$ , породжений вершинами, що відповідають різним точкам площини  $Z^2$ , абсциса яких знаходиться в діапазоні від 0 до  $n-1$ , а ордината – від 0 до  $m-1$ . Нескінчений в обидві сторони ланцюг розглядатимемо як вироджений граф квадратної решітки  $G(Z \times Z_1)$ . Вважатимемо, що ім'я вершини графа це її координати на площині  $Z^2$ . Позначеним графом назвемо простий зв'язний неорієнтований граф з позначеними вершинами  $G = (V, E, M, \mu)$ , де  $V$  – множина вершин,  $E$  – множина ребер,  $M$  – множина позначок,  $\mu: V \rightarrow M$  – сюр'єктивна функція розмітки. Шляхом на графі  $G$  назвемо послідовність вершин  $p = v_1 \dots v_k$  таку, що  $(v_i, v_{i+1}) \in E$ ,  $i = 1, \dots, k-1$ .

Графохідним автоматом (graph walking automaton) на позначеному графі  $G$  назвемо шістку  $A = (S, X, Y, s_0, \varphi, \psi)$ , де  $S$  – скінчена множина станів,  $X = \{(a_0, \{a_1, \dots, a_k\}) \mid a_i \in M, 0 \leq i \leq k\}$  – скінчений вхідний алфавіт ( $a_0$  – позначка вершини, у якій знаходиться автомат (поточної вершини),  $\{a_1, \dots, a_k\}$  – множина (або мультимножина) позначок усіх вершин з околу поточної вершини,  $k$  – ступінь поточної вершини),  $Y = M$  – скінчений вихідний алфавіт ( $y = a$  означає, що автомат переходить з поточної вершини до суміжної з нею вершини з позначкою  $a \in M$ ),  $s_0 \in S$  – початковий стан,  $\varphi: S \times X \rightarrow S$  – функція переходів,  $\psi: S \times X \rightarrow Y$  – функція виходів. Автомат функціонує наступним чином: спостерігає розмітку околу поточної вершини, визначає позначку вершини з нього, здійснює перехід до вершини з цієї позначкою. Нехай автомат  $A$  в момент часу  $t$  знаходиться у вершині  $v(t)$  графа  $G$ . Пересування автомата називатимемо рівномірним та спрямованим, якщо існує такий натуральний період  $T$ , що для будь-якого моменту часу  $t$  виконується  $v(t+T) - v(t) = v(t+2T) - v(t+T)$ . Обмеженість обсягу пам'яті скінченого автомата накладає ряд суттєвих обмежень на обчислювальні можливості цього пристрою, а отже і на розмітку графа. По-перше алфавіт позначок має бути скінченим, по-друге слова у цьому алфавіті, які відповідають спрямованим траєкторіям пересування автомата, повинні мати періодичну структуру.

Розмітку графа  $G(Z^2)$  можна розглядати як функцію  $\mu: Z^2 \rightarrow M$ . Розмітку назвемо періодичною у напрямку  $(p, q)$  ( $p, q \in Z$ ), якщо  $\mu(i+p, j+q) = \mu(i, j)$  для будь-яких  $i, j \in Z$ . Напрямки  $(0, q)$ ,  $(0, -q)$ ,  $(p, 0)$ ,  $(-p, 0)$  відповідають напрямкам осей координат. Будемо казати, що розмітка зберігає координатні напрями, якщо для будь-якої вершини  $(i, j) \in Z^2$  і будь-якого натурального  $p \geq 1$  позначки шляхів з вершини  $(i, j)$  до вершин  $(i, j+p)$ ,  $(i, j-p)$ ,  $(i+p, j)$  та  $(i-p, j)$  є попарно різними. Розмітку назвемо прохідною, якщо (traversable), якщо з її використанням автомат може пересуватися на графі у будь-якому напрямку. Розмітку, що мінімізує кількість типів використаних позначок, назвемо мінімальною.

Шлях  $p = v_1 \dots v_k$  назовемо детермінованим, якщо його розмітка  $\mu(p) = a_1 \dots a_k$  така, що для вершини шляху  $v_i$  існує єдина суміжна вершина з позначкою  $a_{i+1}$  для усіх  $i = 1, \dots, k$ . Показано, що для прохідності недетермінованої вершинної розмітки графа необхідно і достатньо, щоб для кожної вершини існував детермінований шлях у кожному околу.

Показано, що мінімальна прохідна розмітка графа одновимірної решітки  $G(Z \times Z_1)$  використовує позначки двох типів. Нехай  $M = \{0, 1\}$ . Розмітку визначимо наступною умовою: для будь-якої вершини  $v$ , якщо  $\mu(v) = a$ ,  $a \in M$ , то суміжні з нею вершини мають позначки  $a$  та  $b = a \oplus 1$ . Наведена розмітка є періодичною у напрямку 4. Для автомата, що починає рухатися з довільної вершини графа  $G(Z \times Z_1)$  є два можливі напрямки руху: перше – на вершину, позначка якої співпадає з позначкою поточної вершини, і друге – на вершину, позначка якої відрізняється від неї. Перший напрямок умовно назовемо «захід», другий – «схід». Нехай  $i, i+1 \in Z$  довільні вершини та  $\mu(i) = \mu(i+1)$ . Тоді «схід» для автомата у вершині  $i$  означає «захід» для автомата у вершині  $i+1$  і навпаки. У цьому полягає відміна розглядуваної розмітки від детермінованої розмітки, для якої «схід» та «захід» у будь-якій вершині визначено однозначно. Пересування автомата на «схід» полягає у послідовному повторенні двох кроків: (1) перейти на вершину, позначка якої відрізняється від позначки поточної; (2) перейти на вершину, позначка якої співпадає з позначкою поточної. Пересування на «захід» отримаємо, якщо поміняємо місцями кроки (1) та (2).

Показано, що для графа  $G(Z_n \times Z_m)$ , де  $n > 2$ ,  $m \geq 2$ , не існує прохідної розмітки, яка використовує позначки двох типів. Показано далі, що для мінімальної прохідної розмітки графа  $G(Z^2)$  необхідно і достатньо позначок трьох типів. Нехай  $M = \{0, 1, 2\}$ . Одна з можливих розміток графа  $G(Z^2)$  визначається наступними умовами: якщо вершини  $(i, j), (i+1, j), (i-1, j) \in Z^2$  позначено позначкою  $a \in M$ , то вершини  $(i, j+1), (i-1, j+1), (i-1, j-1)$  та  $(i+2, j)$  позначено позначкою  $b = a \oplus_3 1$ , а вершини  $(i, j-1), (i+1, j+1), (i+1, j-1)$  та  $(i-2, j)$  позначено позначкою  $c = a \oplus_3 (-1)$ . Отримана розмітка є періодичною у напрямках  $(9, 0)$  та  $(0, 9)$ . Показано, що за такої розмітки для кожної вершини існує детермінований шлях до кожної вершини з її околу. Послідовність таких шляхів визначає пересування у потрібному напрямку.

Обходом графа назовемо будь який шлях, що проходить через усі вершини графа. Показано, що існує автомат, який обходить будь який мінімально позначений граф  $G(Z_n \times Z_m)$ , де  $n > 0$ ,  $m > 0$ . Скінчений автомат не може обходити нескінчений граф без використання додаткових засобів. У дослідженнях поведінки автоматів у лабіринтах як один з таких засобів використовуються камені, тобто переносні маркери, які автомат може встановлювати та підбирати у вершинах графа. Показано далі, що існує автомат з двома каменями, який обходить будь який мінімально позначений граф  $G(Z \times Z_n)$ , де  $n \geq 1$ . Показано також, що існує автомат з трьома каменями, який обходить мінімально позначений граф  $G(Z^2)$ . Автомат, який побудовано для пересування з використанням мінімальної прохідної розмітки, складніший за автомат, який використовує для пересувань детерміновану розмітку. Це викликано тим, що внаслідок недетермінованості мінімальної розмітки перший автомат для переходу на вершину, що суміжна поточній, проходить шлях довжиною у кілька вершин. Особливо складною є структура таких шляхів для вершин, що визначають зовнішню грань скінченого графу  $G(Z_n \times Z_m)$ . Таким чином мінімізація прохідної розмітки графа приводить до зростання складності графохідного автомата. Показано, що існує автомат, який будує мінімальну прохідну розмітку графа  $G(Z \times Z_1)$ . Показано далі, що існує автомат з трьома каменями, який будує мінімальну прохідну розмітку графа  $G(Z^2)$ .

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Kilibarda G. Independent systems of automata in labyrinths / Kilibarda G., Kudryavtsev V. B., Uscumlic S. // Discrete Mathematics and Applications – 2003. – Vol. 13, iss. 3. – pp. 221-255.
2. Donald B. R. The Compass That Steered Robotics // Logic and Program Semantics, Springer – 2012. – pp. 50-65.
3. Сапунов С. В. Про розмітку дискретного операційного середовища, яка сприяє спрямованому пересуванню мобільних агентів з обмеженою пам'яттю // «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту»: матеріали міжнародної наукової конференції. – Херсон: Вид-во ПП Вищемирський В. С. – 2017. – с. 140-142.

## КОМБІНАТОРНА ПРИРОДА СИМЕТРІЇ В БІОЛОГІЇ

Тимофієва Н.К.

МННЦ ІТiС НАНУ та МОН України 03022, Київ, просп. Ак. Глушкова, 40,  
E-mail: Tymnad@gmail.com

**Вступ.** В процесі впорядкування комбінаторних множин утворюються симетрії різних типів. Відповідно, симетрія характерна і для знакових комбінаторних просторів, які існують в двох станах: спокої (згорнутому) та динаміці (розгорнутому). Оскільки їхні аксіоми справедливі і для деяких природних просторів, зокрема біологічних, то досліджуючи її в комбінаториці можна пояснити природу симетрії розгорнутого біологічного простору.

**Постановка задачі.** В літературі описано багато способів дослідження симетрії як неживої так і живої природи. З цією метою використовують геометричний та алгебраїчний підходи. У [1] досліджується симетрія розгорнутого біологічного простору з використанням геометрії, а в [2] – біологічного згорнутого з використанням алгебраїчних підходів. Нижче показано, яким чином при розгортанні біологічного простору із згорнутого утворюється симетрія в біології (розгорнутого простору).

**Підхід, що пропонується.** Для виявлення симетрії комбінаторних множин використано спосіб генерування комбінаторних конфігурацій, що ґрунтується на властивості періодичності. Для пояснення симетрії біологічних форм використовуються знакові комбінаторні простори.

**Математична модель симетрії комбінаторних множин.** Симетрія передусім геометричне поняття, однак воно застосовується також щодо негеометричних об'єктів у математиці та інших науках. В теорії груп в залежності від перетворень виділяють різні види симетрії. Вони можуть бути точними або наближеними. Симетрію комбінаторних множин в літературі висвітлено недостатньо.

Змодельємо симетрію комбінаторних множин, упорядкованих за певними правилами, скінченною послідовністю чисел, значення яких збільшуються до найбільшого з них, а потім зменшуються (або зменшуються до найменшого, а потім збільшуються). Уявна площина, яка проходить через найбільше (або найменше) число послідовності, ділить її на дві частини, значення яких від центру рівномірно зменшуються (або збільшуються), але ці частини необов'язково дзеркально симетричні. Дослідження комбінаторних множин показує що вони характеризуються як наближеною, так і точною симетрією. При точній симетрії уявна площина ділить послідовність чисел по найбільшому (або найменшому) чи проходить між двома найбільшими (або найменшими). Дві розділені частини – дзеркально симетричні. При аналізі комбінаторних множин, які впорядковані за іншими правилами, можна виявити інші види симетрії.

**Означення 1.** Під симетрією комбінаторної множини розуміємо таку її структуру, при якій числові значення кількості комбінаторних конфігурацій підмножин, якими впорядкована ця множина, утворюють скінченну послідовність чисел, яка характеризується точною або наближеною симетрією.

**Базові множини та комбінаторні конфігурації.** Комбінаторною конфігурацією назвемо будь-яку сукупність елементів, яка утворюється з усіх або з деяких елементів заданої множини  $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ . Позначимо її упорядкованою множиною  $w = (w_1, \dots, w_\eta)$ ,  $\eta \in \{1, \dots, n\}$  – кількість елементів у  $w$ ,  $W$  – множина комбінаторних конфігурацій. Під символом  $w_j \in A$  розуміємо як окремі елементи, так і підмножини (блоки).

**Означення 2.** Дві нетотожні комбінаторні конфігурації  $w = (w_1, \dots, w_\eta)$  та  $\tilde{w} = (\tilde{w}_1, \dots, \tilde{w}_\eta)$  назвемо ізоморфними, якщо  $\eta = \tilde{\eta}$ .

**Означення 3.** Підмножину  $W_\eta \subset W$  назвемо підмножиною ізоморфних комбінаторних конфігурацій, якщо її елементи – ізоморфні комбінаторні конфігурації.

**Симетрія комбінаторних конфігурацій та комбінаторних множин.** Комбінаторну конфігурацію подамо упорядкованою послідовністю, для якої існує її симетрична. Вважатимемо, що  $w$  симетрична, якщо вона збігається сама з собою при русі без деформацій. Існує єдиний спосіб перемістити симетричну послідовність так, щоб вона збіглася з початковою. Це – її поворот на  $180^\circ$ . Уведемо таке означення.

**Означення.** Інверсією комбінаторної конфігурації  $w = (w_1, \dots, w_\eta)$  назвемо  $\tilde{w} = (\tilde{w}_\eta, \dots, \tilde{w}_1)$ , тобто  $w \in W$  та  $\tilde{w} \in W$  симетричні одна відносно другій.

Для перестановки  $w = (1, 2, \dots, n-1, n)$  симетричною є  $\tilde{w} = (n, n-1, \dots, 2, 1)$ .

У природі існує скінченне число множин комбінаторних конфігурацій одного і того ж типу, кожна з яких може бути впорядкована різними способами. Симетрія спостерігається в упорядкованих множинах.

Як показав аналіз цих множин, вони можуть упорядковуватися одними і тими самими процедурами, тобто існують закономірності їхнього генерування. Однією з таких властивостей є властивість періодичності, яка випливає з рекурентного способу утворення та впорядкування комбінаторних конфігурацій.

Множина  $W$  будь-якого типу комбінаторних конфігурацій упорядковується інтервалами нульового рангу і процес їхнього впорядкування – періодичний. Згідно з властивістю самоподібності інтервал  $\sigma$ -го рангу складається з інтервалів  $(\sigma - 1)$ -го рангу, інтервал  $(\sigma - 1)$ -го рангу – з інтервалів  $(\sigma - 2)$ -го рангу, інтервал 1-го рангу – з інтервалів нульового рангу. Нескладно, знаючи правила їхнього впорядкування, визначити кількість комбінаторних конфігурацій у їхній множині. За певними правилами, які різні для різних типів комбінаторних конфігурацій, утворюємо скінченну послідовність, кожне значення якої задає кількість  $w$  в інтервалах  $\sigma$ -го рангу. Для різних типів комбінаторних конфігурацій ці послідовності характеризуються як наближеною, так і точною симетрією. Для сполучень без повторень для різних значень  $n$  при певному впорядкуванні  $W$  послідовності утворюють арифметичний трикутник і характеризуються точною симетрією. Для розбиття натурального числа або  $n$ -елементної множини на підмножини утворені скінченні послідовності характеризуються наближеною симетрією.

*Знакові біологічні простори.* Оскільки для біологічних просторів властиві закони комбінаторики, то насінину чи клітину розглянемо як згорнутий біологічний простір, який задамо інформаційним знаком  $\mathfrak{R} = \langle A, T, \mathfrak{S}, \mathfrak{E} \rangle$  [3], де  $A$  – одна або кілька базових множин, елементами яких можуть бути азотисті основи, амінокислоти або інші базові біологічні об'єкти, з яких утворюються розгорнуті біологічні простори,  $T$  – тип знакового біологічного простору,  $\mathfrak{S}$  – правила розгортання біологічного простору;  $\mathfrak{E}$  – правила згортання простору заданого типу з точок як одного так і кількох просторів. Тобто, згорнутим біологічним простором назвемо інформаційний знак, який містить базові множини і систему правил, за допомогою яких комбінацією елементів цих множин розгортається живий організм – розгорнутий біологічний простір. Під дією певних чинників (для рослин – це тепло, волога і земля) утворюється живий об'єкт – розгорнутий простір, який має здатність до згортання. Точкою знакового біологічного простору може бути як розбиття числа так і розбиття  $n$ -елементної множини на підмножини або сполучення без повторень. Таким чином, біологічним формам властиві закони знакових комбінаторних просторів та їхня динаміка утворення симетрії.

**Моделювання динаміки розгортання знакових біологічних просторів з використанням комбінаторики.** Під дією певних правил згорнутий біологічний простір починається розгортатися. Як відомо, клітини в живому організмі – тотожні і містять усі властивості згорнутого простору. Виходячи з цього може бути два варіанти розгортання знакового біологічного простору.

*Перший варіант.* При діленні клітини дублюється нова шляхом копіювання інформації з базової клітини. В цьому разі утворений простір подібний до простору сполучення без повторень, числові значення кількості комбінаторних конфігурацій у підмножинах утворюють арифметичний трикутник (трикутник Паскаля). Якщо скласти числа цієї таблиці по діагоналі (зліва направо, знизу вгору), то отримаємо послідовність чисел Фібоначчі. Тобто при розгортанні біологічного простору за правилами комбінаторного простору сполучення без повторень мають місце числа Фібоначчі. Цьому простору характерна строга симетрія.

*Другий варіант.* Одна клітина ділиться на дві частини, можливо однакові. В цьому разі проводиться перебір (частковий чи повний) елементів базової множини (амінокислот або інших базових біологічних об'єктів). В цьому разі утворений простір аналогічний множині розбиття натурального числа. В процесі його розгортання також утворюються числа Фібоначчі. Утвореному біологічному простору характерна наближена симетрія.

**Висновок.** Отже, знаковий біологічний простір існує в двох станах: спокої (згорнутий) та динаміці (розгорнутий) і розгортається аналогічно комбінаторному. При розгортанні як комбінаторного так і біологічного простору утворюються симетрії різних типів. Знаючи утворення симетрії в комбінаторних просторах, можна дослідити природу її утворення і в біології.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Петухов С.В. Геометрии живой природы и алгоритмы самоорганизации / С.В. Петухов. М.: Знание, Серия «Математика кибернетика», 1988. № 6. 48 с.
2. Гупал А.М. Симметрия в ДНК. Методы распознавания дискретных последовательностей / А.М. Гупал, И.В.Сергиенко: Наук. думка, 2016. 227 с.
3. Тимофієва Н.К. Знакові комбінаторні простори та штучний інтелект / Н.К. Тимофієва // Штучний інтелект. 2015. 1-2(67-68). С.180–189..

**ГЕНЕТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ РОЗПОДІЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ВУЗЛАМИ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ**

**Товкач С.С.**

*Національний авіаційний університет,  
Київ, проспект Космонавта Комарова, 1 корп. 5, к. 5.107, tcctit7@ukr.net*

**Вступ.** Планування оптимального розподілу вузлів обробки інформації безпроводної сенсорної мережі (БСМ) системи автоматичного керування авіаційних газотурбінних двигунів (САК ГТД), які здійснюють одночасне функціонування в межах одного робочого простору є однією з актуальних задач сучасної кібернетики. Серед основних методів керування складними технічними (інтелектуальними) системами ГТД [1,2] для проектування раціональної топології БСМ добре зарекомендували себе генетичні алгоритми (ГА), побудовані на основі формуванні хромосом – кодуванні необхідних рішень. Хромосома представляє собою послідовність вузлів, які вказують розташування мікродатчиків, при цьому кожен вузол вміщує гени – інформацію про місце розташування мікрооб’єктів в робочій області.

**Генетичний алгоритм.** При моделюванні розподіл об’єктів в робочій області визначається за допомогою генератора випадкових чисел для формування хромосоми. Так, у випадку (рис. 1), навколо кожного об’єкта на заданій відстані (видимій) повинно знаходитись вісім вузлів.

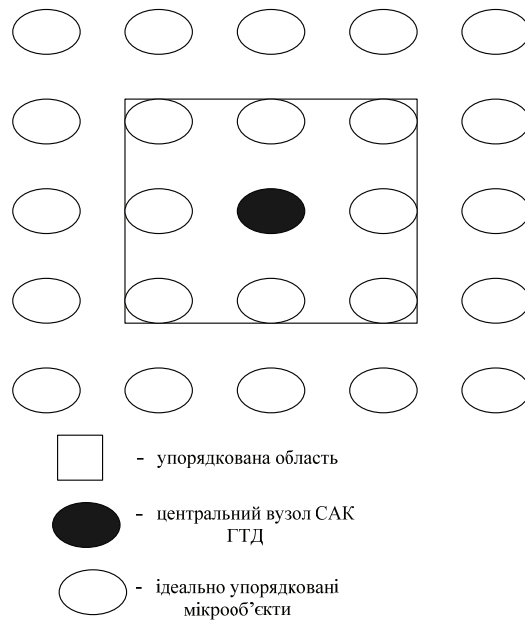


Рис. 1. Ідеально упорядкована область

Можливі напрямки позначають послідовно (починаючи з  $N$ ) через вісім секторів, формуючи хромосому, де кожному сектору відповідає один або більше сегментів хромосоми, так як в кожному секторі може знаходитись до  $n$  мікрооб’єктів (рис. 2).

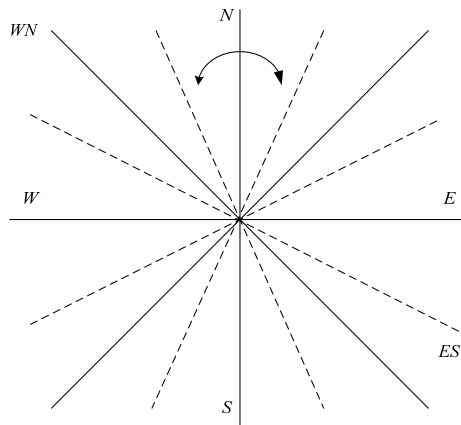


Рис. 2. Алгоритм формування хромосоми

Кількість сегментів визначається кількістю мікрооб'єктів, які знаходяться в цьому секторі (в межах видимості).

Хромосома - опис конфігурації для центрального вузла. Таким чином, хромосома починається із запису генів центрального мікрооб'єкта (рис. 3), потім інформація про відносне положення мікрооб'єктів навколо нього, при чому частина інформації уже відома.



Рис. 3. Вигляд хромосоми

Розповсюдження процесу упорядкування відбувається хвилеподібно, сигнал алгоритму функціонує за всіма можливими напрямками, або тільки за заданими.

В кожному сегменті (рис. 4) перші три біти відповідають за напрямок, 000 відповідає напрямку  $S_N$ , якщо 001 -  $S_{NE}$ , 010 -  $S_E$ , і т.д.

3 біти	2 біти	3 біти	1 біт
$N_{сект}$	$R$	$F$	приналежність до ідеальної хромосоми

Рис. 4. Вигляд сегменту (вузла)

$N_{сект}$  - номер сектора де знаходиться об'єкт (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111);

$R$  - відстань до об'єкта (00 - близько, 01 - норма, 10 - далеко);

$F$  - функціональність об'єкта (обчислювач, маршрутизатор, кінцевий пристрій).

Приналежність до ідеальної хромосоми - показує упорядкованість об'єкта (1 або 0), тобто, знаючи вхідний сигнал, можна скоротити кількість варіантів перебору та вибрати напрямок подальшого розповсюдження.

Ідеальна хромосома являє собою набір вузлів, де всі мікрооб'єкти знаходяться на однаковій відстані від центрального вузла причому в кожному секторі знаходиться хоча б один об'єкт.

Геометрична інтерпретація роботи алгоритму та вигляду хромосоми визначається:

$R_{\Sigma} = R_{i0}$  - хромосома вважається ідеальною;

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n R_i, \quad (1)$$

де  $R_{\Sigma}$  - середня відстань до об'єкта;  $R_i$  - відстань від центру до мікрооб'єкта  $i$ ;

$R_i < R_{i0}$  - стиснута хромосома, мікрооб'єкти розташовані близько до центру;

$R_i > R_{i0}$  - розширена хромосома, мікрооб'єкти віддалені від центру.

**Висновок.** Для проведення модельних експериментів, які підтверджують адекватність запропонованого підходу керування мікрооб'єктами в САК ГТД необхідно враховувати основні характеристики алгоритму: розмір популяції, відбір або мутація із середнім порогом, кросинговер - алгоритм пошуку і знищення клонів.

Актуальність нових технологій [3] в системах керування авіаційними ГТД обумовлена принципом розподілу мікрооб'єктів, який реалізований в генетичному базисі та досягає підвищення швидкодії роботи САК ГТД, а також дозволяє знизити вимоги обчислювача для системи планування локальних переміщень, реалізованих на основі ГА.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Гуревич О.С. Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями / Под ред. О.С. Гуревича. – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2010. – 264 с.

2. Васильев В.И. Интеллектуальные системы управления с использованием генетических алгоритмов / В.И. Васильев, Б.Г. Ильясов.– Уфа: УГАТУ, 1999. – 104 с.
3. EUROCAE [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.eurocae.net/>

## АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ГІДРОРЕСУРСІВ ТА ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПАВОДКІВ

Триснюк В. М.

*Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору  
trysnyuk@ukr.net*

Внаслідок значного техногенного впливу на геологічне середовище спостерігаються комплексні зміни геохімічних, гідрологічних, інженерно-геологічних умов, які в ряді регіонів призводять до стійкого погіршення природної обстановки і набули транскордонного характеру. Суттєвих змін зазнають гідрохімічні та гідродинамічні показники поверхневих та підземних вод. Одними з головних проблемних питань оцінки еколого-геологічного стану ГС є вивчення стану підземних вод і проблем, що з цим пов'язані. Серед загального складного комплексу робіт великого значення набуває оцінка захисних властивостей зони аерації. Зона аерації служить природним захистом підземних вод від забруднення у природних і екстремальних умовах. Її характеристики визначають час проникнення забруднення у перший від поверхні водоносний горизонт, у її межах здійснюються процеси сорбції та іонний обмін. Для умов України, де більша частина сільського населення (близько 70%) використовує води першого від поверхні водоносного горизонту, що зазнав техногенного забруднення нітратами, сульфатами, хлоридами, важкими металами, органічними сполуками тощо, дослідження з оцінки захисних властивостей порід зони аерації і прогнозування потрапляння забруднення у ґрунтові води набуває особливо важливого значення.

Основними природними показниками, на яких ґрунтуються оцінки з визначення часу надходження забруднюючих речовин з поверхні землі до ґрунтових вод, стали її потужність і літологічний склад порід зони аерації.

З огляду на застосування можливостей ГС при регіональних картографічних побудовах та подальшу систему оцінок захищеності ґрунтових вод, для виконання даного виду робіт були задіяні попередньо створені електронні карти потужності зони аерації та будови літологічного складу її порід масштабу 1: 100 000. Кожна із залучених для цих побудов вихідних електронних карт була піддана попередній обробці, яка полягала в генералізації виділених підрозділів.

Для безпосередньої реалізації завдань з оцінки часу проникнення забруднюючих речовин в ґрунтові води використані ГС-технології (ArcView GIS 3.2a). Оцінку захисних властивостей порід зони аерації було виконано шляхом створення просторової моделі для визначення взаємозв'язку між об'єктами за допомогою модуля Geoprocessing ArcGIS. Для створення моделі використовувався метод векторного накладання шарів, який дозволяє автоматично визначити області перетину об'єктів та територій, що зіставляються. В результаті створюється новий набір даних, в якому кожній результуючій області присвоєні атрибути обох вихідних. Для розрахунку часу проникнення були використані інформаційний шар літологічних різновидів зони аерації та шар інформаційних потужностей зони аерації. Для кожного виділеного таксону, залежно від будови його розрізу, обчислення виконувалося за відповідними формулами. В залежності від розрахункового часу можливого проникнення виділяємо 5 його градацій: <50 діб; 50-250 діб; 250-1000 діб; 1000-3000 діб; >3000 діб. Хоча таке районування певною мірою умовне і схематичне, воно відображає загальну тенденцію можливого проникнення забруднюючих речовин у ґрунтові води. До того ж районування базується на об'єктивних даних щодо проаналізованої значної кількості достовірної інформації про літологічний склад, фільтраційні особливості і потужності зони аерації і цілком прийнятне при здійсненні загальних регіональних оцінок.

Природно-техногенна гідроекосистема керується за рахунок запасу та обміну інформацією, яка надходить від екологічного моніторингу. Стосовно саме таких систем може бути сформульований принцип техногенної екологічної безпеки - стан, при якому забезпечується стійка взаємодія людини і природи. На нашу думку техногенна екологічна безпека використання гідроресурсів і гідроекосистем в цілому повинна базуватись на гідроекосистемній концепції збалансованого природокористування, а саме:

1. довіклію притаманна гідроекосистемна ієрархія;
2. гідроекосистеми є частиною гідроекологічного середовища;
3. гідроекосистеми характеризуються "організаційністю";
4. в межах гідроекосистем нерозривно взаємопов'язані природні умови та господарська діяльність;
5. гідроекосистеми - оптимальні територіальні одиниці моніторингу природного середовища;

б.використання картографічного та імітаційного математичного моделювання гідроекосистем - основа прогнозування та оптимізації стану гідроекосистем.

Алгоритм аналізу та моделювання екстремальних паводків включає: побудову серії гідрографів найбільших паводків і графіків характерних рівнів води, оцінку особливостей проходження паводків, формування бази даних про морфометрію русла і стан протипаводкових об'єктів, створення гідрологічно коректної цифрової моделі рельєфу, оглядової ГІС-моделі, яка визначає межі зон ризику підтоплення при заданих рівнях води, побудову детальніших (великомасштабних) моделей ризику затоплення паводками для ключових ділянок річкової долини.

Основою методики збору та систематизації інформації є обробка картографічного матеріалу шляхом векторизації. При складанні бази даних враховувались характерні особливості природних об'єктів та їх взаємодія. Ще однією методикою отримання інформації, що використовувалася нами при побудові моделей басейнової системи, було опрацювання даних дистанційного зондування Землі, яке дозволило скласти карту землекористування досліджуваного басейну. Враховуючи важливе значення даних дистанційного зондування для визначення ступеня антропогенного впливу на довкілля, нами були використані різночасові космознімки таких джерел, як „СІЧ-2”, LANDSAT.

Можливості традиційних методів досліджень причинно-наслідкових закономірностей формування якості поверхневих вод, суттєво розширюються при використанні матеріалів дистанційного зондування водних об'єктів та їх поверхневих водозборів. Сучасні технічні засоби дистанційного зондування дозволяють отримати достатньо різноманітну інформацію про властивості земної поверхні у видимій (0,3-0,8 мкм), ближній (1,8-5,3 мкм) і дальній (7-14 мкм) ІЧ- областях спектру, а також в діапазоні НВЧ (3-100 см). Спеціальними методами обробки різних видів цієї інформації вивчаються закономірності просторово-часових розподілів водних мас, які відрізняються вмістом розчинених або зважених речовин природного та антропогенного походження .

Вся кадастрова інформація опрацьована за допомогою геоінформаційних технологій у програмному середовищі ArcGIS. Географічною основою для баз геоданих послужила цифрова карта областей Західної України масштабу 1 : 200 000 із вказаними населеними пунктами, нанесеними залізними, автодорогами, водотоками та іншими природними і техногенними об'єктами. Картографічна основа узгоджена із космознімками LANDSAT 5 із роздільною здатністю 10 і 30 м відповідно.. Це дозволяло точніше дешифрувати досліджувані об'єкти та наносити їх на карту. Новим прогресивним методом вважають також повітряне лазерне сканування промислових об'єктів з одночасною прив'язкою через GPS-приймач до географічних координат. Матеріали знімання дають змогу створити 3D моделі рельєфу із точністю 15–20 см та аерофотомозаїку масштабу 1 : 1 000–1 : 5 000, отримати інформацію про конструкційні й експлуатаційні параметри інженерних споруд і будівель, розрахувати технічні параметри гірничих об'єктів (кар'єрів, відвалів, відстійників тощо) за їхніми тривимірними моделями

Кінцевою метою моделювання природно-технічної системи є управління технологічними і екологічними процесами в інтересах її стабілізації або розвитку. Відповідно до цієї мети можна виділити три етапи моделювання: інформаційне забезпечення, імітаційне моделювання, управлінське моделювання.

Перший етап моделювання пов'язаний з формуванням банка інформації за трьома напрямками:

1.збір та аналіз результатів натурних спостережень, інженерних вишукувань, вивчення архівних матеріалів з метою накопичення первинної інформації;

2.використання традиційних моделей з визначення розрахункової інформації, наприклад, моделі швидкостей течії, стратифікації у водоймах;

3.генерування інформації, якої недостатньо як вихідної, наприклад, за аналогічними басейновими гідроекосистемами або природними умовами. Метод аналогій доцільно використовувати для прогнозу природних передумов і екологічних наслідків антропогенного навантаження (наприклад, розташування МГЕС) в межах басейнових екосистем досліджуваного регіону. Другий етап моделювання ставить собі за мету розробку імітаційних моделей для формалізації взаємодії техногенних і екологічних процесів. Найбільш загальною формою моделі природно-техногенного процесу є багатофакторні моделі у вигляді регресійних залежностей. Імітаційні моделі є вихідними для визначення прогнозних ситуацій, які оцінюють вірогідні екологічні ситуації. Така оцінка проводиться на третьому етапі модельних досліджень. Залежно від результату що прогнозується, приймаються рішення щодо управління системи на основі багатокритеріального аналізу (3 етап). Виконані роботи з оцінки захисних властивостей порід зони аерації в цілому дозволяють диференціювати досліджувану територію за умовами захищеності ґрунтових вод від забруднення. Даний інформаційний матеріал в сучасних умовах глобального техногенного втручання у довкілля набуває актуального значення і дозволяє виявляти, картувати та виконувати рогнозну оцінку закономірностей і динаміки негативних змін екологічного стану ґрунтових вод. Зіставлення в ГІС показників розрахункового часу проникнення забруднюючих речовин крізь зону аерації з переважаючим напрямком фізико-хімічної міграції хімічних елементів та існуючим рівнем забруднення, дозволяє



визначити різний ступінь ризику забруднення ґрунтових вод та прогнозувати їх підтоплення та забруднення.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Уалханова А.Т.<sup>1</sup>, Денисова Н.Ф.<sup>1</sup>, Крак Ю.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д.Серикбаева, Республика Казахстан, 070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова А.К., 69, AUalkhanova@ektu.kz

<sup>2</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко 01601, Киев, ул. Владимирская 64/13, krak@univ.kiev.ua

Целью работы является разработка методов построения интегрированной информационно-аналитической системы геологических объектов Восточно-Казахстанского региона. В качестве объекта исследования были выбраны геологические объекты Восточно-Казахстанской области (ВКО), входящие в перечень геологических объектов государственного природно-заповедного фонда республиканского и международного значения. Предметом исследования являются виртуальные трехмерные модели геологических объектов и интеграция моделей и геоинформационной системы (ГИС). Исходя из цели, объекта и предмета исследования были сформулированы следующие проблемы:

- классификация геологических объектов по различным критериям;
- исследование возможностей геоинформационных систем для решения задачи 3D-визуализации геологических объектов, выбор геоинформационной системы;
- разработка методов 3D-визуализации и привязки трехмерной модели к географическим координатам в ГИС;
- разработка информационно-аналитической системы геологических объектов Восточного Казахстана.

Для осуществления классификации геологических объектов необходимо решить следующие практические и научные задачи:

- создание базы данных геологических объектов ВКО, таблицы которой будут включать полную информацию об объекте, такую как полное наименование объекта, географические координаты, месторасположение, площадь, краткое и геологическое описание, инфраструктуру, логистику, фотографии, виртуальные модели, ссылки на блоги, посвященные этому геологическому объекту и т.п.;
- определить критерии, по которым будет осуществляться классификация объектов. Критерии классификации будут включать в себя критерии, определяющие как исторический интерес для туристов, так и доступность объекта для туристов и, вместе с тем, и возможность проведения фотосъемки и получение снимков для фотограмметрии, и, конечно, критерии характеризующие объект по его геологическим особенностям;
- осуществить классификацию объектов с использованием инструментов интеллектуального анализа данных.

Для решения проблем по применению существующих методов и технологий получения виртуальной трехмерной модели объекта, привязке модели к местности и ее интеграции с геоинформационными системами была разработана технологическая цепочка, которая включает:

- получение серии двумерных фотографических снимков исходного объекта, как с помощью обычной фотокамеры, так и с использованием беспилотных летательных аппаратов – дронов;
- построение виртуальной модели объекта с применением возможностей программного продукта Agisoft Photoscan, реализующего алгоритмы Structure from motion (так называемое, получение структуры из движения);
- получение ортофотопланов геологического объекта и их экспорт в различные форматы для дальнейшей их обработки и/или интеграции с геоинформационной системой, в частности, в формате .kmz для интеграции с Google Earth.

Дальнейшие исследования будут направлены на реализацию предложенного подхода к решению проблемы разработки информационно-аналитической системы геологических объектов Восточно-Казахстанской области.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Tavani S. Building a virtual outcrop, extracting geological information from it, and sharing the results in Google Earth via OpenPlot and Photoscan: An example from the Khaviz Anticline (Iran)/ S. Tavani,

- P. Granado, A. Corradetti, M. Girundo, A. Iannace, P. Arbués, J.A. Muñoz, S. Mazzoli // Computers & Geosciences 63 (2014) 44–53
2. Барсегян А. М. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining /А.М. Барсегян, М.И. Куприянов, В.Ф. Степаненко, И.Н. Холод. СПб: БХВ-Петербург, 2004. 336 с.

## РЕВЕРСНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ГЕННОЙ РЕГУЛЯТОРНОЙ СЕТИ ГИБРИДНЫМ АЛГОРИТМОМ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА

Фефелов А.А.<sup>1</sup>, Таиф М. А.<sup>1</sup>, Окренец С.Р.<sup>1</sup>, Дробот Д.С.<sup>1</sup>, Степанченко О.Н.<sup>2</sup>, Литвиненко В.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Херсонский национальный технический университет,  
Украина, Херсон-73008, Бериславское шоссе, 24

<sup>2</sup>Национальный университет водного хозяйства и природопользования,  
Украина, Рівне, 33000, в.Соборна, 11

### Введение

Реверсивная инженерия или реконструкция систем – это процесс вывода структурных и динамических характеристик изучаемой системы на основании наблюдений за ее поведением и определенных знаний в соответствующей предметной области. Сегодня реконструкция играет важнейшую роль в биологии, как один из основных инструментов моделирования биологических систем и их взаимодействий, что имеет ключевое значение для понимания механизмов их функционирования. Одним из наиболее широко распространенных приложений методологии реконструкции в биологии является идентификация генных регуляторных сетей (ГРС).

### Постановка проблемы

Для регуляторной сети, состоящей из  $N$  генов, S-система представлена СОДУ следующего вида [7]:

$$\frac{dx_i}{dt} = \alpha_i \prod_{j=1}^N x_j^{g_{ij}} - \beta_i \prod_{j=1}^N x_j^{h_{ij}}, i = 1 \dots N, \quad (1)$$

где  $x_i(t)$  – уровень экспрессии  $i$ -го гена в момент времени  $t$ ;  $\alpha_i, \beta_i$  – неотрицательные числа, называемые константами скорости;  $g_{ij}, h_{ij}$  – кинетические порядки, определяющие направление и степень регуляторного воздействия, т. е. стимуляция или подавление.

Реконструкция регуляторной сети предполагает не только выбор математической модели, но и разработку метода ее идентификации. Идентификация S-системы заключается в поиске оптимальных значений параметров из множества  $v = \{\alpha, \beta, g, h\}$ . Сложность решения данной задачи обусловлена ее высокой размерностью. Количество параметров, которые необходимо найти, определяется выражением  $2N(N + 1)$ . То есть для ГРС, состоящей всего из четырех генов, размерность пространства поиска равна 40. По этой причине задачу реконструкции S-системы невозможно решить аналитическими методами. Известно, что в решении подобных задач хорошо себя зарекомендовали популяционные методы, такие как генетические алгоритмы или искусственные иммунные системы. Но на больших размерностях скорость сходимости популяционных методов может быть очень низкой. Таким образом целью настоящего исследования является разработка нового, быстрого и точного метода оптимизации параметров S-системы, используя преимущества популяционного подхода и технологии гибридизации.

### Алгоритм клональной селекции

В работе [15] иммунная система рассматривается с точки зрения механизма клональной селекции. На основании принципа клональной селекции в [16] предложен алгоритм оптимизации CLONALG, который широко используется в настоящее время как одна из разновидностей ИИС. В клональном алгоритме значения аффинности выражают меру близости индивидуума к оптимальному решению и вычисляются на основании целевой функции задачи. Пошаговое описание алгоритма представлено ниже.

Шаг 1. Поколение = 0.

Шаг 2. Случайным образом создать начальную популяцию решений ( $Ab^0$ ).

Шаг 3. Произвести оценку популяции  $Ab^0$  на основании целевой функции  $f$ .

**Цикл пока** условие останова  $e = false$ .

Шаг 4. Сохранить лучшее решение в текущем поколении.

Шаг 5. Выбрать антитела из  $Ab^0$  с наибольшей аффинностью.

Шаг 6. Создать клоны  $Ab^c$  выбранных антител в количестве  $n \sim f$ .

Шаг 7. Произвести мутацию клонов с интенсивностью  $p_m! \sim f$ .

Шаг 8. Произвести оценку популяции  $Ab^c$  на основании целевой функции  $f$ .

Шаг 9. Выбрать клоны с наибольшей аффинностью из  $Ab^c$  и перенести их в  $Ab^0$ .

Шаг 10. Заменить  $d$  худших антител в  $Ab^0$  новыми случайно созданными.

Шаг 11. Произвести оценку новых антител в  $Ab^0$ .

Шаг 12.  $Поколение = Поколение + 1$ .

**Конец цикла пока**

Шаг 13. Вывод: лучшее решение в текущем поколении.

В CLONALG, зависимости от типа задачи, можно использовать различные способы представления решений. Наиболее часто используются бинарное и вещественное представления. Также, условия и цели задачи являются определяющими при выборе способа представления иммунных операторов, вида функции аффинности, значений параметров алгоритма.

При вычислении аффинности основной популяции создаются условия для отбора тех клеток, которые максимально полно (на данном этапе) входят во взаимодействие с антигеном, т. е. образуют минимумы целевой функции. В процессе активации, отобранные антитела увеличивают свое представительство в пространстве решений за счет клонирования. Клетки, чья аффинность выше, создают большее количество клонов, но меньше подвержены мутации. Мутация в CLONALG имеет высокую интенсивность, т. к. является главной движущей силой эволюции. В процессе замены, клетки с низкой аффинностью удаляются из основной популяции, а на их место приходят новые случайно сгенерированные индивидуумы. Это позволяет избегать локальных экстремумов, и исследовать всю целевую поверхность.

Индивидуумы популяции кодируются строками вещественных чисел в интервале от 0.0 до 1.0. Каждая строка содержит полный набор параметров S-системы (рис. 2).

$\alpha_I$	$\beta_I$	$g_{I1}$	...	$g_{IN}$	$h_{I1}$	...	$h_{IN}$	...	$\alpha_i$	$\beta_i$	$g_{i1}$	...	$g_{iN}$	$h_{i1}$	...	$h_{iN}$	...	$\alpha_N$	$\beta_N$	$g_{N1}$	...	$g_{NN}$	$h_{N1}$	...	$h_{NN}$
------------	-----------	----------	-----	----------	----------	-----	----------	-----	------------	-----------	----------	-----	----------	----------	-----	----------	-----	------------	-----------	----------	-----	----------	----------	-----	----------

Рис. 2. Кодирование антител гибридного клонального алгоритма

При оценивании очередного варианта решения значения строки индивидуума пересчитываются в новые диапазоны, в соответствии с допустимыми интервалами изменения того или иного параметра S-системы, которые устанавливаются перед пуском алгоритма.

Мера аффинности или целевая функция задачи оставлена такой же как в работе [11]:

$$f = \text{MIN} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T \left( \frac{x_i^M(t_0 + j\Delta t) - x_i(t_0 + j\Delta t)}{x_i(t_0 + j\Delta t)} \right)^2, \quad (3)$$

где  $t_0$  – время начала измерения уровня экспрессии генов;  $\Delta t$  – временной шаг между последовательными измерениями;  $T$  – количество измерений;  $x_i^M(t_0 + j\Delta t)$  – значения уровня экспрессии  $i$ -того гена, полученные при помощи модели, т. е. решением СОДУ (1) (в данном случае методом Рунге-Кутты четвертого порядка);  $x_i(t_0 + j\Delta t)$  – измеренные значения уровня экспрессии  $i$ -того гена.

#### Экспериментальные исследования

В этой исследовательской работе эффективность алгоритма была оценена как на искусственных, так и на реальных генных сетях, и экспериментальные результаты были сопоставлены с другими существующими методами, найденными в современной литературе. Теперь производительность модели S-системы была измерена с точки зрения ее чувствительности ( $S_n$ ) и специфичности ( $S_p$ ), которые были определены следующим образом:

$$S_n = \frac{TP}{TP + FN}, \quad (4)$$

$$S_p = \frac{TN}{TN + FP}, \quad (5)$$

где True Positive (TP) обозначает количество правильно предсказанных правил, а True Negative (TN) представляет собой количество правильно предсказанных нерегулируемых алгоритмов вывода. False Positive (FP) обозначает количество неверно предсказанных правил, а False Negative (FN) представляет количество ложно предсказанных нерегулируемых алгоритмов вывода

Для проверки эффективности моделирования S-системы была выбрана эталонная небольшая искусственная сеть, которая содержит пять генов с простой регуляторной динамикой. В исследованиях других авторов уже использовалась эта сеть для проверки эффективности предлагаемых алгоритмов. Поэтому в этой статье одна и та же сеть использовалась для проверки нашей методологии, а также для сравнения ее эффективности с более ранними работами.

Предлагаемая методология была применена к синтетическим незашумленным данным, имеющими параметры, показанные в таблице 1.

Таблица 1

Фактические параметры S-системы для искусственной генной сети.

	$g_{i,1}$	$g_{i,2}$	$g_{i,3}$	$g_{i,4}$	$g_{i,5}$	$h_{i,1}$	$h_{i,2}$	$h_{i,3}$	$h_{i,4}$	$h_{i,5}$	$\alpha_i$	$\beta_i$
1	0	0.0	1.0	0.0	-1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0
2	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0
3	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	2.0	0.0	0.0	10.0	10.0
4	0.0	0.0	2.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	8.0	10.0
5	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	10.0	10.0

Данные временного ряда были получены путем решения системы дифференциальных уравнений. Было замечено, что при генерации данных несколько значений выражения гена становятся отрицательными после некоторых точек выборки. Для обучения использовались наборы данных, содержащие только положительные значения. В нашей работе использовалось всего 70 точек данных для каждого из генов. Также было использовано 12 идентифицируемых параметров. Интервал поиска выбран в диапазоне  $[-3; 3]$  для кинетических порядков  $g_{i,j}$  и  $h_{i,j}$  и в диапазоне  $[0,12]$  для констант скорости,  $\alpha_i$  и  $\beta_i$ .

Для алгоритма клональной селекции было использовано 8000 итераций. Число максимальной итерации и начальной популяции остается высоким для решения нелинейности S-системы. Первоначальные значения параметров  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  были установлены в 0,95. Выбор параметров требует проведения некоторых экспериментов. Граница частоты и размер шага были инициализированы до  $[0,1]$ , в то время как случайное перемещение зафиксировано на 0,001.

В таблице 2 приведены предполагаемые параметры для эксперимента. Значения кинетических порядков меньше 0,1 были проигнорированы. Модель S-системы на основе ВА дала удовлетворительные результаты для бесшумных данных, поскольку были предсказаны почти правильные значения всех параметров. Кроме того, ВА также точно определил правильный знак и положение правил (регулируемых и нерегулируемых). Однако предсказанные значения параметров для гена № 3 были несколько менее точными, но все же вполне удовлетворительными с точки зрения предсказания TP и FP и характера их регулирования.

Таблица 2.

Вычисленные значения параметров S-системы для искусственной сети

	$g_{i,1}$	$g_{i,2}$	$g_{i,3}$	$g_{i,4}$	$g_{i,5}$	$h_{i,1}$	$h_{i,2}$	$h_{i,3}$	$h_{i,4}$	$h_{i,5}$	$\alpha_i$	$\beta_i$
1	0.2	0.0	1.2	0.0	-1.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.2	5.0	10.0
2	2.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	2.0	0.2	0.0	0.0	9.0	9.0
3	0.0	-1.1	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	-1.1	0.0	0.0	0.0	7.0	8.0
4	0.3	0.0	2.1	0.0	-1.1	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	7.6	9.5
5	0.2	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	9.5	9.4

### Выводы

В докладе описан подход применения S-системы для поиска генных сетей из данных микрочипов с использованием алгоритма клональной селекции. Алгоритм реализован на синтетических данных микрочипа которые, как показано, способны определять и прогнозировать динамику исследуемых данных, на которых проводилось обучение. Полученные результаты показывают высокую точность алгоритма. Одной из проблем реконструкции генных сетей из данных реальных данных является отсутствие окончательных сетевых моделей для сравнения разрабатываемых методов. Хотя разработанный алгоритм тестировался на искусственных данных предлагаемый метод обладает высоким потенциалом для решения задач диагностики и синтеза новых лекарственных препаратов..

### ЛИТЕРАТУРА:

1. DeRisi J.L. Exploring the metabolic and genetic control of gene expression on a genomic scale / J.L. DeRisi, V.R. Lyer, P.O. Brown // Science. – 1997. – Vol. 278. – P. 680-686.
2. Butte A. J. Mutual information relevance networks: functional genomic clustering using pairwise entropy measurements / A. J. Butte, I. S. Kohane // Pacific Symposium on Biocomputing (PSB '00), January 2000: proceedings. – Maui, Hawaii, USA, 2000. – P. 415-426.
3. Friedman N. Using Bayesian networks to analyze expression data / N. Friedman, M. Linial, I. Nachman, D. Pe'er // Journal of Computational Biology. – 2000. – Vol. 7(3-4). – P. 601-620.
4. Yu J. Advances to Bayesian network inference for generating causal networks from observational biological data / J. Yu, V. A. Smith, P. P. Wang [et al.] // Bioinformatics. – 2004. – Vol. 20(18). – P. 3594-3603.

5. Gardner T.S. Inferring genetic networks and identifying compound mode of action via expression profiling / T.S. Gardner, D. di Bernardo, D. Lorenz [et al.] // Science. – 2003. – Vol. 301. – P. 102-105.
6. Chen T. Modeling gene expression with differential equations / T. Chen, H. L. He, G. M. Church // 4th Pacific Symposium on Biocomputing (PSB '99), January 1999: proceedings. – Big Island of Hawaii, Hawaii, USA, 1999. – P. 29-40.
7. Savageau M. A. Introduction to S-systems and the underlying power-law formalism / M.A. Savageau // Mathematical and Computer Modelling. – 1988. – Vol. 11. – P. 546-551.
8. Burnet F.M. A modification of jerne's theory of antibody production using the concept of clonal selection / F.M. Burnet // CA: a cancer journal for clinicians. – 1976. – Vol. 26(2). – P. 119-121.
9. De Castro L.N. Learning and optimization using the clonal selection principle / L.N. De Castro, F.J. Von Zuben // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. – 2002. – Vol. 6(3). – P. 239-251.
10. Фефелов А.А. Параметрическая идентификация S-системы с применением модифицированного алгоритма клонального отбора / А.А. Фефелов, В.И. Литвиненко, М.А. Таиф, И.А. Лурье // Управляющие системы и машины. – Киев, 2017. – № 5 – С. 43-53.
11. Фефелов А.А. Реконструкция S-системы гибридным алгоритмом клонального отбора и дифференциальной эволюции / А.А. Фефелов, В.И. Литвиненко, М.А. Таиф, М.А. Вороненко // Управляющие системы и машины. – Киев, 2017. – № 6 – С. 43-53.

## РЕАЛІЗАЦІЯ КАСКАДНОГО ПІДХОДУ ПРИ РОЗРОБЦІ ЕЛЕКТРОНИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ У КОНТЕКСТІ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

**Філоненко К. М., Фомін О.О.**

*Одеський національний політехнічний університет  
пр-т Шевченко 1, Одеса, 65044, Україна  
katharina.fil@gmail.com, aleksandr.fomin@gmail.com*

У зв'язку з поширенням інтернет-комунікацій у сучасному світі проблема організації процесу навчання із використанням інтернет-технологій набувають особливу актуальність. Кількість навчальних закладів, що впроваджують у педагогічний процес інформаційні технології, збільшуються, а викладачі, що не застосовують технології дистанційного навчання та не володіють навичками електронного навчання, дедалі гублять конкурентні позиції серед професійного суспільства.

Актуальною є задача впровадження сучасних інформаційних технологій у педагогічну діяльність навчального закладу, зокрема, вивчення методів проектування навчального курсу з використанням технологій дистанційного навчання.

Актуальним способом популяризації дистанційного навчання (ДН) у навчальну діяльність закладу освіти є сучасний підхід, який сьогодні іменують як «змішане навчання». Змішане навчання, або blended learning, - сучасна освітня технологія, в основі якої лежить концепція об'єднання аудиторної викладацької діяльності та технологій електронного навчання, що базується на нових дидактичних можливостях, що надаються інформаційними комп'ютерними технологіями та сучасними навчальними засобами.

Як засіб планування навчального процесу одного з курсів університету, в рамках якого проводиться дослідження впливу параметрів системи на успішність студентів, була обрана одна з моделей змішаного навчання «Перевернутий клас» (англ. «Flipped classroom»). Дана модель має на увазі перенесення репродуктивної навчальної діяльності на домашнє навчання. Робота в аудиторії присвячена обговоренню вивченого, різним видам діяльності, організації індивідуальної і групової форми роботи за рахунок вивільнення часу від зубріння теоретичного матеріалу. Під час дистанційного «домашнього» вивчення матеріалу в системі ведеться облік часу роботи, фіксуються кількісні і якісні показники обсягу роботи кожного користувача

Дистанційні курси складаються з сукупності електронних освітніх ресурсів та інструментів оцінювання знань та відстеження прогресу навчання студентів. Інститут з інформаційних технологій в освіті (ITE UNESCO) сформував поняття «електронний освітній ресурс». Електронний освітній ресурс призначений для навчання та може використовуватися при організації навчального процесу. Інформація, що зберігається у електронному освітньому ресурсі, характеризується послідовністю та системністю викладення матеріалу, має призначення лише для конкретної аудиторії, націлений на отримання результату (знань), що визначені на початку. До електронних освітніх ресурсів (ЕОР) можна віднести навчальні відео- та аудіо-лекції, презентації, ілюстрації, методичне забезпечення та ін.

Найбільшу популярність при організації ЕОР отримала так звана каскадна модель організації ЕОР.

При використанні каскадної моделі як способу організації ЕОР на дистанційних курсах, весь ЖЦ поділяється на етапи (окремі блоки), причому перехід з одного етапу на наступний відбувається тільки після повного завершення роботи на поточному етапі.

Даний спосіб має переваги:

1. На кожному етапі формується набір проектної документації (наприклад, сукупність звітів академічної успішності студентів), що задовольняють критеріям повноти та узгодження.

2. Етапи робіт, що виконуються в логічній послідовності, дозволяють планувати строки завершення всіх робіт на кожному етапі.

Саме каскадна модель була обрана як спосіб організації при проектуванні деяких дистанційних курсів Одеського національного політехнічного університету.

Курс, що розроблявся у системі дистанційного навчання (СДН) Moodle, базувався на дисципліні «Обчислювальна техніка», яка викладалася для студентів другого курсу кафедри комп'ютеризованих систем управління. Дисципліна «Обчислювальна техніка» складалася з тринадцяти теоретичних занять, чотирьох лабораторних робіт та двох модульних контрольних робіт. Завданням адміністратора дистанційного курсу було проектування курсу з виконанням вимог, що пропонувалися навчальним процесом та обраним способом організації навчання.

Так як у Одеському національному політехнічному університеті найчастіше лекційне та лабораторне заняття проходить раз на тиждень, саме тиждень був взятий за міру кожної теми. Отже студенти щотижня мали змогу ознайомитися з новим теоретичним матеріалом.

Як було визначено вище, каскадна модель організації ЕОР пропонує послідовне вивчення матеріалу. Здобуття балів також проходить послідовно. Саме для цього в дистанційний курс були введені наступні елементи оцінювання: лабораторна робота та контрольний тест.

Лабораторна робота у СДН Moodle виконана у вигляді елемента «Завдання». Такий елемент дозволяє завантажувати матеріали, у тому числі лабораторних робіт, у систему та контролювати оцінювання запропонованого завдання студентами курсу. Так як лабораторних робіт у курсі «Обчислювальна техніка» чотири, вони були прикріплені лише до конкретної теми, тобто до конкретного тижня.

Контрольний тест у СДН Moodle виконаний у вигляді елемента «Тест». Це є найбільш популярним елементом курсу, оскільки дає змогу оцінити як знання, отримані після вивчення всього курсу, так і після вивчення окремого розділу, теми, підтеми чи навіть лекції. У даному випадку елемент «Тест» був впроваджений після кожної підтеми курсу, тобто, щотижня.

Отже, щотижня студент мав змогу ознайомитися з матеріалами лекції та пройти контрольний тест. Але після окремої теми студент мав також змогу розробити та захистити лабораторну роботу і лише після цього приступити до проходження контрольного тесту.

На рис.1 представлений алгоритм розглядання теми курсу з використанням каскадної моделі для теми, що містить лише конспект лекції та контрольний тест (а) та для теми, за якою прикріплена лабораторна робота (б).

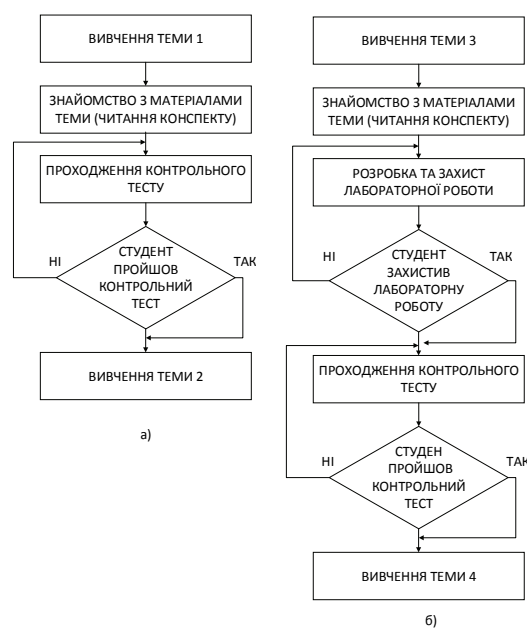


Рис.1. Алгоритм вивчення теми курсу з використанням каскадної моделі

Представлений алгоритм був впроваджений у дистанційний курс «Обчислювальна техніка», який викладався за технологією «змішане навчання» (модель – «перевернутий клас») для студентів Одеського національного політехнічного університету.

Такий алгоритм має змогу не тільки контролювати освоєння матеріалу студентами, розділивши його на логічно взаємопов'язані та послідовні «етапи» та регулюючи поведінку студентів на кожному з цих етапів, а й сформувати базуючись на результатах навчання студентів звітність по кожному етапу навчання, що може знадобитися для подальших досліджень поведінки студентів при проведенні подібних курсів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Смешанное обучение: 6 моделей для применения в современной школе [Електроний ресурс] // Мобильное Электронное Образование, 2016 – Режим доступа: <https://mob-edu.ru/blog/articles/smешанное-obucheniye-6-modelej-dlya-primeneniya-v-sovremennoj-shkole/>
2. Moodle CMS [Електроний ресурс] – Режим доступа: <https://moodle.org>
3. Основы разработки электронных образовательных ресурсов [Електроний ресурс] // Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании – Режим доступа: <http://lms.iite.unesco.org>

### МЕТОД СИНТЕЗУ ШУМОПОДІБНИХ КВАЗІБАРКЕРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ ІДЕАЛЬНИХ КІЛЬЦЕВИХ ВІДНОШЕНЬ

Цмоць І.Г., Різник О.Я., Кинаш Ю.С., Венжега О.Р., Романюк І.С.

Національний університет „Львівська політехніка”,  
79013, Львів, вул.Бандери 12,

*tsmots@mail.ru, riznyk@meta.ua, kynash@ukr.net, ovengheha@gmail.com, ivannarisris1998@gmail.com*

#### Вступ

Завадостійкість є однією з найважливіших характеристик сучасних систем передачі інформації. Нагода її подальшого підвищення при фіксованій швидкості передачі є дуже актуальною проблемою, наприклад, для керування безпілотниками. Відомі переваги шумоподібних сигналів, такі як висока завадостійкість по відношенню до вузькосмугових перешкод великої потужності, можливість розділення абонентів за кодовою ознакою, скритність передачі, висока стійкість до багатопроменевого поширення і навіть висока роздільна здатність при радіолокаційних і навігаційних вимірах, зумовили їх використання в різних системах зв'язку та визначення місця розташування.

#### Постановка проблеми

Метою дослідження є розробка методу шумоподібного кодування для підвищення завадостійкості системи передачі інформації. Об'єктом дослідження в даній роботі є шумоподібне кодування на основі квазібаркерних послідовностей, як ряду, що складається з  $N$  елементів  $a_j$  для  $0 \leq j \leq N$ , які мають

значення  $+1$  та  $-1$  і чергуються так, що виконується умова  $\left| \sum_j^{N-v} a_j a_{j-v} \right| \leq 1$ , де  $1 \leq v \leq N$ .

Автокореляційна функція (АКФ) сигналу  $s(t)$ , локалізованого в часі і кінцевого по енергії, є кількісною інтегральною характеристикою форми сигналу, і визначається інтегралом від добутку двох копій сигналу  $s(t)$ , зрушених відносно один одного на деякий час  $t$ :  $B_s(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) s(t+\tau) dt$ . АКФ є скалярним добутком сигналу і його копії у функціональній залежності від змінної величини значення зрушення  $t$ . Сигнали, база яких змінюється відповідно до квазібаркерного коду, є унікальними фазоманіпульованими сигналами. Модуль їх автокореляційної функції має мінімально досяжний однаковий рівень бічних пелюсток.

Пропонується на їх основі в цифрових системах передачі повідомлень для завадостійкого кодування використовувати додаткове ортогональне кодування, а при неможливості – квазіортогональне кодування. Спільне використання обох видів кодування дає значний вииграш в порівнянні з використанням лише завадостійких кодів.

Предметом дослідження є розробка удосконаленого методу побудови квазібаркерних послідовностей. Задачами дослідження є виявлення можливості застосування квазібаркерних послідовностей для завадостійкого кодування. При обробці прийнятих кодів на приймальній стороні системи передачі інформації розрізняють первинні і вторинні види обробки. Під первинним виглядом обробки розуміється ухвалення рішення про значення переданого символу і інколи про оцінку умовної

вірогідності помилки. Під вторинним - виправлення помилок в декодуєчому пристрої з використанням жорстких рішень або отриманої при первинній обробці умовної вірогідності помилки. Метою розділення на види обробки є зменшення складності і, як наслідок, вартості приймальної апаратури. У тих випадках, коли надійність зв'язку має бути особливо високою, обоє види обробки виконуються спільно.

Між першим і другим рівнями обробки можна ввести ще один рівень, який дозволяє додатково понизити вірогідність помилки. Зменшення вірогідності помилки здійснюється за рахунок використання ортогонального кодування чи квазіортогонального кодування. Це кодування є аналогом згортального кодування над полем дійсних чисел і має максимально можливу швидкість передачі (швидкість кодування). Введення додаткового рівня обробки не зачіпає в значній мірі схеми первинної і вторинної обробок.

Вибір псевдовипадкової кодової послідовності в радіотехнічній системі передачі інформації дуже важливий, оскільки від її параметрів залежить посилення обробки системи, її завадостійкість, чутливість. При одній і тій же довжині кодової послідовності, параметри системи можуть бути різні за захищеністю від перешкод, швидкістю передачі і т. п. Щоб використовувати шумоподібні сигнали, кодові комбінації повинні бути наділені певними математичними характеристиками, основною з яких є автокореляція. Саме коди Баркера відповідають цим вимогам. Відомо, що спроби знайти коди Баркера з кількістю елементів  $m > 13$  вирішення не мають [1]. Таким чином, коди Баркера можна використовувати лише для сигналів з відносно невеликою базою. Тому актуальною є розробка алгоритму побудови квазібаркерних кодів з кількістю елементів  $m > 13$  на основі ідеальних кільцевих відношень (КВ) [1].

#### Розв'язання задачі

У теорії кодів доведено, що граничне досягне значення коефіцієнта взаємної кореляції визначається з умови  $\rho_{ij} = \begin{cases} -1/N, \text{ де } N - \text{непарне} \\ -1/(N-1), \text{ де } N - \text{парне} \end{cases}$ .

Мінімальне значення ВКФ забезпечує коди, в яких коефіцієнти кореляції для будь-яких пар послідовностей є негативними (трансортогональні коди). Коефіцієнт взаємної кореляції ортогональних послідовностей, за визначенням, дорівнює нулю, тобто  $\rho_{ij} = 0$ . При великих значеннях  $N$  відмінністю між коефіцієнтами кореляції ортогональних і трансортогональних кодів практично можна нехтувати. Але не жаль не для всіх довжин завжди існують ортогональні коди, тому задача зводиться до пошуку методів синтезу квазіортогональних кодів, тобто коли коефіцієнт взаємної кореляції є мінімальним  $\rho_{ij} \rightarrow \min$ .

Послідовність Баркера – це ряд, що складається з  $N$  елементів  $a_j$  для  $0 \leq j \leq N$ , які мають значення  $+1$  та  $-1$  і чергуються так, що виконується умова  $\left| \sum_j^{N-v} a_j a_{j-v} \right| \leq 1$ , де  $1 \leq v \leq N$ .

Автокореляційна функція (АКФ) сигналу  $s(t)$ , локалізованого в часі і кінцевого по енергії, є кількісною інтегральною характеристикою форми сигналу, і визначається інтегралом від добутку двох копій сигналу  $s(t)$ , зрушених відносно один одного на деякий час  $t$ :  $B_s(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) s(t+\tau) dt$ . АКФ є скалярним добутком сигналу і його копії у функціональній залежності від змінної величини значення зрушення  $t$ . Сигнали, база яких змінюється відповідно до коду Баркера, є унікальними фазоманіпульованими сигналами. Модуль їх автокореляційної функції має мінімально досяжний однаковий рівень бічних пелюсток.

Запропонований метод побудови шумоподібних послідовностей, заснований на перетворенні в'язанкових структур типу ідеальних кільцевих в'язанок. Багатократна ідеальна кільцева в'язанка утворена послідовністю  $N$  цілих чисел  $K_N = (k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_N)$ , на якій кільцеві суми набувають значення чисел натурального ряду, а кожне з чисел  $1, 2, \dots, S_N^R = S_N - 1$  є значенням  $R$  різних кільцевих сум. Між кількістю чисел  $N$ , кратністю  $R$  та сумою  $S_N$  всіх чисел  $R$ -кратного ідеального кільця існує співвідношення

$$S_N = \frac{N(N-1)}{R} + 1.$$

Методика побудови на основі КВ за критерієм мінімального значення функції автокореляції дискретного сигналу на основі квазібаркерного коду полягає в наступному:

- вибрати варіант КВ заданого порядку  $N$  необхідної суми  $S_N$  кратності  $R$  [1];
- побудувати  $S_N$ -позиційний код  $\mathcal{M}_i$ ,  $i=1,2,\dots,L_N$  з однорівневою періодичною функцією автокореляції на базі вибраного варіанту КВ  $(k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_N)$ , де на  $N$  позиціях коду з порядковими



номерама  $X_l$ ,  $l=1,2,\dots,N$ , які визначаються з формули  $x_l \equiv 1 + \sum_{i=1}^l k_i \pmod{L_N}$ , розмістити символи "1", а на решті  $L_N - N$  позиціях - символи "-1" [1].

#### Висновки

За допомогою розробленого програмного комплексу був проведений пошук код з числом дискретів більше 13. Були знайдені унікальні квазібаркерні коди для фазоманіпульованих сигналів завдовжки більше 13 періодів, що мають, для даного числа дискретів, мінімально досяжний рівень бічних пелюсток функції кореляції. Таким чином показана можливість побудови квазібаркерних кодів за допомогою ЧЛВ моделей, створення ефективних алгоритмів їх побудови. Практична цінність полягає в знаходженні квазібаркерних послідовностей, де значення співвідношення головного пелюстка до бокових пелюстків є кращим, чим у відомих кодів Баркера, що дозволить їх застосування для задач завадостійкого керування безпілотниками.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. O. Riznyk, B. Balych and I. Yurchak, "A synthesis of barker sequences is by means of numerical bundles," 2017 14th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM), Lviv, 2017, pp. 82-84. doi: 10.1109/CADSM.2017.7916090.

### ВЕБ-ДОСТУПНІСТЬ КОНТЕНТУ ІТ-СУПРОВОДУ СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ ІНКЛЮЗІЇ

Шестакевич Т. В., Пасічник В. В.

Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна, tetiana.v.shestakevych@lpnu.ua

Розроблення та втілення широкомасштабних комплексних цільових програм, зокрема, таких, як Горизонт 2020, свідчить про загальноєвропейську тенденцію до необхідності удосконалення підтримки осіб, що потребують особливого соціального захисту. До таких осіб віднесено [1, 2]: осіб, що потребують піклування, безхатченків, старших людей, таких, що живуть у віддалених або бідних районах, малоосвічених, безробітних, з фінансовими труднощами, мігрантів, осіб з особливими потребами, осіб з соціальними труднощами та обдарованих дітей. Формування дієвого механізму соціалізації таких осіб, їх інтеграції в суспільство впродовж усього життя, забезпечення права на працю, охорону здоров'я, освіти, інших прав і свобод є важливим і для України. Тому актуальним завданням є дослідження складної системи соціальної та освітньої інклюзії як багатокомпонентного комплексу, покликаного забезпечити вичерпну системну соціалізацію широкого спектру соціально-вразливих груп осіб впродовж усього їх життя.

#### Інклюзія як складна система

Аналіз системи навчання осіб з особливими потребами в Україні дає змогу стверджувати, що процес інклюзивного навчання, як частина системи освітньої та соціальної інклюзії, є складним та багатофакторним. Система інклюзії має велику кількість компонентів, якими, окрім осіб з широким спектром особливих потреб, є значна кількість різнопрофільних учасників, організацій, підприємств, установ та фахівців. Дослідники складних систем не пропонують однозначного трактування терміну – «складна система», і як альтернативу подають перелік ключових ознак, які необхідно враховувати у дослідженнях та моделюванні складних систем. Подамо опис складної системи освітньої та соціальної інклюзії (в Україні) за характерними ознаками складних систем, запропонованими у [3-5], табл. 1.

Таблиця 1

Ознаки складної системи освітньої та соціальної інклюзії в Україні

Ознака	Приклад
Велика кількість компонентів	Законодавчі органи, психологи, батьки, освітні установи тощо
Варіативність	Задіяні різноманітні ресурси – методичні, педагогічні, медичні, інформаційно-технологічні тощо
Самоорганізація	Оновлення поняття категорій осіб, що потребують соціалізації
Динамічність та життєздатність	Діагностування особи у психолога, відвідування регіонального центру зайнятості тощо
Пристосованість до середовища	Пошук роботи особою з особливими потребами, яка, окрім специфічного психофізичного розвитку, має власні схильності та уподобання.
Взаємодія	Співпраця на академічному, науковому, педагогічному та ін. рівнях

Ознака	Приклад
Нелінійність	Очікувані результати корекційних вправ та об'єктивний стан особи з особливими потребами
Вибірковість	Отримання післяшкільної освіти у різних установах, отримання професії тощо
Зворотній зв'язок	Удосконалення педагогічного супроводу інклюзивного навчання – шляхом впровадження посади помічника вчителя
Відсутність центрального керування	Законодавчо закріплені Типові навчальні плани навчання осіб з різними формами особливостей психофізичного розвитку не можуть вплинути на попит на фахівців на посаду помічника вчителя в інклюзивний клас
Ієрархічність організації	Система адміністрації в інклюзивній школі – директор – методист – вчитель – помічник вчителя
Емерджентність	Фахівці, що отримали однакову освіту, по-різному виявлятимуть свою педагогічну майстерність і любов до дітей, що відобразатиметься й у якості розроблених інноваційних підходів до взаємодії з дитиною, що має психофізичні вади
Еволюція	Система еволюціонує, наприклад, у розумінні верств населення, віднесених до соціально-незахищеними верств, до яких у 2015 році додано категорію внутрішньо переміщених осіб тощо.

### **Інструменти моделювання складних систем**

*Складні мережі.* Складну систему соціальної та освітньої інклюзії принципово можна подати з використанням складних мереж, у яких вершини позначають елементи системи – наприклад, низькопідлоговий транспорт, навчальний заклад, тренажери жестової мови, логопеда тощо; дуги між вершинами позначають зв'язки між парами елементів системи інклюзії, наприклад, процес діагностування логопедом особливостей розвитку особи або ж процес навчання фахівця інклюзивного навчання тощо.

*Моделювання із використанням теорії графів.* У багатьох випадках складну систему зручно подавати, використовуючи формалізми теорії графів. При такому поданні, наприклад, матриці інцидентності такого графа, утворюємо матрицю  $A$  розміру  $n$  на  $n$ , де  $n$  – кількість вершин графа. Елементи  $a_{ij}$  матриці  $A$  набувають значення «1», якщо існує зв'язок між вершинами  $i$  та  $j$ , і «0», якщо зв'язку немає.

### **Веб-доступність інформаційних продуктів як компонентів складної системи освітньої та соціальної інклюзії**

Першим етапом аналізу складної системи освітньої та соціальної інклюзії в контексті інформаційно-технологічного супроводу, автори визначили дослідження та аналіз продуктів, доступних учасникам інклюзивного навчання. Веб-продукти – сайти психолого-медико-педагогічних консультацій України – було оцінено на відповідність вимогам веб-доступності, викладених у Керівництві з доступності веб-контенту (*Web Content Accessibility Guidelines, WCAG*). Поточну версію Керівництва (*WCAG 2.0*) опубліковано у грудні 2008 року, з жовтня 2012 року – це стандарт ISO/IEC 40500:2012 [6].

Для дослідження та аналізу зазначених веб-продуктів авторами використовувався відкритий ресурс <http://www.atutor.ca/achecker/>. Цей продукт генерує звіт про проблеми досліджуваної сторінки згідно вимог Керівництва WCAG 2.0. За результатами дослідження, веб-сайти психолого-медико-педагогічних консультацій шести областей України (Волинської, Дніпропетровської, Луганської, Чернівецької, Донецької, Закарпатської) не мають суттєвих недоліків і їх можна віднести, щонайменше, до середнього (AA) рівня відповідності вимогам Керівництва WCAG 2.0. Приблизно половина усіх виявлених помилок веб-доступності контенту припадає на сайт Хмельницької ПМПК, для сайтів трьох регіональних ПМПК – Хмельницької, Центральної та Тернопільської – сумарно виявлено більше помилок веб-доступності, ніж на сайтах установ восьми інших областей.

### **Висновки**

Проектування та формування складної системи соціальної та освітньої інклюзії вимагає врахування великої кількості факторів різної природи при її дослідженні. Оцінювати систему освітньої та соціальної інклюзії, доцільно, серед іншого, в площині інформаційних та комунікаційних технологій, які є одним із її базових компонентів. Інформаційні та комунікаційні складові такої системи повинні відповідати вимогам веб-доступності, викладеними у WCAG 2.0. Фактор доступності веб-контенту повинен бути предметом дослідження у складних системах, які мають ознаки суспільно значимих та зорієнтованих на задоволення специфічних потреб соціально-вразливих спільнот, груп та верств суспільства.

### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Council recommendation promoting common values, inclusive education, and the European dimension of teaching, <https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/recommendation-common-values-inclusive-education-european-dimension-of-teaching.pdf>.

- Horizon 2020 work programme 2014-2015, [http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014\\_2015/main/h2020-wp1415-societies\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-societies_en.pdf).
- B. Kozuch, K. Sienkiewicz-Małjurek, “Information Sharing in Complex Systems: A Case Study on Public Safety Management” in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 213, 2015, pp. 722-727, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815058486>.
- Felician Campean, Unal Yildirim, “Enhanced Sequence Diagram for Function Modelling of Complex Systems” in *Procedia CIRP*, Vol. 60, 2017, pp. 273-278, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827117300549>.
- Luis E.C. Rocha, “Dynamics of air transport networks: A review from a complex systems perspective” in *Chinese Journal of Aeronautics*, 2017, vol. 30(2), pp. 469-478. <http://www.journal-aero.com/EN/10.1016/j.cja.2016.12.029>.
- ISO/IEC 40500:2012 (W3C) Information technology -- W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, <https://www.iso.org/standard/58625.html>.

## ПРО РОЗВИТОК ОНЛАЙН-НАВЧАННЯ

Шумейко А.А.<sup>1</sup>, Шевченко Г.Я.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дніпровський державний технічний університет,

<sup>2</sup>ТОВ «Ноосфера», Україна

Темпи онлайн-навчання, як би його не називали, дистанційне або віддалене, і як би до нього не ставилися, негативно або захоплено, ростуть в геометричній прогресії. На сьогоднішній день обсяг світового ринку освіти становить 4,5-5,0 трлн. USD, і в найближчий час він обіцяє впевнено рости і подолати рубіж в 6-7 трлн. USD, а частина онлайн-навчання в загальних показниках становить близько 3% (165 млрд. USD). Цьому ривку передував етап вивчення прошарку користувачів послугами онлайн-навчання і несформованого ринку цих послуг і, як наслідок, розробки і впровадження необхідних технологій, як методичних, так і програмно-інформаційних. Незважаючи на те, що, на перший погляд, онлайн-навчання вже проникло у всі сфери суспільства, воно є порівняно новим елементом в системі освіти, і основні освітні та бізнес-моделі ще продовжують формуватися. Сам термін «онлайн-навчання» не є усталеним і охоплює безліч схем і конструкцій, пов'язаних з процесом отримання знань і умінь з використанням комп'ютерних технологій, незалежно від того, де протікає процес навчання, від різних гібридних форм викладання до здобуття вищої освіти повністю в режимі онлайн. Спроба вписатися в онлайн-навчання з класичним підходом до навчального процесу виглядають як «прокрустове ложе», колись, досить недавно, на телебачення запрошували професорів, які «дистанційно» проводили заняття для школярів, детально і якісно розповідаючи про фізику, математику та інші предмети. Тепер цю нішу зайняли вебінари, де не завжди добре і не завжди якісно, і, як правило, не безкоштовно, вчать всьому, від вирішення диференціальних рівнянь до кулінарних секретів, вихолощуючи всі переваги і можливості онлайн-навчання. Для здійснення онлайн-навчання потрібно використовувати ті можливості, які надають сучасні інструменти роботи з інтернетом, перш за все, це гіпертекст. Використання онлайн документів \*.pdf або \*.doc, це все одно, що впрягти коня для поїздки в автомобілі. Важливим елементом є наявність динаміки на стороні клієнта, тобто активна перебудова DOM-дерева з використанням javascript, в тому числі і API HTML-5, і, нарешті, використання обчислювальних можливостей сервера, щоб клієнт мав можливість під час процесу навчання вирішувати завдання, що лежать в рамках досліджуваної теми або предмета. Використання перерахованих інструментів дозволяє по-іншому подивитися на сам процес отримання знань. Серед процесів розробки програмного забезпечення, одним з найбільш популярних є спіральна модель, при якій розробники повертаються до вже пройденого фрагменту проекту, уточнюючи його цілі і характеристики, тим самим підвищуючи якість проекту в цілому. Онлайн-навчання також має відбуватися по спіралі - спочатку особа, яка навчається, отримує загальні поняття про даному розділі, потім реалізацію тих чи інших алгоритмів. Можливо, йому цього буде і досить. Якщо ж цього рівня буде не достатньо, то (в рамках того ж HTML-документа!) потрібно надати можливість більш глибокого розгляду теми, при необхідності, з математичними конструкціями і доказами. Тут же повинні бути присутніми приклади, які повинні реагувати на зміни, що вносяться клієнтом і, найголовніше, програмні можливості для онлайн завдань, цікавих клієнту, через що він, власне кажучи, і прийняв рішення про навчання онлайн.

В рамках запропонованої парадигми нами на ресурсі <http://sciencehunter.net/> зроблена спроба організувати онлайн-навчання дисципліни Data Mining - інтелектуальна обробка даних.

**УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО ДЕШИФРУВАННЯ ПОВІДОМЛЕНЬ У  
КРИПТОСИСТЕМІ AJPS**

**Ядуча Д.В.**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
ім. Ігоря Сікорського», Фізико-технічний інститут, пр.Перемоги, 37, м.Київ, 03056,  
dariya.yadukha@gmail.com*

**Вступ.** Асиметричні криптосистеми або криптосистеми з відкритим ключем - ефективні системи криптографічного захисту даних, у яких для зашифрування даних використовують один ключ - відкритий (публічний), а для розшифрування - інший (особистий). Оскільки стійкість більшості асиметричних криптосистем ґрунтується на складності задач, розв'язування яких може значно швидше виконати квантовий комп'ютер, то є мотивація створювати такі криптосистеми, які будуть стійкими до атак з використанням квантового комп'ютера. У 2017 році Національний інститут стандартів і технологій (NIST) оголосив конкурс постквантових криптографічних алгоритмів з відкритим ключем [1]. Одним із запропонованих алгоритмів і є криптосистема AJPS [2], яка використовує арифметику за модулем числа Мерсенна. Перевагою застосування чисел Мерсенна є існування алгоритмів швидкого обчислення трудомістких операцій за модулем числа Мерсенна [3], таких як знаходження редуції, множення та інших, що і обґрунтовує використання чисел Мерсенна у криптосистемі AJPS. Задачею цієї роботи є дослідження можливих вразливостей криптосистеми та побудова необхідних умов на значення шифротексту для їх запобігання.

**Опис криптосистеми AJPS** [2]. Відкритими параметрами криптосистеми є  $M_n=2^n-1$  - число Мерсенна,  $\alpha$  - параметр захищеності, заданий під час побудови криптосистеми, і  $h$  - фіксоване значення, яке задовільняє умовам  $4h^2 < n$  та  $C_{n-1}^{h-1} \geq 2^\alpha$ . Позначимо функцію знаходження ваги Хеммінга як  $Ham$ . Нехай  $HM_{n,h} = \{x : Ham(x \bmod M_n) = h\}$ , тобто  $HM_{n,h}$  - множина чисел, які за модулем числа Мерсенна мають вагу Хеммінга  $h$ . Числа  $F$  та  $G$  обираються незалежно та рівноймовірно з множини  $HM_{n,h}$ . Значення  $G$  є особистим ключем отримувача,  $F$  - таємний параметр криптосистеми. Відкритий ключ  $H$  обчислюється наступним чином:  $H = \frac{F}{G} \bmod M_n$ . Криптосистема дозволяє зашифрувати один біт, тобто відкритим текстом є число  $b \in \{0,1\}$ . Шифротекст  $C$  обчислюється за формулою  $C = (-1)^b(A \cdot H + B) \bmod M_n$ , де  $A, B$  - незалежно і рівноймовірно обрані значення з множини  $HM_{n,h}$ . Для розшифрування спочатку обчислюється значення  $d = Ham(C \cdot G \bmod M_n)$ , потім біт  $b$  знаходиться наступним чином:

$$b = \begin{cases} 0, & \text{якщо } d \leq 2h^2 \\ 1, & \text{якщо } d \geq n - 2h^2 \\ \perp (\text{помилка}), & \text{інакше.} \end{cases}$$

Коректність розшифрування впливає з лем 1 [2]:

Лема 1. [2] Нехай  $M_n=2^n-1$  та  $A, B \in \{0,1\}^n$ , тоді виконуються наступні співвідношення:

- $Ham(A + B \bmod M_n) \leq Ham(A) + Ham(B)$ ;
- $Ham(A \cdot B \bmod M_n) \leq Ham(A) \cdot Ham(B)$ ;
- Якщо  $A \neq 0^n$ , то  $Ham(-A \bmod M_n) = n - Ham(A)$ ,

де  $Ham$  - функція знаходження ваги Хеммінга.

**Необхідні умови на шифротекст.** У криптосистемі AJPS при виконанні деяких співвідношень для отриманого шифротексту виникає вразливість, яка дозволяє правильно розшифровувати шифротекст без знання особистого ключа. Розглянемо цю вразливість.

Твердження 1. Нехай  $C$  - шифротекст, отриманий при шифруванні у криптосистемі AJPS при відкритому ключі  $H$  та особистому ключі  $G$ . Якщо виконується хоча б одна з умов

$$Ham(\pm C \bmod M_n) \leq 2h,$$

де  $(-C \bmod M_n)$  - обернений елемент відносно додавання за модулем числа Мерсенна, то можна однозначно визначити повідомлення без знання особистого ключа.

Доведення. Для розшифрування необхідно спочатку обчислити значення  $d = Ham(C \cdot G \bmod M_n)$ .

1. Доведемо те, що при  $Ham(C \bmod M_n) \leq 2h$  можна без знання особистого ключа однозначно розшифрувати повідомлення. Застосовуючи до співвідношення  $d = Ham(C \cdot G \bmod M_n)$  лему 1 (пункт 2) та враховуючи, що  $Ham(G)=h$ , отримуємо:

$$d = \text{Ham}(C \cdot G \bmod M_n) \leq \text{Ham}(C \bmod M_n) \cdot \text{Ham}(G) = \text{Ham}(C \bmod M_n) \cdot h$$

Таким чином, якщо  $\text{Ham}(C \bmod M_n) \leq 2h$ , то біт однозначно розшифрується, і буде рівний 0.

2. Доведемо, що при  $\text{Ham}(-C \bmod M_n) \leq 2h$  можна однозначно розшифрувати повідомлення без знання особистого ключа. Представимо значення  $d$  через обернений відносно операції додавання до  $C$  за модулем числа Мерсенна, після чого використаємо лему 1 (пункти 3 та 2) і те, що  $\text{Ham}(G)=h$ :

$$d = \text{Ham}(-(-C) \cdot G \bmod M_n) = n - \text{Ham}(-C \cdot G \bmod M_n) \geq n - \text{Ham}(-C \bmod M_n) \cdot h$$

У такому випадку, якщо  $\text{Ham}(-C \bmod M_n) \leq 2h$ , то біт однозначно розшифрується, і буде рівний 1.

**Наслідок.** Для запобігання атак, які використовують вразливість, описану у твердженні 1, потрібно після процедури шифрування виконати перевірку для отриманого шифротексту  $C$ , чи виконується хоча б одна з умов  $\text{Ham}(C \bmod M_n) \leq 2h$  та  $\text{Ham}(-C \bmod M_n) \leq 2h$ : якщо так, то можливе дешифрування повідомлення без знання особистого ключа, тому процедуру шифрування потрібно повторити знову для початкового біту.

Також у криптосистемі AJPS, при деякій залежності ваги Хеммінга шифротексту та ваги Хеммінга оберненого відносно операції множення до відкритого ключа за модулем числа Мерсенна, виникає вразливість, яка дозволяє правильно розшифровувати шифротекст без знання особистого ключа. Така вразливість описана далі.

**Твердження 2.** Нехай  $C$  - шифротекст, отриманий при шифруванні у криптосистемі AJPS на відкритому ключі  $H$  та особистому ключі  $G$ . Якщо виконується хоча б одна з умов

$$\text{Ham}(\pm C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \leq 2h,$$

де  $H^{-1} \bmod M_n$  - обернений елемент відносно операції множення за модулем числа Мерсенна, ( $-C \bmod M_n$ ) - обернений елемент відносно операції додавання за модулем числа Мерсенна, то можна однозначно визначити повідомлення без знання особистого ключа.

**Доведення.** Для розшифрування обчислюють значення  $d = \text{Ham}(C \cdot G \bmod M_n)$ . Спочатку потрібно виразити особистий ключ через відкритий. Оскільки  $H = \frac{F}{G} \bmod M_n$ , то  $H \cdot G = F \bmod M_n$ , отже,  $G = F \cdot H^{-1} \bmod M_n$ . Отримане співвідношення використаємо у рівності для  $d$ :  $d = \text{Ham}(C \cdot H^{-1} \cdot F \bmod M_n)$ .

1. Доведемо, що коли співвідношення  $\text{Ham}(C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \leq 2h$  виконується, можна правильно розшифрувати повідомлення без знання особистого ключа. Використовуючи лему 1 і те, що  $\text{Ham}(F)=h$ , отримуємо:

$$d = \text{Ham}(C \cdot H^{-1} \cdot F \bmod M_n) \leq \text{Ham}(C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \cdot \text{Ham}(F) = \text{Ham}(C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \cdot h.$$

Таким чином, якщо  $\text{Ham}(C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \leq 2h$ , то біт однозначно розшифрується, і буде рівний 0.

2. Для доведення того, що при  $\text{Ham}(-C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \leq 2h$  можна, не використовуючи особистий ключ, правильно розшифрувати повідомлення, представимо значення  $d$  через обернений елемент відносно додавання до  $C$  за модулем числа Мерсенна, використаємо лему 1 і те, що  $\text{Ham}(F)=h$ :

$$\begin{aligned} d &= \text{Ham}(-C \cdot H^{-1} \cdot F \bmod M_n) = n - \text{Ham}(C \cdot H^{-1} \cdot F \bmod M_n) \geq n - \text{Ham}(C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \cdot \text{Ham}(F) = \\ &= n - \text{Ham}(C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \cdot h. \end{aligned}$$

Отже, при  $\text{Ham}(C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \leq 2h$ , біт однозначно розшифрується, і буде рівний 1.

**Наслідок.** Для запобігання атак, які використовують вразливість, описану у твердженні 2, потрібно після процедури шифрування виконати перевірку для отриманого шифротексту  $C$ , чи виконується хоча б одна з умов  $\text{Ham}(\pm C \cdot H^{-1} \bmod M_n) \leq 2h$ : якщо так, то можливе дешифрування повідомлення без знання особистого ключа, тому процедуру шифрування потрібно повторити знову для початкового біту.

**Висновок.** У даній роботі розглянуто нещодавно запропоновану асиметричну криптосистему AJPS, одного з учасників конкурсу NIST для постквантових криптопримітивів та побудовано необхідні умови на шифротекст для запобігання вразливостям криптосистеми.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Post-Quantum cryptography standardization NIST [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://csrc.nist.gov/projects/post-quantum-cryptography/post-quantum-cryptography-standardization>
2. Divesh Aggarwal, Antoine Joux, Anupam Prakash, Miklos Santha. A New Public-Key Cryptosystem via Mersenne Numbers [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://eprint.iacr.org/2017/481>.
3. Joppe W. Bos, Thorsten Kleinjung, Arjen K. Lenstra. Efficient SIMD arithmetic modulo a Mersenne number. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://eprint.iacr.org/2010/338>

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНОГО РУХУ ЗМІЙКИ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ  
ЗАСОБАМИ БІБЛІОТЕКИ THREE.JS****Якимов Ю. В.**

*Кафедра інформатики та прикладної математики,  
«Криворізький державний педагогічний університет»,  
пр. Гагаріна, 54, м. Кривий Ріг, 50086, Україна  
[urka226622@gmail.com](mailto:urka226622@gmail.com)*

Може здатися, що рухатися без ніг дуже важко, але змії роблять це віртуозно. Людина оцінює оточуючий світ зі своєї позиції.

Змії більше за інших своїх родичів виправдовують назву плазуни. Здавалося б, що будучи безногими змії обділені природою, і їм дуже важко жити, але це не так. Не зважаючи на відсутність кінцівок, вони здатні досить швидко пересуватися повзком.

Цей спосіб пересування дуже оригінальний і продуктивний, бо користуючись ребрами як ногами вони рухаються швидко не тільки по рівній поверхні а й по перешкодам. Змії мають дуже гнучкий хребетний стовп. Їх ребра легко рухаються як вперед, так і назад. Виконуючи „S"-подібні рухи змія скорочує то одні, то інші м'язи і таким чином дуже швидко повзає. Під час таких рухів тіло змії залишається прямим, а переміщення відбувається завдяки ритмічній роботі м'язів, сполучених з лусочками на череві.

Дослідивши поведінку змії в природі можна приступити до вибору засобу моделювання її руху.

Сучасні браузері пішли далеко вперед у порівнянні зі своїми попередниками і вже не обмежуються відображенням однієї тільки текстової інформації. Зараз їм цілком під силу інтерактивні тривимірні сцени зі складними об'єктами і фотореалістичною візуалізацією. Для графічної реалізації руху змії були оглянуті декілька програмних засобів заснованих як на WebGL, так і на CSS і обраний найоптимальніший.

**Voxel:** автор цього проекту поставив перед собою мету (і треба сказати, він її цілком досяг) розробити легку, засновану на CSS, 3D бібліотеку з дуже простим набором класів. В бібліотеці всього 4 основні класи: сцена, навколишній світ, редактор і безпосередньо voxel. Клас сцена відповідає за розташування камери, навколишній світ управляє розміщенням всіх доданих до неї вокселів, і, нарешті, редактор дозволяє користувачеві маніпулювати положенням камери і виконувати дії над вокселями.

**Photon:** JavaScript бібліотека, яка додає 3D ефекти до різних об'єктів. Досить сильно навантажує процесор, про що слід пам'ятати, якщо ви хочете, щоб ваш сайт адекватно працював на малопотужних комп'ютерах.

**Phoria:** JavaScript бібліотека для створення нескладних 3D об'єктів та їх візуалізації, використовуючи тег HTML5. Phoria.js не використовує WebGL, а тому працює на всіх браузерах, які підтримують HTML5.

**Three.js:** легка кросбраузерна бібліотека JavaScript, що використовується для створення і відображення анімованої комп'ютерної 3D графіки при розробці веб-додатків. Three.js скрипти можуть використовуватися спільно з елементом HTML5 CANVAS, SVG або WebGL. Вихідний код розташований у репозиторії GitHub. Three.js дозволяє створювати прискорену на GPU 3D графіку, використовуючи JavaScript як частину сайту без підключення пропріетарних плагінів для браузера. Це можливо завдяки використанню технології WebGL. Підтримує тривимірні моделі формат Collada.

Three.js надає такі можливості як:

- Рендерер: Canvas, SVG або WebGL
- Сцена: додавання і видалення об'єктів в режимі реального часу; туман
- Камери: перспективна або ортографіческая
- Анімація: каркаси, швидка кінематика, зворотна кінематика, покадрова анімація
- Джерела світла: зовнішній, спрямований, точковий; тіні: покинуті та отримані
- Шейдери: повний доступ до всіх OpenGL шейдерів (GLSL)
- Об'єкти: мережі, частинки, спрайт, лінії, скелетна анімація і інше
- Геометрія: площина, куб, сфера, тор, 3D текст і інше; модифікатори: тканина, видавлювання

- Завантажувачі даних: двійковий, зображення, JSON і сцена
- Експорт і імпорт: утиліти, що створюють Three.js-сумісні JSON файли форматів: Blender, openCTM, FBX, 3D StudioMax, і Wavefront.obj файл
- Підтримка: документація по API бібліотеки знаходиться в процесі постійного розширення і доповнення, є публічний форум і велике співтовариство

• Приклади: на офіційному сайті можна знайти більше 150 прикладів типографіки, моделями, текстурами, звуком і іншими елементами сцени

Оглянувши основні програмні засоби було обрано бібліотеку Three.js оскільки це дуже проста для роботи бібліотека яка не навантажує систему та дозволяє дуже швидко створювати програми. Також на офіційному сайті можна знайти безліч літератури до засобу тож моделювання анімації не повинно викликати проблеми.

Проаналізувавши природний рух змії та обравши програмний засіб, було розпочато процес моделювання руху.

Для початку необхідно створити саму змію. Для цього потрібно спочатку створити об'єкт голови змії:

у методі SphereGeometry є як мінімум три параметри такі як радіус, кількість сегментів по горизонталі та кількість сегментів по вертикалі:

```
vargometry = newTHREE.SphereGeometry( 1, 16, 16 );
varmaterial = newTHREE.MeshBasicMaterial({color: 0x127012});
cube = newTHREE.Mesh( geometry, material );
head = newTHREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( cube );
```

Початкові координати голови змії у просторі:

```
head.position.x = 0;
head.position.y = 0;
```

Також необхідно створити функцію за допомогою якої при з'їданні яблука змія буде рости:

```
vargometry = newTHREE.SphereGeometry( 0.8, 8, 8 );
varmaterial = newTHREE.MeshBasicMaterial({color: 0x127812});
tail = newTHREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( cubeN );
tail.position.x = cube.position.x+(snakeL/2);
tail.position.y = cube.position.y+(snakeL/2);
arrTail.splice(snakeL,0,cubeN);
snakeL++;
```

Тепер можна приступити до моделювання процесу руху змійки.

Алгоритм процесу моделювання:

1. Визначаємо масиви arrTail[i] та arrTail[i-1], в які будуть записуватися координати об'єктів.
2. Оголошуємо початок циклу, що відповідає за імітацію руху змії.
3. Присвоюємо змінній координати хвосту змійки.
4. Розраховуємо коефіцієнт зміни положення елементів змії Alpha, що може надати її руху S-образного вигляду.

5. Перевіряємо якому з елементів хвоста змійки необхідно надати коефіцієнт Alpha.

6. Призначаємо клавіші керування рухом змійки.

У процесі руху змії відбувається зміна її координат таким чином, що кожний arrTail[i] елемент рухається на місце де до цього був arrTail[i-1] елемент масиву. Також під час цього руху відбувається взаємодія формули руху з коефіцієнтом Alpha, який надає руху змії S-образного вигляду.

Отже, в роботі виконано аналіз природнього руху змії; аналіз програмних засобів для графічного зображення руху (Phoria, Photon, Three.js, Voxel); розроблено алгоритм для реалізації моделі руху змійки та відтворено його засобами бібліотеки Three.js у якості гри «Змійка».

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Документація по Three.js [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://threejs.org/docs/>.
2. Приклади до Three.js [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://threejs.org/examples/>.
3. Змії [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.zoolog.com.ua/povedinka15.html>.
4. Вісім кращих бібліотек JavaScript для 3D графіки. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://postovoy.net/8-luchshih-javascript-bibliotek-dlya-3d-grafiki.html>.
5. Хауербеке М. «ЭлегантныйJavaScript» / Марин Хауербеке., 2011. – 745 с.

## СЕКЦІЯ „ТЕОРЕТИЧНІ І ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ”

### EFFICIENT ORGANIZER FOR STUDENTS “POLYTECHNIC”

**Bublii N., Vasilyuk A., Kunanets N.**

*Lviv Polytechnic National University Lviv, Ukraine, Stepana Bandery 32 a, 79013*

*Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua, nek.lviv@gmail.com*

The rapid development of diverse technologies requires more and more new ideas. They are especially relevant in the field of education. Of course, there are plenty of apps for planning the time, costs, schedule of the day but when we speak about education, the situation is not so optimistic.

This organizer addresses the problem of organizing students time management, for this project was chosen a modern approach to solving this issue based on the implementation of the organizer available both on the mobile platform and on the PC.

The main purpose is to depict and describe the basic tools and principles for developing such a class of software products as an educational organizer in order to improve the student's success rate.

To achieve this goal, the following methods were used: comparisons, generalization, methods of system analysis, technology of object-oriented analysis and system design.

#### Stages of the work of the organizer "Polytechnic"

One of the most important and most difficult period in the life of each student is an examination session, it is time to pass all homework tasks, courseworks and the beginning of exams and credits. It is well known that students used to postponed all the tasks for the last day or even night, taking into account the rhythm of student life and their lifestyle was created the "Polytechnic" organizer.

During the work on the organizer were studied and analyzed the main achievements in the field of Web technologies, IOS operating systems, Android [1-3]. The system is developed in accordance with modern requirements and trends. During the projection of this system, adaptability has been taken into account for any device on which this system will operate.

The main task of users, which performs the system to enjoy, give a positive and result.

**At the first stage**, student installs the application, examines the menu, gets acquainted with the interface and the principle of work.

**In the second stage**, user interacts with the system, registers, downloads or distributes the schedule from the official site, then downloads the task or integrates from the virtual learning environment (vns.com) and indicates the deadline for assigning tasks.

Table 1

*Comparison of the organizer with the analogues.*

Apps	Polytechnic	Task Coach	Mars Notebook	Leader Task	Evernote
Educational-specialized	Yes	No	No	No	No
Notification	Yes	No	No	Yes	No
Calendar	Yes	No	Yes	Yes	No
Free download	Yes	Yes	No	Yes	No
Scale of success in performing tasks	Yes	No	Yes	No	No
Easy to use	5	4	2	5	4
Easy management	5	3	3	4	4
An accessible interface	5	4	2	5	3
Functionality	10	7	5	9	8
Flexibility	10	9	6	8	5
Mobility program	10	5	8	7	5
Result	45	32	26	38	29

**In the third stage**, the system creates a calendar plan for the implementation of the tasks, the user can make changes, edit and prioritize the system, in turn, control the entire implementation process and sends automatic notifications about the percent fulfillment of the task or warns that deadline is coming.

"Polytechnic" is developed in an obtainable free version with many advantages in use and has the following characteristics:



- social networks access,
- effective processing of user input,
- modern and easy user interface,
- globality and universality,
- without any advertising.

According to table 1 above, it is possible to summarize that of course, other planners have their own peculiarities, but organizer "Polytechnic" is no less competitive and even carries a productive educational goal, besides students have the opportunity to rationally distribute time, make notes, and so on.

#### Conclusions

To sum up, this project can be called as unique, because of introduces an innovative influence on the system of learning and at this time it has no analogues. This organizer should develop student skills, such as purposefulness, punctuality, self-determination.

The system of planning the educational process - has a great impact, so the development took into account all the nuances for the successful and coordinated work of the program, it is important that it would be understandable for all students, regardless of age and field of study.

#### REFERENCES:

1. Ciuclea, C., Prostean, G., Andone, D. New learning and new teaching in higher education. Formal vs. Informal learning. – 2018. – C. 218-224.
2. Weihrauch, D., Schindler, P.A., Sihm, W. A Conceptual Model for Developing a Smart Process Control System. – 2018. – C. 386-391.
3. Ramanathan, L., Parthasarathy, G., Vijayakumar, K., Lakshmanan, L., Ramani, S. Cluster-based distributed architecture for prediction of student's performance in higher education. – 2018. – C. 1-16.

### DEVELOPMENT OF THE PROTOTYPE OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CHRONIC PYLEONEFRIT MEDICAL DIAGNOSTICS BY USING BAYESIAN NETWORKS

Honcharova-Ilina<sup>1</sup> T., Ohnieva A.<sup>1</sup>, Ohnieva O.<sup>1</sup>, Prymachenko O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kherson National Technical University, Kherson, Beryslavskoe shose, 24, Oksana\_Ognieva@meta.ua,

<sup>2</sup> "Kherson Children's Regional Clinical Hospital" of the KOC,  
Kherson, Ukrainskaya Str. 81, elen.pryma@gmail.com

**Introduction.** The development of information technology and the expansion of the capabilities of artificial intelligence technologies have led to progress in all areas of human activity, including medicine.

Currently, Bayesian networks (BN) are actively used to solve medical diagnostics tasks. They help to diagnose and precise different diseases in the conditions of fuzzy and incomplete information [1, 2].

The basis of any decision support system (DSS) is a set of knowledge structured to facilitate decision-making. When using BN for medical diagnostics, it is necessary to take into account all possible situations which can be foreseen by a specialist in a particular area (in this case - a specialist of nephrology). For this purpose it is better to use complex structured BN [3].

**Formulation of the problem.** The task of medical diagnostic is rather complicated, since the patient data is poorly structured and have its peculiarities. Some of the necessary information about the patient may be missing, which leads to additional difficulties in the processing of medical data; the rest of the information has a qualitative nature; another part of the information is reflected the results of the medical tests.

As a research object, chronic pyelonephritis was selected. The proposed DSS prototype using BN is to help the decision maker (nephrologist) discover early signs of a nephrological disease and precise its type in order to prescribe the appropriate treatment as soon as possible.

The use of BN helps in diagnostic of complex problem situations in conditions of poorly structured information.

**Presentation of the main material.** The peculiarity of medical DSS is that they model human activity, which is often performed in an informal form.

There are always some doubts about the precision of symptom manifestation of the particular disease. Doubts in the presence of a particular disease in a patient persist even in the event when all his symptoms are definitely expressed.

The BN are used to model fuzzy situations. Medical diagnostic DSS on the basis of BN is aimed at decision making support on the nature of the disease based on the results of various medical examinations and data on the patient's condition.

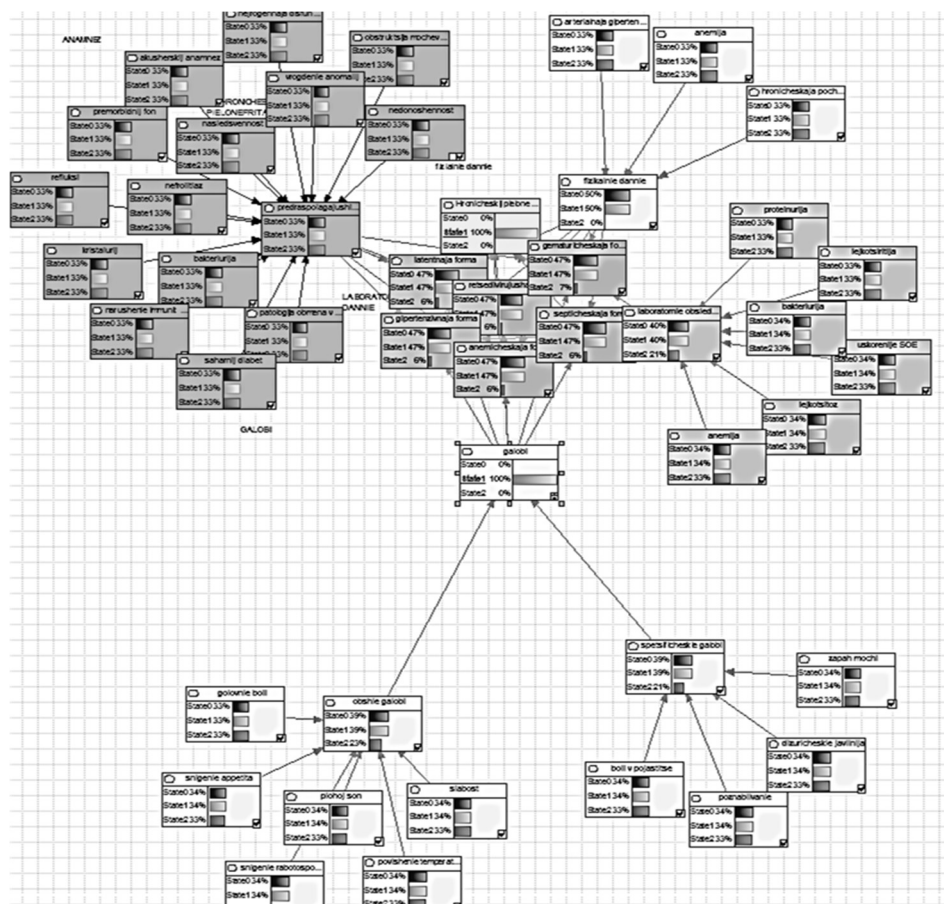


Fig. 1. Relation structure of the proposed Bayesian model

The structure of the BN, developed in [4], is supplemented based on the probabilities of the indicators of disease signs with the following gradation: minimum value, average value, maximum value (Fig. 1).

The information on a patient's clinical examinations is used as input data, namely: anamnesis, complaints (general and specific), laboratory and physical data. Output information is a diagnosis with a probability (confidence) on the basis of which it is possible to propose treatment methods or to recommend actions for further precision of the information about the patient's disease.

The structure and parameters of the model at this stage are determined based on scientific sources about the significance of complaints, symptoms and other signs as indicators of disease diagnostics. The use of BN for real clinical cases allows us to draw conclusions that are consistent with the knowledge and practical experience of one of the authors.

**Conclusions.** The task of medical diagnostic is a complex and multifaceted task. Diagnostic DSS are consultants and assistants for doctors. The use of BN is a useful tool for decision-making support in providing medical care to patients.

Using the proposed medical DSS, a doctor has the ability to partially automate the complex process of diagnosing patient. And this will make it possible to partially facilitate the work of medical personnel, as well as to exclude the dependence of the patient's diagnosis only on the human factor and to increase the objectivity of disease diagnostics.

#### REFERENCES:

1. Bidyuk P. I. Postroyeniye i metody obucheniya Bayesovskikh setey, Kibernetika i sistemnyy analiz, № 4, 2005, 133–147.
2. Dzhekson P. Ekspertnyye sistemy. M.: Kiyev-Viliams. 2001.
3. Eremeyev A.P., Zuyeva M.V. Prototip diagnosticheskoy sistemy podderzhki prinyatiya resheniy na osnove integratsii bayesovskikh setey doveriya i metoda Dempstera-Shefera, Programmnyye produkty i sistemy, №1, 2013, 11-16.
4. Ohnieva O.I., Prymachenko O.G., Dzyuba R.O., Kichin V.V. Zastosuvannya aparatu bayesivskikh merezh doviri dlya pidtrimki priynyattya rishen u medichniy diagnostitsi pielonefritu, Intelktualni sistemi

priynyattya rishen i problemi obchislyvalnogo intelektu: Materiali mizhnarodnoï naukovoï konferentsii. – Kherson: Vidavnistvo PP Vishemirskiy V. S., 2017, 121-122.

### APPLICATION OF FUZZY LOGIC TO CONTROL STEPPER MOTORS OF THE MULTI-DRIVE SYSTEM OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF WIREFRAME ARRANGEMENT

**Lebedenko Yu., Revenko S., Tchoufack E.**

*Kherson National Technical University,  
Berislavskoe shosse, 24, Kherson 73008, Ukraine lebedenko@kntu.net.ua*

The technological equipment of the frame arrangement is intended for realization of multi-coordinate machining processes due to the use of spatial hinged-rod mechanisms with a parallel structure.

The movement of the platform with a working tool is caused by the movement of individual assemblies along the guide rods, which is provided by the operation of individual electric motors.

The advantage of such designs is the ability to handle parts of any complexity, a disadvantage is the low mechanical rigidity [1]. The problem is the presence of elastic deformations and backlashes. Backlashes and firmness of the construction lead to the appearance of positioning errors. The degree of their influence depends on many factors, such as the trajectory and dynamics of motion, the inertia of the structural elements and the properties of the tool and the work piece. Thus, one can speak about the presence of uncertainty, the influence of which can not be eliminated by classical management methods, which necessitates the use of adaptive control based on intelligent control methods such as fuzzy logic and neural networks [2].

The aim of the research is to develop a fuzzy regulator for a stepper motor control system that would allow changing the settings depending on the operating conditions of the drive frame assembly equipment.

To achieve the set goal, it is necessary to consider a number of issues. First of all, it is necessary to consider the model of the object (stepper motor, elastic elements and backlash), to identify the factors that affect the positioning error. At the next stage, it is necessary to develop a fuzzy regulator structure, define the terms of input and output variables, formulate the rules base for fuzzy inference.

State space equations for 2 phase stepper motor with P rotor pole pairs and the two phases  $\varphi_j$  at  $\theta$  and  $(\pi/2)$  the following state space equations can be derived [3, 4].

$$\begin{aligned} \frac{d\theta}{dt} &= \omega, \\ \frac{d\omega}{dt} &= \frac{K_m}{J_m} (-i_a \sin P\theta + i_b \cos P\theta) - \frac{F}{J_m} \omega - \frac{T_L}{J_m}, \\ \frac{di_a}{dt} &= -\frac{R}{L} i_a + \frac{K_m}{L} \omega \sin P\theta + \frac{u_a}{L}, \\ \frac{di_b}{dt} &= -\frac{R}{L} i_b - \frac{K_m}{L} \omega \cos P\theta - \frac{u_b}{L}, \end{aligned} \quad (1)$$

where,  $\omega$  is the angular velocity,  $\frac{d\omega}{dt}$  is the load acceleration,  $\frac{di_a}{dt}$  is the current through winding a,  $\frac{di_b}{dt}$  is the current through winding

Equations describing the elastic deformation of frame-building elements can be defined as

$$\begin{aligned} \frac{d\theta_L}{dt} &= \omega_L, \\ \frac{d\omega_L}{dt} &= \frac{1}{J_L} [(-K(\theta_L - \theta_m) - B(\omega_L - \omega_m))]. \end{aligned} \quad (2)$$

Backlash is a term in mechanics, which implies free running of an element of a mechanical system. Backlash can be described as a nonlinear link of the form:

$$y(x) = \begin{cases} k \cdot (x + b) & \text{if } \dot{x} < 0 \\ k \cdot (x - b) & \text{if } \dot{x} > 0 \end{cases} \quad (3)$$

The fuzzy controller allows adapting the parameters of the controller to changing the characteristics of the object. The structure of the adaptive PID regulator is proposed, the coefficients of which are chosen on the basis of fuzzy inference from the analysis of two input quantities: normalized instantaneous quadratic error  $\delta^2 \epsilon \in (-1; 1)$ , corresponding linguistic variable  $E = \{L, M, H\}$  and load speed  $\delta' \epsilon$ , corresponding  $S = \{L, M, H\}$ . The output quantities are the coefficients of the proportional  $K_p$ , integral  $K_i$  and differential  $K_d$  components of the regulator. Each output linguistic variable takes the values  $\{1, 2, 3\}$ , corresponding to the small, medium and high values of the coefficients. The limits of the change in the coefficients at which the stability of the closed system is ensured are determined by the method of computer modeling. With fuzzification, the numerical values of the input

variables of the fuzzy inference system are established according to the values of the membership function of the corresponding linguistic variables corresponding to them.

The corresponding computer model in the Simulink software package is shown in Fig. 1.

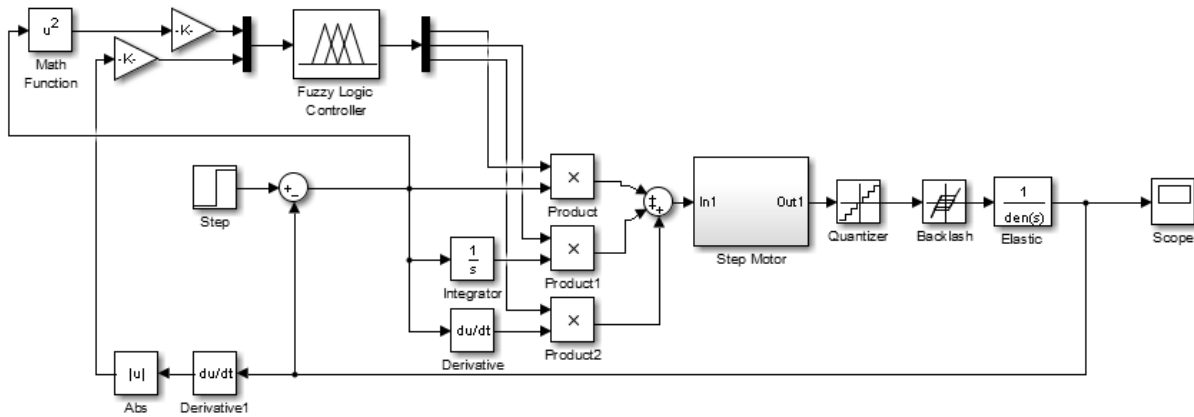


Fig. 1. Block diagram of the model of stepper motor fuzzy PID controller

The inference system is based on Mamdani model. It was found that both Gaussian and triangular MFs have same results. Membership functions generated for the fuzzy model of proportional quantity  $K_p$  are shown in Fig. 2.

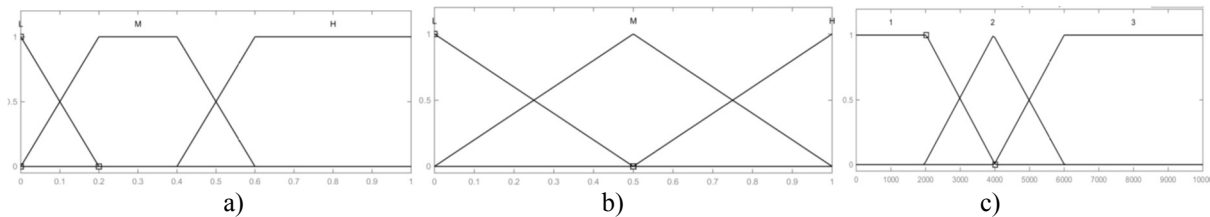


Fig. 2. Membership functions generated for the fuzzy model of  $K_p$ : a - input E, b - input S, c - output  $K_p$ .

The basis of the rules for determining the proportional quantity  $K_p$  is presented in Table 1.

Table 1

	E	L	M	H
S				
L		3	1	1
M		2	2	1
H		3	2	1

The received fuzzy controller allows to correct errors of positioning of the working body of the frame structure installation. In the future, the received regulator should be investigated by computer simulation methods in order to determine the the optimal settings from the point of view of moving working tool accuracy.

REFERENCES:

1. Кузнецов Ю.М., Дмитриев Д.О., Діневич Г.Ю. Компонувки верстатів з механізмами паралельної структури/ Під ред. Ю.М. Кузнецова. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2009. – 456 с.
2. Гостев В. И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 416 с.
3. Crnošija P. Microcomputer Implementation of Optimal Algorithms for Closed-Loop Control of a Hybrid Stepper Motor Drives / P. Crnošija, B. Kuzmanović, S. Ajduković // IEEE Transactions on Industrial Electronics, 47 (2000), 6; P. 1319-1325.
4. Elsodany N.M. Adaptive PID control of a stepper motor driving a flexible rotor / N.M. Elsodany, S.F. Rezeka, N.A. Maharem // Alexandria Engineering Journal (2011) 50, P. 127–136.

---

---

**SIMULATOR OF A REMOTELY PILOTED AIRCRAFT OF ENVIRONMENTAL  
MONITORING AS AN INTELLECTUAL DECISION-MAKING SYSTEM**

**Mashkov Oleg, Mamchur Julius**

*State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Kiev 35, st. Metropolitan Vasily Lipkovsky, 35, building 2; mashkov\_oleg\_52@ukr.net*

**Introduction**

Nowadays the system "Human-Nature-Society" stability is disrupted due to harmful man-made impact at the environment caused by excessive industry and population growth leading to enormous anthropogenic load at Earth ecosystems and irreversible biosphere changes. Extensive science and technical progress causes a number of global ecological problems with each able to practically eliminate our civilization. Among those: freshwater shortage, biodiversity and landscape diversity decline, greenhouse effect, ozone holes, acid rains, global ocean pollution, desertification, forests cutback, etc.

One of the major paths to implement sustainable humanity development is introduction of scientifically justified ecological, social and economical management at all organization levels. Ecological, social and economical monitoring system exists to provide for this cause.

The monitoring system should provide necessary information flows and improve observations of major processes and phenomenon in the biosphere. To provide for rational management decisions a necessary condition is a quality information basis on dynamics of different parameters of the environment state. All the negative trends in "Human-Nature-Society" system raise the importance of both ecological and social-and-economical monitoring.

At present, different technical means are used as monitoring tools, such as aerocosmic systems, ground-based mobile and stationary complexes. The present paper considers the problems of ecological monitoring aerial vehicles simulators for pilots training.

A significant progress in solution of aviation simulators development was made by Meerovich G. Sh., Krasovskiy A. A., Kudinenko A. V., Sineglazov V. M., Baranov G. L., Azarskov V. M., Ilyin O. Yu., Kononov O. A., Savanevych V. Ye., Tupkalo V. M. and others.

Due to rapid development of computer technologies the simulators became a intellectual human-machine systems. In contemporary simulators, developed based on information technologies, human-machine intelligence elements are introduced and external environment system imitation systems are used to provide immersion into virtual reality, amortized system of real-time object control with skill analysis are used and optimal electronic trainers and amortized educational systems are created.

The major contemporary problem of ecological monitoring by unmanned aerial vehicles (UAV) is shortage of qualified UAV pilots and equipment. While the demand for remotely piloted aerial vehicles (RPAV) and pilots is high, there is no extensive training network for the staff. Production of simulators and auxiliary equipment is not regular. There is a demand for development of methodology and programs of personnel training, including simulators of different types of ecological monitoring.

With the aid of different kinds of RPAV operation experience by development enterprises, the transformation of ecological monitoring RPAV pilots training process to a new organizational and technical level is required. In future the problem of creation of a training center for different kinds of environment monitoring RPAV pilots should be considered. The main theoretical and practical courses should be aimed at training experts to UAV maintenance, training of pilots and operators of payload of ecological monitoring RPAV.

**On the necessity of environmental monitoring simulators creation.**

RPAV simulator is a complex technical training equipment, therefore it is essential to estimate how closely the characteristics of a real aircraft are simulated. Despite a number of national and foreign papers dedicated to concordance of simulator characteristics and that of a real aerial vehicle, the problem of determination of the necessary quality of concordance and elaboration of criteria of estimate on characteristics adequacy are not sufficiently studied.

As noted above, the objective quantitative estimate of RPAV quality is hindered by enormous amount of tests and quantity of the parameters under consideration. Therefore, there is a necessity to create an automated test system as a part of the simulator.

The accuracy of RPAV characteristics reproduction in the simulator is first of all stipulated by the inherent flight dynamics model. The simulator's flight dynamics emulator must reproduce all flight stages: takeoff, climb, cruising flight, drifting, landing approach, landing and taxiing. In RPAV simulators the mathematical models of flight dynamics based on non-linear differential equations solution are the most popular. The abnormal and emergency situations modeling marginal conditions and perturbations of air environment with influence of new controllers and on-board equipment failures should be also considered as peculiarities of RPAV flight simulator during pilot training.

Rapid progress of computing power and new technologies led to creation of 3D images rendering systems. The quality and detail of the generated image may be very high to provide the pilot with skills of visual piloting in all piloting modes and use of all the monitoring equipment at the simulator.

The simulator complex composition should include equipment of natural-scale RPAV ground control system and corresponding hardware and software including a unique visualization system, emulating geographic and climate peculiarities of the monitoring area with high quality. The simulator of the visual environment should contain an up-to-date database of environment areas and hazardous industrial objects.

The investigations revealed that Physics Based Environment Generator HD (one of the products in HD World brand) can be used as the base for the visualization of environmental monitoring. The simulator should provide a high accuracy and detail of different kinds of terrain generation including industrial objects, ground elevation profile and even simulate various weather conditions specific to certain area.

Different organization and staff measures and incentive programs should be developed and introduced into action to promote RPAV pilots and RPAV payload operator's profession reputation.

#### **Functional specifications of environmental monitoring simulators.**

Practicing simulator exercises suggests RPAV control solving the following tasks of ecological monitoring:

- atmospheric air monitoring;
- water bodies monitoring;
- biodiversity and landscape diversity control and estimate, development of natural reserve and creation of national ecological network;
- land and soil monitoring;
- natural resources use management;
- control and estimate of waste management;
- monitoring of anthropogenic hazardous industrial objects and enterprises ecological safety;
- monitoring of manufacturing enterprises impact at the environment;
- monitoring of agricultural objects impact at the environment;
- monitoring of power generation objects impact at the environment;
- monitoring of transport impact at the environment;
- detection and control of liquidation and damage control processes of emergency situations (such as natural disasters, fires, floods, etc.);

An ecological monitoring simulator may be used to train experts in three branches.

1. Pilot of trajectory control. The pilot of the apparatus control determines the flight line, altitude and makes shunts.
2. Operator of payload control. His task is to preform monitoring by some sensors equipment (video devices, infra-red sensors, radar sensors, etc.)
3. The technician of the UAV. He prepares RPAV for the flight and preforms landing and takeoff (if necessary).

Training of all these three branches of experts is made with a single simulation complex. And while technician's place is always near the "hardware", the operators and pilots are initially trained in classrooms at software simulators. With this, the pilot of trajectory control changes the UAV trajectory over electronic area map, while the real-time camera image is obtained by the payload operator.

The training package for the operators at the simulator should include: basics of RPAV control; manual and semi-automatic flight; manual and automatic takeoff and landing; flight along the given GPS coordinates; maneuvering and evasion of the obstacles; safe approaching the object; emergency landing; basis of photo and video capture on-board RPAV; practice exercises with instructor.

In order to improve piloting skills, the curriculum of ecological monitoring goals should be implemented in RPAV simulator. The instructor should have a possibility to imitate different abnormal and emergency situations during performance of the simulator exercise of ecological monitoring of the environment and hazardous anthropogenic objects.

The simulator of ecological monitoring should provide for practical training of RPAV pilots to perform the following:

- handle autonomous functional control of on-board monitoring equipment complex;
- create, edit and upload flight task into RPAV;
- correct the flight task during the RPAV flight;
- generate commands for RPAV flight control;
- generate commands for payload control;
- record parametric and view information from the on-board registration equipment;
- operation during emergency situations;
- registered information analysis and report preparation.

The simulator should imitate processes of special equipment control: joined gyro-stabilized video, photo, IR-cameras and other payload. Depending on the payload installed the simulator may be used to imitate detection of emergency situations; control of the area state containing oil and gas pipelines; anti-poaching operations; land registry and mapping; state border surveillance including dense forest areas; agricultural land monitoring; electric power lines control; atmospheric state monitoring; capturing video and photos of natural landscapes; displaying ads at zeppelin board, etc.

The RPAV control in the simulator should enable practice in the following modes:

- flight control in automatic mode (without pilot participation, according to a flight task, including landing);
- automated flight mode (under control and according to commands of the pilot);
- emergency flight abort and returning the RPAV into the given area in case of inexpediency of continuing the mission, including landing.

The simulator complex should provide for:

- automated workplace of RPAV pilot (simulator of ground control point, see fig 1, 2);
- documentation facilities;
- special equipment.

#### **Peculiarities of pilot training at ecological monitoring simulator.**

Using RPAV for ecological monitoring is one of the important branches of unmanned aircraft and enables automating the environment monitoring and hazardous industrial objects, reduce time to obtain monitoring information. With this it is important to create mobile, simple in operation and cheap ecological monitoring means.

The investigations show that there is no alternative to aerial monitoring. The pipeline state control, problems of protection, monitoring and video surveillance are best solved with aerial vehicles. Environmental monitoring has an additional issue: when the area cartography should be made and when it's reasonable to capture streaming video. Cartography makes sense if monitoring is performed from high altitudes with wide-angle camera with large matrix; in other cases video capture is preferable as the contemporary software enables processing it frame-by-frame.

Nighttime monitoring using thermal visors or a high-sensitive IR-camera aren't widely spread due to 3 reasons:

1. Difficult nighttime piloting.
2. High equipment cost.
3. Difficult to decipher the information, especially in case the observed objects density is high.

It is reasonable to use thermal visors at specialized vehicles (usually drones) during monitoring of hazardous industrial objects, critical infrastructure elements during nighttime in a limited area.

Small size RPAV control is the most complex task. Let's give some examples of on-board equipment for navigation and real-time control of UAV with takeoff weight of 3.5 kg. The pilot must follow the route with deviation no more than 10-15 meters under wind speed of 7 m/s. During the cruising flight the pilot must provide altitude accuracy within 5 meters at low heights following terrain.

One more important function of RPAV control at a simulator is video camera control. During the flight, the frontal camera stabilization is achieved by processing of RPAV roll swinging and autopilot signals and inertial navigation system data. This way the video image is stable despite RPAV roll swinging. To solve aerial survey tasks (e.g. to create aerial map of the possible work area) accurate data on orientation angles, coordinates and RPAV altitude is absolutely necessary to correct the aerial photos and automate frames panning.

Transfer of most of flight personnel training scope to simulators led to the fact that aviation simulators became of primary importance. Here the amount of required testing and information volume to obtain and process is too large to avoid automation of testing process. The necessary conditions for such automated tests is development and application of methods of estimate and correction of flight parameters in aviation simulators.

The flight simulator characteristics assessment is not a one-time action, and is not limited to certification tests, but should be made periodically during the simulator operation with aim to confirm the correspondence of its parameters to the demanded ones.

#### **Simulator grading criteria.**

There are several RPAV grading criteria available:

- The criteria for objective (quantitative) estimate of differences between real RPAV and the simulator characteristics without pilots participation.
- The criteria for subjective (qualitative) estimate of differences between real RPAV and the simulator.

Following quantitative tolerances for simulation accuracy is a necessary condition to certify the simulator according to one of the levels.

In order to build and obtain aircraft flight dynamics characteristics model in aviation simulators the flight dynamics equations should be used. These equations consist of mass center dynamics equations projected to body axis system, movement equations relative to mass center projected to body axis system and a number of kinematic equations and equations of projections of forces and momentums that impact the aircraft.

Transfer of training emphasis to simulators requires a strict approach to attestation of these facilities.

The necessity of developing such methods and their application to estimate characteristics of the simulator are stipulated by the following conditions:

1. Assessment of the simulator characteristics is not a one-time action and is not limited only to certification tests, but must be held periodically during simulator operation with aim to confirm the correspondence of its parameters to the demanded ones.

2. It is essential to solve the problem of accurate control actions input during the test. During the control by test pilot the adjustment of control data requires a lot of time and may lead to significant methodological bias.

3. In order to reduce the simulator development term it is also required to transfer most of the tests to computer tools.

4. The volume of flight estimate to perform the complex simulator assessment may be significantly lowered if it would be preceded by automated tests based on objective assessment methods of separate simulators and AT systems.

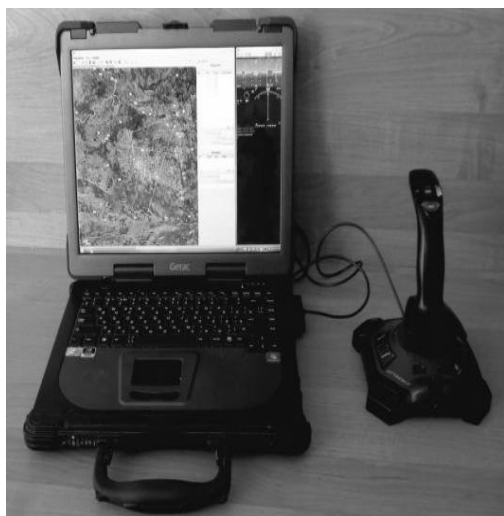


Fig. 1.



Fig. 2.

#### **Ecological monitoring simulator modular structure.**

Development of simulators is usually made based on their modular structure. The modular concept suggests possibility for merging, dividing and modification of separate system elements without affecting the whole system.

Within modular architecture the system modules may be created independent of one another and joined into blocks to obtain the necessary results. Their reconstruction and modification is also simplified without the necessity to significantly alter other modules (e.g. in case of changing ecological monitoring equipment alteration is limited to changing "Special Equipment" module of the simulator).

However, the efforts on modular system construction will not achieve its goal without a rigid definition of interconnection between the modules, specifications for development and introduction of the modules and interface elements (which enable introduction of new technologies considering points of view of their developers and operating enterprises).

The required realism level of the modeling requires a quick reaction to input controls forcing heavy load on computational system to perform all the operations real-time.

The modular approach causes additional limitations stipulated by standardization of data format and limitations to the whole system. The calculations may be distributed between different CPUs. And the possibility to create new modules based on unified principles should exist to provide for modules intercompatibility.

The modules and the interface may be considered from functional point of view (logical level) or as a set of hardware and software modules (physical level). The data transfer may be interpreted as a sequence of messages between functional modules, therefore at a logical level the content of the messages is considered and the sender and receiver modules are determined with conditions under which the messages are transmitted. At this level the problems of accuracy and the modeled objects are determined.

Physical level is the environment where the modules exist and interact. At this level the data transfer rate, detection and correction of errors, memory consumption, hardware of the simulator, programming language, etc. are considered.

The specified division provides for achieving the main goal - to separate the above mentioned levels in such a way, that changes in one level would not cause changes in another. I.e. visualization modules may be improved, different software and hardware can be installed without changing the logical structure of the simulator. The forms



of physical interconnections may be different. Choice of a universal physical interconnection is one of the principal tasks of the simulator development.

The solution of a problem on interaction of the modules is actually a data transfer between the modules problem solution. A junction system is required to implement this connection. If the transmitting and receiving system elements are located in different physical modules, then information may be transmitted through local network. If the elements are located in closely-interacting physical modules (e.g. two electronic computing machines of one system), then the messages may be transmitted through external memory devices or high speed data transfer network. If the two logical modules are located within one physical module the information may be transmitted through the operation system.

Within these margins all the messages should be equal in length, format and transmitting conditions. The most effort is given to provide for mobility of the software. The necessity of the programming language is obvious to operate all the on-board computation systems. Just as hardware the languages are constantly improving and modernized, the new ones are created. The share of math support within the total simulator cost is constantly increasing. Therefore, improving of labor performance of the programmers is becoming more important.

*Flight dynamics simulator module.* This module simulates aerial vehicle movement in space (solution of a closed non-linear differential equations system; input parameters - control input of the RPAV pilot; output - flight parameters).

This module simulates: takeoff and climb; flight along the track; drifting, landing approach; go-around maneuver (using means of flight and navigation equipment complex); emergency drifting; flight along a circle; landing approach and landing; flight in hazardous external conditions. The module should consider: air temperature and pressure; height (terrain height) of the air field; horizontal wind speed; wind shear and wind blasts (vertical and horizontal); special equipment and propulsion operation modes; control surfaces location.

*Visual environment simulator module.* This module is designed to simulate the terrain, visualize the monitoring objects (environment, hazardous industrial objects). The visualization should be implemented in 3D (spatial) model. The model itself should correspond to real objects and real terrain. Such model may be created based on aerial or satellite images and GIS technologies.

*Control system simulator module.* The functional module is designed to control the flight in the simulator and training the RPAV pilot the skills on operating control system, providing information to the interacting systems. This module provides for:

- calculation determination of the control surfaces location (controllers) of the flight parameters and flight control computation system simulator parameters;
- automatic restriction of marginal flight modes, and also alerting the RPAV pilot on exceeding basic flight operation modes;
- emulation of relevant failures.

This module provides for simulation of control channels operation (stabilizers, altitude control, ailerons, interceptors, rudders if available). The module also simulates relevant failures of a real aerial vehicle flight control system.

*Propulsion system simulator module.* The module provides for simulation of: thrust engine, automatic thrust management. The simulation is performed based on mathematical modeling of a propulsion system in simulator computation system.

#### **Problems of ecological monitoring simulator certification.**

The RPAV simulator certification must confirm the unit concordance with standards and that the manufacturer can steadily provide the declared quality in real conditions of serial production.

International collaboration experience during production and use of simulators revealed the necessity of developing of unified requirements to simulators certification. Today the domestic requirement have the weakest demands in visual environment modeling and data display lag. Adaptation of international standards to ecological monitoring simulator estimate will enable to create training systems and means, competitive at world marked of aerial simulators. The program of ecological monitoring simulator should consist of methodological and organizational components.

The methodological part of the ecological monitoring simulator certification should include development of:

1. Methods of assessment of the simulator and its systems and equipment simulators characteristics concordance to the objective requirement of Standards of approval during laboratory, benchmark, autonomous and complex certification tests.
2. Methods of assessment of concordance with general requirements to suitability of the simulator cockpit, flight dynamics simulators, acoustic noises, visualization system.
3. Methods and means on provision for objective tests and expert estimates oriented at conditions of test modes performance.
4. Methods of test results processing and means to provide their safety.

5. Regulations on certification.
6. Standards of the ecological monitoring simulator suitability.
7. Certification requirements and assessment methods of simulator system concordance with operation conditions: takeoff and landing vehicles, propulsion, navigation and aircraft systems.
8. Standard test programs.
9. Standardized databases of source data and results of certification tests.
10. Structure of the laboratory and research base.
11. Unified program on flight experiment.
12. Simulator specifications requirements.

The hardware of the certification system should be equipped with laboratory and test equipment with a set of automated data collection, processing, storage, expert estimate formulation and test results reporting software.

#### Conclusions.

The specialized ecological monitoring by remotely piloted aviation vehicles simulators are proposed to be created. Creation of ecological monitoring simulators should be similar to aviation simulators. A special attention should be given to real environment visualization system (area model and monitoring objects) and operating on-board monitoring equipment. The problems of functional purpose of the ecological monitoring simulator (area of application) are considered. The peculiarities of pilot work at the ecological monitoring simulator and criteria of the simulator assessment are formulated. It is proposed to implement the ecological monitoring simulator as a modular system. The necessity for ecological monitoring simulator certification is justified.

#### REFERENCES:

1. Будылина Е.А., Данилов А.М., Пылайкин С.А., Лапшин Э.В. Тренажеры по подготовке операторов эргатических систем: состояние и перспективы // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4.;
2. Красовский А.А., Кудиненко А.В. Пилотажно-навигационные и комплексные тренажеры. — М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1984. 204 с.
3. Красовский А.А., Лопатин В.И., Наумов А.И., Самолаев Ю.Н. Авиационные тренажеры. — М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1992. 320 с.
4. Красовский, А. А. Пилотажно-навигационные и комплексные тренажеры. М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1998. - 320 с.
5. Мамаев В.Я. Болевые точки тренажеростроения и возможные пути их устранения. // В ж.: Мир авионики, №1, 2003. С. 38-39.
6. [bvp-service.by/.../avtonomnye-trenazhery-podgotovki-operatorov-bespilotnykh-letatel](http://bvp-service.by/.../avtonomnye-trenazhery-podgotovki-operatorov-bespilotnykh-letatel).
7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/UAV>
8. <http://tekhnosfera.com/metodiki-otsenki-i-korreksii-parametrov-poleta-v-aviatsionnyh-trenazherah#ixzz53lkKBgyK>
9. <http://teknol.ru/products/aviation/uav/>
10. <http://www.airwar.ru/bpla.html>
11. <http://www.airwar.ru/bpla.html>
12. <http://ru.wikipedia.org/wiki/UAV>
13. [http://www.ispl.ru/Sistemy\\_upravleniya-BLA.html](http://www.ispl.ru/Sistemy_upravleniya-BLA.html) <http://teknol.ru/products/aviation/uav/>
14. <http://www.allbest.ru/>
15. <http://www.dissercat.com/content/metodika-formirovaniya-upravlyayushchikh-vozdeistvii-dlya-obektivnoi-otsenki-letno-tekhniche#ixzz53lktV9KR>
16. <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-integrirrovannykh-sredstv-predstavleniya-znaniy-v-sistemakh-mashinnogo-obucheniya-#ixzz53lmmuFoX>
17. [http://www.ispl.ru/Sistemy\\_upravleniya-BLA.html](http://www.ispl.ru/Sistemy_upravleniya-BLA.html)
18. <http://www.km.ru/referats/333287-bespilotnye-samolety>
19. <http://www.rikshaivan.ru/>
20. <https://bmpd.livejournal.com/2029756.html>
21. <https://socportal.info/2018/01/15/skoro-drony-budut-sbivatsya-v-stai-kak-ptitsy.html>
22. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13874>.
23. [www.indelauav.com/news.html](http://www.indelauav.com/news.html)

---

---

**DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION FOR STUDYING ENGLISH  
LANGUAGE FOR AGED PEOPLE**

**Sloboda Kh-M., Vasilyuk A., Kunanets N.**

*Lviv Polytechnic National University  
Lviv, Ukraine, Stepana Bandery 32 a, 79013  
Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua,  
nek.lviv@gmail.com*

Nowadays the development of new technologies and their widespread use among the population, including the elderly, is gaining momentum. It is very popular for most part of aged people to keep up with the modern society, thus to be aware of all the recent updates in IT sphere such as social media and different innovations. As a tendency shows, a huge amount of aged people want to develop themselves and spend their free time learning something new.

Taking into consideration the fact that at Soviet times it was not common to study English language, most of aged population does not know it. However, as the statistics shows, English language is one of the most popular and well-known worldwide. From this point of view, development of the mobile application for studying English language for aged people is very appropriate. An object of this paper is a description of the main principles and algorithms of learning of English language for aged people as well as showing its importance. Also, it is relevant to mention different tools of development a mobile application. The main problem of the aged population is the fact that they have enough free time for themselves and they need to spend it properly. Moreover, some research shows that aged people, who does not «train» their brain has more chances to have problems with memory and even Alzheimer's disease or dementia. Another problem of this paper is ways of implementation this mobile application, different mythologies needed for its development such as platforms, front-end/ back-end servers, testing of this mobile application etc.

The formation of the information society, which began in the middle of the twentieth century, radically changes the socio-cultural environment of man and his social connections.

In the modern world devices based on mobile platforms are becoming increasingly popular. This is due to the need of a modern person to be always connected to each other. But if ten years ago, the mobile phone was just a mean of communication - a mobile version of the stationary device, then five years ago it could already serve as a notebook, helped exchange a small amount of information and could be used for entertainment. In our time, the concept of mobile phone embeds an extremely wide range of functions. With the help of a modern high-end mobile phone, it is possible to produce high-quality photos and videos, to receive, store, play and transmit large volumes of data, to use the Internet and play games, about which quality and detail ten years ago could not dream of. Moreover, it can be used as a source of knowledge and even as a tutor. The most important thing is to find the appropriate mobile application.

Nowadays there are a lot of mobile platforms, the main of which are listed below:

- *Windows Phone* (Windows Mobile) - This operating system includes many features: messaging (SMS, e-mail), media player, Internet Explorer, calendar, notes and address book. A typical feature of this platform is an open architecture that allows you to install additional programs and execute add-ins for standard applications. OS design is similar to Windows, but has nothing to do with it;

- *Android* - With a wide range of capabilities, the Android platform is not inferior to the operating systems of even desktops. It is a multilevel environment based on the Linux kernel and has rich functional capabilities. The basis of the user interface are: windows; submission;

- Widgets to display common items, such as editable fields, lists, and expandable lists. Android has a wide range of connectivity options such as Wi-Fi, Bluetooth, and data transfer protocols over the network [2]. The Android software stack also includes support for location-based services (such as GPS) and accelerometers, but it should be noted that not all devices on this platform are equipped with the necessary equipment;

- *Symbian* - on the Symbian side, the friendliness of the unprepared technically user. Symbian operating systems can be divided into two main subgroups: Series 60 (as well as additional options - S80 and S90), UIQ with touch screen support and used by SonyEricsson;

- *iPhoneOS (iOS)* - The iPhone OS is based on a special version of Mac OS X, with the interface adapted to work with your fingers. Feature of the device is a large touch screen, which occupies almost the entire front panel and only one key, all controls are made by touching and moving fingers across the screen, all this makes the smartphone as alive [4].

Also, besides these operating systems, there are quite a few others, although they are less popular: *BlackBerryOS, PalmOS, HPwebOS, Hunger.*

There are several software development models and each one is suitable for a specific case. Often, the development of software requires the combination of different development models, since it is difficult to develop

a system that would fit into one model. Mostly, the set of functions that the software must execute is very diverse, so you need to combine different models.

The most popular software development models are:- structural; objective; componential;

*Structural model* - based on the principle of functional decomposition, in which the structure of the system is described in terms of the hierarchy of its functions and the transfer of information between individual functional elements. The texture of the structural approach to the development of IP software lies in its decomposition into automated functions: the system is divided into functional subsystems, which in turn are divided into subfunctions. In this case, the IP retains the integrity of the presentation, where all components are interconnected. When developing the system "from the bottom up", from individual tasks to the whole system, the integrity is lost, there are problems in describing the information interaction of individual components.

*Objective model* - conceptual basis of object-oriented analysis and design of software (OOAP). Its basic principles (abstraction, encapsulation, modularity and hierarchy), and concept (object, class, attribute, operation, interface, etc.). Uses an object decomposition, describes the structure in terms of objects and links between them, and the behavior of the system - in terms of messaging between objects.

*Componential model* - under the software components understand the simple structural elements that can be reused in the construction of software systems. They implement application functions of the information system, provide semantic applications of an applied or technical nature and can be modified in the development process at the level of binary codes. The components exist and function inside the containers. Containers create the general context of the interaction between application task components. Containers are also provided to components that are embedded in other components, standard access to service delivery environment. Such a model of object interaction, based on the mechanism of publication and subscription, allows you to dynamically establish links between components in a distributed environment

It is also very important to mention regarding the specific needs of aged people - their ability to memorize and recall new information is not the same as for children or adolescent; it is very common case when they have some problems with their vision or hearing.

The problem of keeping up with all the recent updates for aged population is very important as nowadays these people have enough free time and moreover, they have desire to develop themselves via different tools and mobile applications are one of them.

At the same time the teaching of aged people is extremely different from the classic one as a huge amount of factors should be taken into consideration while realization of this mobile application such as weaker ability to memorize some new information, problems with vision and hearing. Everything should be directed to age peculiarities mentioned above.

This project is innovative and very useful as it will help a lot of aged people to fulfil themselves.

#### REFERENCES:

1. Інформаційні системи і технології на підприємствах / Плєскач В.Л. [Електронний ресурс]. — Режим доступу:[http://pidruchniki.ws/1327010847729/informatika/strukturniy\\_pidhid\\_rozroblennya](http://pidruchniki.ws/1327010847729/informatika/strukturniy_pidhid_rozroblennya)

### СОГЛАСОВАНИЕ МНОГОАГЕНТНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В СИСТЕМЕ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

**Аксак Н.Г., Кораблев Н.М.**

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
г. Харьков, пр. Науки, 14, nataliia.axak@nure.ua, mykola.korablyov@nure.ua*

#### Введение.

Системы поддержки принятия решений становятся все более сложными. Хотя мотивация применения мультиагентных систем (МАС) в разных предметных областях различна [1], основными преимуществами использования мультиагентных технологий являются: (1) индивидуумы учитывают специфику приложения и окружающую среду; (2) локальные взаимодействия между индивидуумами могут быть смоделированы и исследованы; (3) моделирование и вычисления проводятся на разных уровнях с отдельными компонентами. Поэтому вычислительная парадигма с использованием МАС обеспечивает хорошее решение для распределенного управления. Для таких систем ключевым понятием является агент, обладающий автономностью, целенаправленностью и активностью. Постоянная деятельность агентов интерпретируется как принятие решений. Решения могут варьироваться от классической максимизации полезности при наличии полной и статической информации до сложных задач планирования. Как правило, агент не живет изолированно. Он взаимодействует с людьми и другими агентами, расположенными в той же среде. Ключевой характеристикой систем мультиагентного принятия

решения (СМАПР) является то, что действия и решения агентов взаимозависимы, а цели агентов, возможно, противоречат друг другу. Для принятия решений нужны стратегические действия агентов, причем необходимо учитывать поведение других агентов, что требует разработки интеллектуальных моделей, а также соответствующих механизмов рассуждений. Агенты также должны иметь возможность общаться, сотрудничать и вести переговоры с другими агентами или с людьми.

#### Общая постановка задачи.

Пусть имеется распределенная сервис-ориентированная система, осуществляющая удаленный мониторинг, ради которой система функционирует. Для достижения поставленной цели решаются математически сформулированные задачи с большим набором исходных данных и требуемых результатов.

Для обнаружения критического состояния наблюдаемого объекта в мультиагентной системе удаленного мониторинга разработать модель согласования взаимодействий агентов.

#### Основной материал.

Мультиагентная система представлена следующим образом:

$$MAS = \{A, E, Org\},$$

где  $A = \{A_{user}, A_{doctor}, A_{nurse}, A_{data}\}$  – множество агентов, функционирующих в среде  $E$ , представляющей собой программную платформу для выполнения агентов и предоставляющая функциональность для создания/уничтожения агентов, для применения интеллектуальных методов и для приема/передачи сообщений;  $Org$  – Web-портал службы здравоохранения, построенный на основе организационной модели для взаимодействия агентов [2]. Аспектами для управления инцидентом будут: мониторинг состояния здоровья, постановка диагноза и медицинская помощь. Для мониторинга используется механизм «градации» состояния пациента, определяющий диапазоны измеряемых значений, таких как: кардиограмма, кровяное давление, уровень сахара, температура тела и т. д., которые разделяются на следующие уровни тяжести: критический, высокий, средний, низкий.

Обязательства агентов  $Com(pr, us, an, re)$  означают, что при возникновении antecedента результат будет получен, когда производитель обслужит пользователя ( $pr$  – производитель услуг,  $us$  – пользователь,  $an$  – antecedent,  $re$  – результат). Взаимодействие между агентами может быть истолковано с точки зрения влияния на их обязательства. Например, предложение о принятии лекарства для понижения давления от производителя услуг  $A_{doctor}$  для потребителя  $A_{user}$  может быть истолковано как  $Com(A_{doctor}, A_{user}, \text{высокое\_давление, принять\_лекарства\_для\_понижения\_давления})$ . Другими словами, если у пациента повысилось давление, агент доктора  $A_{doctor}$  посылает сообщение агенту пациента  $A_{user}$  о принятии лекарства для снижения давления.

Согласование действий агентов  $A_i$  означает, что все они выполняют обязательства на основе своих наблюдений. Под выполнением многоагентной системы понимается переход системы из одного состояния в другое. Каждый раз, когда агент отправляет или получает сообщение, система переходит в новое состояние. Состояния системы выражаются через устойчивость и целостность: система находится в устойчивом состоянии, если сообщения не посылаются и не принимаются.

**Средство общения.** Агенты обмениваются сообщениями. Модель коммуникации состоит из следующих допущений:

1. Связь «один-к-одному».  $A_i.send(A_j, m)$  – агент  $A_i$  отправляет сообщение  $m$  агенту  $A_j$  ( $i, j = \{user, doctor, nurse, data\}$ ).
2. Агент наблюдает только те сообщения, которые он отправляет или получает.
3. Сообщения достоверны. Сообщения не создаются и не разрушаются инфраструктурой.
4. Сообщения упорядочены. Упорядоченные наблюдения отправляются в виде сообщений.

Получатель принимает сообщения по порядку следования.

Наблюдения агента  $A_i$  в конкретном исполнении  $MAS$  описываются последовательностью сообщений  $\langle m_0, m_1, \dots, m_n \rangle_{A_i}$ , наблюдения мультиагентной системы описываются вектором

$$Obs = [Obs_{A_{doctor}}, Obs_{A_{user}}, Obs_{A_{nurse}}, Obs_{A_{data}}], \text{ где } Obs_{A_i} - \text{последовательность наблюдений агента } A_i.$$

Наблюдения  $Obs$  агентов  $\forall A_i, A_j \in MAS$  справедливы в том случае:

- если сообщение  $A_i.send(A_j, m_k)$  принадлежит  $Obs_{A_j}$ , тогда сообщение  $A_i.send(A_j, m_k)$  принадлежит и  $Obs_{A_i}$  ( $k = \overline{0, n}$ );

– если сообщение  $A_i.send(A_j, m_1)$  принадлежит  $Obs_{A_j}$  и сообщение  $A_i.send(A_j, m_0)$  предшествует сообщению  $A_i.send(A_j, m_1)$  в  $Obs_{A_i}$ , тогда сообщение  $A_i.send(A_j, m_0)$  предшествует сообщению  $A_i.send(A_j, m_1)$  в  $Obs_{A_j}$ . Таким образом, наблюдения  $Obs_{MAS}$  представляет собой множество всех состояний системы  $MAS$ .

**Устойчивость.** Система находится в устойчивом состоянии, если никакие сообщения не принимаются и не передаются. Наблюдения находятся в устойчивом состоянии, если  $\forall A_i, A_j \in MAS$  сообщение  $A_i.send(A_j, m_k)$  принадлежит  $Obs_{A_i}$ , тогда сообщение  $A_i.send(A_j, m_k)$  принадлежит  $Obs_{A_j}$  ( $k = \overline{0, n}$ );

**Целостность.** Пусть  $Obs_{A_j}$  последовательность сообщений вида  $\langle m_0, m_1, \dots, m_n \rangle_{A_j}$ . Тогда для любого сообщения  $m'$  форма  $\langle m_0, \dots, m_n, m' \rangle_{A_j}$  является конкатенацией  $Obs_{A_j}$  с  $m'$ . Множество предложений  $Seq(Obs_{A_j})$ , которое можно вывести из множества  $Obs_{A_j}$ , представляет собой состояния  $A_i$  после наблюдения сообщений в  $Obs_{A_j}$ . Ограничение целостности выглядит следующим образом:  $[m[Ant2 : Ant1]m']_{A_i}$ , где  $Ant2$  и  $Ant1$  пред- и постусловия воздействия на  $m$ ,  $m'$  – эффект воздействия на  $m$  при условии выполнения пред- и постусловий.

**Согласование.** Согласованность в многоагентной системе выглядит следующим образом:  $[\langle MAS \rangle]$ , если  $\forall Obs_{A_i} \in Obs_{MAS}$  наблюдения  $Obs_{A_i}$  устойчивы и полноценны относительно ограничений целостности:

$$\forall A_i, A_j \in MAS : Com(pr, us, an, re) \in Seq(Obs_{A_j}) \Rightarrow Com(pr, us, an, re) \in Seq(Obs_{A_i}).$$

Таким образом, наблюдение одного и того же antecedента поставщиком услуг и пользователем приводит к осуществлению одного действия для достижения желаемого результата.

#### Выводы.

В работе предложена формализация агентских обязательств, обеспечивающих согласование асинхронных действий взаимодействующих сторон для успешного функционирования агентно-ориентированной системы удаленного мониторинга состояния здоровья пациента.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Yu N-P, Liu C-C. Multiagent systems. In Advanced solutions in power systems: HVDC, FACTS, and artificial intelligence. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2016. p. 903–930.10.1002/9781119175391
2. Аксак Н.Г. Мультиагентная система нейросетевой диагностики и удаленного мониторинга пациента //Інформаційні технології: проблеми та перспективи: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С. Г., 2017. – С. 325–340.

### АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕЗЕРВУВАННЯ СТОЛИКІВ У ЗАКЛАДАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

Ананевич Я., Плебанський Н., Кунанець Н.Е.

Національний університет «Львівська політехніка»,  
Україна, м. Львів, вул. Степана Бандери 32 а, 79013  
nek.lviv@gmail.com

Дуже часто люди стикаються з такими проблемами під час походу в ресторан, паб, кафе чи інші заклади громадського харчування (далі заклади): відсутність вільних столиків, великі скупчення людей в пошуках вільних столиків, відсутність достатньої кількості меню, неможливість вчасного обслуговування офіціантами через їхню навантаженість. З іншого боку страждають також і власники закладів, адже їхній персонал не може впоратися з величезним напливом людей, через що вони втрачають бажаних гостей. Всі ці проблеми можуть бути вирішені за допомогою автоматизації процесу розподілу столиків, використовуючи інформаційні технології.

Метою роботи є подання шляхів вирішення проблеми зі відсутністю вільних столиків в закладах громадського харчування, застосовуючи автоматизацію процесу резервування на основі використання інформаційних технологій.

Однією з основних проблем під час походів в заклади громадського харчування є відсутність вільних столиків, неможливість вчасного обслуговування офіціантами клієнтів. Це створює неприємні враження про заклад у клієнтів. Все це можна уникнути, при використанні уніфікованого рішення для закладів різного типу.

Запропоноване рішення ґрунтується на використанні застосунку, який дозволяє у режимі реального часу переглядати навантаженість закладу, виявляти вільні столики, резервувати столики та робити передзамовлення при резервуванні.

Також існує проблема того, що не завжди є достатньо інформації у мешканців та гостей міста про заклади, які щойно відкрилися. Цю проблему можна вирішити, за допомогою програмного продукту, який допомагає обирати найоптимальніші варіанти закладів харчування відповідно до локації клієнта та інформації про завантаженість закладів харчування, розташованих поблизу.

Застосунок для удосконалення процесу резервування столиків має на меті покращити сервіс, який надають відвідувачам працівники та власники закладів харчування. Нами сформовано перелік цілей, які має на меті досягти наше рішення:

- спрощення та покращення процесу резервування столиків у закладах харчування;
- миттєве резервування столиків;
- передзамовлення послуг;
- отримання сповіщення про вільні столики;
- уникнення великих скупчень людей в пошуках вільних столиків;
- усунення проблеми недостатньої кількості примірників меню;
- зведення до мінімуму випадків невчасного обслуговування офіціантами у зв'язку з великим навантаженням.

Після проведення детального аналізу ринку програмного забезпечення для ресторанного бізнесу виявилось, що існує досить багато аналогів, які надають функціонал близький до запропонованого в даній роботі.

Наведемо декілька прикладів цих аналогів:

- “EatSmart” – український стартап, ресторанный гід та сервіс онлайн-бронювання столів.
  - “SmachnoNam” – український мобільний додаток для резервації столиків та замовлення їжі у львівських ресторанах.
  - “allset” – американський сервіс для бронювання столиків та замовлення їжі.
  - “FoodPress” – плагін для WordPress, який дозволяє робити резервацію на сайті закладу.
- Порівняння аналогів з нашим рішенням наведено в Таблиці 1.

Таблиця 1

*Порівняння з аналогами*

Характеристика	Продукти			
	Рішення	“EatSmart”	“allset”	“SmachnoNam”
Резервування столиків	Так	Так	Так	Так
Передзамовлення їжі та напоїв	Так	Ні	Так	Так
Меню	Так	Ні	Так	Так
Миттєве резервування	Так	Ні	Ні	Ні
Сповіщення про звільнення столиків	Так	Ні	Ні	Ні
Новини про заклади	Ні	Так	Ні	Так
Розрахунок без терміналу	Так	Ні	Так	Так
Рейтинг закладу	Так	Так	Ні	Ні
Рейтинг відвідувачів	Так	Ні	Ні	Ні

Як видно з Таблиці 1, наше рішення не поступається близьким аналогам, та має багато переваг.

Застосунок сприяє страхуванню закладів у випадку передзамовлень, оскільки в системі накопичується інформація про відвідувачів, їх рейтинг та оплата передзамовлення через програмний продукт, без використання терміналу. Статистика, накопичена у розробленій системі, надає відомості для аналізу реальної ситуації щодо навантаження закладу та можливість миттєвого бронювання певного столика.

Одна із опцій застосунку, дозволяє у випадку, якщо столик зайнятий, налаштувати сповіщення про звільнення столика. Недоліком є відсутність можливості поповнення відомостей про нові заклади, але цей недолік буде виправлено в наступних версіях програмного продукту.

Реалізація цього проекту буде складатися з трьох частин [1]: клієнтська програма для відвідувачів, адміністраторська програма для працівників і власників закладів та серверна частина, яка буде зв'язувати дві перші частини і на якій будуть відбуватися всі необхідні операції та зберігатися всі бази даних.

У роботі представлено вирішення проблеми резервування столиків шляхом автоматизації цього процесу та розширення можливостей управління закладів завдяки додаванню нових цікавих особливостей клієнтам. Рішення повинно сприяти збільшенню популярності різних закладів, відкриття нових невідомих закладів та задоволення потреб клієнтів цих самих закладів шляхом спрощення повсякденних дій.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Design and Implementation of Online Booking System of University Sports Venues / C.Li, J. Li, H. Cao, Z. Meng. // MATEC Web of Conferences 100. – 2017.

### ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ БАЗ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Аршинский В.Л.**

*Иркутский научно-исследовательский технический университет, Россия, г.Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
arshinskyv@mail.ru*

**Аршинский Л.В.**

*Иркутский государственный университет путей сообщения. Россия, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15  
larsh@mail.ru*

**Dorjsuren Khishigsuren**

*Transport Institute. Mongolia, Ulaanbaatar, Peace Avenue, 44  
khishigsurend@mail.ru*

**Введение.** Агрегированное оценивание качественного состояния (функциональности) разного рода объектов и систем может являться основой для принятия управленческих решений. Существуют различные подходы к такому оцениванию [1-4]. В материалах [5, 6] обсуждался один из приемов построения агрегированных оценок, основанный на нечетком логическом выводе. Нечеткость при этом формализуется числом из интервала [0,1], которое выражает степень истинности соответствующего высказывания. Для вывода используется продукционная база знаний (БЗ) с ядрами продукций вида:

$$\neg c_i \rightarrow \neg c', \quad (1)$$

где  $\neg c_i$  – утверждение об отсутствии (утрате, не функционировании) компонента системы или некоторой составляющей качества  $C_i$ ;  $\neg c'$  – утверждение о связанной с этим утрате  $C'$ . Компоненты (составляющие)  $C_i$  и  $C'$  находятся в отношении потомок-предок:  $C_i$  непосредственно входит, или подчиняется  $C'$ .

Истинность продукции (1) показывает размер вклада в убывание оценки для  $C'$  в случае отсутствия (утраты, не функционирования)  $C_i$ . Этот показатель называем ценностью  $C_i$  для  $C'$ .

Истинность некоторого высказывания  $a$  здесь и далее обозначаем как  $\|a\|$ ;  $\|a\| \in [0,1]$ . Тогда ценность  $C_i$  для  $C'$  можно записать как  $\|\neg c_i \rightarrow \neg c'\|$ .

Оценками состояния (качества) компонентов  $C_i$  и  $C'$  считаем истинности высказываний  $\|c_i\|$  и  $\|c'\|$ .

Степень утраты качества (снижения функциональности) для  $C'$  рассчитывается согласно следующему правилу:

$$\neg c_i, \neg c_i \rightarrow \neg c' \vdash \neg c': \|\neg c'\|_i = \|\neg c_i\| \cdot \|\neg c_i \rightarrow \neg c'\|.$$

Это правила логического вывода modus ponens, с расчетом истинности заключения на основе истинностей посылок. Подобный вывод называется присоединенным [7].

Если  $C'$  зависит более чем от одного компонента  $C_i$ , утрата их качеств формирует совокупную (агрегированную) утрату величиной

$$\|\neg c'\| = U(\|\neg c_1\|, \dots, \|\neg c_m\|), \quad (3)$$

где  $U(\dots)$  – функция (закон) агрегирования.

Переход от оценки  $\|\neg c'\|$  к оценке  $\|c'\|$  при необходимости выполняется обычным образом:



$$\|c'\| = 1 - \|-c'\|.$$

Подобный агрегат, вычисленный иерархически от нижних компонентов к верхним, дает итоговую оценку качества рассматриваемой системы (объекта)  $S$ .

Сам вывод удобно реализовывать с помощью соответствующей экспертной системы.

**Основная проблема формирования БЗ** агрегированного оценивания при таком подходе является назначение истинностей продукциям (1). Сами продукты появляются в ходе структурного анализа производственной системы и построения ее онтологической модели [6]. Такой прием в задачах оценки качества не нов [8, 9]. Сложнее указать значения истинности продуктов (т.е. ценности компонентов), поскольку показатель ценности носит субъективный характер (формируется экспертно). С этой целью можно воспользоваться приемом, аналогичным определению коэффициентов Фишберна [10]. Для этого всё множество  $C'$  субкомпонентов  $C_i$  компонента  $C'$  ранжируется по предпочтению с точки зрения ценности для  $C'$ . Каждый из  $C_i$  помещается в соответствующее ранговое подмножество  $R_j \subseteq C'$ . Если между какими-либо из компонентов  $C_i$  такое отношение установить не удастся, они помещаются в общее подмножество одного ранга. Между подмножествами существует естественный порядок  $R_1 > R_2 > \dots > R_m$ , где «>» – отношение предпочтения,  $m$  – число подмножеств. Далее интервал  $[0, 1]$  разбивается на подинтервалы размером  $1/(m-1)$ . Подмножества  $R_1$  и  $R_m$  (они могут быть пустыми) закрепляются за компонентами с единичной и нулевой ценностью. Границы подинтервалов определяют значения ценности для соответствующих компонентов  $C_i$ .

Другим приемом может стать прямое назначение ценностей, согласно таблицы 1. Данные оценки также субъективны, но в каких-то случаях такой прием может оказаться предпочтительнее.

Таблица 1

Содержательный смысл	Числовое значение
Утрата $C_i$ никак не влияет на функциональность $C'$	0
Утрата $C_i$ практически не влияет на функциональность $C'$	0.1
Утрата $C_i$ слабо влияет на функциональность $C'$	0.3
Утрата $C_i$ заметно влияет на функциональность $C'$	0.5
Утрата $C_i$ сильно влияет на функциональность $C'$	0.7
Утрата $C_i$ практически прерывает функционирование $C'$	0.9
Утрата $C_i$ влечет не функционирование (утрату) $C'$	1

**Назначение оценок функциональным элементам (ФЭ)** – еще один важный момент описываемой методики. С этих элементов начинается логический вывод и расчет агрегированной оценки. Здесь можно воспользоваться таблицей 2 для прямого назначения оценок

Таблица 2

Содержательный смысл	Числовое значение
Замечаний к ФЭ нет	1
Замечаниями к ФЭ можно пренебречь	0.95
Есть отдельные замечания, слабо влияющие на функциональность элемента	0.85
Функциональность элемента снижена, но не критическим образом	0.7
Качество функционирования элемента снижена существенно	0.45
Работоспособность ФЭ под вопросом	0.15
Элемент не функционирует	0

**Выбор функции агрегирования.** Завершающей проблемой разработки и использования БЗ агрегированного оценивания является выбор закона агрегирования (3). Для производственно-экономических систем представляется целесообразным использовать функцию максимума:

$$\|-c'\| = \max(\|-c\|_1, \dots, \|-c\|_n).$$

Это соответствует использованию «закона наименьших» [11].

**Заключение.** Таким образом, ценности компонентов и оценки функциональных элементов системы могут определяться экспертно ранжированием или согласно таблицам 1 и 2. Функцией агрегирования целесообразно брать  $\max(\dots)$ .

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеев А.О., Спирина В.С., Коргин Н.А. Технология управления объектом коммерческой недвижимости с учётом потребительских предпочтений // Управление большими системами: Сборник трудов, 2016. № 62. С. 124-168.
2. Баранов Ю.Г. Методы принятия управленческих решений. Псков: ПГУ, 2013. 176 с.
3. Носков С.И. Идентификация параметров кусочно-линейной функции риска // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. Иркутск: ИрГУПС, 2017. Т.1. С. 417-421.
4. Потапов Д.К., Евстафьева В.В. О методиках определения весовых коэффициентов в задаче оценки надежности коммерческих банков. – URL: <http://www.ibl.ru/konf/041208/60.pdf>.
5. Аршинский Л.В. Оценка качественного состояния систем на основе нечеткого вывода // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: Матеріалі міжнародної наукової конференції. Херсон: ХНТУ, 2013. С. 43-45.
6. Доржсурэн Х, Аршинский Л.В. Разработка базы знаний для агрегированной оценки качества функционирования станции Улан-Баторской железной дороги на основе технологии экспертных систем // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: Матеріалі міжнародної наукової конференції. Херсон: Видавництво ПП Вишемирський В.С., 2017. С. 191-193.
7. Хачатрян А.Р. Анализ классических методов объединения свидетельств в экспертных системах // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. 1987. № 5. С. 67-73
8. Дорофеев Р.С., Сосинская С.С. Совместное использование методологий квалиметрической экспертизы и онтологии для оценки качества технологий изготовления изделий // Информационные и математические технологии в науке и управлении: Сб. трудов XVI Байкальской Всероссийской конференции. Ч.2. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2010. С. 138-145.
9. Дорофеев Р.С. Методология и программная реализация совместного использования онтологии и квалиметрической экспертизы при оценке качества станков // Вестник ИрГТУ, № 2, 2013. С. 16-23.
10. Недосекин А.О. Оценка риска бизнеса на основе нечетких данных. – СПб, 2004. – 100 с.
11. Богданов А.А. Очерки организационной науки. Самара, Государственное издательство, 1921. URL: <http://ruslit.rau.ru/page/bogdanov-ocherki-org.html>.

**ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ****Берко А. Ю., Литвин В. В.***Національний університет "Львівська політехніка", [BerkoAndriy@i.ua](mailto:BerkoAndriy@i.ua), [vasyl17.lytvyn@gmail.com](mailto:vasyl17.lytvyn@gmail.com)*

Сьогодні електронна комерція є одним з найперспективніших напрямів розвитку Інтернет-систем та Інтернет-технологій. Тенденція сталого росту ринку електронної комерції є незмінною вже протягом двох десятиліть і подовжує зберігатись. Такий активний розвиток галузі викликає додаткову конкуренцію і висуває нові вимоги до учасників ринку електронної комерції. На відміну від традиційної торгівлі, для електронної комерції характерним є домінування технологічних вирішень у підвищенні ринкової ефективності [3].

Інтелектуалізація систем електронної комерції є сьогодні найперспективнішим напрямом їх розвитку у найближчі роки, оскільки цей шлях дає змогу змінити принципи функціонування систем та засобів електронної комерції загалом [3]. Запровадження інтелектуальних інформаційних технологій передбачає еволюційний перехід систем електронної комерції від алгоритмічної парадигми (інформаційні системи та технології) до евристичної (інтелектуальні системи). Системи електронної комерції внаслідок зміни принципів функціонування отримують нові можливості, зокрема, такі [2], [5]:

- гнучкість, чутливість до показників середовища, самоорганізація;
- здатність до навчання;
- ризику виникнення помилок;
- накопичення та використання попередніх знань;
- адаптація до зміни середовища.

Сьогодні одним з популярних методів побудови складних інтелектуальних систем, які функціонують у конкурентних середовищах є використання інтелектуальних агентів [2], [5]. Інтелектуальний агент – програмний засіб, призначений до самостійного розташування, переміщення та відтворення та виконання певних дій у розподіленому мережевому середовищі, функціонування якого відбувається за принципами інтелектуальних систем [4]. Це означає, що інтелектуальний агент здатен

ідентифікувати показники середовища перебування та його зміни, накопичувати на застосовувати знання (самонавчання), виробляти рішення, планувати та виконувати дії відповідно до ситуації [5]. Використання інтелектуальних технологій для побудови та організації діяльності систем електронної комерції значно розширює можливості їх функціонування у конкурентному середовищі [3].

Найбільш вдалою моделлю діяльності інтелектуального агента електронної комерції у конкурентному середовищі, на думку авторів, є модель типу "петля Бойда" – концепція організації функціонування об'єкта в умовах конкуренції, яка передбачає циклічне виконання визначеної послідовності етапів [1]. Виконання етапів петлі Бойда утворюють цикл, який позначають аббревіатурою OODA (СПОД) [1], [4], що складається з такої послідовності процедур: **спостереження** (*Observation*), **орієнтації** (*Orientation*), **прийняття рішення** (*Decision*), **дія** (*Action*).

Є два основних шляхи підвищення ефективності систем електронної комерції із використанням інтелектуальних агентів [2], [5]. Перший шлях – прискорення циклу OODA. Це дає змогу першими приймати рішення і змусить конкурентів реагувати у відповідь та діяти за нав'язаним планом. Другий шлях – покращення якості прийнятих рішень, тобто побудова плану дій, які більшою мірою відповідають ситуації, ніж рішення конкурентів. Одним із способів підвищення якості рішень вироблених інтелектуальним агентом електронної комерції може бути використання сучасного підходу до побудови баз знань на основі онтології [1],[4]. Для ефективного планування діяльності інтелектуального агента електронної комерції важливим елементом є змога оцінювати стани та дії. З цією метою доцільним є використання моделі адаптивної онтології, яку визначають виразом виду:

$$\hat{O} = \langle \hat{C}, \hat{R}, F \rangle,$$

де  $\hat{C} = \langle C, W \rangle$ ,  $\hat{R} = \langle R, L \rangle$ ,  $C$  – поняття,  $R$  – відношення між поняттями,  $F$  – інтерпретація понять та відношень (правила),  $W$  – вага важливості понять  $C$ ,  $L$  – вага важливості відношень  $R$ . Суть запропонованого вирішення полягає у звуженні простору пошуку найкращого варіанту дії інтелектуального агента електронної комерції, що дає змогу усунути завідомо неефективні та невідповідні до ситуації рішення чим підвищити якість кінцевого результату.

У такий спосіб, можна організувати функціонування системи електронної комерції через інтелектуального агента, робота якого ґрунтується на використанні адаптивної онтології (рис. 1). Онтологія, в такому випадку, є ядром бази знань, які описують порядок діяльності агента в конкурентному середовищі електронної комерції. Інтелектуальний агент в такому випадку виконує функції розширеного інтерфейсного засобу у взаємодії системи електронної комерції з клієнтами та партнерами у ринковому Інтернет-середовищі. При цьому забезпечується суттєве розширення функціональних можливостей такого інтерфейсу через надання інтелектуальному агенту системи додаткових можливостей.

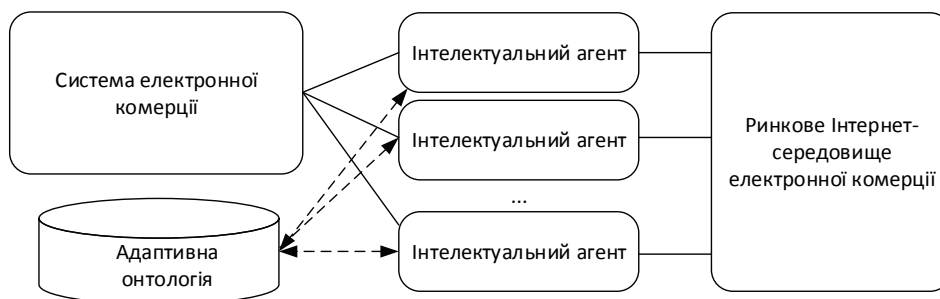


Рис. 1 Схема функціонування інтелектуального агента системи електронної комерції

До основних функцій інтелектуального агента системи електронної комерції можна віднести:

- підтримання комунікацій за напрямками "клієнт-бізнес", "бізнес-клієнт" та "бізнес-бізнес",
- збір маркетингових даних у зовнішньому середовищі про ситуацію на ринку,
- формування та поширення пропозицій товарів та послуг серед клієнтів та потенційних користувачів систем електронної комерції,
- збір даних та порівняння цін на товари та послуги з аналогами на ринку електронної комерції для формування цінової політики системи електронної комерції,
- здійснення операцій купівлі-продажу товарів та послуг в середовищі Інтернет,
- отримання клієнтських даних із зовнішнього середовища та передавання їх до системи електронної комерції,
- формування та адресне спрямування рекламної інформації від системи електронної комерції до клієнта,

• здійснення маякової (eBeacon) взаємодії з клієнтом засобами ближньої дії, такими як Bluetooth, WiFi, NFC тощо.

Окрім розширення функціональних можливостей, використання інтелектуального агента створює можливості до підвищення ефективності функціонування системи електронної комерції через покращення якості прийняття рішень в конкурентних умовах. Використання адаптивної онтології як ядра бази знань, дає змогу забезпечити навчання інтелектуального агента, шляхом оновлення набору концептів, відношень та правил на основі аналізу результатів його діяльності. Шляхом зміни ваги елементів онтології забезпечується оптимізація процесу вибору шляхів функціонування інтелектуального агента системи електронної комерції та процесів прийняття рішень у її роботі.

**Висновки.** Використання в архітектурі систем електронної комерції інтелектуальних агентів, модель функціонування яких побудовано за концепцією циклу Бойда, а ядро бази знань утворено на основі адаптивної онтології, створює для цих систем низку нових можливостей та суттєвих переваг, зокрема,

- дає змогу перейти від алгоритмічної до евристичної парадигми у розробленні систем та засобів електронної комерції, тобто перевести їх у принципово інший клас – клас інтелектуальних систем;
- суттєво розширює функціональні та виробничі можливості систем та засобів електронної комерції;
- забезпечує створення нових сервісів для клієнта, в тому числі, максимально орієнтованих на його індивідуальні потреби та облив ості;
- забезпечує можливість швидкої та ефективної реакції на зміни у конкурентному середовищі, чим підвищує конкурентоздатність систем електронної комерції;
- на основі концепції інтелектуальних агентів створюються можливості ефективної реалізації основних маркетингових та технологічних трендів у системах електронної комерції, що забезпечує їх додаткові можливості функціонування та розвитку.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Ивлев А.А. Основы теории Бойда. Направления развития, применения и реализации / Ивлев А.А. – М. – 2008. – 68 с.
2. Ржевский Д. Мультиагентные системы в логистике и е-коммерции [Электронный ресурс] / Джордж Ржевский. – 2016. – Режим доступа : [http://iteam.ru/publications/logistics/section\\_80/article\\_2689](http://iteam.ru/publications/logistics/section_80/article_2689)
3. eCommerce Disruption: a Global Theme [Электронный ресурс] / Morgan Stanley Blue Paper. – January, 2013. – Режим доступа : [http://www.morganstanley.com/ideas/eCommerce Disruption](http://www.morganstanley.com/ideas/eCommerce%20Disruption). – 155 p.
4. Gruber T. A translation approach to portable ontologies / T.Gruber // Knowledge Acquisition. – 1993. – № 5 (2). – P. 199–220.
5. Pivk A. Intelligent Agents in E-commerce [Электронный ресурс] / Aleksander Pivk, Matjaž Gams // Electrotechnical Review. – Ljubljana. – Slovenija. – 1999. – Режим доступа : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.99.9342&rep=rep1&type=pdf>

## САМООБУЧАЮЩИЙСЯ КЛАССИФИКАТОР РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ, ОТРАЖЕННЫХ ОТ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

**Воробей В.И.**

*Киевская государственная академия водного транспорта  
имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного, г. Киев, ул. Кирилловская, 9, viv\_46@ukr.net*

В настоящей работе рассматриваются особенности классификации радиолокационных сигналов, отраженных от морских объектов, в средствах автоматической радиолокационной прокладки (САРП) судовой импульсной навигационной радиолокационной станции кругового обзора.

К задачам, которые решает САРП, относятся, в частности, обнаружение, определение координат и сопровождение объектов, вычисление их параметров движения и сближения, проигрывание маневра для безопасного расхождения с целями, которые в поле обзора САРП могут исчисляться десятками.

*Проблема* состоит в том, что для принятия решения о совершении маневра целесообразно иметь информацию о сравнительных размерах наиболее опасных объектов, находящихся на одном и том же расстоянии до нашего судна. Поэтому *задача* заключается в том, чтобы САРП автоматически классифицировал цели по их размерам и выдал соответствующую информацию судоводителю.

*Анализ* проведенных исследований показал, что судно с 'большой эффективной площадью рассеяния, чем у судна, находящегося на той же дальности, дает 'большую амплитуду импульсов отраженного радиолокационного сигнала. В этом случае за основу решения проблемы целесообразно принять результаты исследования самообучающегося алгоритма классификации импульсных сигналов,

приведенных в [1]. Устройство, реализующее алгоритм, способно классифицировать одиночные импульсы в зависимости от их амплитуд.

*Нерешенная часть проблемы* заключается в построении такого устройства, которое классифицирует сопровождаемые объекты, отраженный сигнал от которых представляет собой последовательность пачек (пакетов) или группы пачек одиночных импульсов [2], характерных для судовых импульсных навигационных радиолокационных станций кругового обзора.

*Цель* данной работы – разработка самообучающегося алгоритма классификации сопровождаемых целей, который бы учитывал характер процесса в стробе автоматического сопровождения объекта и реальную структуру входных реализаций.

*Основной материал исследования.* Для построения самообучающегося классификатора и поиска его параметров используем дискретные алгоритмы, представленные в общем виде, как рекуррентные уравнения, позволяющие по предшествующему значению искомого параметра определить его следующее значение [1]

$$c_1[n] = c_1[n-1] - \gamma_1[n] \nabla_{c_1} F_1(X, c), \quad (1)$$

если  $f(X, c) < 0$ ,

$$c_2[n] = c_2[n-1] - \gamma_2[n] \nabla_{c_2} F_2(X, c), \quad (2)$$

если  $f(X, c) > 0$ ,

где  $c_1[n]$  и  $c_2[n]$  – искомые параметры (регулируемые пороги),  
 $\gamma_1[n]$  и  $\gamma_2[n]$  – переменные коэффициенты усиления цепи обратной связи,  
определяющие величину очередного шага итерации и, соответственно,  
время сходимости алгоритма,

$\nabla_{c_1} F_1(X, c)$  и  $\nabla_{c_2} F_2(X, c)$  – градиенты функций потерь  $F_1(\cdot)$  и  $F_2(\cdot)$  соответственно,

$X$  – реализации входного стационарного процесса (пачки импульсов  $x_k$ ),

$f(X, c)$  – решающее правило.

Для получения алгоритма, учитывающего характер входного сигнала, необходимо задать соответствующие функции потерь, вычислить их градиенты и определить решающее правило.

Выберем в качестве функций потерь функции, реализующие накопительный обнаружитель пачки входных импульсов  $x_k$  [3]

$$F_1(X, c) = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \text{sgn}(x_k - c_1) - \eta \right]^2, \quad (3)$$

$$F_2(X, c) = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \text{sgn}(x_k - c_2) - \eta \right]^2, \quad (4)$$

где  $\eta$  – фиксированный порог обнаружения пачки.

Вычислив градиенты функций потерь и определив решающее правило, как разность этих функций, получаем из общего алгоритма (1), (2) алгоритм классификации в развернутом виде

$$c_1[n] = c_1[n-1] - \gamma_1[n] \left[ \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \text{sgn}(x_k[n] - c_1[n-1]) - \eta \right] \delta_k(x_k[n] - c_1[n-1]), \quad (5)$$

если

$$f(X, c) = [Z_1(X, c_1) - Z_2(X, c_2)] \left[ \frac{Z_1(X, c_1) - Z_2(X, c_2)}{2} - \eta \right] < 0, \quad (6)$$

$$c_2[n] = c_2[n-1] - \gamma_2[n] \left[ \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \text{sgn}(x_k[n] - c_2[n-1]) - \eta \right] \delta_k(x_k[n] - c_2[n-1]), \quad (7)$$

если

$$f(X, c) = [Z_1(X, c_1) - Z_2(X, c_2)] \left[ \frac{Z_1(X, c_1) - Z_2(X, c_2)}{2} - \eta \right] > 0, \quad (8)$$

где

$$z_1(X, c_1) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \text{sgn}(x_k[n] - c_1[n-1]), \quad (9)$$

$$z_2(X, c_2) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \text{sgn}(x_k[n] - c_2[n-1]), \quad (10)$$

$\delta_k(\cdot)$  – единичный мгновенный дельта-импульс.

Таким образом в работе получен алгоритм самообучения, который позволяет найти значения параметров реализующего его устройства, при которых осуществляется классификация радиолокационного сигнала по его принадлежности к одному из двух классов – классу больших или классу малых размеров объекта. Разделение проводится в зависимости от структуры сигнала, представляющей собой последовательность пачек одиночных импульсов, отраженных от автоматически сопровождаемых объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Цыпкин Я.З. Основы теории обучающихся систем. М.: Наука, 1970, 252 с.
2. Судовые средства автоматизации предупреждения столкновений судов// Зубаров Ю.Г., Черняев Р.Н., Якшевич Е.В., Яловенко В.Я. – М.: Транспорт, 1985. – 264 с.
3. Кузьмин С.З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации/ С.З.Кузьмин – М.: Советское радио, 1974. – 432 с.

### КЛАСИ ДЛЯ ОНТОЛОГІЇ КОНТЕНТ-СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Григорович В.Г.

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка  
вул. І.Франка, 24, ., м. Дрогобич, Львівська обл., 82100  
viktor.grigorovich@gmail.com

Поняття «автоматизована навчальна система» давно відоме, легко знайти його вичерпні визначення, зокрема: «Автоматизована навчальна система – система, яка включає комплекс навчально-методичних матеріалів (демонстраційних, теоретичних, практичних, контролюючих) і комп’ютерні програми, що керують процесом навчання» [1]. «Під автоматизованою навчальною системою (АНС) розуміється узгоджена сукупність навчальних матеріалів, засобів їх розробки, зберігання, передачі і доступу до них, призначена для цілей навчання і заснована на використанні сучасних інформаційних технологій» [2].

Складовою частиною кожної АНС є підсистема подання навчальних матеріалів – контент-система АНС.

В наш час надзвичайно багато навчальної інформації розміщено в мережі Інтернет, причому кількість таких даних все стрімкіше зростає. Все це зумовлює побудову контент-системи АНС на основі онтології – формалізованого представлення знань про певну предметну область, придатного для автоматизованої обробки: «an explicit specification of a conceptualization» (явна специфікація концептуалізації) [3].

Зазвичай, в онтологіях виділяють 4 види елементів: *класи* понять, *екземпляри* класів, *атрибути* (разом з їх значеннями), та *відношення* між класами та екземплярами класів [4]. Онтологічний підхід широко використовується для побудови моделей предметних областей, у т.ч. – і для навчальних цілей [5-14].

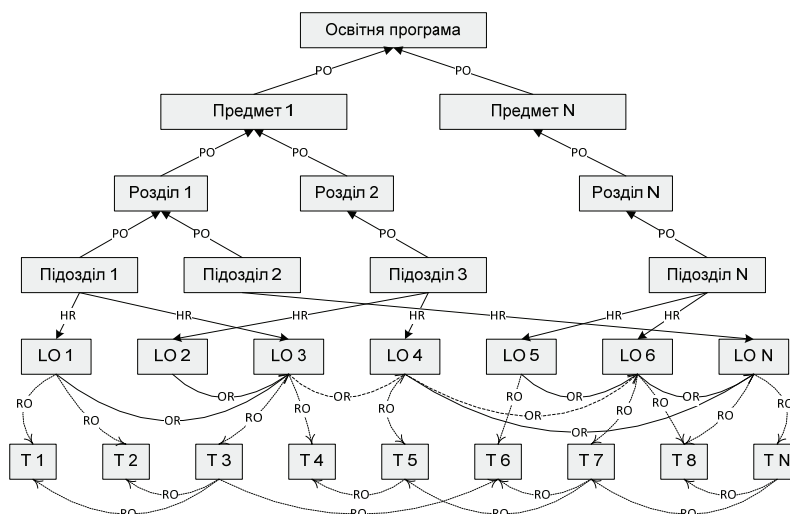


Рис. 1. Діаграма класів, які описують онтологію контент-системи АНС. PO – зв’язки *part of*, HR – зв’язки *has resources*, OR – зв’язки *order relations* (суцільна лінія – обов’язкові, пунктирна – необов’язкові), RO – зв’язки *refers on*.

Онтологію для вказаної контент-системи будемо будувати на основі наступної системи класів:

1) Класи, які інкапсулюють дані про *змістовні модулі*.

Вони утворюють природну ієрархію на основі зв'язків «*є-частиною*» (PO – *part of*): Освітня програма – Предмет 1...Предмет N – Розділ 1...Розділ N – Підрозділ 1...Підрозділ N – ... В [10] ці зв'язки направлені в протилежному напрямку, тобто описують відношення «*складається з*».

2) Класи, які описують т.зв. «*об'єкти навчання*» – будь-які цифрові ресурси, що можуть бути повторно використані для підтримки навчання (*learning objects* – “*any digital resource that can be reused to support learning*” [15]), – тобто, «елементарні блоки» («кванти», мінімальні порції) навчальної інформації.

Екземпляри цих класів LO 1...LO N пов'язані з екземплярами класів 1-го виду зв'язками «*містять ресурс*» (HR – *has resource*): *змістовні модулі* містять в собі в якості ресурсів *об'єкти навчання*. Це означає, що конкретний об'єкт навчання пояснює відповідний розділ чи підрозділ. Між собою *об'єкти навчання* пов'язані відношеннями «*передє при вивченні – слідує за*», які встановлюють *відношення порядку* (OR – *order relations*) при вивченні дисципліни. Такі відношення порядку можна поділити на дві категорії: обов'язкові (перед вивченням певного об'єкта навчання слід обов'язково вивчити вказані об'єкти, інакше засвоїти навчальний матеріал буде неможливо) та необов'язкові (перед вивченням певного об'єкта навчання бажано вивчити вказані об'єкти, це сприятиме кращому та глибшому розумінню; проте можна цього не робити – і обмежитися базовими знаннями).

3) Класи, що описують *терміни* предметної області, пов'язані з навчальним предметом.

Їх екземпляри T 1...T N пов'язані зв'язками «*посилається на*» (RO – *refers on*) з екземплярами класів 2-го виду (а через них – і 1-го виду), а також – між собою. Саме вони доповнюють запропоновану в [10] систему класів.

Діаграма таких класів зображена на рисунку 1 (обов'язкові зв'язки виду OR зображені суцільною лінією, необов'язкові – пунктирною).

Використання АНС з контент-системою, оснований на вищевказаній онтології (далі – базовій онтології), дозволить після контролю засвоєння знань студентами (автоматизованого тестування) побудувати для кожного студента проєкцію базової онтології. Така проєкція – це підмножина базової онтології, що описує сукупність знань, засвоєних студентом.

Порівнюючи базову онтологію з проєкціями, можна скласти для кожного студента індивідуальну траєкторію навчання. Запропонований підхід дозволяє побудувати АНС, яка динамічно в автономному режимі формує індивідуальний навчальний контент.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Режим доступу: <http://ito.vspu.net/ENK/KIt%20v%20osviti%20i%20nauk/slovnuk/ANS.htm>
2. Пархуць, Л. Інформаційні системи в освіті: автоматизовані навчальні системи [Текст] / Л. Пархуць, С. Ясинська // Гармонізація суспільства – новітній напрямок розвитку держави : Всеукр. наук. конф. аспірантів та молодих вчених, 25 березня 2014 р. : матер. конф. – Одеса, ОНЕУ. — С. 90-94.
3. Gruber T.R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases // Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference. J.A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell – eds. Morgan Kaufmann, 1991, 601-602.
4. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications // Knowledge Acquisition. – 1993. – V. 5. – P. 199–220.
5. Ontology-Based Knowledge Management System and Application / Junsong Zhanga, Wu Zhaoa, Gang Xieb, Hong Chena // Procedia Engineering. Volume 15, 2011, – Pages 1021-1029 . – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811016900>
6. Ontology-based Content Management in a Virtual Organization / Peter Mika, Victor Iosif, York Sure, Hans Akkermans // Handbook on Ontologies. – p.p. 455-475. – Режим доступу: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-24750-0\\_23](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-24750-0_23)
7. Design and Development of an Ontology-Integrated Content Management System / Режим доступу: [https://minerva.leeds.ac.uk/bbcswebdav/orgs/SCH\\_Computing/MSProj/reports/0405/le.pdf](https://minerva.leeds.ac.uk/bbcswebdav/orgs/SCH_Computing/MSProj/reports/0405/le.pdf)
8. Ontology-Based Semantic Retrieval for Education Management Systems / Lijun Tang, Xu Chen // Journal of Computing and Information Technology – CIT 23, 2015, 3, 255-267.
9. An ontology-based adaptive personalized e-learning system, assisted by software agents on cloud storage / M. Rani, R. Nayak, O. P. Vyas // Knowledge-Based Systems 90 (2015). – p.p. 33-48.
10. System For Learning Objects Retrieval In Ontology-Based Database Course / Jovana Jović, Svetlana Cvetanović, Miroslava Raspopović // The Seventh International Conference on eLearning (eLearning-2016), 29 – 30 September 2016, Belgrade, Serbia.
11. A Knowledge Management System based on Ontologies / Patrizia Ribino, Antonio Oliveri, Giuseppe Lo Re, Salvatore Gaglio // 2009 International Conference on New Trends in Information and Service Science, - p.p. 1025-1033.

12. The method of formation of the status of personality understanding based on the content analysis / V. Lytvyn, P. Pukach, I. Bobyk, V. Vysotska // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – № 5(2). – С. 4-12. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte\\_2016\\_5%282%29\\_2](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2016_5%282%29_2)
13. Design of intelligent decision support systems using ontological approach / V. Lytvyn // Econtechmod. An International Quarterly Journal – 2013, Vol. 2, No. 1, – с. 31–37. – Режим доступу: <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/.../Lytvyn.pdf>
14. Побудова онтології архітектурних термінів / В. В. Литвин, О. І. Ремешило-Рибчинська, В. А. Висоцька // ISSN 0474-8662. Відбір і обробка інформ. 2016. Вип. 44 (120). – с. 90-96.
15. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy / David A. Wiley, II // Utah State University. Digital Learning Environments Research Group. The Edumetrics Institute. Emma Eccles Jones Education 227. Logan, UT.

## ОПИС СПОСОБУ ВИДІЛЕННЯ КЛАСУ ЕВРИСТИК З МОЖЛИВІСТЮ ПОПОВНЕННЯ ДО ПОВНОЇ МНОЖИНИ

Грицик .В.В.

Національний університет «Львівська політехніка». вул. С.Бандери , 12, м. Львів, Україна, 79000  
volodymyrhrytsyk@gmail.com

### 1 Вступ.

В задачах опрацювання образів, зокрема сегментації і розпізнавання самими ефективним на сьогодні є евристичні підходи щодо вибору методу. Одним з найбільших недоліків евристичних методів є проблема встановлення рівня ефективності вибраного підходу до вирішення задачі.

### 2 Постановка задачі.

Опис підходу до вибору методів розпізнавання зображень в залежності від ситуації на полі уваги.

### 3 Дослідження задачі.

Розглянемо можливість побудови механізму оцінки для класу задач розпізнавання.

Нехай для певного класу проблем зафіксовано скінченну кількість предикатів  $P_1, \dots, P_j, \dots, P_l$  і задача полягає в обчисленні цих предикатів для деякої сукупності об'єктів з множини  $\{O_{\text{об'єктів}}\}$  допустимих об'єктів; і, нехай на візуальному полі уваги кількість об'єктів є скінченною.

Якщо досліджуються об'єкти  $O_1, \dots, O_q \in \{O_{\text{об'єктів}}\}$ , тоді відповіді можна представити у вигляді матриці  $\|P_j(O_i)\|_{q \times l}$  для коректних математичних процедур і у вигляді матриці

$$\|P_j^A(O_i)\|_{q \times l}$$

де  $P_j^A(O_i)$  – це значення j-го предиката на  $O_i$  об'єкті, що обчислюється A методом.

У випадку евристичного вибору методів A:  $\|P_j(O_i)\|_{q \times l} \neq \|P_j^A(O_i)\|_{q \times l}$

Розглянемо ситуації, коли розв'язок задачі зводиться до чотирьох класів: K1, K2, K3, K4 при відповідних операціях над їх параметрами:  $p1 \oplus p1 = p1$ ;  $p2 \oplus p2 = p2$ ;  $p4 \oplus p4 = p4$ ,  $(p3 \oplus p3 = p3)$ ,  $(p1 \oplus p3 = p1)$ . Для цього представимо кожний алгоритм A для розв'язку задачі Z як:

$A = BC$ ,

де  $B(Z) = \|a_{ij}\|_{q \times l}$ ,  $C(\|a_{ij}\|_{q \times l}) = \|b_{ij}\|_{q \times l}$ ,  $b_{ij} \in \{K1, K2, K3, K4\}$ ;  $a_{ij} \in R^{r \times g \times b}$

Відображення B – оператор; C – вирішальне правило, тоді пороговим вирішальним правилом є

$$C(\|a_{ij}\|_{q \times l}) = \begin{cases} K1, a_{ij} > c_2 \\ K2, a_{ij} < c_1 < c_2, c_1 > 0 \\ K3, c_1 < a_{ij} \in R^N < c_2 \\ K4, c_1 < a_{ij} < c_2 \end{cases}$$

тут  $R^N$  – підобласть оточена областю K1.

### 4 Висновки

Обчислення предикатів  $P_1, \dots, P_j, \dots, P_l$  реалізується за допомогою початкової інформації I. Вид цієї інформації суттєво варіюється в різних задачах. Так в задачах розпізнавання і прогнозування найбільш розповсюджений наступний вид I. Об'єкти множини



ЛІТЕРАТУРА:

1. Грицик В. В. Оцінка якості передавання і комп'ютерна обробка даних образів / Грицик В. В. // Доповіді НАН України. – 2008. – № 9 : Інформатика та кібернетика. – С. 43-48.
2. Software: running commentary for smarter surveillance? .- Reasearch\*eu results supplement. – №24. – May 2010. – P.29
3. V. Hrytsyk, A. Grondzal, A. Bilenykij,. Augmented reality for people with disabilities // Proceedings of the International Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT'2015.
4. Cutting-edge facial recognition goes mainstream. – Reasearch\*eu results magazine. – №68. – December 2017-January 2018. – P.39

**БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА МОДЕЛЬ ОБРОБКИ НАВІГАЦІЙНИХ ДАНИХ В РІЧКОВИХ ЕЛЕКТРОННО-КАРТОГРАФІЧНИХ СИСТЕМАХ**

**Доронін В. В., Алейніков М. В., Алєйніков В. М.**

*Державний університет інфраструктури та технологій, Україна, 04071, м. Київ, вул. Кирилівська, 9, academy@maritime.kiev.ua., doronin\_vladivir@ukr.net*

У роботі запропоновано метод вибору критеріїв обробки потоків навігаційних даних, що відображає ефект від застосування інструментального методу навігації (ІМН) на базі електронно-картографічних систем Inland ECDIS на внутрішніх водних шляхах України. При ІМН моделі прийняття рішень характеризуються умовами багатокритеріальності. Така вихідна інформація для прийняття рішень в умовах невизначеності (*vag*) пов'язана з великою кількістю критеріїв [1].

Модель прийняття рішень в умовах багатокритеріальності подається у табличному вигляді (табл. 1). У таблиці використані такі додаткові позначення:  $N = \{N_a\}$  – множина критеріїв оцінки альтернатив  $A_i$ ;  $K_i$  – підсумкова оцінка  $A_i$ ;  $V_a$  – оцінка важливості  $a$ -го критерію  $\left( \sum_a V_a = 1 \right)$ ,  $F_{ia}$  – оцінка переваги  $A_i$  за  $a$ -м критерієм  $\left( \sum_a F_{ia} = 1 \right)$ .

Таблиця 1

*Модель прийняття рішень в умовах багатокритеріальності*

A = {A <sub>i</sub> }	N = {N <sub>a</sub> }			K <sub>i</sub>
	N <sub>1</sub> (V <sub>1</sub> )	N <sub>a</sub> (V <sub>a</sub> )	N <sub>g</sub> (V <sub>g</sub> )	
A <sub>1</sub>	Y <sub>11</sub>	Y <sub>1a</sub>	Y <sub>1g</sub>	K <sub>1</sub>
...	...	...	...	...
A <sub>i</sub>	Y <sub>i1</sub>	Y <sub>ia</sub>	Y <sub>ig</sub>	K <sub>i</sub>
...	...	...	...	...
A <sub>p</sub>	Y <sub>p1</sub>	Y <sub>pa</sub>	Y <sub>pg</sub>	K <sub>p</sub>

Далі отримаємо модель, яка заснована на критерії сумарної ефективності:

$$A_{CE} = \arg \max_i K_i, \quad (1)$$

$$K_i = \sum_a F_{ia} x V_a,$$

де  $A_{CE}$  – альтернатива, оптимальна за критерієм сумарної ефективності.

Вираз (1) означає, що оптимальним рішенням багатокритеріальної задачі є альтернатива, яка характеризується найбільшим значенням критерію сумарної ефективності [2]. Одним із найважливіших етапів вирішення багатокритеріальної задачі є формування множини критеріїв. При інструментальному методі навігації набір критеріїв (функціоналів оцінювання) повинен бути повним. Характеристикою функціонала оцінювання є інгредієнт (*Ing*): позитивний  $Ing = F = F^+$  (максимальне значення) і негативний  $Ing = F = F^-$  (мінімальне значення) [3].

Розглянемо етап побудови багатокритеріальної моделі з визначення оцінок варіантів AP та виявлення системи пріоритетів суб'єкта. Прийняття багатоцільового рішення визначимо у вигляді виразу

$$E = \{X, F\}, \quad (2)$$

де  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  – множина рішень,  $F = \{F^1, \dots, F^Q\} = \{f_k^q\}_{q,k=1}^{Q,m}$  – вектори функціоналів оцінювання.

Для вирішення вказаної проблеми застосуємо метод нормалізації (табл. 2); вагомий метод (табл. 3) і метод згортки (табл. 4).

Застосування методу нормалізації пояснюється тим, що при ІМН функціонали оцінювання мають різні одиниці вимірювання або різні порядки величин, що вимірюють. У табл. 6 використані математичні вирази приведення до одного безрозмірного масштабу вимірювань.

Таблиця 2

Методи нормалізації критеріїв в умовах ІМН

Метод нормалізації	Математичний вираз
Зміна векторів функціоналів оцінювання на підставі змін $Ing$ на протилежний $F = F^- \& F = F^+$ , $F = \{F^1, \dots, F^Q\} = \{f_k^q\}_{q,k=1}^{Q,m}$	$f_k^{q\pm} \rightarrow (-f_k^q)^{\mp}, f_k^{q\pm} \rightarrow (1/f_k^q)^{\mp}$
Вибір ідеального вектора 1) $F^{ideal} = \{f_q^{ideal}\}, q = \overline{1, k}$ , 2) $F^{ideal} = F_{max} = \{f_{1max}, f_{2max}, \dots, f_{kmax}\}$ , 3) $F_q^{ideal} = f_{qmax} - f_{qmin}, q = \overline{1, k}$	$f_k^{q\pm} \rightarrow \left(\frac{f_k^q}{f^{ideal}}\right)$
Порівняння векторів функціоналів оцінювання. Нормалізація зовнішнього середовища	$f_k^{q+} \rightarrow (f_k^q - \min_k f_k^q)^+, f_k^{q-} \rightarrow (\max_k f_k^q - f_k^q)^+;$ $f_k^{q-} \rightarrow \left(\frac{f_k^q}{\min_k f_k^q}\right)^-, f_k^{q+} \rightarrow \left(\frac{f_k^q}{\max_k f_k^q}\right)^+$ $f_k^{q\pm} \rightarrow \left(\frac{f_k^q - \min_k f_k^q}{\max_k f_k^q - \min_k f_k^q}\right)^{\pm}$
Усереднення векторів функціоналів оцінювання	$f_k^{q\pm} \rightarrow \left(\frac{f_k^q}{\text{середнє } f_k^q}\right)^{\pm}$
Нормалізація векторів функціоналів оцінювання за Севіджем	$f_k^{q\pm} \rightarrow \left(\frac{\max_k f_k^q - f_k^q}{\max_k f_k^q - \min_k f_k^q}\right)^{\mp}$

Пріоритет локальних критеріїв задаємо за допомогою вектору пріоритету и вагового вектору (табл. 3). Пріоритет функціоналів оцінювання зводиться до коригування схеми компромісу і встановлення ступеня важливості об'єктів. Обираємо ряд бінарних відношень пріоритету ( $RV$ ) і вектор вагових коефіцієнтів пріоритету ( $U$ ). Застосуємо принцип гнучкого врахування пріоритету. [4]. У результаті практична реалізація зводиться до трансформації простору однорідних об'єктів, які розглядаємо як координати у відповідному просторі. Під співвідношенням пріоритету ( $u$ ) матимемо вектор вагових коефіцієнтів ( $u_1, \dots, u_q$ ) на компонентах відповідних деталізованих показників.

Таблиця 3

Методи врахування пріоритету функціоналів оцінювання в умовах ІМН

Принцип гнучкого врахування пріоритету	Математичний вираз
Лінійний	$u_q \cdot f_k^q$
Степеневий	$(f_k^q)^{u_q}$
Скорочення розмірності задачі	$F = \{F^q\}, q \in Q^0, Q^0 = \{q = \overline{1, Q} / (F^q \succ F^{q_0})\}$

Для визначення рейтингу об'єкта серед вибірки застосуємо інтегрований показник у вигляді критерію згортки  $w$ . За цим показником здійснюється впорядкування множини елементів заданої вибірки. Для ІМН критерії згортки наведені у табл. 4.

Таблиця 4

Критерії згортки в умовах ІМН під час інтелектуальної обробки потоків даних

$v$	Математичний вираз
$v_1$	$v^+ = \max_k \min_q f_k^{q^+}, v^- = \min_k \max_q f_k^{q^-}$ Критерії Вальда та Севіджа
$v_2$	$v = \max_k \max_q f_k^q$
$v_3$	$v = f_{k_0}^1 = f_{k_0}^2 = \dots = f_{k_0}^q$
$v_4$	$v = \max_k \sum_q f_k^q$
$v_5$	$v = \max_k \prod_q f_k^q$

Так, необхідно вибрати одне з безлічі рішень  $\bar{F}$  з області  $\Omega_X$ . Відповідно до вищевикладеного кожне вибране рішення оцінюється сукупністю критеріїв  $f_1, f_2, \dots, f_k$ . Критерії різняться коефіцієнтами відносної важливості  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ . Критерії  $f_q, q = \overline{1, k}$  утворюють векторний критерій оптимальності  $F = \{f_q\}$ . Коефіцієнти  $\lambda_q, q = \overline{1, k}$  утворюють вектор важливості  $\lambda = \{\lambda_q\}$ . Кожен локальний критерій характеризує деяку локальну мету прийнятого рішення. Тоді оптимальне рішення буде мати вигляд:

$$\bar{F} = \bar{F}(\bar{X}) = \underset{X \in \Omega_X}{opt} |F(X), \lambda|,$$

де  $\bar{F}$  – оптимальне значення інтегрального критерію;  $opt$  – оператор оптимізації.

Запропонований метод застосування критеріїв оцінки обробки потоків навігаційних даних сприятиме надійності вирішення навігаційних задач для підвищення безпеки руху ВТЗ з урахуванням специфіки функціонування транспортної системи України.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Doronin, V. (2018). Application of the system analysis of implementation of the instrumental method of navigation on Inland waterways of Ukrain. Radio Electronics, Computer Science, Control, 2(3), Kharkiv, 47 – 62.
2. Doronin, V. (2017). Application of evaluation criteria of functional sustainability instrumental method of navigation on Ukraine's Inland waterways. The XIII International Scientific Conference. Zhelezni Port, Ukraine, 178 – 181.
3. Kazimierski, W., Grzegorz Z. (2017). Implementation of Voyage Assistant Module in Mobile Navigation System for Inland Waters. TransNav. International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 11(4), 683 – 689.
4. Доронін В. В. Системна технологія розв'язку оперативних задач навігації для синтезу законів експлуатації водного транспорту. Системи обробки інформації, № 10 (135), 2015. С. 186 – 191.

### ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ БАЙЕСА ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОВЕДЕННЯ МЕДИЧНОГО КОНСУЛЬТУВАННЯ

Дуб'як І. А., Кунанець Н. Е.

Національний університет «Львівська політехніка»,  
Україна, м. Львів, вул. Степана Бандери 32 а, 79013  
nek.lviv@gmail.com

З огляду на рівень забруднення навколишнього середовища, катаклізми та появу нових захворювань, проблема коректного медичного консультування є дуже важливою в даний час. Є множина різноманітних способів визначення діагнозу та способів лікування захворювань [1]. Пошук нових та удосконалення старих методів медичної діагностики є одним з найбільш перспективних напрямків у

медицині. Стрімкий розвиток технологій сприяє впровадженню новітніх методів та надає засоби для автоматизації процесу діагностування пацієнтів [2].

Функціональне призначення запропонованої системи полягає в наданні медичної консультації, основним завданням якої є встановлення медичного діагнозу відповідно до введених користувачем симптомів. На основі аналізу отриманих даних, система проводить опрацювання введеної інформації, порівняльний аналіз із наявними в базі знань джерелами інформації та надає рекомендації щодо визначення діагнозу, підбору протоколу лікування. У системі передбачена можливість зворотного зв'язку з лікарем для уточнення діагнозу та налаштування нагадування про своєчасний прийом ліків.

Завдання встановлення діагнозу за наявним набором симптомів захворювання у пацієнта є досить складним і має багатокритеріальний характер. Проведений аналіз показав, що для вирішення такої задачі доцільно використовувати теорему Байєса, яка широко застосовується в аналізі прийняття рішень в медичній галузі, зокрема в системах автоматизованої комп'ютерної діагностики для визначення ймовірності визначеного діагнозу за наявності відомих симптомів захворювання [3]. Подібні завдання базуються на поняттях апостеріорної ймовірності  $P(D|S)$  – ймовірності захворювання  $D$  після отримання даних про наявність симптому  $S$  чи його відсутність, а також апріорної ймовірності  $P(D)$  – загальної ймовірності захворювання  $D$  до спостереження чи отримання певного факту про те, виявлений симптом  $S$  чи ні.

$$P(D|S) = \frac{P(S|D) \cdot P(D)}{P(S)} \quad (1)$$

Ця формула дає змогу визначити ймовірність  $P(D|S)$  появи захворювання  $D$  за умови, що симптом  $S$  був виявлений через наперед відому апостеріорну ймовірність  $P(S|D)$ . Враховуючи те, що в медичній діагностиці використовують велику кількість симптомів для діагностики захворювання, значною є множин переліку захворювань, завдання постановки діагнозу дуже ускладнюється. Проте, якщо припускати, що симптоми не залежать один від одного в межах однієї хвороби, то кількість обчислювань різко знижується [4]. Ймовірність виконання певної гіпотези  $D$  за наявності визначених симптомів  $S$  обчислюється на основі апріорної ймовірності даної гіпотези без підтверджуючих симптомів, а також ймовірності виконання симптомів, якщо гіпотеза правдива ( $D$ ) або ж не правдива ( $\neg D$ ). Отже, формула на основі теореми Байєса для розробленої системи буде виглядати наступним чином:

$$P(D|S) = \frac{P(S|D) \cdot P(D)}{(P(S|D) \cdot P(D) + P(S|\neg D) \cdot P(\neg D))} \quad (2)$$

Вказавши набір симптомів, система аналізує та визначає захворювання з подібною симптоматикою. Для всіх можливих захворювань в системі попередньо задаються апріорні ймовірності. Серед них вибираються ті, що мають відношення до вказаного набору симптомів та захворювання, для того, щоб визначити, які ознаки є найважливішими. Система вибирає симптом, ймовірність присутності якого є найбільшою, і задає питання відповідно до цих симптомів. Залежно від впевненості у відповіді встановлюється значення по шкалі від -1 до 1, яка відповідає ваговим коефіцієнтам. З огляду на вказану оцінку симптому обраховуються значення ймовірностей по теоремі Байєса за формулою (2). Процес відбувається до тих пір, поки не перерахуються усі симптоми. Захворювання, яке має максимальну з умовних ймовірностей розглянутих хворіб, зазначається як найбільш очевидний діагноз у даному випадку та рекомендується лікарю для подальшого призначення лікування [5].

Проектування системи проведення медичного консультування із використанням теореми Байєса дає змогу заощадити час та кошти пацієнтів, а також спростити роботу лікарів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Перспективи розвитку медицини початку XXI століття [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://healtheconomics.ru/item/3185-perspektivy-razvitiya-meditsiny-nachala-xxi-veka/3185-perspektivy-razvitiya-meditsiny-nachala-xxi-veka>. Останній перегляд: 2017. – Назва із заголовку екрану;
2. V. Gopinath, B. Naik, Y. Akhila, J. Pavani, “e-HDAS: e-Healthcare Diagnosis & Advisory System,” IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, vol. 2, November 2013. – pp. 255-256.
3. Кобринский Б. А. Логика аргументации в принятии решений в медицине // НТИ, сер.2. – 2001. – №9. – С.1-8.
4. Trafimow D. The benefits of applying Bayes' theorem in medicine. American Research Journal of Humanities and Social Sciences, 1, 2015. – pp. 14-23.
5. Подольная М. А., Таперова Л. Н. Проектирование медицинской диагностической системы на основе модели нечеткого логического вывода // Восьмая Нац. конф. по искусств. интеллекту с межд. уч.: мат. конф. Т.2. М.: Физматлит, 2002. – С.641-646.

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ГРОШОВИХ ПОТОКІВ КЛІЄНТІВ В  
МОБІЛЬНОМУ БАНКІНГУ**

**Дубан Р.М., Дубан А.О.**

*Криворізький економічний інститут ДВНЗ КНЕУ, 50000, Кривий Ріг, вул.Медицина, 16.  
Криворізький національний університет, 50000, Кривий Ріг, вул.Віталія Матусевича, 11.  
romaduban@gmail.com, anna.konovalenko@gmail.com*

Важливою задачею управління фінансами є прогнозування коштів що надходять або витрачаються за певний період. Така інформація необхідна для планування витрат, інвестицій, кредитування та оцінювання ризиків вказаних операцій. Природньо, що для вирішення вказаних задач застосовують методи машинного навчання.

Зазвичай для оцінювання ризиків аналізують різного роду допоміжну інформацію, що певним чином пов'язана із грошовими потоками. Наприклад вік особи, сімейний стан, наявність нерухомості й предметів розкоші, рід занять й т.п. Отримання такої інформації вимагає значного часу, перевірки правдивості та моніторингу змін [1]. Таке анкетування відбувається, наприклад, при затвердженні запиту овердрафтового кредитного ліміту клієнта в Монобанк. Інший принцип ґрунтується на аналізі наявних коштів та їх руху на рахунку клієнта. Такий підхід є більш об'єктивним й менш затратним, оскільки використовує наявних точні дані й робить можливою автоматизацію процесу. Для аналізу коштів на рахунках клієнтів користуються головним чином описовою статистикою, значеннями середнього та дисперсії. В роботі [2] пропонується технологія керування персональними фінансами на підставі транзакцій на рахунку, для оптимізації суми депозитів в інтернет банкінгу.

Наявність інформації про транзакції створює можливості для більш глибокого аналізу й підвищення ефективності фінансових операцій. Основна ідея полягає у ідентифікації законів розподілу фінансових транзакцій клієнтів, що дозволяє точніше розраховувати ймовірності надходження та зняття коштів, а також залишків. Аналіз транзакцій показав, що найпершою задачею є класифікації транзакцій з точки зору можливості їх прогнозування. Якщо грубо, то грошові потоки можна поділити на регулярні й нерегулярні, рідкі й інтенсивні, стаціонарні й нестаціонарні. Нерегулярні й рідкі грошові потоки оцінювати складно. Для інших категорій є сенс розробити технологію моделювання й оцінки їх розподілів. Задача спрощується тим, що у більшості проаналізованих грошових потоків відсутня значима кореляція між сумами й періодом їх руху. Це дає можливість звести задачу ідентифікації двовимірної функції розподілу руху грошових коштів до ідентифікації одновимірних функцій розподілу сум і періодів їх руху. Існують різні підходи до ідентифікації розподілів: метод моментів, топологічний метод, апроксимація емпіричних законів розподілу, методи імітаційного моделювання. Очевидно, що такі задачі можна вирішувати з допомогою алгоритмів машинного навчання. В роботі [3] запропоноване застосування методу опорних векторів для ідентифікації законів розподілу яскравостей різних об'єктів на знімках земної поверхні. Аналогічний підхід вбачається можливим і для ідентифікації грошових потоків.

Вказані методи непогано працюють на великих вибірках і у випадку відповідності розподілу стандартній множині: нормальному, експоненційному, рівномірному й т.п. Для потоків із невеликою кількістю даних та у випадках, коли розподіл складно віднести до типових пропонується для ідентифікації використовувати сплайн-модель розподілу. Еміричний інтегральний закон розподілу апроксимується сплайном. Аби сплайн-модель була адекватною інтегральній функції розподілу побудовано сплайни, які враховують специфіку інтегральної функції розподілу. Задача навчання сплайн-моделі на емпіричних даних полягає у виборі кількості фрагментів сплайна й розстановці точок стикування при якому досягається мінімум заданого критерія. В якості критерія доцільно використовувати мінімаксну норму, що одночасно відповідає критерію Колмогорова-Смірнова.

В доповіді показано алгоритми ідентифікації та приклади ідентифікації синтезованих та реальних грошових потоків для різних вибірок.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. U. Bhuvaneshwari, P. James Daniel Paul, and S. Sahu, "Financial risk modelling in vehicle credit portfolio," in 2014 International Conference on Data Mining and Intelligent Computing (ICDMIC). IEEE, Sep. 2014, pp. 1-7. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1109/icdmic.2014.6954239>
2. P. R. Mahalingam and S. Vivek, "Predicting financial savings decisions using sigmoid function and information gain ratio," Procedia Computer Science, vol. 93, pp. 19-25, 2016. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.176>
3. P. Mantero, G. Moser, and S. B. Serpico, "Partially supervised classification of remote sensing images through SVM-based probability density estimation," IEEE Transactions on Geoscience and Remote

**BIG DATA: КОНЦЕПЦІЇ, ТЕРМІНИ ТА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ**Дуда О.М.<sup>1</sup>, Кунанець Н.Е.<sup>2</sup>, Мацюк О.В.<sup>1</sup>, Пасічник В.В.<sup>2</sup>

1. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська 56, [oleksij.duda@gmail.com](mailto:oleksij.duda@gmail.com), [oleksandr.matsiuk@gmail.com](mailto:oleksandr.matsiuk@gmail.com)
2. Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, вул. Степана Бандери 32а, [nek.lviv@gmail.com](mailto:nek.lviv@gmail.com), [vpasichnyk@gmail.com](mailto:vpasichnyk@gmail.com)

«Великі дані» (Big Data) – термін, який використовується для позначення експоненційного збільшення обсягів даних, які важко, або не можливо, зберігати, опрацювати та аналізувати за допомогою засобів притаманних технологіям традиційних баз даних. «Великі дані» характеризуються слабкою структурованістю та потребують використання значних обчислювальних потужностей для реалізації процесів ідентифікації корисних інформаційних наборів та знань [1]. «Великі дані», як новий інформаційно-технологічний концепт сучасного інформаційного суспільства, науки, промисловості та бізнесу, пов'язані з широким спектром найрізноманітніших аспектів людської діяльності. Інформаційні та комунікаційні технології, такі як «великі дані», хмарні обчислення та повсюдне підключення до телекомунікаційних мереж, формують сучасну інформаційно-технологічну платформу з допомогою якої відбувається автоматизація різноманітних процесів відбору, зберігання, опрацювання та візуалізації даних. Сьогодні існує декілька підходів щодо визначення терміну «великі дані» та подання його характеристик, зокрема в [2] наведено наступне його визначення: «обсяги даних, що знаходяться поза здатністю існуючих технологій їх зберігати, керувати ними та ефективно опрацювати» а в [1] подано ще одне визначення: «великі дані представляють собою набір методів та технологій, що вимагають нових форм інтеграції, для розкриття прихованих знань у великих за обсягом наборах даних, різних за своєю структурою, складністю та характеристиками».

В роботах [3, 4] подано характеристики «великих даних», у трактуванні фахівців компанії Gartner [5], які увійшли у фаховий обіг як концепція «3V»: обсяг (volume), різноманітність (variety) і швидкість (velocity). Міжнародна корпорація даних (IDC) визначає інформаційні технології «великих даних» як «нове покоління технологій та архітектур, призначених для ефективного опрацювання великих за обсягом різноманітних даних, дозволяючи здійснювати високошвидкісне їх збирання, виявлення й аналіз» [6] та зазначає, що «великі дані» характеризуються не в повній мірі концепцією «3V», яка потребує розширення переліку ознак до «4V» додавши в якості притаманної «великим даним» властивості якою є значущість (value). Оскільки, при використанні концепту «великих даних» слід враховувати інвестиційні витрати для його реалізації разом із зменшенням експлуатаційних витрат та підвищенням якості обслуговування. Початкова якість та вартість даних будуть невисокими, але результати аналітичного опрацювання даних суттєво підвищують їх цінність. Фахівці з опрацювання даних повинні оцінювати переваги та витрати на збирання або створення застосунків на основі «великих даних», вибирати високоякісні джерела даних та реалізовувати аналітичні методи, що спроможні забезпечувати підвищення доданої вартості інформаційних кортежів даних та знань.

В роботі [7] розглянуто оновлений концепт «великих даних» поданий як «5V», в якому додано ще один параметр точність (veracity), який характеризує можливість класифікації та опрацювання колекцій даних в контексті конкретного процесу або моделі. В [8] запропоновано розширений концепт «великих даних» як «6V», котрий додатково містить таку характеристику як візуалізація (visualization) неоднорідних даних у середовищах гібридних інформаційних просторів, а поданий в роботі [9] концепт «6V» включає ще одну характеристику, якою на думку авторів повинна бути варіативність (variability), яка характеризує зміни швидкості потоку даних, оскільки вона може коліватися з непередбачуваними піками та спусками, що обумовлені подіями в реальному середовищі та складними для опрацювання за допомогою обмежених обчислювальних ресурсів. При цьому зазначається, що у таких ситуаціях додаткові інвестиції в обчислювальні ресурси для обчислення пікових рівнів збирання даних можуть виявитись малоефективними через недостатнє використання таких додаткових ресурсів протягом решти часових періодів. Розширення набору характеристик концепту «великих даних» до «7V» наведено в роботі [10] і включає такі характеристики як обсяг (volume), швидкість (velocity), точність (veracity), різноманітність (variety), валідність (validity), значення (value), видимість (visibility) або візуалізацію (visualization), віртуальність (virtual), мінливість (variability) або волатильність (volatility), а в роботі [11] подано концепт «великих даних» що характеризується як «7V» і містить наступні ознаки: обсяг (volume), швидкість (velocity), точність (veracity), різноманітність (variety), валентність (valence), мінливість (variability), та

значення (value). За результатами проведеного аналізу авторами сформовано перелік характеристик «великих даних» який подаємо у форматі «10V», що містить такі атрибути як :

1. Обсяг (volume) – сумарний кортеж типів даних, отриманих з різнотипових джерел, перелік яких продовжує розширюватися. Суттєвою перевагою процесів збирання «великих даних» є реалізація на їх основі процедур пошуку та видобування прихованої інформації та формування відповідних моделей за результатами аналітичного опрацювання даних.

2. Швидкість (velocity) – характеризує експоненційне зростання швидкості накопичення даних, котра в свою чергу спричиняє динамічні зміни в колекціях та змісті даних завдяки додаванню нових колекцій, використанню архівних або історичних наборів, підключенню нових потоків даних із різних джерел та додаванню колекцій видобутих корисних наборів даних та знань, що в свою чергу обумовлює високу складність та вартість їх опрацювання [12].

3. Різноманітність (variety) – характеризує типи даних, зібрані за допомогою давачів, смартфонів, планшетів та ПК котрі містять аудіофайли та відеозображення, текст, геопросторові дані та числові ряди у структурованих або неструктурованих форматах.

4. Валідність (validity) – стосується актуальності даних в контексті використаного методу аналітичного опрацювання чи процесу. Прикладом можуть слугувати застарілі дані в системах електронної комерції які не доцільно використовувати по причині їхньої неактуальності.

5. Значення (value) – характеризує процеси виявлення прихованих значень і знань у швидкоплинних різнотипових наборах «великих даних» та передбачає зменшення вартості операційних витрат. Процеси опрацювання «великих даних» передбачають зокрема виявлення корисних знань, обчислення показників рентабельності інвестицій, визначення рівнів релевантності. Процеси аналітичного опрацювання «великих даних» можуть реалізовуватися з використанням широкого спектру методів, засобів та способів, включаючи традиційні SQL-запити, машинне навчання, візуалізацію даних, статистичні та оптимізаційні методи, процедури підтримки прийняття рішень.

6. Точність (veracity) – є якісним показником колекцій даних, характеризує точність, якість, надійність, невизначеність, повноту колекцій даних та їхню придатність для процесів аналітичного опрацювання.

7. Видимість (visibility) або візуалізація (visualization) – характеризує можливості ефективного подання важливої інформації у «великих даних», та здійснення комплексного аналізу даних на основі методів та алгоритмів візуальної аналітики в режимі реального часу [13].

8. Віртуальність (virtual) – характеризує процеси управління даними, котрі є віртуальними.

9. Мінливість (variability) або волатильність (volatility) – якісний показник колекцій даних, що характеризує зміни швидкості отримання якісних та контекстних характеристик даних [12].

10. Валентність (valence) – характеризує можливість подання зв'язків «великих даних» у вигляді графів, що генерує потребу використання складних алгоритмів аналітичного опрацювання даних [12].

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Hashem, Ibrahim Abaker Targio, et al. "The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issues." *Information Systems* 47 (2015): 98-115.
2. Manyika, James, et al. "Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity." (2011).
3. Zikopoulos, Paul, et al. *Harness the power of big data: The IBM big data platform*. New York, NY: McGraw-Hill, 2013.
4. Berman, Jules J. *Principles of big data: preparing, sharing, and analyzing complex information*. Newnes, 2013.
5. Gartner IT Glossary > Big Data [Electronic resource] – Access mode: <https://www.gartner.com/it-glossary/big-data>.
6. Gantz, John, and David Reinsel. "Extracting value from chaos." *IDC iView* 1142.2011 (2011): 1-12.
7. Demchenko, Yuri, Cees De Laat, and Peter Membrey. "Defining architecture components of the Big Data Ecosystem." *Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2014 International Conference on*. IEEE, 2014.
8. Ahn, Jong Wook, Mi Sook Yi, and Dong Bin Shin. "Study for spatial big data concept and system building." *Journal of Korea Spatial Information Society* 21.5 (2013): 43-51.
9. Demchenko, Yuri, Emanuel Gruengard, and Sander Klous. "Instructional model for building effective Big Data curricula for online and campus education." *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2014 IEEE 6th International Conference on*. IEEE, 2014.
10. Uddin, Muhammad Fahim, and Navarun Gupta. "Seven V's of Big Data understanding Big Data to extract value." *American Society for Engineering Education (ASEE Zone 1), 2014 Zone 1 Conference of the*. IEEE, 2014.

11. Saggi, Mandeep Kaur, and Sushma Jain. "A survey towards an integration of big data analytics to big insights for value-creation." *Information Processing & Management* (2018).
12. Sivarajah, Uthayasankar, et al. "Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods." *Journal of Business Research* 70 (2017): 263-286.
13. Keim, Daniel, Huamin Qu, and Kwan-Liu Ma. "Big-data visualization." *IEEE Computer Graphics and Applications* 33.4 (2013): 20-21.

## МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ BIG DATA

Дуда О.М.<sup>1</sup>, Кунанець Н.Е.<sup>2</sup>, Мацюк О.В.<sup>1</sup>, Пасічник В.В.<sup>2</sup>

1. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська 56, oleksij.duda@gmail.com, oleksandr.matsiuk@gmail.com

2. Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, вул. Степана Бандери 32а, nek.lviv@gmail.com, vpasichnyk@gmail.com

Сучасні темпи технологічного прогресу та глобалізації, обумовлені зокрема тотальним впровадженням інформаційних та комунікаційних технологій таких як соціальні мережі, електронна комерція, Інтернет пристрої (IoT), сенсорика даних, геноміка та хмарні обчислення, відбувається експоненційне зростання обсягів наборів даних, що значно перевищує технологічні можливості засобів їх опрацювання. IDC [1] передбачає, що до 2020 р. обсяги інформаційних колекцій представлених в цифрових форматах досягнуть 40 зетабайт (ZB), що становить 40 трильйонів гігабайт даних, а кількість транзакцій в технологіях класів B2C та B2B досягне 450 мільярдів на день, що в свою чергу спричиняє формування нового класу завдань спрямованих на опрацювання такої кількості даних, іменованих «великими даними», генерує потребу до збільшення обчислювальних потужностей та обсягів репозиторіїв, розвитку засобів їх аналітичного опрацювання. В роботі [2] подано класифікацію програмно-алгоритмічних інструментів та засобів опрацювання «великих даних» відповідно до призначення:

- опрацювання, або обчислення: Hadoop, Nvidia CUDA або Twitter storm;
- зберігання: Titan або HDFS;
- аналіз: MLPAK або mahout.

Засоби опрацювання «великих даних» можна класифікувати відповідно до обсягів інформаційних наборів:

- Whiteboard, R, MATLAB, octave – від кілобайтів до декількох мегабайтів.
- Numpy, Scipy, Weka, Blas – від мегабайтів до декількох гігабайтів.
- Hive, Mahout, Hama, Giraph – від гігабайтів до терабайтів.

Методи аналітичного опрацювання «великих даних» класифікуються наступним чином:

– Машинне навчання (machine learning) – передбачає вибір аналітичних процедур для побудови моделей оцінки ефективності результату. Традиційно методи машинного навчання поділяються на дві категорії: методи на основі логічних представлень (logical representations) та статистичні методи. Найпоширеніші методи машинного навчання, які використовуються для «великих даних». Зокрема є: класифікація – для прогнозування категорій вхідних даних, регресія – для прогнозування числових значень, кластеризація – для організації подібних сутностей у групи, асоціативний аналіз – для пошуку зв'язків між наборами сутностей, графовий аналіз – для виявлення зв'язків між об'єктами з використанням структури графів, дерева рішень – для прогнозування статистичної поведінки моделей щодо об'єктивних змін шляхом аналізу правил прийняття рішень, сформованих на основі функцій даних. В аналітичних програмних засобах використовуються методи керованого та некерованого машинного навчання. Кероване машинне навчання включає зокрема методи: регресії (включаючи лінійну регресію), узагальнені лінійні моделі (generalized linear model), ансамблі (ensemble methods), дерева рішень, нейронні мережі та алгоритми класифікації, такі як підтримка векторних обмежень, Байєсівський аналіз та пошук найближчого сусіда. Некероване машинне навчання використовує методи кластеризації, які включають зокрема кластеризацію k-засобами (k-means clustering), кмедоїди (kmedoids), нечіткі множини (fuzzy c-means), ієрархії, Гауссові суміші (Gaussian mixture), нейронні мережі та приховані моделі Маркова. При цьому використовуються найрізноманітніші програмні застосунки що функціонують в режимі реального часу.

– Статистичний аналіз – базується на використанні інструментів та методів збору, аналізу та візуалізації результатів опрацювання великих за обсягом колекцій даних, включає різноманітні статистичні методи та алгоритми, використовується для процедур кластерного аналізу, видобування даних та прогнозного моделювання (predictive modeling).



– Видобування «великих даних» – є процесом загалом складнішим порівняно з традиційними методами видобування даних, зокрема такими як виявлення та видобування шаблонів. При цьому активно використовуються статистичні методи, методи машинного навчання та розпізнавання образів [3], зокрема методи множинної регресії алгоритми кластеризації, аналізу асоціацій та дерев рішень.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Gantz, John, and David Reinsel. "The digital universe in 2020: Big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the far east." IDC iView: IDC Analyze the future 2007.2012 (2012): 1-16.
2. Tsai, Chun-Wei, et al. "Big data analytics: a survey." Journal of Big Data 2.1 (2015): 21.
3. Chen, CL Philip, and Chun-Yang Zhang. "Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data." Information Sciences 275 (2014): 314-347.

### ФОРСАЙТ У ПРОЦЕСІ ПРИЙНЯТТЯ СТРАТЕГІЧНИХ РІШЕНЬ В УКРАЇНІ

Кваша Т.К.

*Український інститут науково-технічної експертизи та інформації, м. Київ, в. Антоновича, 180  
e-mail: ntatyana@ukr.net; kvasha@uintei.kiev.ua*

Практично всі країни, визначаючи пріоритети у різних сферах суспільного життя використовують Форсайт – процес побудови бачення майбутнього науки, технологій, економіки та суспільства з метою ідентифікації зон стратегічних інтересів, напрямів досліджень і переліку нових технологій, які можуть принести найбільші економічні та соціальні вигоди країні, – і прийняття на основі таких досліджень стратегічних рішень [1]. Все зростаюча роль Форсайту у прийнятті стратегічних рішень супроводжується паралельним ростом інтересу до методології Форсайту та до оцінювання його ефективності.

Спочатку використовувалися переважно три основних методології Форсайту [2]:

1. Метод Делфі, який розроблено у США, коли тисячі експертів відповідають на питання щодо основних аспектів та часу впровадження різних технологій.
2. Метод критичних технологій, який розроблено у США для визначення переліку найважливіших технологій, розроблення та впровадження яких заслуговують на підтримку держави. Відмінністю цього методу від масових опитувань за методом Дельфі є участь у опитуваннях лише 100-200 вчених і спеціалістів, як правило найвищої кваліфікації.
3. Метод панелей або цільових груп експертів, де кожна група експертів незалежно оцінювала свій аспект проблеми, яка досліджувалася.

З часом технології передбачення ускладнювалися і зараз Форсайт представляє собою симбіоз різних методів - для проведення сучасного дослідження застосовують більше 20 різних методик (табл. 1), які відображають його функції: прогнозу (прогнозування тенденцій), аналітичну (аналіз ситуації), креативну (вироблення нових ідей щодо майбутнього), але в цілому методологія Форсайту базується на цілеспрямованому виявленні та використанні знань експертів. Комбінація різних підходів до передбачення майбутнього розвитку сприяє зниженню ризику розробки неефективних програм та прийняття неефективних управлінських рішень.

Вся сукупність методів Форсайту може бути розбита на 4 категорії: 1) методи аналізу та моделювання - якісні методи, які базуються на процесах творчого мислення; 2) методи визначення і систематизації думок експертів; 3) методи інформаційного забезпечення; 4) консультативні методи на основі громадських обговорень (табл. 1).

Технологічний Форсайт, як правило, передбачає:

- отримання переліку критичних технологій у кількох сферах інновацій;
- визначення можливих змін у науці і технологіях, які можуть допомогти задовольнити соціальні потреби у довгостроковій перспективі;
- встановлення пріоритетних напрямів і строків.

Основні результати технологічного Форсайту можна сформулювати за такими загальними категоріями: рекомендації щодо політики, проекти управлінських рішень; аналіз тенденцій і рушійних сил; сценарії; перелік пріоритетних напрямів, технологій; прогнозування і дорожня карта технологій [3].

В Україні Форсайт-дослідження проводилися протягом 2008-2011 рр. та у 2016 р. У 2008-2011 рр. - на виконання Державної програми прогнозування науково-технологічного розвитку в Україні, (Постанова КМУ від 11.09.2007 р. №1118), основою яких було поєднання методів цільових груп експертів та критичних технологій, а також огляд літератури за відповідною тематикою. Для цього було розроблено методологію прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку і визначення пріоритетних напрямів розвитку науки, техніки та інноваційної діяльності, відпрацьовано технологію виявлення та

уточнення критичних технологій за пріоритетними напрямками [3]. Результатом цих досліджень були Закон України від 08.09.2011 № 3715 “Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні” (означені стратегічні пріоритети на 2012-2021 рр.) та Постанови КМУ від 07.09.2011 № 942 і від 12.03.2012 № 294 щодо переліку тематичних напрямів наукової та пріоритетних напрямів інноваційної діяльності на 2012-2016 рр., аналіз перспектив розвитку відповідних сфер у світі.

Таблиця 1

## Методи проведення сучасного Форсайту

№ за/п	Категорія	Методи Форсайту	
1	Методи інформаційного забезпечення	Бібліометричний та наукометричний аналізи	Сканування горизонту
		Патентний аналіз	Картографування
		Огляд літератури	Аналіз ключових технологій
		Розвідка навколишнього середовища	Методи конкурентної розвідки
		Бізнес-аналітика	Стейкхолдери
2	Методи аналізу та моделювання	Розроблення сценаріїв, логічних сценаріїв	PEST-аналіз
		Технологічна дорожня карта	STEEPV-аналіз
		Екстраполяція тенденцій ключових показників	Кількісний аналіз
		SWOT-аналіз	
3	Опитування експертів та систематизація їхніх відповідей	Дельфі-опитування	Інтерв'ю та обговорення
		Опитування експертів	Тематичні панелі
		Експертні панелі	Майстерні майбутнього
		Експертні інтерв'ю	Критичні технології
		Мозковий штурм	Інтерв'ю
4	Консультації із спеціалістами та громадськістю	Семінари, конференції, конгреси, симпозиуми	Консультації експертів: онлайн, по-телефону, персонально і т.д.
		Робочі наради, засідання	Громадські слухання
		Дискусії	Консультації з зацікавленими сторонами

Джерело: розроблено автором на основі аналізу наукової літератури із проведення та методології Форсайту

У 2016 р. у зв'язку із закінченням терміну дії визначених вищезначеними постановами середньострокових пріоритетів були проведені Форсайт-дослідження на основі поєднання методів критичних технологій, бізнес-аналітики, аналізу трендів світових технологій та консультацій експертів, за результатами яких уточнено перелік середньострокових пріоритетів на 2017-2021 рр. (Постанова КМУ від 28.12.2016р. № 1056).

Оцінювання ефективності результатів першого Форсайту в Україні здійснювалося на основі щорічного моніторингу реалізації пріоритетних напрямів інноваційної діяльності за індикаторами: 1) обсяги фінансування пріоритетів, 2) кількість створених нових технологій та 3) кількість переданих нових технологій. Аналізом фінансування інноваційних пріоритетів та кількості розроблених і переданих замовникам технологій визначено, що 15 із 53-х середньострокових пріоритетів фінансувалися незначно, 7 - зовсім не фінансувалися, з яких 6 – за стратегічним пріоритетом «Впровадження нових технологій та обладнання для високоякісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики».

Отже, ефективність Форсайту 2008-2011 рр. становила приблизно 60%. Щороку всі середньострокові пріоритети фінансувалися лише за стратегічним напрямом «Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу». Результати аналізу із реалізації пріоритетів 2012-2016 рр. враховано при формуванні Переліку середньострокових пріоритетів на 2017-2021 рр., кількість яких зменшилася до сорока чотирьох.

Дослідження із відповідності тематики нових українських середньострокових пріоритетів світовим науковим та технологічним трендам проведено у 2018 р. методами наукометрії та патентного аналізу на основі баз Web of Science і Derwent Innovation (база, що містить відомості про більше, ніж 71 млн. патентів з 50 світових патентних баз). За результатами цього етапу аналізу визначено, що рівень відповідності інноваційних пріоритетів світовим науковим передовим напрямкам дорівнює 85-95%, а інноваційним – 70%, крім медичної сфери, де відповідність становить 40%. Із двох середньострокових пріоритетів медичного напрямку тільки один пріоритет частково відповідає світовим технологічним трендам, а другий – щодо технологій діагностикумів для різних видів мікобактерій - збудників туберкульозу – відповідає потребам України внаслідок масовості захворювань на туберкульоз в країні.

Слід додати, що протягом 2008-2011 рр. форсайтні дослідження у сфері медицини не були проведені через дострокове припинення дії програми прогнозування.

Таким чином, Форсайт-дослідження в Україні, як і в усьому світі, на достатньому рівні визначили перспективні інноваційні технологічні напрями. Визначення нових стратегічних інноваційних пріоритетів на період після 2021 р. необхідно здійснювати на основі нових Форсайт-досліджень.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Кваша Т.К. Методологічні аспекти проведення Форсайту в Україні // Т.К.Кваша // Проблеми розвитку інформаційного суспільства: Матеріали II Міжнародного форуму “Проблеми розвитку інформаційного суспільства”, 13-15 жовтня 2010 р., ч. 2. - Київ: УкрІНТЕІ, 2010. – С. 78-82
2. Using foresight to improve the science-policy relationship [Електронний ресурс]/ European Commission. – Brussels, 2006. – URL: [http://ec.europa.eu/research/rtinfo/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/rtinfo/index_en.html)
3. Писаренко Т.В. Досвід проведення стратегічних маркетингових досліджень з використанням методології Форсайту в Україні / Т.В. Писаренко, Т.К. Кваша // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2013. - № 1. - С. 105-109. – URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/6761/5990>

### РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ C-MEANS НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ NVIDIA CUDA

Кіндзерський О.В.

*«Київський політехнічний інститут ім.І.Сікорського»  
м. Київ, вул. Ракетна, 24, o.kindzersky@gmail.com*

Задача кластеризації даних є важливою складовою інтелектуального аналізу даних. Завдання кластеризації на відміну від інших задач ІАД передбачає навчання без учителя, тобто надає можливість розподілити наявні об'єкти на класи на підставі подібності їх характеристик. Кластеризація забезпечує краще розуміння об'єктів, що досліджуються, таспрощує подальший їх аналіз. Оскільки загальний об'єм даних на 2012 рік складав більше 1,8 зеттабайт (1,8 трлн Гб) та за дослідженнями IDC (International Data Corporation) ця цифра подвоюється кожні 2 роки[3], кластеризація застосовується для стиснення даних. Це забезпечується тим, що об'єкти, об'єднанні в кластер, можна розглядати як один об'єкт для подальшого опрацювання.

Формальна постановка задачі полягає в наступному:

- Дано набір даних з наступними властивостями:
  - Кожний екземпляр даних виражається однаковою кількістю параметрів з чітким числовим значенням;
  - Клас для кожного конкретного екземпляру даних до початку дослідження невідомий.
- Потрібно знайти:
  - Спосіб порівняння даних між собою(міру схожості);
  - Спосіб кластеризації;
  - Розбиття даних на кластери

Модифікація направлена на прискорення роботи алгоритму за допомогою використання паралельних обчислень.

Розроблений алгоритм представляє собою ітераційну процедуру:

- Крок 1 (CPU): Випадковим чином обрати центри кластерів із елементів вхідних даних, встановити номер ітерації  $l = 0$ .
- Крок 2 (CPU): Підключити GPU модуль, обрахувати конфігурацію запуску для функції-ядра[2]:
  - Кількість ниток(так прийнято називати один потік виконання обрахунків) в блоці:

$$numT = \frac{maxT}{2}, \quad (1)$$

де  $maxT$  – максимальна можлива кількість ниток в блоці для підключеного графічного процесора;

○ Кількість блоків:

$$numB = \left\lceil \frac{numO}{numT} \right\rceil, \quad (2)$$

де  $numO$  – загальна кількість об'єктів, що досліджується,  $numT$  – визначена кількість ниток в блоці.

– Крок 3 (GPU): Викликати кернел-функцію з конфігурацією запуску, обчисленою на кроці 2, для опрацювання даних на графічному процесорі. Кернел-функція виконується паралельно на великій кількості ниток, при чому кожна нитка опрацьовує один об'єкт із вхідної послідовності, що досліджується:

1. В спільний пам'яті виділити масиви пам'яті для збереження накопичувальної суми для чисельника (*SharedNumerator*) та знаменника (*SharedDenominator*);
2. Синхронізувати нитки за допомогою бар'єрної синхронізації;
3. Обчислити квадрати відстаней від центрів усіх кластерів до об'єкта, що досліджується;
4. Синхронізувати нитки за допомогою бар'єрної синхронізації;
5. Оновити частину матрицю розбиття, що відповідає об'єкту, що досліджується, на основі відстаней обчислених в пункті 3 по формулі 3[1]:

$$u_{ij}^{(l)} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left( \frac{d_A^2(m_{j,c}^{(l)})}{d_A^2(m_{j,c}^{(k)})} \right)^{\frac{1}{w-1}}}, \text{ для } 1 \leq i \leq c, 1 \leq j \leq d \quad (3)$$

6. Синхронізувати нитки за допомогою бар'єрної синхронізації;
  7. Збільшити чисельник (*SharedNumerator*) та знаменник (*SharedDenominator*), відповідно до обчисленої матриці розбиття;
  8. Синхронізувати нитки за допомогою бар'єрної синхронізації;
  9. Копіювати дані масивів з спільної пам'яті в результуючі масиви в глобальній пам'яті;
- Коментар: таким чином на графічному процесорі ми паралельно обчислили одразу потрібні нам:  $SharedNumerator_i = \sum_{j=1}^d (u_{ij})^w m_j$  та  $SharedDenominator_i = \sum_{j=1}^d (u_{ij})^w$  для кожного кластера.

– Крок 4 (CPU): Визначити нові центри кластерів:

$$c_i^{(i)} = \frac{SharedNumerator_i}{SharedDenominator_i}, 1 \leq i \leq c \quad (4)$$

– Крок 5 (CPU) Перевірити наскільки змістилися центри кластерів. Якщо вони змістилися менше ніж на обрану точність – завершити процес, якщо ні – перейти до кроку 2 з номером ітерації  $l = l + 1$ .

Розглянемо складність оригінального алгоритму. Для кожного з  $N$  вхідних об'єктів потрібно обчислити відстань до кожного центроїда  $K - O(K N)$ . Після цього нам потрібно обчислити матрицю розбиття для всіх кластерів, що дасть нам складність  $O(K^2 N)$ . Оскільки в алгоритмі використовується метрика Евкліда і множина вхідних точок  $R^D$ , де  $D$  – це кількість вимірів (характеристик) об'єкта, що досліджується, то складність уже становить  $O(DK^2 N)$ . Припускаючи, що збіжність даного алгоритму становить  $I$  ітерацій, отримуємо складність  $O(DK^2 NI)$ .

Тепер обчислимо складність представленого алгоритму для масово паралельних обчислень. Кожна паралельна нитка  $T$  в блоці  $B$  буде мати обчислювальну складність  $O(K(D + 1) + K(K + 1) + 2KD + 2KD)$ . Враховуючи те, що кількість блоків  $B = N / T$  і припускаючи, що збіжність даного алгоритму становить  $I$  ітерацій, складність алгоритму становить:  $O(INK(3 + 5D + K)/T)$

Відповідно прискорення алгоритму буде становити:

$$\frac{O(DK^2 NI)}{O\left(\frac{INK(3+5D+K)}{T}\right)} = \frac{DTK}{3+5D+K} \quad (5)$$

Припустимо, що  $K = 10$ ,  $D = 2$ ,  $T = 512$  і  $N$  досить велике, то отримане теоретичне прискорення модифікованого алгоритму:

$$\frac{DTK}{3 + 5D + K} = \frac{2 * 10 * 512}{3 + 10 + 10} = 445$$

Для тестування використовувався персональний комп'ютер: 4 ядерний CPU: Intel(R) Core(TM) i5-6500 CPU @ 3.20GHz; GPU: Nvidia GeForce GTX 960; RAM: 8Gb Kingston DDR3 SDRAM

Табл. 1

Порівняння швидкодії роботи алгоритму на CPU і CPU+GPU.

Кількість точок	К-сть ітерацій	CPU, мс	CPU + GPU, мс	Коеф. прискорення
5000	142	2868	67	42,8
6000	116	2829	61	46,4
7000	178	5005	93	53,8
8000	187	5986	99	60,5
9000	184	6682	96	69,6
10 000	226	9085	122	74,5

#### Висновок

З отриманих результатів можна зробити висновок, що використання технології Nvidia CUDA покращує алгоритм *s-means* для кластерного аналізу і дає великий приріст в швидкодії даного алгоритму, що було показано теоретично і практично в таблиці 1. З збільшенням вхідного набору даних коефіцієнт

прискорення модифікованого алгоритму буде зростати. Це свідчить про те, що завдяки масово паралельним обчисленням, усі ітерації алгоритму відбуваються паралельно на великій кількості ниток, а решта часу займає передача масивів даних між центральним та графічним процесором.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Барсегян А.А. Методи і моделі аналізу даних: OLAP і Data Mining : учебное пособие. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.
2. Параллельные вычисления CUDA [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nvidia.ru/object/cuda-parallel-computing-ru.html>
3. Big Data – Are You In Control? [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.waterfordtechnologies.com/big-data-interesting-facts/>

## МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ

Кириченко О., Кунанець Н. Е., Ржеуський А. В.

Національний університет «Львівська політехніка»,  
Україна, м. Львів, вул. Степана Бандери 32 а, 79013

[kyrychenko.olexandr@gmail.com](mailto:kyrychenko.olexandr@gmail.com), [nek.lviv@gmail.com](mailto:nek.lviv@gmail.com), [antonii.v.rzheuskyi@lpnu.ua](mailto:antonii.v.rzheuskyi@lpnu.ua)

Завдання розподілу ресурсів є одним з фундаментальних завдань інформаційного суспільства. Постає ряд проблем, починаючи з ефективного розподілу свого власного часу кожним індивідумом і закінчуючи розподілом суспільних зусиль між різними видами діяльності. У другій половині ХХ-ого століття, завдяки розвитку інформаційних технологій, вирішення цього питання отримало потужний імпульс.

Наявні на ринку сучасні системи розподілу ресурсів мають певні недоліки, які можна охарактеризувати недостатчею засобів для своєчасної ідентифікації нових потреб і можливостей в середовищі, які сприяли б підприємствам в оперативному прийнятті ефективних рішень щодо реконфігурації фінансових, виробничих, кадрових та інших ресурсів. Необхідність заново ідентифікувати потреби і можливості переважно виникає при появі нового вигідного замовлення, виконання якого не може бути здійснено через нестачу власних ресурсів підприємства, блокування доступу до частини наявних ресурсів. Виникає ситуація невизначеності, при якій вища невизначеність генерує збільшення розподіленості характеру процесів прийняття рішень. При цьому збільшення частоти виникнення ситуацій із незапланованими подіями, суттєво знижує ефективність роботи самих систем, які не здатні до самостійного прийняття рішень і адаптації до змін в середовищі.

У такій ситуації вирішення проблеми покладається на використання розподілених мультиагентних систем [1,2]. Такий підхід сприяє прийняттю централізованих рішень, які як правило, більш ефективні: все, що може бути обчислено в розподіленій системі може бути переміщено на один комп'ютер, оптимізовано, і працюватиме, принаймні, доволі ефективно. Однак, розподілені системи легше розробляти, особливо якщо сама проблема, яка вирішується, є розподіленою [3]. Розподілені системи іноді генерує потребу обчислювальних алгоритмів, які не могли бути виявлені за допомогою централізованого підходу. Виникають ситуації, коли централізований підхід неможливий, так як система і дані належать різним організаціям, які хочуть зберегти свою особисту інформацію з причин конкуренції. Такі системи можуть бути географічно розподіленими, складатися із багатьох компонентів, які формують складну систему. При цьому, топологія системи може бути динамічною і її вміст може змінюватись настільки швидко, що для користувача або прикладної програми складає певні труднощі отримання достовірної інформації, або підтримання послідовного інформування підприємства [4, 5].

Ядро програми, яке виконує основну функцію, є мультиагентною системою, що складається з множини агентів, які взаємодіють між собою для виконання своїх завдань [6].

Алгоритм функціонування агентів проектів:

У кожному періоді  $t$  виконання алгоритму починається з агентів проектів.  $PA_i$  починає планувати дію  $a_{ij}$ , коли всі попередні дії до  $a_{ij}$  були заплановані.

Кожен агент проекту робить наступне:

- 1.1. Агент проекту  $PA_i$  повідомляє відповідних агентів ресурсів про свої потреби.
- 1.2.  $PA_i$  отримує список пропозицій, що містять відомості про ресурси  $P_{rg}$ , які потрібні для реалізації данного проекту, і віртуально перепланує проект.
- 1.3. Розраховує ціну пропозицій для всіх ресурсів для тимчасового інтервалу  $t$ , враховуючи час завершення віртуально спланованого проекту, за формулою:

$$B_{pik} = P_{rg} \times P_{ij} + \max(VC_i - D_i)$$

де,  $VC$  - час завершення віртуально спланованого проекту.

1.4. Надсилає розраховану ціну до агента-посередника для оцінки.

1.5.  $PA_i$  отримує найдешевше часове вікно для планування дії  $a_i$  відповідно до кроків 3.1 - 3.3 агента посередника.

1.6. Надсилає підтверження до агента ресурсу і планує дію  $a_{ij}$  на отриманому часовому проміжку.

1.7. Повторює кроки 1.1 - 1.6 для кожної діяльності проекту  $i$  по черзі, збільшуючи  $t$  як  $t = t + 1$ .

Алгоритм функціонування агентів ресурсів:

Агент ресурсів  $RA_g$  отримує повідомлення від агенту проекту  $PA_i$  відповідно до кроку 1.1. та готує список пропозицій, використовуючи свою власну модель оцінки, яка наведена нижче (кроки 2.1 і 2.2) для резервування часового проміжку на ресурсі.

2.1. Розраховує сукупний попит  $D_{gt}$  на глобальні ресурси в кожен період  $t$  за формулою:

$$D_{gt} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^M r_{ij}^g$$

де,  $0 \leq r_{ij}^g \leq R_{gt}$

2.2. Обчислює  $PR_g$  на основі  $D_{gt}$  і постійної доступності  $R_{gt}$  розділеної зі всіма проектами за формулою:

$$P_{rg} = p_r \times \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^M r_{ij}^g$$

де,  $p_r$  - початкова ціна глобального ресурсу для одиниці часу.

2.3.  $RA_g$  оголошує ціни ресурсу  $P_{rg}$  агентів проекту  $PA_i$  через агента посередника.

2.4. Отримує підтверджуюче повідомлення відповідно до кроку 1.6. та перевіряє наявний обсяг ресурсів. У період  $t$ , резервує ресурс для проекту і надсилає підтверджуюче повідомлення про це в відповідний проект.

Алгоритм функціонування агентів посередників:

Агент посередник обирає найкращі пропозиції як показано нижче:

3.1. Приймає заявки від всіх  $PA$  відповідно до кроку 1.4.

3.2. Допоки виконується умова  $t \leq T$ :

Створює послідовність пропозицій в порядку зростання ціни.

Оцінює і обирає пропозицію з найбільшою ціною для кожного ресурсу.

3.3. Зв'язує відповідні  $PA_i$  та  $RA_g$ .

3.4. Оновлює обсяг доки всі дії з глобальними ресурсами не будуть закінчені. Оновлює часовий період  $t = t + 1$ .

Агенти обмінюються повідомленнями, формат яких задається за допомогою Agent Communication Language (ACL) мови, яка визначається міжнародним форматом сумісності агентів.

Побудова системи розподілу ресурсів сприятиме ефективному прийняттю рішень у різних професійних сферах та проведенню гнучкого та легкого розподілу ресурсів. Перевага роботи системи полягає у її швидкодії.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Gerhard Weiss. Multiagent Systems. A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence / Weiss Gerhard. – London : Edition of Massachusetts Institute of Technology, 1999. – 585 p.
2. Yoav Shoham. Multiagent Systems. Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations / Shoham Yoav, Leyton-Brown Kevin. – London : Edition of Stanford University and University of British Columbia, 2010. – 532 p.
3. Мальковский Н. В. Распределение ресурсов в контексте мультиагентных систем / Н. В. Мальковский, О. Н. Граничин, К. С. Амелин // XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСП. – 2014. – С. 9003–9013.
4. Симонова Е. В. Мультиагентная система решения задачи о расстановке восьми ферзей: уч. пособ. / Е. В. Симонова, П. О. Скобелев. – Самара: Издательство Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, 2010. – 33 с.
5. Sunil Adhau. A Multiagent Based System for Resource Allocation and Scheduling of Distributed Projects / Adhau Sunil, M. L. Mittal // International Journal of Modeling and Optimization. – 2012. – № 4 – С. 524–528.

6. Система имитационного моделирования Magenta [Электронный ресурс] – 2013. – Режим доступа: <http://www.magenta-technology.ru>

## АНАЛИЗ СРЕДСТВ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

Козина Ю.Ю., Вербицкая Е.В., Гуляева Д.С.

*Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1,  
НУ “Одесская морская академия”  
yuliyakc21@gmail.com*

**Вступление.** В настоящее время тестирование является одним из наиболее устоявшихся способов обеспечения качества разработки программных продуктов. В качестве одной из основных фаз процесса разработки программного продукта, включающего: дизайн, разработку кода, тестирование, оно характеризуется достаточно большим вкладом в суммарную трудоемкость разработки продукта. Правильный и рациональный выбор тестового покрытия является актуальной задачей и требует проведения эффективного анализа средств, позволяющих сократить количество разрабатываемых тестов.

**Постановка задачи.** Целью работы является проведение анализа средств сокращения количества разрабатываемых тестов для программного продукта.

Для достижения поставленной цели решены такие задачи:

- обзор проблем при разработке тестов;
- анализ существующих средств для сокращения количества тестов.

**Основной материал.** Одной из актуальных проблем при разработке тестов для покрытия того или иного функционала программного продукта является наличие ограниченных ресурсов – временных, человеческих. Разработать тесты, которые полностью покрывают функционал – не простая задача.

Невозможно протестировать программу на всех входных/выходных значениях. Для сокращения количества тестов используют техники тест – дизайна, например, выделение классов эквивалентности [1].

Суть применения состоит в том, что входные данные объединяют в классы. Если набор какого-либо класса обнаруживает некоторую ошибку, то предполагается, что все другие тесты этого класса эквивалентности также обнаруживают эту ошибку и наоборот. Далее тесты охватывают граничные значения – значения на границах классов эквивалентности входных значений и около них. Выделяют также технику тест-дизайна – анализ причинно-следственных связей. Она позволяет системно выбирать высокорезультативные тесты (метод использует алгебру логики и оперирует понятиями “причина” и “следствие”). Причиной в данном случае называют отдельное входное условие или класс эквивалентности. Следствием – выходное условие или преобразование системы.

Также можно проектировать тесты согласно предложенному критерию тестирования [2]. Суть состоит в следующем: в зависимости от того, что мы конкретно тестируем, имеем ли доступ к коду, т.е. это тестирование черного, серого, белого ящика, разрабатывается критерий и пишутся тесты, которые удовлетворяют данному критерию. Среди них выделяют: функциональные (это критерии черного ящика – тесты покрывают определенный набор входных, выходных данных, конкретный функционал), структурные (белого ящика – строится управляющий граф программы, пишутся тесты, которые могут покрыть каждую команду, конкретную ветвь или конкретный путь в управляющем графе программы), мутационные (в разрабатываемую программу  $P$  вносят мутации, т.е. искусственно создают программы-мутанты  $P_1, P_2, \dots$ ). Затем программа  $P$  и ее мутанты тестируются на одном и том же наборе тестов  $(X, Y)$ . Если на наборе  $(X, Y)$  подтверждается правильность программы  $P$  и, кроме того, выявляются все внесенные в программы-мутанты ошибки, то набор тестов  $(X, Y)$  соответствует мутационному критерию.

Среди путей сокращения количества тестов можно выделить применения байесовских сетей [3]. Байесовская сеть – графовая вероятностная модель, представляющая собой множество переменных и их вероятностных зависимостей по Байесу. Например, байесовская сеть может быть использована для вычисления вероятности того, чем болен пациент по наличию или отсутствию ряда симптомов, основываясь на данных о зависимости между симптомами и болезнями.

Идея заключается в отнесении всех следствий к причинам, т.е. в уточнении причинно-следственных связей (ПСС). Вначале байесовская сеть строится на основании классов эквивалентности и с ее помощью рассчитывается вероятность ошибок определенного типа. Затем для определения причинно-следственных связей строится байесовская сеть и выбираются самые эффективные тесты.

**Выводы.** В работе проведен анализ средств сокращения количества тестов при разработке программного продукта. Рассмотренные направления можно рекомендовать к применению при

розробки различного рода програмних продуктів: веб-приложень, десктопних и мобільних приложень. Их ефективне применення дозволить зекономити ресурси часу, денешні затрати, а також підвищить якість розробляваного програмного продукту.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Блэк Р. Ключевые процессы тестирования. Планирование, подготовка, проведение, совершенствование /Р Блэк. – Москва: Лори. – 2006. – 125 с.
2. Канер Кем Тестирование программного обеспечения /К. Канер, Ф. Джек Фолк Джек. – Киев: ДиаСофт, 2001. – 544 с.
3. Вероятностные модели: байесовские сети, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/surfbird/blog/176461/>

### ФОРМАЛІЗОВАНІ СПІВВІДНОШЕННЯ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТРАКТІВ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ СИСТЕМ

**Корніловська Н.В., Вишемирська С.В., Лур'є І.А.**

*Херсонський національний технічний університет  
м. Херсон, Бериславське шосе, 24  
vish\_sveta@rambler.ru*

Сучасний етап розвитку світової цивілізації характеризується переходом від індустріального до інформаційного суспільства, що передбачає нові форми соціальної й економічної діяльності, базовані на широкому використанні інформаційних і телекомунікаційних технологій. Технологічною основою такого суспільства є Глобальна інформаційна інфраструктура — ГІІ (Global Information Infrastructure, GII), яка має забезпечити можливість вільного доступу до інформаційних ресурсів кожного жителя планети.

У свою чергу, матеріально й одночасно системоутворюючою основою подібної інфраструктури є системи телекомунікацій. Створення високоефективного телекомунікаційного середовища є найважливішою національною проблемою. Без її розв'язання проблематичною виявиться побудова інформаційного суспільства і впровадження досягнень інформаційних технологій у сфері виробництва, бізнесу, науки, освіти, медицини й культури [\*].

Отже, оптимізація параметрів та характеристик електронних схемотехнічних пристроїв ТКТ є першочерговим завданням. Для цього необхідно чітко визначити з позиції теорії систем співвідношення та взаємозв'язки понять телекомунікаційні системи та телекомунікаційні тракти.

Один і той же об'єкт на різних етапах може розглядатися в різних аспектах. В одних випадках він може виступати в ролі системи. В інших цей же об'єкт може розглядатися як елемент більш загальної системи – метасистеми. Елементами системи можуть виступати також відносини або зв'язки між певними об'єктами.

Таким чином, рівень розгляду системності може бути різноманітним.

Під час опису системи можна виходити з двох основних припущень:

- поведінка системи цілеспрямована, її функція підпорядкована певним формальним правилам прийняття рішень і управління (цілеспрямовані, керуючі або керовані системи);
- у системі існують причинно – наслідкові зв'язки, які характеризуються залежністю її реакції на відповідних виходах від впливів на входах (системи типу «вхід – вихід» або «чорний ящик»).

Розрізняють відкриті та замкнені системи. Відкриті системи це такі, що пов'язані з навколишнім середовищем вхідними та вихідними каналами. Замкнені системи таких каналів не мають.

Відкриті системи мають входи

$$X = x\{V_i : i \in I_x\}. \quad (1)$$

Через них знаходять впливи. Їх виходи

$$Y = x\{V_i : i \in I_y\}. \quad (2)$$

На виходах спостерігаються реакції на вхідні впливи. Для відкритих систем більш конкретним визначенням є таке

Загальне визначення ТКС дослівно співпадає з визначенням у разі макропідходу до класифікації ТКС, тобто до класифікації та вивчення систем зв'язку [4].

Класифікують – макропідхід, мікропідхід та мезапідхід до вивчення систем зв'язку, тобто до класифікації ТКС.



Також під час вивчення ТКС виникає необхідність розгляду її у взаємодії з іншими системами, або з навколишнім середовищем. Елементи ТКС можуть бути незалежними один від одного. В такому разі їх ентропія, тобто їх спільна невизначеність є сумою окремих невизначеностей.

Функціональна характеристика ТКС – це характеристика її поведінки в часі. Вона може бути представлена математичним описом реакції системи на ті чи інші впливи. До функціональних властивостей ТКС можна віднести:

- поточні параметри трафіка;
- завантаження ресурсів;
- розміри резервів;
- відхилення робочих параметрів мереживних елементів.

Структурною характеристикою ТКС є умовне відображення множини її елементів та взаємозв'язків між цими елементами. Адекватною математичною моделлю структури є математичні граfi, матриці, інцидентії, складності, сумісності.

До структурних властивостей ТКС необхідно віднести існуючу конфігурацію мережі ТКС, яку слід реструктуризувати відповідно до зміни стану функціональних можливостей.

У випадку макропідходу до класифікації телекомунікаційних систем інформаційно – управляюча система і є телекомунікаційною системою. Тобто, це сама система зв'язку відповідної ланки управління, а всі лінії і засоби зв'язку – це елементи системи.

У випадку мікропідходу до класифікації ТКС, тобто при більш детальному розгляді складових частин, телекомунікаційні тракти теж можна називати телекомунікаційними системами.

Зважаючи на те, що мезопідхід застосовують на рівні взаємодіючих засобів і комплексів зв'язку можна сказати, що один із варіантів ТКС - це деяка кількість ІУС, об'єднаних в одне ціле. В них інформація передається у вигляді цифрових масивів і циркулює згідно з протоколами обміну. І задачами, що вирішуються, є:

- зміни топології ТКС (деревовидна, зіркова, кругова, загальна «шина», кільцева, багатозв'язкова);
- маршрутизація;
- визначення і забезпечення поточних параметрів трафіка;
- завантаження ресурсів;
- забезпечення допустимих робочих параметрів мереживних елементів і т. і.

У більшості технічних систем, і телекомунікаційних трактах зокрема, можна виділити три типи найпростіших елементів.

1. Елемент типу R . На цьому елементі відбувається перетворення енергії в теплову.
2. Елементи C та L . (Нагромадження кінетичної і потенційної енергії).

Сполученням цих найпростіших елементів, а також джерел фазових змінних можуть бути отримані математичні моделі технічних об'єктів практично будь-якої складності. Фазовими змінними електричної підсистеми є струми I і напруги U. Рівняння опору:  $I = U / R$ . Рівняння ємності:  $I = C(dU / dt)$ .

Рівняння індуктивності:  $I = L(dI / dt)$ . Аналогії топологічних рівнянь наступні. Топологічні рівняння в більшості фізичних підсистем базуються на рівнянні рівноваги і рівнянні безперервності. В електричних підсистемах зв'язки між окремими елементами встановлюються на підставі закону Кірхгофа. Топологічні рівняння підсистем записуються для вузлів і контурів еквівалентної схеми. Об'єкти, що є предметом дослідження теорії автоматичного управління можна представити як сукупність блоків, що виконують додавання, інтегрування, передачу сигналу з заданим коефіцієнтом. Зв'язок між окремими фазовими змінними (струми і напруги), що відносяться до різних елементів підсистеми, задається топологічними рівняннями, отриманими на основі відомостей про структуру підсистеми (L,R,C, активні елементи). Процедура одержання топологічних рівнянь виконується для кожного модулюемого об'єкта (підсилювач, модулятор, цифро аналоговий перетворювач, квазіоптимальний приймач і т.д.), тому що структури об'єктів різні. На макрорівні об'єктами є – підсилювач, модулятор і т.д. На метарівні використовуються структурні схеми об'єкта замість топологічних рівнянь усєї структури. Для кожного структурного елемента визначаються передавальні функції.

Ми вважаємо що найдоцільніше вибрати та використовувати математичні моделі у вигляді передавальних функцій. Тобто, за способом одержання моделей вони повинні бути теоретичні, за способом відображення властивостей об'єкта – аналітичні, за належністю до ієрархічного рівня – метарівня, за характером деталізації опису всередині одного рівня – повні, за характером відображення властивостей об'єкта – функціональні.

Враховуючи усе вище сказане, можна сказати, що різноманітність моделей підтверджує те, що ТКС належить до складних організаційно – технічних систем.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Багатоканальний зв'язок та телекомунікаційні технології: Підручник/ За ред. В.В. Поповського.- Харків: тов. Компанія СМІТ; 2003.-512 с.
2. Електронний ресурс. <http://www.znanius.com/3533.html?&L=0> Телекомунікаційні системи та мережі. Структура й основні функції. Том 1
3. Математичні основи теорії телекомунікаційних систем/ В.В. Поповський,
4. Олійник. В.Ф. Основи теорії систем зв'язку. – К.: Техніка, 2000. -152 с.
5. Умов А.И. Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль. – 1998.- 272 с.

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ  
МОДЕЛЕЙ**

**Коробчинський<sup>1</sup> М.В., Огірко<sup>2</sup> І.В., Огірко<sup>3</sup> О.І., Руденко<sup>1</sup> М.М.**

<sup>1</sup>Воєнно-дипломатична академія ім. С. Березняка, м. Київ, [maks\\_kor@ukr.net](mailto:maks_kor@ukr.net)

<sup>2</sup>Технологічно-гуманітарний університет імені Казимира Пулавського, м. Радом та  
Українська академія друкарства вул. Підголоском 19, м. Львів, [ogirko@ukr.net](mailto:ogirko@ukr.net)

<sup>3</sup>Львівський державний університет внутрішніх справ, м. Львів

**Вступ.** Проблеми створення високоефективних систем підтримки прийняття рішень для оптимізації процесів планування значно ускладнюються при їх розв'язанні в умовах невизначеності апріорної і поточної інформації. Її розв'язок часто ускладнюється високим ступенем невизначеності апріорної і поточної інформації. Математична формалізація задач такого класу з врахуванням умов невизначеності апріорної інформації є досить складною проблемою. Для аналізу та оптимізації з точки зору математичної формалізації задач і шляхів їх розв'язання, є методи дослідження операцій, теорії нечітких множин, нечіткої логіки та теорії прийняття рішень. На теперішній час зусиллями українських та іноземних вчених [1 – 16] вже розв'язано багато задач, пов'язаних з плануванням, що функціонують в детермінованих або стохастичних умовах. Разом з тим, ще недостатньо розроблені математичні моделі та алгоритми прийняття рішень для формування маршрутів і траєкторій в умовах невизначеності поточної і апріорної інформації, представленої якісними лінгвістичними моделями. Отже, підвищення рівня автоматизації багатоетапних процесів прийняття рішень при управлінні складними, зокрема, рухомими об'єктами і системами в умовах невизначеності є одним з найбільш перспективних напрямків застосування, розробки і створення сучасних високоінтелектуальних технологій та програмного забезпечення. Тому розробка нечітких математичних моделей та алгоритмів, що враховують невизначеність апріорної інформації, особливості технологічних процесів та обмеження на режими оптимізації і ресурси управління, зокрема для підвищення рівня автоматизації етапів інформаційної підготовки процесів прийняття рішень, формування альтернативних гіпотез, безпосереднього прийняття рішень та оцінки ефективності їх реалізації.

**Виклад основного матеріалу.** Процеси, невизначені внаслідок структурної складності чи різноманіття інформації, можуть бути представлені на основі нечіткого структурного моделювання. Деякі характеристики об'єктів недоступні для кількісних оцінок і можуть бути представлені лінгвістично. Використання нечіткого керування прийнятне: для дуже комплексних процесів, коли немає простої математичної моделі; для дуже нелінійних процесів; якщо обробки експертного знання повинна виконатися. Використання нечіткого керування немає змісту якщо: стандартна теорія керування дає задовільний результат; легко розв'язна й адекватна математична модель уже існує; завдання не розв'язне. Необхідно розглядати стан нечітких динамічних взаємодіючих процесів, як наслідок нечіткості або неясності породжених індивідуальністю людини в процесах мислення або розумового висновку. Акцентувати увагу на нечіткість процесів в умовах наперед визначених рамок та розширення аналітичних можливостей за рахунок комплексного підходу внутрішньої реалізації.

Операції над нечіткими множинами

Вміщення

Нехай  $A$  і  $B$  – нечіткі множини на універсальній множині  $E$ . Говорять, що  $A$  міститься в, якщо  $x \in E$   $m_A(x) < m_B(x)$ . Позначення:  $AMB$ . Іноді використовують термін “домінування”, тобто у випадку коли  $AMB$ , говорять, що  $B$  домінує  $A$ .

Рівність

$A$  і  $B$  рівні, якщо  $x \in E$   $m_A(x) < m_B(x)$ . Позначення:  $A = B$ .

Доповнення

Нехай  $M = [0,1]$ ,  $A$  і  $B$  – нечіткі множини, задані на  $E$ .  $A$  і  $B$  доповнюють один одного, якщо  $x \in E$   $m_A(x) = 1 - m_B(x)$ . Позначення:  $B = \bar{B}$  чи  $A = \bar{A}$ . Очевидно, що  $\bar{\bar{A}} = A$ . (Доповнення визначене для  $M = [0,1]$ , але очевидно, що його можна визначити для будь-якого впорядкованого  $M$ ).

Перетинання

$A \cap B$  – найбільша нечітка підмножина, що міститься одночасно в  $A$  і  $B$ .  $m_{A \cap B}(x) = \min(m_A(x), m_B(x))$ .

Об'єднання

$A \cup B$  – найменша нечітка підмножина, що включає як  $A$ , так і  $B$ , з функцією приналежності:  $m_{A \cup B}(x) = \max(m_A(x), m_B(x))$ .

Різниця

$A - B = A \cap \bar{B}$  з функцією приналежності:  $m_{A - B}(x) = m_{A \cap \bar{B}}(x) = \min(m_A(x), 1 - m_B(x))$ .

Диз'юнктивна сума

$A \oplus B = (A - B) \cup (B - A) = (A \cap \bar{B}) \cup (\bar{A} \cap B)$  з функцією приналежності:  $m_{A \oplus B}(x) = \max\{\min\{m_A(x), 1 - m_B(x)\}; [1 - m_A(x), m_B(x)]\}$ .

На сучасному етапі дослідження в галузі проектування систем керування складними динамічними системами з нечіткими параметрами спрямовані на створення модульних систем нечіткого регулювання (fuzzy control system, fuzzy controller), заснованих на положеннях нечіткої логіки (fuzzy-logic), що забезпечують відповідні характеристики поведінки об'єкта керування. Проектування систем автоматизованого керування нелінійними динамічними об'єктами та об'єктами з нечіткими параметрами стало можливим із розвитком сучасних інформаційних технологій та математичних методів, що доповнюються наочними геометричними інтерпретаціями [4 – 9]. Загальна модель нечіткого керування (рис.1), будується з урахуванням необхідності реалізації усіх етапів нечіткого висновку, а сам процес висновку реалізується на основі алгоритму нечіткого висновку.

Система нечіткого висновку призначена для перетворення значень вхідних змінних процесу керування на вихідні змінні на основі використання нечітких правил продукцій. Для цього система нечіткого висновку повинна містити базу правил нечітких продукцій та реалізовувати нечіткий висновок на основі посилок або умов, що представлені у формі нечітких лінгвістичних висловлювань. Процес переходу від нечіткого висновку до чіткого рішення наведений в алгоритмічній формі (рис.2).

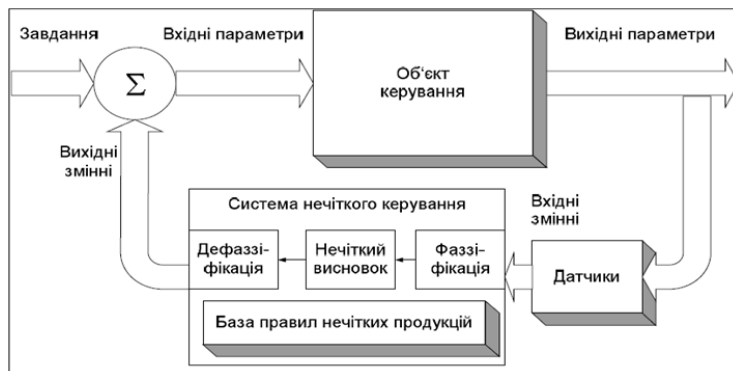


Рис.1 – Загальна схема нечіткого керування



Рис.2 – Алгоритмічна схема прийняття рішення

**Висновок.** Запропоновано критерії та методи визначення відносної переваги, порівняння та ранжирування показників ефективності рішення, які представлено нечіткими множинами. Вибір конкретного алгоритму порівняння і ранжирування диктується змістовною постановкою прикладної задачі й суб'єктивними перевагами та рішеннями особи, котра приймає рішення. Розвиваються підходи на основі порівняння деякої групи показників, що визначають гарантію отримання бажаного результату, а також

багатокритеріальні моделі вирішення сформульованої проблеми. Розроблені моделі й методи можуть знайти широке застосування в задачах нечіткого регресійного аналізу та математичного програмування з нечіткими даними[8 – 12].

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Коробчинський М.В. Синтез компонентів інформаційної розподіленої системи управління динамічними об'єктами / М.В. Коробчинський // Збірник наукових праць “Комп’ютерні технології друкарства” – Львів : Українська академія друкарства, 2015. – № 33. – С.3-9.
2. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
3. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: Монографія / Матвійчук А. В. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.
4. Мороз О. В. Оптимальне управління економічними системами в умовах невизначеності та ризику: Монографія / О. В. Мороз, А. В. Матвійчук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 177с.
5. Свентух А. О. Оцінка ризикованості функціонування об'єктів комунального господарства на основі нечітко-множинного підходу: дис. на здобуття наук. ступ. канд. екон. наук: 08.03.02 : «Економіко-математичне моделювання» / А. О. Свентух. – Хмельницький, 2005. – 180 с.
6. Cathy H. C. Hsu Image assessment for a destination with limited comparative advantages / [Cathy H. C. Hsu, Kara Wolfe, Soo K. Kang.] // Tourism Managment – 2004. - #25 – p. 121-126.
7. Иманов К. Д. Нечеткая модель определения метаэкономического уровня / К. Д. Иманов, Р. Р. Рзаев // Системні дослідження та інформаційні технології. - 2006. - № 4. – с. 34-38.
8. Петренко В. Р. Нечітка модель аналізу ефективності бізнес-процесів підприємства / Петренко В. Р., Кашуба С. В. // Складні системи і процеси. - 2006. – № 2. – с. 18-26.
9. Сявавко М., Рибицька О. Математичне моделювання за умов невизначеності. — Львів: Українські технології, 2000. — 320 с.
10. Пирогова Я. В. Розробка інформаційної технології короткострокового прогнозування нечітких часових рядів / Я. В. Пирогова, Т. Г. Ємел'яненко // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. - 2012. - Т. 16. - С. 59-68.
11. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов Ф.С. Нечеткие цели и сети. — М.: Горячая линия, Телеком, 2007. — 284 с.
12. Лю Б. Теория и практика неопределенного программирования. Пер. с англ. — М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2005. — 416 с.
13. Rommelfanger H.J. Entscheiden bei Unscharfe: Fuzzy Decision Support-Systeme. — Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, Secondedition, 1994. — 328 s.
14. Rommelfanger H.J. Fuzzy-Optimierungsmodelle in praktischen Anwendungen. — W. Habenicht, V. Scheubrein, R. Scheubrein (Hrsg.) "Multi-Criteria und Fuzzy-Systeme in Theorie und Praxis". — Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2003. — 325 s.
15. Duboi D., Prade H. Fuzzy Sets and Systems: Theorir and Applications. — New York, London, Toronto: Academie Press, 1980. — 326 p.
16. Zack Yu.A. A Determined Equivalent and Algorithms of Solving a Fuzzy-linear Programming Problem // Journal of Automation and Information Sciences. — 2011. — 43, № 2. — P. 7–22.

### ІГРОВА ЗАДАЧА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІЄРАРХІЧНІЙ МУЛЬТИАГЕНТНІЙ СИСТЕМІ

**Кравець П.О.**

*Національний університет „Львівська політехніка”,  
вул. С. Бандери 12, м. Львів, Україна, Petro.O.Kravets@lpnu.ua*

#### Вступ

Метою роботи є розв’язування ігрової задачі децентралізованого прийняття рішень в багаторівневій ієрархічній мультиагентній системі. Агенти верхнього рівня є керівниками агентів нижчого рівня. Агенти нижчого рівня є виконавцями розпоряджень агентів верхнього рівня. Керуючий агент генерує вказівні варіанти рішень, а агенти-виконавці використовують ці рішення як рекомендаційні і мають повну свободу у виборі власних рішень. Під агентом будемо розуміти активну підсистему автономного прийняття рішення, яка у ході розв’язування задачі може взаємодіяти з іншими агентами та людиною, використовуючи ресурси інформаційної мережі [1].

Хід гри з колективного формування рішення розгортається у часі. Моментом завершення гри є досягнення стану, у якому більшість агентів вибрали узгоджені рішення.

**Постановка ігрової задачі**

Нехай можливі варіанти рішень множини  $D$  ( $|D| \geq 2$ ) агентів задані у вигляді векторів чистих стратегій  $U = \{u[1], u[2], \dots, u[N_i]\}$ , де  $u[j] \in R^1$  ( $j = 1..N_i$ ) – дійсне числове значення,  $N_i$  – кількість варіантів рішень  $i$ -го агента. У моменти часу  $n = 1, 2, \dots$  агенти здійснюють одночасний випадковий вибір варіантів  $u_n^i = u^i \in U^i$  і до моменту часу  $n + 1$  отримують оцінку  $\xi_i$  правильності вибору:

$$\xi_n^i(u_n^{D_i}) = |D_i|^{-1} \left( \lambda \xi_n^{ik} + (1 - \lambda) \sum_{j \in D_i \setminus \{k\}} \xi_n^{ij} \right) \quad \forall i \in D, \quad (1)$$

де  $D_i$  – множина сусідніх гравців  $i$ -го агента;  $u_n^{D_i} \in U^{D_i} = \times_{j \in D_i} U^j$  – колективна стратегія множини гравців  $D_i$ ;  $u_n^i \in R^1$  – числовий еквівалент варіанта рішення;  $k$  – гравець вищого рівня (керівник);  $i$  – гравець середнього рівня;  $j$  – гравець нижчого рівня;  $\lambda \in [0, 1]$  – ваговий коефіцієнт;  $\xi_n^{ik}$  – поточний штраф агента за недотримання керівного рішення свого безпосереднього начальника;  $\xi_n^{ij}$  – поточний штраф агента за невиконання його власного рішення підлеглими гравцями. Для кореневого агента  $\lambda = 0$ , а для гравців найнижчого рівня  $\lambda = 1$ .

Метою стохастичної гри є мінімізація функцій середніх програшів:

$$\overline{\lim}_{t \rightarrow \infty} n^{-1} \sum_{\tau=1}^n \xi_\tau^i \rightarrow \min_{\{u_i\}} \quad \forall i \in D. \quad (2)$$

У ході гри потрібно згенерувати такі послідовності випадкових стратегій  $\{u_n^i\} \quad \forall i \in D$ , щоб забезпечити виконання системи критеріїв (2) для досягнення колективної рівноваги за Нешем.

**Алгоритм розв'язування стохастичної гри**

1. Задати початкові значення параметрів:  $n = 0$  – початковий момент часу;  $D$  – множина гравців;  $L = |D|$  – загальна кількість гравців;  $L_i = |D_i| \quad \forall i \in D$  – кількості гравців локальних підмножин;  $N_i \quad \forall i \in D$  – кількості чистих стратегій гравців;  $U^i = \{u^i(1), u^i(2), \dots, u^i(N_i)\} \quad \forall i \in D$  – вектори чистих стратегій гравців;  $p_0^i = (1/N_i, \dots, 1/N_i)$ ,  $\forall i \in D$  – змішані стратегії гравців;  $\gamma > 0$  – параметр кроку навчання;  $\alpha \in (0, 1]$  – порядок кроку навчання;  $\varepsilon > 0$  – параметр  $\varepsilon$ -симплекса;  $\beta > 0$  – порядок швидкості розширення  $\varepsilon$ -симплекса;  $\lambda \in [0, 1]$  – ваговий коефіцієнт поточних програшів;  $n_{\max}$  – максимальна кількість кроків стохастичної гри.

2. Вибрати варіанти дій:  $u_n^i = \left\{ u^i(j) \mid j = \arg \min_k \sum_{k=1}^j p_n^i(k) > \omega \quad (j = 1..N_i) \right\} \quad \forall i \in D.$

3. Обчислити поточні програші гравців:  $\xi_n^i(u_n^{D_i}) = L_i^{-1} \left( \lambda |u_n^i - u_n^k| + (1 - \lambda) \sum_{j \in D_i \setminus \{k\}} |u_n^i - u_n^j| \right)$

$\forall i \in D.$

4. Обчислити значення параметрів:  $\gamma_n = \gamma n^{-\alpha}$  та  $\varepsilon_n = \varepsilon n^{-\beta}$ .

5. Обчислити елементи векторів змішаних стратегій:  $p_{n+1}^i = \pi_{\varepsilon_{n+1}}^{N_i} \left\{ p_n^i - \gamma_n \xi_n^i [e(u_n^i) - p_n^i] \right\} \quad \forall i \in D$ , де  $\pi_{\varepsilon_{n+1}}^{N_i}$  – проектор на одиничний  $\varepsilon$ -симплекс [2].

6. Обчислити характеристики якості прийняття рішень: 1) функція  $\Xi_n = (nL)^{-1} \sum_{t=1}^n \sum_{i \in D} \xi_t^i$  усереднених у часі втрат системи; коефіцієнт  $K_n = (nL)^{-1} \sum_{t=1}^n \sum_{i \in D} \chi \left( \sum_{s \in D_i} |u_t^i - u_t^s| = 0 \right)$  узгоджених рішень гравців, де  $\chi() \in \{0, 1\}$  – індикаторна функція події; середня похибка  $\Delta_n = (nL)^{-1} \sum_{t=1}^n \sum_{i \in D} \|p_{i,t} - p_{k,t}\|$

відхилення змішаних стратегій гравців від змішаної стратегії гравця-керівника вищого рівня, де  $\|\cdot\|$  – евклідова норма вектора.

7. Задати наступний момент часу  $n := n + 1$ .
8. Якщо  $n < n_{\max}$ , то перейти на крок 2, інакше – кінець.

### Результати розв'язування задачі

Деревовидна структура децентралізованої системи прийняття рішень зображена на рис. 1. Дугами позначено залежність втрат від стратегій гравців. На рис. 2 зображено графіки характеристикних функцій стохастичної гри з параметрами:  $|D|=15$ ,  $N_i=8$ ,  $\gamma=1$ ,  $\varepsilon=0.999/N_i$ ,  $\alpha=0.1$ ,  $\beta=2$ . Моделювання стохастичної гри виконано на протязі  $t_{\max}=10^4$  ітерацій.

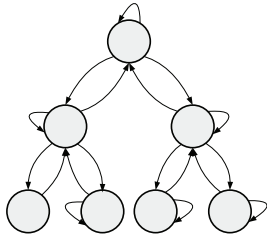


Рис. 1. Структура системи прийняття рішень

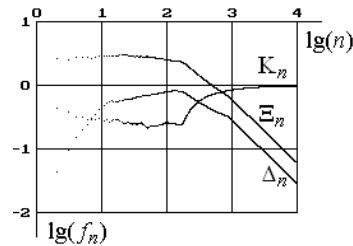


Рис. 2. Характеристики стохастичної гри

Зменшення середніх програшів  $\Xi_n$  гравців, зменшення середньої норми  $\Delta_n$  відхилення змішаних стратегій гравців та зростання коефіцієнта  $K_n$  узгодженості рішень агентів свідчать про збіжність ігрового методу у силу виконання системи критеріїв (2). Збільшення кількості агентів та кількості чистих стратегій гравців призводять до зростання часу навчання стохастичної гри.

Експериментальний порядок швидкості збіжності визначається тангенсом кута лінійної апроксимації функції  $\Xi_n$  або  $\Delta_n$  на завершальному періоді часу моделювання. Як видно на рис. 2, для заданих значень параметрів ігровий метод має близький до 1 порядок швидкості збіжності.

### Висновки

Розглянутий ігровий метод забезпечує децентралізоване прийняття рішень в мультиагентній системі. Формування ігрових стратегій здійснюється генераторами випадкових величин за розподілом, побудованим на основі динамічних векторів змішаних стратегій. Для забезпечення збіжності ігрового методу потрібне належне налаштування його параметрів, яке визначається фундаментальними умовами теорії стохастичної апроксимації. Запропонований рекурентний метод обчислення змішаних стратегій забезпечує степеневий порядок швидкості збіжності стохастичної гри.

Результати роботи можна застосувати для побудови систем підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Wooldridge M. An Introduction to Multiagent Systems / M. Wooldridge. – John Wiley & Sons. – 2002. – 366 pp.
2. Назин А.В. Адаптивный выбор вариантов: Рекуррентные алгоритмы / А.В. Назин, А.С. Позняк. – М.: Наука, 1986. – 288 с.

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ОБЛАДНАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Лебеденко Ю.О., Поліщук В.М., Вакаров М.М.

Херсонський національний технічний університет,

Бериславське шосе, 24, Херсон 73008, Україна lebedenko@kntu.net.ua

На сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу широке розповсюдження набули різноманітні засоби автоматизації, оснащені мікропроцесорними системами, що характеризуються значною складністю. При цьому виникає задача діагностики несправностей та своєчасного прогнозування технічного стану компонентів систем керування. Ефективне розв'язання цієї задачі забезпечує мінімізацію часу простою обладнання, дозволяє планувати заходи щодо технічного обслуговування. Таким чином, задача дистанційної діагностики засобів систем керування є актуальною.

Технічна діагностика включає широке коло проблем, пов'язаних з отриманням і оцінкою діагностичної інформації [1]. Пошук дефекту полягає у вказівці з певною точністю його місця розташування в об'єкті.

Взаємодіючи між собою, об'єкт і засоби реалізують деякий алгоритм діагностування. Результатом цієї взаємодії є висновок про технічний стан об'єкта — технічний діагноз.

Особливістю систем управління технологічними процесами є специфічні умови функціонування, а існуючі методи не дозволяють їх враховувати.

Метою даної роботи є розробка підходів до побудови інтелектуальної системи діагностики, що дозволила б враховувати особливості, режими роботи обладнання та прогнозувати його стан, передбачати розвиток дефектів. Діагностичне забезпечення дозволяє підвищити достовірність правильного функціонування об'єктів, збільшити термін їх служби і напрацювання на відмову.

Жорстка, детермінована, інерційна організація не дозволяє своєчасно відстежувати динаміку зміни стану обладнання і задовольняти усі зростаючі вимоги щодо надійності та живучості обладнання систем управління. Усе це приводить до необхідності розробляти нові підходи в області штучного інтелекту [2]. Такий підхід дозволяє не лише отримати діагноз на основі порівняння фактів і правил бази знань, не лише відобразити рішення, але і дати пояснення, чому прийнято таке рішення.

В роботі пропонується структура інтелектуальної системи діагностування, заснованої на моделі нечіткого виводу [3].

Вхідними даними такої системи є інформація про об'єкт і його допоміжні підсистеми, яка потрібна в процесі ухвалення рішення при аналізі ненормальної ситуації. До такої інформації відносяться нормативні дані по експлуатації об'єкту - граничні значення. Джерелами інформації для бази фактів є система збору інформації від встановлених датчиків або результатів випробувань устаткування.

База знань містить набори правил, та описує причинно-наслідкових ситуацій [4]. Ці описи є логічною схемою протікання певних порушень роботи об'єкту і систем, що забезпечують його роботу. Взаємодія персоналу з інформаційною моделлю здійснюється через відповідні інтерфейси.

Вихідні величини нечіткої моделі діагностики є імовірнісні оцінки відмови того або іншого елемента комп'ютеризованої системи управління.

Функція приналежності вхідних та вихідних величин, що вказують ступінь приналежності елемента у нечіткій підмножині А, обираються на основі статистичного аналізу історії відмов обладнання.

З одного боку, це потребує певного часу на збір статистики, проте такий підхід дозволяє якомога краще урахувати умови експлуатації обладнання у конкретних випадках. Таким чином, пропонується інтелектуальна система дає змогу ефективно передбачати розвиток дефектів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Технические средства диагностирования: Справочник / В. В. Клюев [и др.] ; Под ред. В. В. Клюева. - М. : Машиностроение, 1989. - 672 с.
2. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта /Под ред. Д.А. Поспелова.-М.:Наука.-1986.-312 с.
3. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / Штовба С.Д. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
4. Трёмбач В.М. Методы формирования, использования и анализа баз знаний // Экономика, статистика и информатика / Вестн. УМО. № 4. 2010. С. 145–149.

#### ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЛОГІЧНОГО МІРКУВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ SOQ

**Ленько В. С., Пасічник В. В., Кунанець Н. Е., Щербина Ю. М.**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Степана Бандери 12, м. Львів, Україна, 79013, vs.lenko@gmail.com  
Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000, yshcherbyna@yahoo.com*

Неперервне зростання кількості інформації та структурної складності знань породжує необхідність у застосуванні допоміжних інструментів для абстракції та логічного міркування. Ключовими технологічними характеристиками при виборі цих інструментів є експресивність мови подання тверджень і властивості логічної системи, зокрема розв'язність, несуперечність та повнота. Асистент доведення теорем Soq [1] пропонує користувачеві високоекспресивну функційну мову подання, Gallina, та конструктивну логіку вищих порядків, що ґрунтується на потужному теоретичному апараті типізованого  $\lambda$ -числення, Calculus of Inductive Constructions [2].

Згідно з означенням, Coq – це система управління формальним доведенням теорем. Розробка цієї системи здійснюється з 1984 року у французькому державному інституті досліджень в інформатиці та автоматичній (INRIA). Поточна версія застосунку Coq 8.8.0 містить програмну реалізацію мови подання Gallina, мову команд Vernacular, інтерактивну систему автоматизованого і напівавтоматизованого логічного виведення, мову тактик для означення власних методів виведення, мову доведень SSReflect для виведення по методології small scale reflection [3], механізм модульності, початкову і стандартну бібліотеку понять та означень, а також набір допоміжних інструментів. Розробка, доведення та налагодження програмних специфікацій і математичних теорем зазвичай здійснюється в інтерактивному середовищі CoqIDE, що розповсюджується разом з системою Coq.

Особливою рисою мови специфікацій Gallina є можливість подання формальних означень і конструкцій логічного виведення в межах єдиного синтаксу. Ця властивість забезпечується апаратом теорії типів, зокрема численням індуктивних конструкцій, та інтерпретацією логічних висловлювань відповідно до ізоморфізму Каррі-Говарда [4]. Дедуктивна система числення індуктивних конструкцій містить наступні правила:

$$\text{Сорт:} \quad \emptyset \vdash * : \square \quad (1)$$

$$\text{Змінна:} \quad \frac{\Gamma \vdash A : s}{\Gamma, x : A \vdash x : A} \quad \text{якщо } x \notin \Gamma \quad (2)$$

$$\text{Послаблення:} \quad \frac{\Gamma \vdash A : B \quad \Gamma \vdash C : s}{\Gamma, x : C \vdash A : B} \quad \text{якщо } x \notin \Gamma \quad (3)$$

$$\text{Формування:} \quad \frac{\Gamma \vdash A : s_1 \quad \Gamma, x : A \vdash B : s_2}{\Gamma \vdash \lambda x : A. B : s_2} \quad (4)$$

$$\text{Застосування:} \quad \frac{\Gamma \vdash M : \lambda x : A. B \quad \Gamma \vdash N : A}{\Gamma \vdash M N : B[x := N]} \quad (5)$$

$$\text{Абстракція:} \quad \frac{\Gamma, x : A \vdash M : B \quad \Gamma \vdash \lambda x : A. B : s}{\Gamma \vdash \lambda x : A. M : \lambda x : A. B} \quad (6)$$

$$\text{Перетворення:} \quad \frac{\Gamma \vdash A : B \quad \Gamma \vdash B' : s}{\Gamma \vdash A : B'} \quad \text{якщо } B =_{\beta} B' \quad (7)$$

Числення індуктивних конструкцій є розширенням числення конструкцій, Calculus of Constructions [5], що поєднує в собі такі системи типізованого  $\lambda$ -числення як  $\lambda \rightarrow$  (терми залежні від термів),  $\lambda 2$  (терми залежні від типів),  $\lambda \omega$  (типи залежні від типів),  $\lambda P$  (типи залежні від термів). Конструкції та поведінка цих систем відображені, зокрема, у вищенаведених правилах. Просто типізоване  $\lambda$ -числення,  $\lambda \rightarrow$ , передбачає правила для введення типізованої змінної  $x : A$  в контекст  $\Gamma$ , абстрагування терму  $M$  за змінною  $\lambda x : A. M$ , формування терму застосування  $M N$ , а також правила  $\beta$ -спрощення та  $\alpha$ -перетворення. Правила (2), (5), (6) є узагальненням правил дедуктивної системи  $\lambda \rightarrow$ . В середовищі Coq теоретичні конструкції  $\lambda \rightarrow$  мають наступний вигляд: введення нової змінної  $x : A$ , абстракція  $\text{fun } x : A => x$  та аплікація  $(\text{fun } x : A => x) z$ . Інші системи типізованого  $\lambda$ -числення розширюють  $\lambda \rightarrow$  новими видами конструкцій з метою підвищення експресивності мови опису.

$\lambda 2$  розширює систему  $\lambda \rightarrow$  завдяки можливості абстрагування терму за змінною типу  $\lambda a : *. M : P a : *. A$ , продукуючи таким чином поліморфні терми та  $P$ -типи для їхньої типізації. Введення  $P$ -типів відображається на правилах (5), (6), а також правилі формування (4), яке є необхідним для поліморфного терму застосування. В середовищі Coq терми залежні від типу і  $P$ -типи подаються як  $\text{fun } \{A : \text{Type}\} (a : A) => a$  та  $\text{forall } x : A, B$  відповідно. Ідею абстракції типів в дещо іншому руслі розвиває система  $\lambda \omega$ , яка вводить поняття конструкторів типів та сортів  $*$ ,  $\square$  для їхньої типізації. Ці формалізми дозволяють поширити принципи абстракції та застосування, що присутні в термах, для опису множини типів певного виду. Правила (1), (3), (7) уможливають побудову відповідних виразів для типів. Конструкції вигляду  $(* \rightarrow *) a$  в середовищі Coq запишуться як  $(\text{fun } x : K => x \rightarrow x) A$ , де  $K$  може бути типом, сортом  $\text{Set}$  або  $\text{Prop}$ , або ж декларованим сортом  $K : \text{Type}$ . Однією з найважливіших систем типів з точки зору логічного виведення є  $\lambda P$ , яка вводить поняття типів залежних від термів і таким чином дозволяє описувати предикати та індексовані типи. Предикат  $P$  над множиною  $S$  подається як функційний тип  $P : S \rightarrow *$ , а його застосування  $P x$  відповідає типу  $P x : S. P x$ . Правило (4) є узагальненням, що дозволяє формувати конструкції відповідних типів. В середовищі Coq застосування предиката відповідає виразу  $(\text{fun } \{A : \text{Type}\} (a : A) => a)$ .

До основних задач теорії типів, що пов'язані з логічним виведенням, відносять: типізацію, перевірку типів та пошук термів [6]. Числення індуктивних конструкцій характеризується корисними властивостями, зокрема проблема типізації є розв'язною – тобто існує загальний метод типізації довільного терму. Ця властивість є особливо корисною з точки зору написання програмних специфікацій і математичних теорем, що є «коректними за конструкцією».



ЛІТЕРАТУРА:

1. The Coq Proof Assistant Reference Manual (v.8.8.0), <https://coq.inria.fr/distrib/current/refman>.
2. C. Paulin-Mohring, “Introduction to the calculus of inductive constructions” in All about Proofs, Proofs for All, Mathematical Logic and Foundations. London: College Publications, 2015.
3. M. Sørensen and P. Urzyczyn, Lectures on the Curry-Howard isomorphism. Boston, MA: Elsevier, 2007.
4. G. Gonthier and A. Mahboubi, “An introduction to small scale reflection in Coq” in Journal of Formalized Reasoning, vol. 3(2), 2010, pp. 95–152.
5. T. Coquand and H. Gérard, The Calculus of Constructions. Rocquencourt, le Chesnay: Institut National de Recherche en, Informatique et en Automatique, 1986.
6. R. Nederpelt and H. Geuvers, Type theory and formal proof: an introduction. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

**ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ MICROSOFT OFFICE 365 ДЛЯ МОТИВАЦІЇ  
АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ**

**Малець І.О., Смотр О.О.**

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна, Львів, вул. Клепарівська 35,  
e-mail: olgasmotr@gmail.com, igor.malets@gmail.com*

**Вступ.** В даній роботі розглядається можливість використання сервісів Microsoft Office 365 для мотивації активності студентів під час аудиторних занять.

**Постановка задачі.** Як відомо, знання отримуються не в результаті їх передачі від педагога до студента а в процесі активного діалогу всіх учасників навчального процесу [1]. І саме розвиток сучасних інформаційних технологій, тенденція впровадження стратегії масштабної інформатизації освіти і науки, що базується на концепції хмарних обчислень [2] та формування єдиного інформаційно-освітнього простору [3] дає можливість зорганізувати високорівневий простір взаємодії педагога та студента, зорганізувати неформальну взаємодію всіх учасників навчального процесу, нівелюючи грані "педагог – студент", створити дружній, творчий та креативний простір для розвитку кожного студента, як особистості та професіонала.

Метою даного дослідження є висвітлення питань практичного використання можливостей сервісів Office 365 для залучення студентів до активної роботи під час аудиторних занять, що сприяє підвищенню їх професійної мотивації. А саме, організації процесу: on-line опитування студентів в режимі реального часу, можливості самооцінювання та оцінювання інших студентів, роботи в командах, виставлення контрольних точок засвоєння навчального матеріалу тощо.

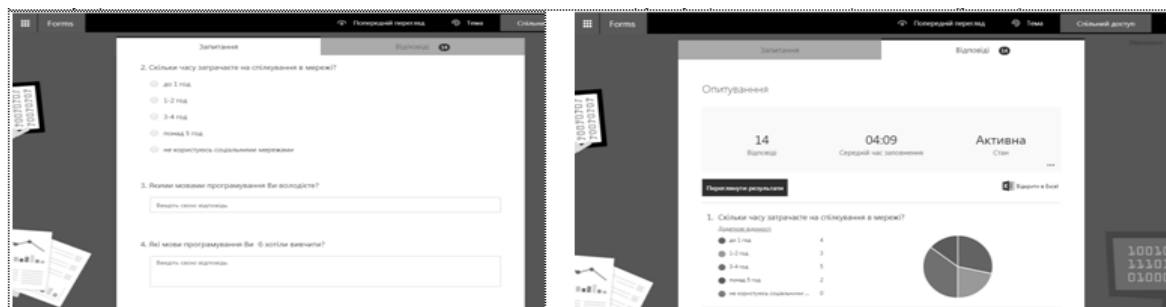
**Основний матеріал.** На сьогодні вже ні в кого не викликає сумніву, що успішність студента прямо пропорційно залежить від його професійної мотивації. В свою чергу мотивація студента до навчання в значній мірі залежить від його активної діяльності в процесі навчання та прозорої системи оцінювання його знань.

Створити навчальний простір, що змусить студента активно долучатися до спільної роботи у групах, критично оцінювати свої можливості та здійснювати оцінку інших учасників навчального процесу, можна використовуючи хмарний сервіс - Microsoft Office 365.

Microsoft Office 365 для освіти – це безкоштовна on-line версія Office, що працює на всіх пристроях і платформах (Android, iOS та Windows). Microsoft Office 365 для освіти на сьогодні включає в себе web-версії програм: Word, PowerPoint, Excel, OneNote і Outlook та сервіси: Exchange, OneDrive, SharePoint, Skype для бізнесу, Teams, Sway, Forms, Stream, Flow, PowerApps, School Data Sync [4].

Зупинимося більш детально на сервісах Teams та Forms. Microsoft Teams – це цифровий хаб, який поєднує розмови, контент і програми в одній робочій області. Microsoft Teams надає можливість формувати власні команди й канали (осередки дискусії в команді) з налаштуванням доступу до всього необхідного. Робота студентів у командах в режимі реального часу, з можливістю дискутувати, обмінюватись ідеями та оцінювати роботу іншої команди породжує здорову конкуренцію. Бажання перемогти командою сприяє гуртуванню колективу, розвитку креативного мислення та активізації діяльності студентів. Мотивує їх готуватися до заняття, шукати додатковий навчальний матеріал на задану тематику. Тобто вчить вчитися та, як наслідок, підвищує рівень їх професійної майстерності.

Microsoft Forms це один з нових сервісів Office 365, який дає змогу: організувати в режимі реального часу on-line опитування студентів, створювати анкети, тести (рис.1,а); переглядати та аналізувати їх результати; швидко та якісно організувати візуалізацію отриманих результатів вбудованими засобами аналітики (рис.1,б) або експортуючи до Microsoft Excel для додаткового аналізу, сортування та візуалізації (рис.2).



а) анкета опитування студентів

б) візуалізація отриманих результатів вбудованими засобами Microsoft Forms

Рис.1. Робоче вікно сервісу Microsoft Forms

1	Час завершення	Ім'я	Група	Якими мовами програмуєте	Які мови програм	Які мови програм	Які програмні платформи	Скільки часу затратили	Ваше уявлення про і
2	5.4.18 10:20:33	anonimus	2-4 години	не володію	C++, C#, java	usima	Windows	понад 5 год	take yak shas
3	5.4.18 10:21:15	anonimus	більше 4 годин	не володію	Java	python	Windows	понад 5 год	теорія і практика
4	5.4.18 10:22:27	anonimus	2-4 години	Java	python	Linux	Windows	3-4 год	Більше практики
5	5.4.18 10:22:50	anonimus	більше 4 годин	Java	C++	Linux	Windows	3-4 год	Побільше дистанційного
6	5.4.18 10:22:56	anonimus	до 2 годин	Java (початковий рівень), Pa PHP	C, C++, C#, Java, Python, Java Ruby, Angular 5, .Net	python	Windows	3-4 год	Ідеальне заняття - це те
7	5.4.18 10:24:14	anonimus	більше 4 годин	Java	C, C++, C#, Java, Python, Java Ruby, Angular 5, .Net	photoshop, blender3d, visua	Windows	до 1 год	Працювати/подорожувати
8	5.4.18 10:24:44	anonimus	2-4 години	Java	C#, C++, Python	Adobe Photoshop, illustrator	Windows	понад 5 год	
9	5.4.18 10:24:50	anonimus	більше 4 годин	Java	Python, C++	Adobe Afterlight, illustrator	Windows	понад 5 год	
10	5.4.18 10:26:16	anonimus	до 2 годин	Поки що не володію жодною	Java, а після й інші м	Не можу дати відповіді	Windows	до 1 год	Лекція і практика на од
11	5.4.18 10:27:09	anonimus	більше 4 годин	Java	C++	Тільки необхідними.	Windows	до 1 год	Забезпечення всього не
12	5.4.18 10:27:17	anonimus	2-4 години	Java	C++	Autodesk	Windows	3-4 год	Щоб заняття приносило
13	5.4.18 10:27:46	anonimus	більше 4 годин	C++, Java, JavaScript	C#, Python	Zadimak, visual studio	Windows	1-2 год	Написання коду в повній
14	5.4.18 10:31:53	anonimus	більше 4 годин	Java, C#, C++, c, php, javascript, Asembler, bash, Ruby, Python...	C#, Python	Zadimak, visual studio	Windows	до 1 год	

Рис.2. Анкетні дані експортовані з Microsoft Forms до Microsoft Excel

Microsoft Forms дає можливість створювати тести із запитаннями на які обов'язково потрібна відповідь, тобто з виставленням контрольних точок засвоєння навчального матеріалу. Що висвітлює студенту структуру засвоєння матеріалу та водночас дає можливість викладачу зрозуміти на чому необхідно з акцентувати увагу, яка частина засвоєного матеріалу потребує додаткового пояснення. Якщо студент не може пройти контрольної точки у тестуванні він отримує чітке розуміння на що саме йому необхідно звернути увагу, тобто до вивчення якого саме матеріалу необхідно докласти додаткових зусиль, щоб ефективно просуватись в подальшому засвоєнні навчального матеріалу.

**Висновки.** Впровадження розглянутих в цій роботі сервісів Office 365 в навчальний процес дає можливість мотивувати студентів до активності в процесі навчання і, як наслідок, підвищити якість надання освітніх послуг.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Кремень В.Г. Людина перед викликом цивілізації: творчість, людина, освіта // Феномен інновацій: освіта, суспільство, культура / за ред. В.Г. Кременя. – К.: Педагогічна думка – 2008 – С. 9-48.
2. Биков В. Ю. Технології хмарних обчислень — провідні інформаційні технології подальшого розвитку інформатизації системи освіти України / В. Ю. Биков // Комп'ютер у школі та сім'ї. — №6. — 2011. — С. 3–11.
3. Купчак М.І. Тенденції та проблеми впровадження інформаційних технологій в управління університетом / М.І. Купчак, О.О. Смотрич, М.Я. Купчак // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2013. – № 7. – С. 28-32.
4. Microsoft Office 365 для навчальних закладів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://products.office.com/uk-ua/academic/compare-office-365-education-plans>.

## ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОЕКТНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Малець І.О., Солотвінський І.В., Ренкас А.Г., Придатко О.В.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м.Львів,  
вул. Клепарівська, 35, o.prydatko@ldubgd.edu.ua

Як відомо, в Україні на фазі активного виконання перебувають процеси децентралізації влади, що супроводжується провадженням низки реформ в більшості галузей. Очевидно, що не виключенням стає і система забезпечення безпеки життєдіяльності (БЖД) на регіональному рівні. За результатами попередніх досліджень та вичерпного аналізу предметної області встановлено, що процес реформування регіональних систем БЖД, у відповідності до існуючих стратегій, це складний з точки зору інформаційного супроводу процес, що зумовлює до більш глибокого аналізу можливих інформаційних потоків, розроблення методик та моделей його інформаційного супроводу.

В попередніх дослідженнях обсяг процесу змодельовано та описано за допомогою графа можливих станів системи. З метою більш глибокого аналізу обсягів інформаційної підтримки процесу реформування регіональних систем безпеки життєдіяльності, його основні етапи представлені у вигляді кортежу:

$$\begin{aligned}
 X &= \{r_1, d, f_1, t, v, g, n, r_2, f_2, s, k, p, l, z\} \\
 U &= \{(r_1, d), (r_1, t), (r_1, v), (r_1, r_2), (d, r_1), (d, t), (d, v), (d, f_1), (f_1, v), (t, v), (t, r_1), (v, g), (v, f_2), \\
 &\quad (g, n), (n, r_2), (r_2, r_1), (r_2, f_2), (f_2, v), (f_2, s), (s, f_2), (s, k), (s, p), (k, l), (p, z), (z, p)\} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8, u_9, u_{10}, u_{11}, u_{12}, u_{13}, u_{14}, u_{15}, \\
 &\quad u_{16}, u_{17}, u_{18}, u_{19}, u_{20}, u_{21}, u_{22}, u_{23}, u_{24}, u_{25}\}, \quad (1)
 \end{aligned}$$

де  $r_1$  – збір інформації щодо мереж автомобільних шляхів регіону;  $d$  – збір інформації щодо розміщення існуючих рятувальних підрозділів;  $f_1$  – збір інформації щодо наявності на балансі існуючих підрозділів рятувальної техніки;  $t$  – збір інформації про найвіддаленіші населені пункти аналізованого району;

$v$  – розподіл зон відповідальності між існуючими та проєктованими рятувальними підрозділами;  $g$  – визначення нормативної чисельності та оптимальних місць дислокації рятувальних команд;  $n$  – збір інформації щодо пожежної та техногенної навантаги аналізованого району;  $r_2$  – збір інформації щодо особливостей аналізованого району (вододжерела, будівлі підвищеної поверховості тощо);  $f_2$  – визначення необхідної кількості та різновидів рятувальної техніки і обладнання;  $s$  – визначення оптимальної штатної структури підрозділу;  $k$  – визначення кваліфікаційних вимог до особового складу команди;  $l$  – організації підготовки особового складу в спеціалізованих навчальних закладах;  $p$  – організація передачі майнових комплексів;  $z$  – організація закупівлі майнових комплексів;  $u_1$ - $u_{25}$  – ребра, що описують переходи між можливими станами системи.

На даний момент чітко виражено три основних проблеми інформаційної підтримки на різних етапах реформування. Для вирішення декларованих цілей, перед науковцями постають такі завдання: розроблення методів визначення необхідної кількості та оптимальних місць розташування рятувальних команд, що залежить від збору та обробки інформації за критеріями  $\{r_1\}$ ,  $\{d\}$ ,  $\{f_1\}$ ,  $\{t\}$ ; розроблення методів встановлення необхідної кількості, різновидів та оптимальних характеристик пожежно-рятувальної техніки, а відповідно і штатної структури реформованих (новостворених) рятувальних команд, з урахуванням критеріїв  $\{n\}$ ,  $\{r_2\}$ ; розроблення програм підготовки особового складу у відповідності до встановлених кваліфікаційних вимог та організацію їх навчання, що залежить від критерію  $\{k\}$ .

Можна з впевненістю декларувати, що вирішення означених завдань не можливе без належної інформаційної підтримки, яка полягає у зборі необхідної інформації, формування на її основі бази даних, розробці методів і моделей та формування та їх основі бази знань з подальшим використанням для розрахунку показників  $\{v\}$ ,  $\{g\}$ ,  $\{f_2\}$ ,  $\{s\}$ ,  $\{l\}$ ,  $\{p\}$ ,  $\{z\}$ .

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Рак Т.Є. Інформаційні технології контролю стану активних виробничих систем в екстремальних ситуаціях // Зб.наук.пр. ІПМЕ НАН України. – Вип.63. – К.:2012. – С. 189-195.
2. Зачко О.Б. Обґрунтування регіональних портфелів проєктів удосконалення безпеки життєдіяльності : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.22 / Зачко Олег Богданович; Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. – Львів, 2010. – 20 с. – укр.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ОБЩЕЕВРОПЕЙСКОГО ОПРОСА ESS ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА

Манакова Н.О., Бельчева А.В., Макогон Н.В.

<sup>1)</sup> Харьковский национальный университет городского хозяйства им.А.Н.Бекетова,  
natalymanakova@gmail.com

<sup>2)</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
ganna.bielcheva@nure.ua

<sup>3)</sup> Харьковский национальный университет городского хозяйства им.А.Н.Бекетова,  
iammacnat@gmail.com

### I. Постановка проблемы

Возникновение и развитие термина «социальный капитал» связано с повышением уровня социального участия граждан в проблемах государства. Социальный капитал – форма экономического и культурного капитала, в котором социальные связи играют центральную роль, характеризуются доверием и готовностью к сотрудничеству, цель которого – общее благо общества. **Актуальной проблемой** национального развития является характер влияния ресурсов общества и ценности этих ресурсов (как материальных, так и нематериальных) [1]. Социальный капитал определяется главным образом доверием, что улучшает коммуникацию и является основополагающим фактором инновационной деятельности. Которая в свою очередь способствует развитию экономики государства [2,3].

В частности, **одной из неотъемлемых задач** повышения экономического процветания и роста страны является исследования динамики общественных взглядов и ценностей, налаживания коммуникации между гражданами и государством. Современные тенденции исследования социального капитала страны направлены на разработку серии европейских социальных показателей и ориентиров общества, продвижения и консолидацию методов межнациональных измерений в Европе и за ее пределами.

### II. Цель исследования

Многие аспекты экономического развития страны положительно связаны с социальным капиталом, который выступает в качестве механизма общественного контроля и мониторинга рынков [2,4]. Существуют различные механизмы исследования динамики социального капитала среди которых можно выделить Европейский социальный опрос (ESS) – это исследование, проводимое в академических кругах, в более чем 30 странах. Одной из первоначальных целей этого опроса, было введение обоснованных показателей национального прогресса, основанных на восприятии и суждениях граждан по ключевым аспектам общества. **Целью данного доклада является** провести обзор серии европейских социальных показателей и ориентиров (базирующихся на данных европейского социального опроса ESS), как основы социального капитала граждан. Использование данных ESS в данном контексте связано с рядом причин, которые кажутся авторам весомыми: широкий спектр показателей ESS: более тысячи переменных; данные представлены по нескольким раундам и странам: возможна выборка по годам и разной географии; данные доступны без ограничений, в различных форматах и возможностью онлайн анализа.

### III. Изложение результатов исследования

Многоуровневые данные ESS доступны через онлайн ресурс (<http://www.europeansocialsurvey.org/>). Ресурс данных ESS содержит данные о: респондентах, регионах, стране. Страны ЕС, ЕАСТ и страны-кандидаты имеют региональную переменную ESS, которую можно сопоставить с номенклатурой NUTS. Но страны не используют тот же уровень NUTS, что и их региональный уровень в обследовании ESS, и, следовательно, данные должны собираться из разных файлов и представлены в двух вариантах: один сервис для онлайн-просмотра и второй сервис для многоуровневой загрузки.

Существует множество источников с контекстуальными данными. Многоуровневые данные ESS не содержат всего доступного. *Выбор переменных ESS* основан на рекомендациях в отчете Группы по обновлению и планированию ESS по контекстуальным данным: «Концептуальные и статистические вопросы в многоуровневом анализе». Контекстные переменные охватывают такие темы, как демография, экономика, здоровье, образование, политика, преступление, иммиграция. Большинство переменных собираются в течение нескольких лет.

*Мастер загрузки данных ESS* предоставляет доступ к совокупным данным из стран, которые были включены в интегрированные файлы ESS в течение двух или более раундов. Накопительный файл ESS содержит данные из стран и все переменные из вопросов, заданных в более чем одном раунде. В мастере загрузки данных ESS можно создавать и загружать настроенное подмножество накопительного файла ESS, выбирая раунды, страны и переменные. Файл данных можно загрузить в форматах: SPSS, Stata и CSV. Изучение, описание и документация выбранных переменных генерируются для каждого настраиваемого файла данных и включены в загрузку.

*География набора* включает данные из следующих стран: Австрии, Бельгии, Болгарии, Кипра, Хорватии, Чешской Республики, Дании, Эстонии, Финляндии, Франции, Германии, Греции, Венгрии, Исландии, Ирландии, Израиля, Италии, Литвы, Люксембурга, Нидерландов, Норвегии, Польша, Португалия, Российская Федерация, Словакия, Словения, Испания, Швеция, Швейцария, Турция, Украина и Соединенное Королевство. Данные доступны без ограничений для некоммерческих целей. Накопительный набор содержит 1204 переменных по семи раундам. *Профиль респондента ESS опроса* – лицо в возрасте 15 лет и старше, проживающее на территории государства, независимо от гражданства, языка или юридического статуса.

*Структура набора данных.* Накопительный набор данных содержит всего 24 группы, из которых можно выделить стандартные наборы переменных и специфические по странам. Стандартные наборы объединены в 10 групп. Рассмотрите каждую группу более подробно.

*Доверие к СМИ и обществу (Media and social trust)* содержит 10 стандартных переменных, которые описывают отношение респондентов к обществу. Также обозначают информационные источники, которые респонденты относят к достоверным: газеты, радио, телевиденье.

*Политика:* политические интересы, эффективность, доверие, избирательные и другие формы участия, партийная принадлежность, социально-политические ориентиры. (Politics: ESS standard variables) содержит 387 переменных, из которых 39 стандартных переменных.

*Благополучие и социальная изоляция, религия, дискриминация, национальная и этническая идентичность* (Subjective well-being, social exclusion, religion, national and ethnic identity: ESS standard variables). Содержит 119 переменных, где 65 стандартных. Опросник касается чувства счастья и близости к другим людям. Безопасности общества. Вопросы гражданства, языка и религии. Присутствие дискриминации.

*Пол, год рождения и сетка домашнего хозяйства* (Gender, Year of birth and Household grid) содержит 72 стандартных переменных, которые охватывают состав семьи и особенности проживания.

*Социально-демографический профиль* (Socio demographics: ESS standard variables) насчитывает 118 переменных, из которых 65 стандартных. Среди них семейное положение (юридическое и фактическое), дети. Вопросы образования и занятости. Источники и тип дохода. Занятость матери и отца респондента.

*Шкала человечности* (Human values) содержит 21 стандартную переменную о жизненных приоритетах респондента.

Два набора *Регион* (Region): включает 41 переменную и набор *Административных переменных* (Administrative variables; interview time, administration of split) из 19 стандартных, содержат информацию о месте, времени и других деталях процедуры проведения анкетирования.

*Ротирующий модуль переменных* (Rotating Module) состоит из трех частей: 1. *Семья, работа и благополучие* (Family, work and wellbeing); 2. *Личное и социальное благополучие* (Personal and social wellbeing); 3. *Иммиграция* (Immigration).

*Кросс-модуль* (Cross-module replicated items): насчитывает 18 стандартных переменных о приоритете соискателей на должность в зависимости от пола, благосостояния, соблюдения законов и личностных достижений.

Таким образом, представленные наборы переменных относятся к личностной шкале ценностей, политической идентификации, социального благополучия, национальной и этнической идентичности.

#### Выводы

В докладе рассмотрены механизмы исследования динамики социального капитала – Европейский социальный опрос (ESS). Структура набора данных представлена более 20 группами переменных учитывающих специфику стран. В частности, в докладе обсуждается охват контекстных переменных, их тематическая специфика. Рассмотрены особенности сервиса загрузки и анализ набора данных.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ресурс данных ESS1-7e01 Variable list. URL: [https://www.europeansocialsurvey.org/docs/cumulative/ESS1-7\\_variable\\_list.pdf](https://www.europeansocialsurvey.org/docs/cumulative/ESS1-7_variable_list.pdf)
2. Chien Wen (Tina) Yuana Benjamin V. Hanrahanb, John M.Carrollb. Is there social capital in service exchange tools?: Investigating timebanking use and social capital development // Computers in Human Behavior. – April 2018, № 81. – P. 274-281.
3. Atul Gupta , Kartik Raman , Chenguang Shang , Social Capital and the Cost of Equity // Journal of Banking and Finance, – February 2018, № 87. – P. 102-117.
4. Maria Thompson , Social Capital, Innovation and Economic Growth // Journal of Behavioral and Experimental Economics. – April 2018, № 75. – P. 46-52.

**ОБОСНОВАНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУПОЙ  
ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ****Машков О.А., Мамчур Ю.В.***Государственная экологическая академия последипломного образования и управления,  
г. Киев, ул. Митрополита Василия Липковского 35; mashkov\_oleg\_52@ukr.net***Оценка условий системного решения задачи распределения функций управления между оператором (операторами) и автоматическими устройствами при реализации синергетической схемы управления.**

Общим моментом в понимании методологической сущности разделения функций управления между человеком-оператором дистанционно пилотируемыми летательными аппаратами, является рассмотрение варианта разделения функций управления как некоторой степени, уровня «проникновения» автоматических устройств или систем в процесс управления объектом человеком. При этом единого подхода к рассмотрению данного аспекта синтеза автоматизированных систем до настоящего времени не выработано [1–22].

Анализ публикаций показывает, что часть авторов под уровнем разделения функций управления в человеко-машинных системах понимает некоторую количественную меру, характеризующую отношение количества контуров управления, замыкаемых оператором (летчиком, экипажем) к общему количеству контуров управления рассматриваемым объектом [6–13].

Наиболее полный и глубокий психологический анализ особенностей операторской деятельности представлен в ряде фундаментальных работ Б.Ф. Ломова, В.Ф. Венды, Е.А. Милеряна, В.П. Зинченко, В.А. Пономаренко, Н.Д. Заваловой, Ю.Г. Фокина, В.А. Тарана, В.В.Козака, В.Г. Денисова, А.А. Терешкина, В.И. Христича, В.А. Кондратенкова и других.

При обобщенной оценке эффективности взаимодействия технических устройств и человека особое внимание обращается на следующие факторы:

- время, которое человек тратит на информационный поиск;
- объем информации, перерабатываемой человеком;
- качество работы оператора как звена обратной связи системы «человек - машина»;
- «пропускная способность» человека и надежность его функционирования как элемента замкнутого контура управления.

Надежность оператора определяется его способностью сохранять заданную эффективность работы при усложнении окружающей обстановки. При оценке надежности оператора целесообразно учитывать следующие факторы [7, 9]:

- долговременная выносливость – сохранение человеком работоспособности на заданном уровне в течение определенного времени. В целом при продолжительной работе могут быть выделены три фазы изменения надежности (фаза вработывания, фаза устойчивой работоспособности и фаза утомления);
- устойчивость к воздействию факторов среды (температуры, влажности, шума и т. п.), связанная с состоянием нервной системы оператора;
- работоспособность в экстремальных условиях (способность принимать правильные решения при дефиците времени, в аварийных ситуациях и пр.);
- помехоустойчивость – работоспособность оператора в условиях шумов, посторонней речи, движения посторонних предметов в поле зрения. Помехоустойчивость оператора повышается за счет приобретения опыта работы, тренировок и, как ни банально это звучит, улучшения условий труда;
- спонтанная отвлекаемость – отвлечение внимания в результате спонтанных колебаний внимания, в первую очередь при длительном пассивном наблюдении;
- переключаемость – время «вхождения» в новую деятельность (при этом стереотипные решения предшествующих задач могут переноситься на вновь решаемые), она определяется индивидуальными особенностями каждого человека.

Оценка надежности и быстродействия оператора для алгоритмизированных видов деятельности проводится способами, предполагающими знание структуры деятельности оператора и характеристик надежности и быстродействия отдельных его действий. Так, определение нервной напряженности осуществляется одним из двух возможных способов. Первый предназначен для количественной оценки операционной напряженности оператора. Он реализуется путем проведения инженерно-психологического анализа условий деятельности оператора и оценки сложности его работы, вызванной информационной нагрузкой. Второй - предназначен для количественной оценки эмоциональной напряженности. Он позволяет оценить реакцию организма оператора на предъявляемую ему информационную нагрузку.

Оценка эффективности деятельности человека в конкретной системе является завершающей процедурой, по результатам которой совершенствуются ее эксплуатационные и другие характеристики,

повышается качество функционирования в различных условиях, что достигается за счет полного и своевременного анализа работы человека в системе «человек-машина», выявления тенденций изменения качества функционирования системы при появлении различного рода неблагоприятных условий и факторов внешней среды. Достоверность результатов такого анализа в существенной мере зависит от правильности выбора критериев оценки эффективности одиночной и групповой деятельности людей, а также эффективности отдельных видов деятельности человека при решении им комплексных задач управления и контроля.

Рассмотрим некоторые психофизиологические характеристики оператора, которые необходимо учитывать при формулировке информационных критериев подобия. Среди этих характеристик наибольшее значение имеют передаточные функции и пропускная информационная способность по зрительному, акселерационному и слуховому каналам.

Передаточные функции оператора определяются его психофизиологическими особенностями и свойствами контура управления, в котором работает оператор. Если оператор управляет стационарным контуром управления, например, ДПЛА, то его передаточная функция при восприятии зрительной информации и передаче сигналов на органы управления имеет вид

$$W_o(s) = \frac{ke^{-as}(a\tau_1s + 1)}{(\tau_1s + 1)(\tau_2s + 1)}, \quad (1)$$

где  $k$  — коэффициент усиления;  $\tau$  — время формирования ответной реакции на входной сигнал;  $\tau_1$  и  $\tau_2$  — постоянные времени, характеризующие передачу сигналов по нервным волокнам;  $a$  — коэффициент, учитывающий обученность, опыт, тренировку, утомление, вид задания. Средние значения коэффициентов передаточной функции приведены в [7].

Для разных частот воспринимаемого сигнала параметры передаточной функции принимают различные значения, что указывает на адаптивные свойства оператора. Оператор, работая в контуре управления, адаптируется путем изменения параметров  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  и  $k$ , стремясь, как показывают исследования, к минимизации средней квадратичной ошибки и поддержанию запаса по фазе порядка  $40^\circ$ . Другими словами, оператор является естественной системой оптимизации.

Передаточная функция оператора, представленная в виде выражения (1), не учитывает всех особенностей оператора (нелинейность, адаптивность). Поэтому были предложены выражения, в которых более полно учтены психофизиологические характеристики оператора. Одна из таких математических моделей, описывающая передаточные свойства оператора, представлена в [4,5]. В этой модели учитываются зона нечувствительности в восприятии сигналов, смещение, эквивалентное генератору шумов, динамика формирования ответных реакций в центральной нервной системе и динамика передачи сигнала к мышцам руки.

Рассматриваемая модель передаточных свойств оператора может быть представлена в виде аналитического выражения

$$w_o(p) = ke^{-\tau p} \left( \frac{p^2}{\omega_n^2} + 2\zeta \frac{p}{\omega_n} + 1 \right) \frac{a_0 p + 1}{a_1 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + 1}, \quad (2)$$

где коэффициенты задаются выражениями:

$$a_3 = 0,002c; \omega_n = 4,17c^{-1}; \zeta = 0,523; b_0 = 2 \quad (3)$$

$$\tau = 0,2c; a_0 = 0,05c; a_1 = 0,098c^3; a_2 = 0,007c^2 \quad (4)$$

В этих выражениях  $a_n$  и  $a_m$  — математические ожидания и  $\sigma_a$   $\sigma_m$  — средне квадратичные отклонения характеристик элементов.

Хотя эргатические системы являются самым «древним» видом кибернетических систем, теория их построения разработана существенно слабее, чем теория синтеза автоматических систем. Это положение объясняется тем, что человек является наиболее сложным элементов эргатической системы, и его адекватное математическое описание, формализация отсутствует.

Невозможность учета существующим методическим аппаратом нелинейных динамических свойств и особенностей функционирования человеко-машинных систем управления сложными объектами управления определяет необходимость разработки адекватного подхода к рассматриваемому аспекту синтеза автоматизированных систем управления.

Проведенный анализ понятийно-методологического фундамента современной нелинейной теории позволяет предложить следующий подход к пониманию и математической формализации понятия «распределение функций управления в автоматизированных системах». Его идеологическим базисом выступает системный анализ процесса формирования управления в человеко-машинных системах, в

рамках которого следует выделить основные этапы системного формирования управления сложным объектом в эргатической системе:

- формулирования целей функционирования системы управления. Этот этап является начальным в любой процедуре формирования управления и связан с тесным взаимодействием человека и технических устройств. С точки зрения информационных процессов связь эта состоит в том, что человек-оператор должен сформировать адекватную модель функционирования рассматриваемой системы. Эта модель необходима ему для того, чтобы, с одной стороны, представить желаемое конечное фазовое состояние, которое будет удовлетворять его, с другой стороны, некоторым способом, зависящим от конкретной реализации и условий, транслировать выработанную цель в вид адекватный взаимодействующей с ним автоматической подсистемы;

- выделения объекта управления из среды. Этот этап выделяется в силу отличия процесса реализации.;

- этапы структурного и параметрического определения объекта управления. Эти этапы являются прямыми аналогами структурной и параметрической идентификации объекта управления, которые разрабатываются в классической теории автоматического регулирования;

- этап синтеза управления. Суть этапа состоит в определении управления (в общем случае, оптимального управления, обеспечивающего оптимум целевой функции для объекта, структура и параметры которого определены на этапе идентификации), реализация которого обеспечивает достижение поставленной на начальном этапе цели;

- этапа коррекции, который необходим для обеспечения управляемости всей автоматизированной системы и состоящий в внесении изменений в любой из описанных выше этапов для обеспечения управляемости и устойчивости всей системы.

Система автоматизированного управления, у которой автоматические подсистемы реализуют функции определения объекта для достижения поставленной оператором цели, является более совершенной, чем система управления, где автоматика применяется только для отработки задач стабилизации на заданной программной траектории движения объекта.

Синергетическая теория управления изучает в отличие от классической теории сложные системы, представляющие собой комплекс различных подсистем, и связанных между собой процессами интенсивного динамического взаимодействия, обмена энергией, веществом и информацией.

Проведенный анализ показал, что наиболее распространенными методами математической формализации операторской деятельности являются методы: теории информации; теории алгоритмов; теории графов и сетей; методы эвристического программирования и ситуационного управления; методы теории массового обслуживания; методы общей теории систем и нечетких множеств.

Каждый из данных методов имеет специфические преимущества и недостатки, а их использование определяется кругом задач, где необходимо формализовать деятельность оператора и уровнем требований к решению.

Методы теории информации, теории алгоритмов, сетей и графов, теории систем и нечетких множеств являются мощным инструментом обобщенного описания разнообразных процессов функционирования оператора в замкнутом контуре управления. Они позволяют учесть основные закономерности его функционирования и адекватно описать его свойства не только на операционном уровне взаимодействия с техническими устройствами, но также описать функционирование на информационном уровне. Но обладают принципиальным недостатком абстрактных моделей высокого уровня общности – они неэффективны при оперировании с количественными характеристиками, которые выражают те или иные свойства человеко-машинной системы.

Компромисс между уровнем общности описания и возможностью выражения в количественном виде свойств человека, как информационного элемента замкнутого контура управления составляют модели, традиционно применяемые в исследовании операций, например, модели в виде систем массового обслуживания.

Модели в виде систем массового обслуживания представляются «черным ящиком», обладающим определенными свойствами без жесткого указания какова структура процессов, формирующих эти свойства. Инвариантность по отношению к структуре моделируемых процессов определяет соответствие моделей в виде систем массового обслуживания схеме синергетического управления.

**Тенденции построения автоматизированной системы синергетического управления полетом дистанционно пилотируемыми летательными аппаратами по гомеостатическому критерию.**

Появление многофункциональных индикаторов (см. рис. 1), как нового технологического средства построения систем отображения информации, принималось многими исследователями как революционный прорыв в области построения высокоэффективных автоматизированных систем управления сложными динамическими объектами.

Несмотря на полученные позитивные результаты подобного подхода к решению проблемы синтеза



адекватных систем автоматизированного управления (эргатических систем управления) проведенные исследования отчетливо показали характерные ограничения этого подхода.

Техническое совершенствование средств взаимодействия с человеком позволяет расширить возможности автоматизированного управления, но оказывается неприемлемым в случае, когда наблюдается значительный разрыв между динамическими свойствами реального объекта управления (в рассматриваемом случае – ДПЛА) и динамическими свойствами тех объектов, которыми способен управлять оператор в пределах своих психофизиологических ограничений.

В таком случае традиционный показатель операционной напряженности функционирования человека

$$J_{гн} = \min S \left( \frac{\Delta I(L)}{\Delta t} \right) \quad (5)$$

является неопределенным – количество информации, которое «перерабатывает» оператор в единицу времени  $\frac{\Delta I(L)}{\Delta t}$  невозможно определить из-за того, что оператор выключен из контура управления объектом в силу своих психофизиологических ограничений.

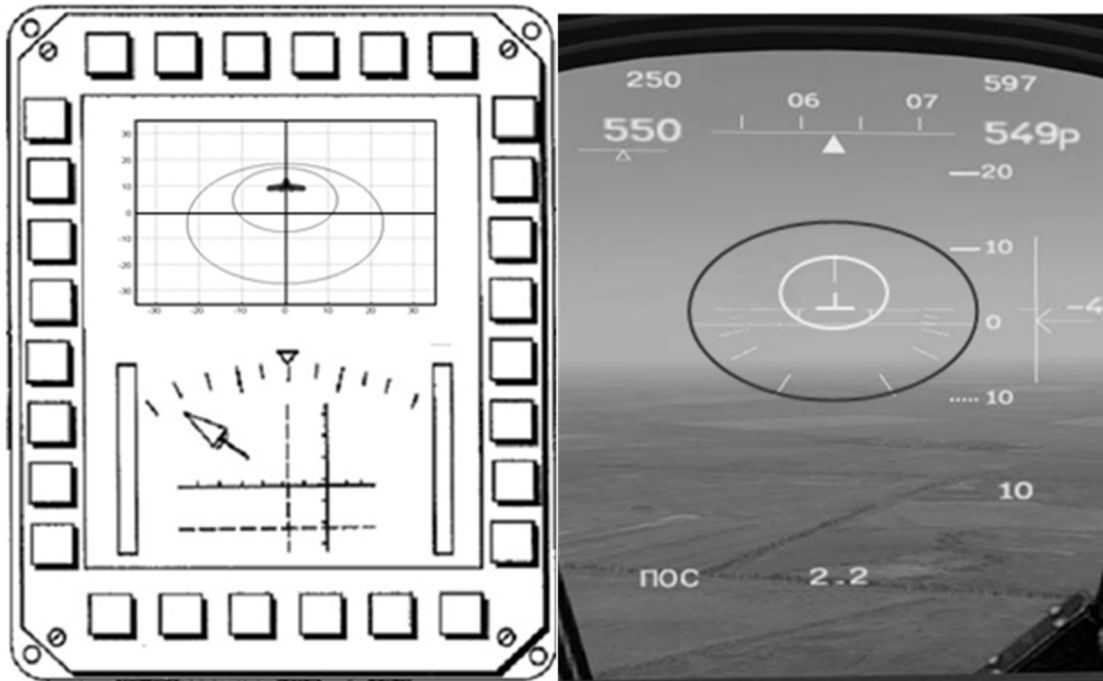


Рис.1. Формирование интерфейса летчика-оператора с применением multifunctional индикаторов

Преодолеть это несоответствие переводом фазовых координат объекта управления в новый базис  $\{X, Y, Z\}$  для обеспечения информационного согласования оператора и объекта управления при помощи преобразования

$$X = X(u, \vartheta); \quad Y = Y(u, \vartheta); \quad Z = Z(u, \vartheta), \quad (6)$$

где  $X, Y, Z$  - значения соответствующих осей координат;  $u, \vartheta$  - криволинейные координаты.

Выражение изображающей точки движения объекта управления в виде изменения вида характеристических поверхностей в пространстве  $u, \vartheta$  (рис. 2.) позволяет согласовать человека и технические устройства системы управления только в относительно небольшом диапазоне условий, но явно недостаточном для реализации управления таким объектом как ДПЛА.

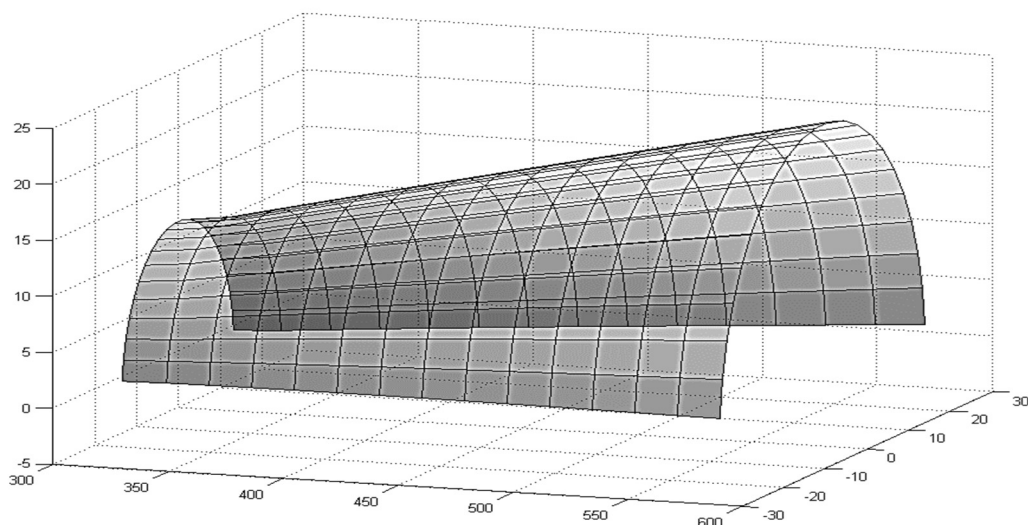


Рис. 2. Характеристическая поверхность  $(V, \theta, \psi) = f(\alpha, \gamma)$ .

Таким образом, совершенствование технической части системы автоматизированной управления без изменения самого принципа формирования управления является несистемным путем разрешения проблематики построения систем управления объектами класса ВРУК.

Системное решение будет состоять в реализации новых подходов к формированию управления объектом, с тем, чтобы максимально согласовать потребности оператора с возможностями объекта управления – ДПЛА.

Для этого предлагается изменить системотехнический принцип реализации управления элементами ДПЛА.

Схемотехническими решениями возможно обеспечить снижение психофизиологической напряженности функционирования оператора при управлении объектами такого класса как ВРУК в условиях антагонистического конфликта в рамках двух направлений.

Первое направление состоит в реализации схемы распределения функций управления между человеком и техническими устройствами, при которой оператор осуществляет управление боевыми порядками элементов ДПЛА, а автоматика реализует все функции стабилизации положения элементов в заданном полетном порядке (см. рис. 3,4). Информационная напряженность функционирования оператора (операторов) в этом случае характеризуется зависимостью

$$\rho^{\text{ин}}(x, u, t) = \sum_{j=1}^M \left( \frac{\tau_{ij}(u, t)}{N_j} \cdot \sum_{i=1}^M \lambda_{ij}(x, t) \right), \quad (7)$$

где  $M$  - количество групп элементов ВРУК с одинаковыми динамическими свойствами (например, группы ударных, разведывательных элементов и тому подобные);  $N_j$  - количество элементов в  $j$ -ой группе ( $\sum_{j=1}^M N_j = N$ );  $\lambda_{ij}(x, t)$  - интенсивности потоков запросов на замену установок управления

от каждого  $i$ -ого элемента ВРУК  $j$ -ой группы;  $\tau_{ij}(u, t)$  - среднее время обслуживания оператором запроса  $i$ -ого элемента ВРУК  $j$ -ой группы.

Второе направление состоит в реализации схемы распределения функций управления и согласование характеристик человека и технических устройств, при которой оператор осуществляет управление макрообъектом, который включает элементы ДПЛА, а автоматика реализует все функции управления элементами данного макрообъекта (рис. 5.6).

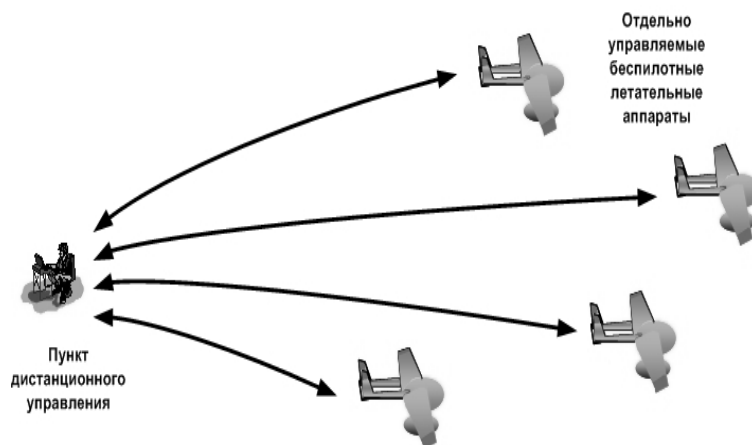


Рис. 3. Схема управления полетом группой ДПЛА.

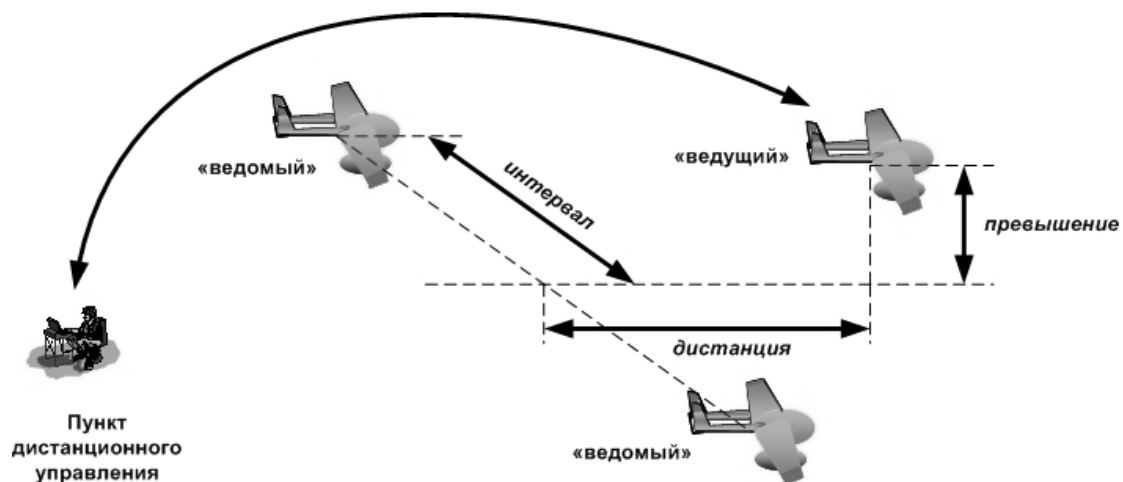


Рис.4. Организация управления полетом группой ДПЛА.



Рис. 5. Оператор ДПЛА

Поэтому задачу автоматизации управления объектами вида «макросистема» можно формализовать следующим образом. Пусть замкнутый контур управления описывается системой уравнений

$$\begin{cases} \dot{X}(t) = F(X, U, a, \xi, t), \\ Y(t) = H(X, \eta, t) \\ U_o(t) = g_o(Y, t) \\ U(t) = f(X, Y, U_o, t) \end{cases} \quad (8)$$

где  $\tilde{O}(t)$  –  $n$ -мерный вектор состояния системы;  $U(t)$  –  $m$ -мерный вектор управления макросистемой;  $Y(t)$  –  $l$ -мерный вектор измерений;  $U_o(t)$  –  $m_o$ -мерный вектор установок управления оператора,  $m \gg m_o$ ,  $n \gg m_o$ ;  $F(\dots)$  – многомерная нелинейная функция, описывающая динамические свойства макросистемы;  $H(\dots)$  – нелинейная функция, описывающая свойства информационно-измерительной подсистемы;  $g_o(\dots)$  – нелинейная функция, описывающая информационный интерфейс оператора;  $f(\dots)$  – собственно алгоритм формирования управления подсистемами, составляющими макросистему;  $a$  – известные параметры макросистемы.

Рассматриваются условия конфликта, где целью функционирования является достижение максимального значения некоторой функции выигрыша

$$U : \max C(X, U, t) \quad (9)$$

при выполнении ограничений  $X \in \Omega_X$ ,  $U \in \Omega_U$ ,  $t \in [t_0, \dots, t_k]$ .

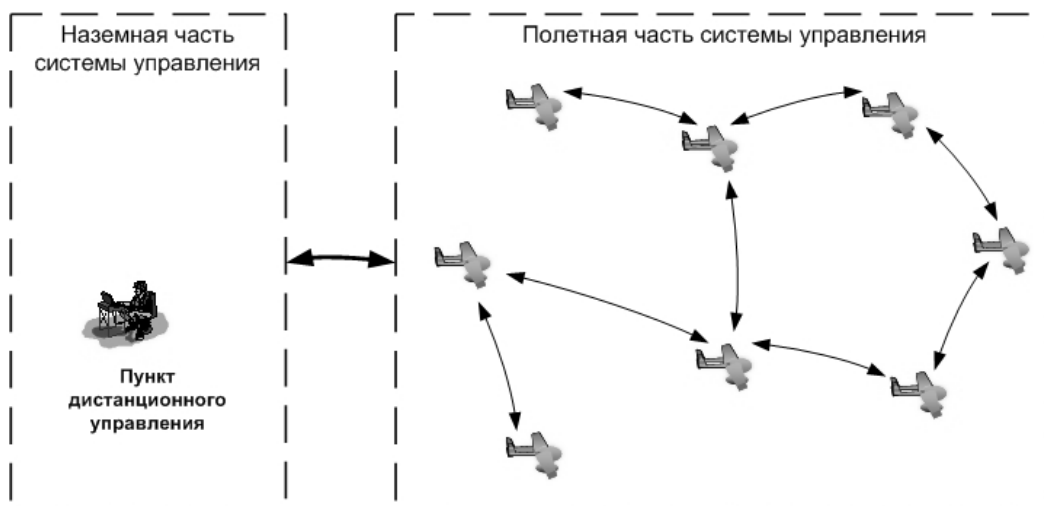


Рис. 6. Предлагаемая схема управления ДПЛА.

Неопределенность состоит в том, что априорно не известна информация о противнике (информация про вектор состояния объектов противника  $X'(t)$  или функция изменения состояния объектов противника  $F'(X, U, a, \xi, t)$  или информация про вектор управления, формируемый противником  $U'(t)$ ). Кроме того, присутствуют возмущения состояния  $\xi(t)$  – случайный вектор гауссовских возмущений состояния системы с нулевым вектором средних и корреляционной матрицей  $Q(t)$ :

$\xi(t) \in \Omega_\xi : M[\xi(t)] = 0; M[\xi(t) \cdot \xi^T(t')] = Q(t)\delta(t - t')$  и помехи измерения  $\eta(t)$  – случайный  $l$ -мерный вектор гауссовских помех измерений с нулевым вектором средних и корреляционной матрицей  $R(t)$ :

$$\eta(t) \in \Omega_\eta : M[\eta(t)] = 0; M[\eta(t) \cdot \eta^T(t')] = R(t)\delta(t - t')$$

В этих условиях необходимо синтезировать систему управления (определить алгоритм функционирования информационного интерфейса оператора  $g_o$  и алгоритм управления подсистемами  $g_o, f : \max C(X, U, t)$ , (9)

которые бы обеспечивали значение функции выигрыша не менее заданной  $C(X, U, t) \geq C^*$  с учетом стохастического ограничения

$$P(C(X, U, t) \geq C^*) \geq P^* . \quad (10)$$

Это ограничение определяет качество синтезируемого управления – обеспечение вероятности получения заданного выигрыша не меньше заданной ( $P^*$  и  $C^*$  являются константами).

С точки зрения классической теории автоматического управления данная задача имеет решение только в том случае, когда выполняются условия полной управляемости и наблюдаемости. Сложность проверки даже достаточных условий управляемости по известным ранговым критериям требует рассмотрения других условий.

Рассмотрим условия наблюдаемости и управляемости, выраженные с использованием аппарата теории графов.

Образуем граф  $\Gamma = \{S, J\}$ , где  $S$  – множество вершин графа  $S = \{x_i, y_j, u_k\}, i = [1, \dots, n], j = [1, \dots, l], k = [1, \dots, m]$ , соответствующих компонентам векторов  $X, Y, U$ ;  $J$  – множество дуг графа, соответствующих наличию функциональной связи между компонентами  $J = \{(X_i, Y_j), (Y_j, U_k), (U_k, X_i)\}$ .

В этом случае условие полной управляемости может быть представлено наличием функциональной связи между компонентами векторов  $X, Y, U$ , то есть существование пути  $A = (X_i, \dots, U_k)$ , включающий все компоненты векторов  $X$  и  $U$ .

Условия  $n \gg m_o, m \gg m_o$  означают отсутствие функциональной связи между некоторыми компонентами векторов  $X$  и  $U_o$  и нарушение относительно оператора условия полной наблюдаемости макросистемы. Таким образом, с точки зрения классической теории данная задача является некорректной, что не позволяет применить существующие методы алгоритмического синтеза.

Однако, наличие алгоритмов управления у каждой из подсистем, составляющих макросистему, принципиально гарантирует полную наблюдаемость и управляемости такого объекта управления. Соответственно и принципиальную возможность решения.

Информационная напряженность функционирования оператора (операторов) в случае управления группой представляется зависимостью

$$\rho^{mo}(x, u, t) = \tau^{mo}(u, t) \cdot \frac{\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^{N_j} \lambda_{ij}(x, t)}{N}, \quad (11)$$

где  $\tau^{mo}(u, t) \in \left[ \frac{\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^{N_j} \tau_{ij}}{N}, \max(\tau_{ij}) \right]$  – среднее время обслуживания оператором запросов на смену

установок управления группой ДПЛА.

Проведенный анализ возможностей данных направлений позволил сделать вывод, которое минимальное значение психофизиологической нагрузки на оператора (операторов) при реализации синергетической схемы автоматизированного управления ДПЛА обеспечивается в рамках второго направления. Реализация управления макрообъектом нуждается в от оператора задачи двух параметров:  $x^*(t)$  – предвиденного нахождения цели применения ДПЛА и  $\tilde{u}(t)$  – стратегии действий, которые учитывает предвиденную стратегию действий противника  $\hat{u}(t)$ .

Итак, распределение функций управления ДПЛА, когда оператор управляет элементами комплекса как единым макрообъектом, а автоматические системы осуществляют согласование движения элементов комплекса в составе группы ДПЛА, отвечает решению задачи последовательной процедуры оптимизации автоматизированной системы управления ДПЛА.

#### Выводы.

1. Синтез систем автоматизированного управления группой ДПЛА в рамках синергетической схемы формирования управления не возможен при применении существующих методов распределения функций управления между оператором и автоматическими устройствами, согласования психофизиологических характеристик оператора и автоматических устройств, оценки психофизиологической напряженности оператора, и требует разработки новых адекватных методов, учитывающих процессы взаимодействия человека и технических устройств на более высоком уровне – информационном.

2. Для оценки напряженности функционирования оператора систем автоматизированного управления группой ДПЛА, реализующих синергетическую схему формирования управления, адекватным

является комплексный подход к оценке, предусматривающий рассмотрение как традиционных феноменологических показателей и характеристик, так и показателей, характеризующих информационную нагрузку на оператора при формировании управления.

3. Для оценки информационной напряженности функционирования оператора при синергетическом синтезе автоматизированных систем управления группы ДПЛА адекватным показателем является нагрузка системы массового обслуживания, включающего оператора и автоматические устройства элементов группы ДПЛА.

4. На информационном уровне взаимодействия оператора и автоматических систем группы ДПЛА адекватной математической моделью исследования процессов управления являются модели в виде систем массового обслуживания. Применение этого вида моделей позволяет выявить основные информационно-структурные закономерности взаимодействия оператора и автоматических систем при реализации синергетической схемы формирования управления.

5. Минимальное значение гомеостазисного критерия оптимизации систем автоматизированного управления группой ДПЛА при реализации синергетической схемы формирования управления соответствует разделению функций между оператором (операторами), при котором человек задает движение макрообъекту, включающему различные по динамическим свойствам элементы группы ДПЛА, а автоматика реализует все функции движения элементов комплекса внутри данного макрообъекта.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Машков О.А. Метод забезпечення функціональної стійкості інформаційно-керуючого комплексу з використанням інформаційної надмірності / Машков О.А., Кононов О.А., Юньов В.П. // Зб. наук. праць. – К.: КІВПС, 1997. – № 7. – С. 73–85.
2. Машков О.А. Застосування методу моментів теорії кореляційного аналізу для дослідження використання енергетичних ресурсів у замкнутому контурі управління авіаційно-космічної системи / Кононов О.А., Борисенко В.С., Машков О.А. // Труды академії. – К.: НАОУ, 1999. – №16. – С. 31–35.
3. Машков О.А. Проблемы обеспечения функциональной устойчивости бортовых информационно-управляющих комплексов авиационно-космической системы / Кононов О.А., Машков О.А. // Збірник наукових праць КІ ВПС вип. 10. – К.: КІ ВПС. – 1999. – С. 60–66.
4. Машков О.А. Алгоритм стабілізації динамічної системи з урахуванням можливості порушень в енергетичній підсистемі / Кононов О.А., Борисенко В.С., Машков О.А. // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗС України. – випуск 6. – К., 2000. – С. 28–32.
5. Машков О.А. Аналіз результатів досліджень функціонально-стійких технічних систем / Машков О.А., Кононов О.А. // Вісник Житомирського державного технічного університету. – Житомир: ЖДТУ, 2006. – №3 (38). – С. 93–103.
6. Машков О.А. Возможности обеспечения функциональной устойчивости эргатических систем управления в рамках существующего методического аппарата / Машков О.А., Кононов О.А. // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. – К.: ПМЕ, 2006. – № 32. – С. 151–157.
7. Машков О.А. Возможности обеспечения надёжности эргатических систем управления перспективными бойвыми авиационными комплексами в рамках існуючих технологій / Машков О.А., Кононов О.А., Пастушенко В.П., Довжук Д.В. // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Т.Г. Шевченко. – К.: ВІ КНУ, 2006. – №2. – С. 101–104.
8. Машков О.А. Применение теории функционально устойчивых систем для решения задач навигации и управления объектами вида «макросистема» / Машков О.А., Кононов О.А. // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ навігації та зв'язку, 2007. – вип. № 3. – С. 15–19.
9. Машков О.А. Проблематика совершенствования способов совместного применения беспилотных авиационных комплексов / Машков О.А., Кононов О.А., Самборский І.І. // Арсенал. – К., 2007. – С. 23–28.
10. Машков О.А. Особливості організації синергетичного управління процесом застосування перспективних безпілотних авіаційних систем / Машков О.А., Кононов О.А., Самборський І.І. // Труды академії. – К.: НАОУ, 2008. – №2(82). – С. 65–74.
11. Машков О.А. Методи забезпечення функціональної стійкості авіаційних ергатичних систем / Машков О.А., Кононов О.А., Пастушенко В.П. // Збірник тез доповідей та виступів науково-практичної конференції «Стан та шляхи вдосконалення технічної експлуатації, капітального ремонту, розробки та модернізації авіаційної техніки Збройних Сил України», 22–23 вересня 2005р. – К.: ДНДІА, 2005. – С. 45.

12. Машков О.А. Методичні підходи до забезпечення функціональної стійкості авіаційно-космічних ергатичних систем / Машков О.А., Кононов О.А., Пастушенко В.П. // Матеріали науково-практичної конференції «Застосування космічних систем в інтересах національної безпеки та оборони», 30 вересня 2005р. – К.: НАОУ, 2005. – С. 8–9.
13. Машков О.А. Методологічні аспекти синтезу систем управління інтегрованими авіаційно-космічними комплексами розвідки / Машков О.А., Кононов О.А. // Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Застосування космічних систем в інтересах національної безпеки та оборони», 3 жовтня 2007р. – К.: НАОУ, 2007. – С. 21–22.
14. Машков О.А. Принципи побудови систем управління груповим застосуванням безпілотних літальних апаратів / Машков О.А., Кононов О.А., Самборський І.І. // Тези доповідей та виступів науково-практичної конференції «Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки», 19–20 червня 2008р. – К.: ДНДІА, 2008. – С. 58.
15. Машков О.А. Принципы функциональной устойчивости сложных систем / Машков О.А., Машков В.А. // Наука и оборона. – 1995. – №2. – С. 37-44.
16. Машков О.А. Применение метода максимального правдоподобия для построения адаптивного многомерного фильтра, устойчивого к отказам измерителей / Сивов Н.С., Машков О.А. // Адаптивные системы автоматического управления. – К.: 1990, вып.19, с. 47-53.
17. Артюшин Л.М. Теоретичні основи технічної кібернетики / Артюшин Л.М., Машков О.А., Дурняк Б.В., Плащенко О.А. Львів.: Українська академія друкарства, 2004.- 120с.
18. Артюшин Л.М. Оптимизация цифровых автоматических систем, устойчивых к отказам / Артюшин Л.М., Машков О.А.– Киев: КВВАИУ, 1991. – 88 с.
19. Артюшин Л.М. Вероятностный анализ кибернетических систем /Артюшин Л.М., Машков О.А. – К.: КИВВС, 1993.– 376 с.
20. Сивов Н.С., Машков О.А.Применение метода максимального правдоподобия для построения адаптивного многомерного фильтра, устойчивого к отказам измерителей / Сивов Н.С., Машков О.А. // Адаптивные системы автоматического управления. – К.: 1990, вып.19, С.47-53.
21. Gostev V.I. Self-diagnosis of modular system in random performance of elementary tests / Gostev V.I., Mashkov O.A., Mashkov V.A. // Cybernetics and computing Tehnology, Discrete Control Systems, Allerton press, inc, 150 Fifth Avenue, New York, NY10011, №105, 1999, pp. 104-112.
22. Methods for providing fault tolerance of airborne computer system through their self-control /Gostev V.I., Mashkov O.A., Mashkov V.A. // Cybernetics and computing Tehnology, Discrete Control Systems, Allerton press, inc, 150 Fifth Avenue, New York, NY10011, №109, 1999, p. 33-44.

### ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ АРХІТЕКТЕРИ СИСТЕМИ OSTOGEN З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ РІШЕНЬ

Ошійко Я. Р.

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, проспект Перемоги, 37  
yaroslav.oshiyko.5@gmail.com*

Вибір програмної архітектури є одним з найважливіших етапів проектування, який впливає на подальшу розробку, використання та підтримку будь-якого веб-застосунку. Доцільність використання тієї чи іншої архітектури зумовлене вимогами до системи, її показниками навантаження та швидкодією. На сьогодні стає популярним використання хмарних рішень у розробці програмного забезпечення, яке допомагає швидко масштабуватися та швидко збільшувати потужності відносно завантаженості системи. На прикладі системи Ostogen розглядається доцільність використання хмарних рішень та приведені особливості технологічного стеку у розробці веб-застосунку.

Система Ostogen – це маркетинговий застосунок для блокування нав'язливої реклами та показу її за вподобаннями користувача. Метою системи є покращення таргетингу реклами для збільшення відгуку користувача на неї. Для досягнення цього відбувається збір інформації про перебування користувача в мережі Інтернет, класифікації та тегування переглянутої реклами, пошук релевантних варіантів та відображення їх користувачу. Процес вибору архітектури відіграє одне з ключових значень в подальшому зборі інформації та масштабуванню системи.

Процес обробки даних розділений на три частини: збір даних про користувача на основі переглянутого контенту, класифікація та тегування реклами на основі зібраних даних, заміна рекламних блоків та представлення релевантних рекламних рекомендацій користувачу. Для класифікації та тегування реклами використано нейронні мережі та NLP (Natural-language processing). Для цього створюється

модель, яка аналізує контент переглянутих користувачем веб-сторінок, отримує ключові слова і на основі них формує рекомендації по рекламі для конкретного користувача. При проектуванні архітектури та вибору технологічного стеку для вирішення цієї задачі було висунуто дві основні вимоги:

- Збір інформації не повинен впливати на роботу користувача, тобто система повинна працювати у фоновому режимі.
- Система повинна швидко масштабуватися, оскільки відбувається постійне збільшення оброблюваної інформації та збільшується час її обробки.

На етапі вибору архітектури для системи важливим етапом є аналіз її показників навантаження для різної кількості одночасних сесій користувачів. Розрахуємо кількість запитів в секунду до сервера від кількості підключених користувачів в годину, яка визначається таким чином:

$$H = S * R * \frac{Y}{W}$$

де  $S$  – кількість кроків користувача при одній ітерації,  $R$  – кількість запитів до серверу при одній ітерації,  $Y$  – кількість користувачів за годину,  $W$  – тривалість тесту в секундах. Теоретично взявши кількість кроків за 2 (перегляд веб-сторінки та перегляд реклами), кількість запитів за 2 (відправлення даних про переглянуту веб-сторінку та отримання релевантної реклами) та тривалість тесту в одну годину (3600 секунд) було розраховано кількість запитів в секунду для одночасних користувачів від п'яти тисяч до мільйона. Результати розрахунків відображено на рис. 1.

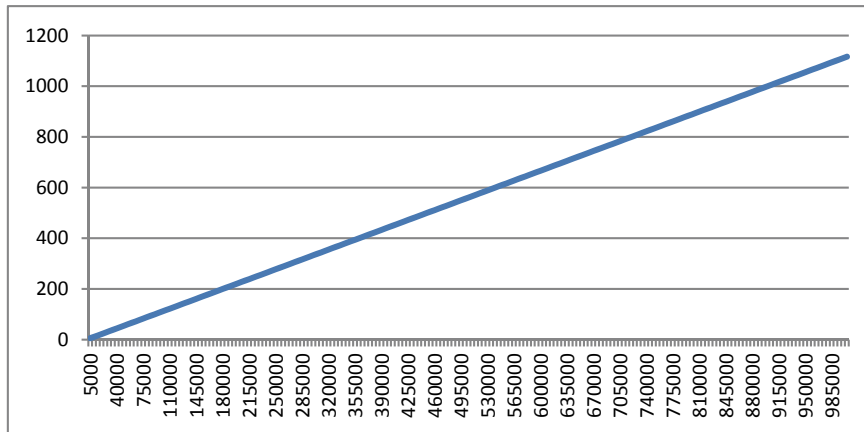


Рис. 1. Кількість запитів в секунду для різної кількості одночасних сесій користувачів

Типовий веб-застосунок розподілений на три основні функціональні частини: веб-клієнта, локального серверу та сховища даних. В системі Octogen звичайний веб-клієнт не вирішує питання збору даних, оскільки аналізується інформація інших переглянутих сторінок. Тому при проектуванні програмної архітектури було вирішено розділити клієнтську частину на дві складові: веб-клієнт для ідентифікації та налаштування базових вподобань користувача та Google Chrome Extension, який відповідає за збір даних на переглянутій сторінці, видалення нав'язливої реклами та заміну її релевантними рекламними блоками на основі вподобань користувача.

Основною вимогою у виборі архітектури для серверної частини була легкість у масштабуванні обчислювальних потужностей та швидкого збільшення сховища даних без великих витрат в часовому та економічному плані. Для системи Octogen розгортання локального сервера та бази даних виявилось неефективним в плані масштабування, тому було вирішено використати хмарну платформу Firebase, яка надає документо-орієнтовану NoSQL базу даних Firestore, Firebase Cloud Functions для запуску серверного коду та безкоштовний хостинг Firebase Hosting.

Розглянемо переваги цього підходу. В системі Octogen зберігається велика кількість неструктурованої інформації, тому використання NoSQL бази даних є доцільним, оскільки не накладає обмеження на типи збережених даних. Також використання Firestore допомогло збільшити швидкодію обробки запитів, оскільки запис та отримання даних відбувається по протоколу WebSocket.

Використання Firebase Cloud Functions дозволило не розгортати локального серверу, а тримати обробку даних у хмарі. Також перевагою цього архітектурного рішення є легкість у масштабуванні, оскільки підключення додаткових потужностей відбувається автоматично.

Також на безкоштовному хостингу Firebase Hosting розташований веб-клієнт, що дозволило мінімізувати витрати.

Таким чином, використання хмарних технологій у розробці веб-застосунків надає наступні переваги. По-перше, масштабування потужностей системи при збільшенні навантаження проходить



швидко та легко, оскільки відбувається докуповування потужностей у поставщика хмарних рішень, що також дозволяє мінімізувати витрати. По-друге, збільшується надійність та відмовостійкість системи, оскільки сервери поставщиків хмарних рішень розподілені, а тому менша вірогідність у збоях серверів на сховищ даних.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Leon Shklar, Richard Rosen. Web Application Architecture: Principles, Protocols and Practices. – Wiley, 2004. – 372 с
2. Martin Kleppmann. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems 1st Edition – O'Reilly Media, 2017. – 614 с.
3. Firebase [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://firebase.google.com/>

### ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА УПРАВЛЯЮЧА КОМПОНЕНТА ДЛЯ ПОШУКУ ПУНКТУ ПРИЙОМУ ВТОРСИРОВИНИ.

Павлюк О.М., Сидоренко Р.В., Томчук О.П

Національний університет «Львівська політехніка» Вул. Ст. Бандери, 12, Львів, 79013  
roman.v.sydorenko@lpnu.ua

Для Львова, та й України в цілому, зараз гостро стоїть проблема утилізації сміття та повторного використання сировини. Все більше українців долучаються до культури сортування відходів. Станом на початок 2017 року в Україні нараховується 6,5 тисячі законних і близько 35 тисяч незаконних сміттєзвалищ, загальна площа яких становить 7% території (понад 43 тисячі кв. км). Цю площу можна прирівняти до площі цілої Данії. І з кожним роком ситуація лише погіршується. За підрахунками екологів, Україна накопичила 54 млн кубометрів відходів; щороку сміттєві полігони поповнюються приблизно на 15-17 мільйонів тон. На переробку йде лише десята частина зібраного сміття. З 1 січня 2018 року громадяни України зобов'язані сортувати все сміття за видами згідно з нормою ЗУ "Про відходи" [1,2]. Однак інфраструктура роздільних урн допоки ще не налагоджена, тому ентузіасти та еко-свідомості громадяни відносять сортовані відходи до пунктів прийому втор-сировини. Прогнозовано зростатиме попит на роботу таких пунктів, де за зданий непотріб ще й нададуть грошову компенсацію. Отже виникає необхідність в розробці інтелектуальної компоненти для здійснення пошуку найближчих пунктів прийому втор-сировини з використанням певних критеріїв для уточнення пошуку. Використання такого помічника допоможе громадянам швидко знайти найближчий пункт прийому втор-сировини та мінімізувати час на виконання свого громадянського і людського обов'язку – зберігати навколишнє середовище у цілісності та всій його красі для наступних поколінь.

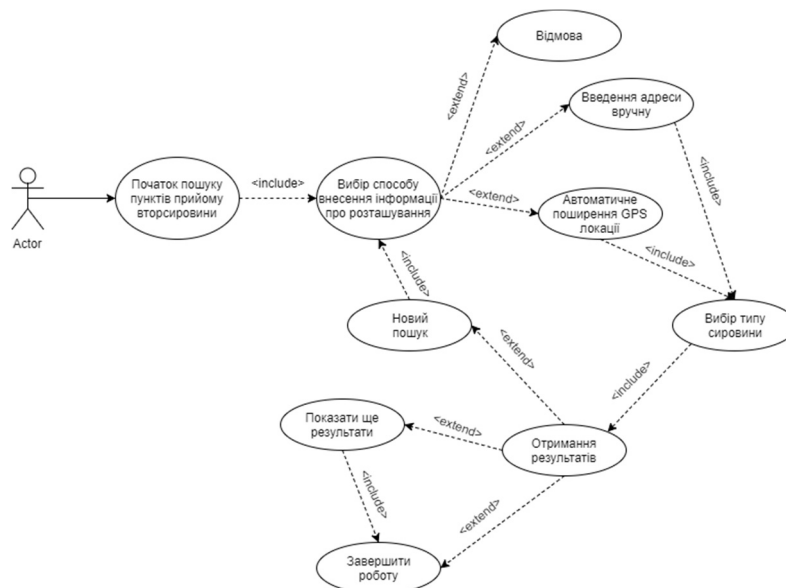


Рис.1. Дерево цілей для розробки інтелектуальної компоненти для пошуку пункту прийому втор-сировини

В основу інтелектуальної компоненти вирішено закласти чат-бот [3], тобто сервіс, що базується на правилах та, частково, штучному інтелекті, що взаємодіє з користувачами через інтерфейс застосунку для спілкування за допомогою месенджера (Facebook Messenger, Slack, Telegram, Text Messages), див. рис. 1. . Саме технічне рішення спроектовано за допомогою таких засобів:

- Telegram Bot API Interface;
- мова програмування Javascript, а саме фреймворк Node.js;
- Google Maps API;
- RecycleMap API Interface;
- Heroku веб-сервер.

Основна мета системи - допомогти користувачу швидко знайти найближчий пункт прийому втор-сировини. Наприклад, користувач хоче здати макулатуру, оскільки це може бути важко та й габаритний пакунок донести важко. Користувач хоче знати, де знаходиться найближчий до нього пункт прийому паперу на переробку. Інтелектуальна компонента, що була розроблена, має такі основні етапи взаємодії з користувачем:

- вибір способу поширення свого місця розташування;
- вибір типу сировини, який треба утилізувати;
- перегляд результатів пошуку.

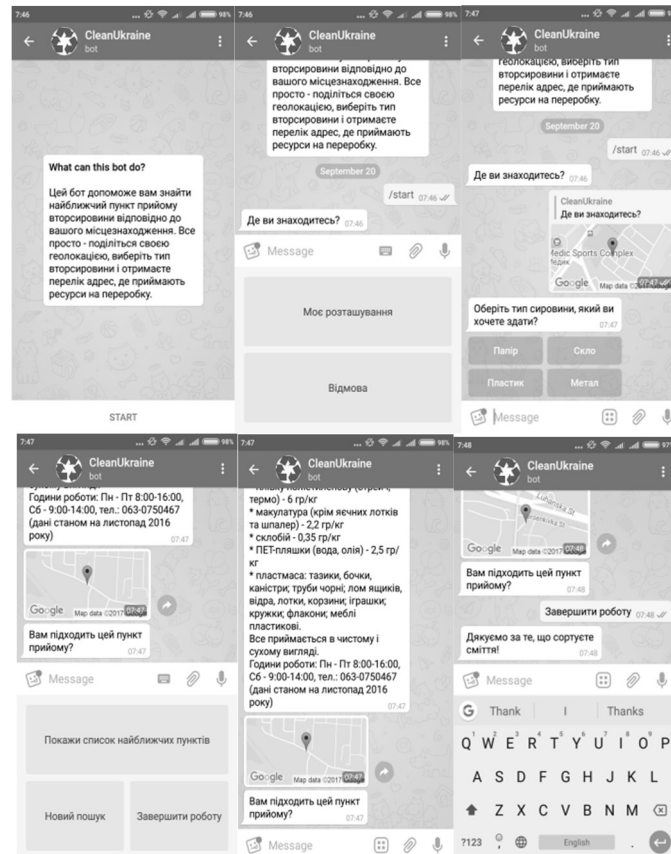


Рис. 2. Приклад роботи інтелектуальної управлюючої компоненти для пошуку пункту прийому втор-сировини

Користувач знаходить чат-бота в додатку для спілкування - CleanUkraineBot (<https://github.com/otomchuk/telegram-bot-clean-ukraine>). За цим ж лінком можна ознайомитись з описом бота, та його основними функціями. Користувач може ввести дані про своє розташування за допомогою функції смартфона, або вручну. Далі йде перевірка, чи правильно застосунок розпізнав місцерозташування користувача. Наступним кроком є вибір типу сировини, який користувач хоче здати ввівши 1 тип сировини, або скориставшись кнопкою. Можна також ввести декілька типів сировини використавши команду /materials і номер типу, або за допомогою відповідних кнопок. Далі система покаже результати пошуку. Отримавши результати, користувач може переглянути ще декілька інших адрес пунктів прийому втор-сировини, які задовольняють запит. Далі користувач може розпочати новий пошук, або ж завершити роботу. Скріни роботи чат-боту зображені на рис.2.

Інтелектуальна управляюча компонента для пошуку пункту прийому втор-сировини - унікальна для України розробка. Власне, є веб-ресурси зі схожою інформацією, проте, вони не оптимізовані для перегляду на мобільних платформах, і тим більше, вони не покажуть такого персоналізованого результату як чат-бот CleanUkraine. Перевагою саме цього продукту є те, що розмовні фрази винесені в окремий програмний файл, легко можуть бути перекладені іншими мовами, і при доповненні бази об'єктів може використовуватись не лише для міста Львова. Завдяки добре продуманій структурі проекту, його з легкістю можна розширити в майбутньому від локалізації різними мовами, до додавання нових функцій та редагування етапів при виконанні алгоритму.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Переробка сміття в Україні та ЄС: як екологічну катастрофу перевести у прибутковий бізнес [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://econews.bei.org.ua/2016/06/blog-post\\_704.html](http://econews.bei.org.ua/2016/06/blog-post_704.html).
2. 3. Від 2018 року українців змусять сортувати сміття. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://tsn.ua/ukrayina/z-2018-roku-ukrayinciv-zmusyat-sortuvati-smittya-982820.html>.
3. Гаврилова Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 384 с.

#### ПІДБІР ЕКСПЕРТІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ «РОЗУМНОСТІ» СОЦІОПОЛІСІВ

**Пасічник В.В., Табачишин Д.Р., Кунанець Н.Е.**

*Національний університет «Львівська політехніка»*

*м. Львів, Україна, вул. Степана Бандери 32 а, 79013*

*vpasichnyk@gmail.com, tabachyshyn.danylo@gmail.com, nek.lviv@gmail.com*

Міста природно є основним місцем проживання людей. Вони зростають та розвиваються, перетворюючись у міські соціополіси. Такі трансформації генерують потребу модернізації методів управління містами та територіальними громадами. Органи муніципального управління прагнуть набуття підопічними населеними пунктами статусу – «розумне місто» чи «розумна територіальна громада», стимулюючи розвиток таких сфер як: екологія, наука, освіта, економіка, соціальна галузь, транспортна інфраструктура, медицина, інформаційні технології.

Для реалізації проектів розвитку згаданих галузей, формування означених інноваційних «розумних міст» та розумних територіальних громад залучаються експерти, фахівці широкого спектру предметних областей. На них покладається проведення системного аналізу існуючого стану справ, дослідження процесів пропонованого розвитку тієї чи іншої території, формування комплексних рекомендацій щодо формування проектів перспективного розвитку міст. При цьому комплексного забезпечення можливості органічного та гармонійного інтегрування різноманітних функціонуючих систем для побудови «розумного міста» [1,2].

При дослідженні вище названої проблеми, авторами розглядалися роботи багатьох науковців. Зокрема, Nelio Cacho, Frederico Lopes, Everton Cavalcante, Irani Santos [3] розглядають поняття «розумне місто», та вплив міст на мільярди людей по світу.

Mihaela Teliceanu, George Cristian Lazaroiu, Virgil Dumbrava [4] – вбачають що розумне місто створюється для кінцевого споживача – для його жителя, подають основні характеристики розумних міст, враховуючи різні площі міст, кількість їхнього населення, та розвиток технологій.

Yin-Leng Theng, Xuexin Xu, Witedwittayanusat Kanokkorn [5] розпочали розробку унікального індексування розумності міста та провели пілотне тестування в кількох великих містах в Китаї.

H. Patricia McKenna [6] вивчає інтернет культурних речей та взаємозв'язок цієї галузі з розумними містами. Felipe Silva Ferraz та Carlos André Guimarães Ferraz [7] висвітлюють проблему інформаційної безпеки в розумних містах. Ayoub Arroub, Bassma Zahi, Essaid Sabir, Mohamed Sadik [8] описують парадигми розумного міста, відкриті проблеми та можливості.

Elsa Negre, Camille Rosenthal-Sabroux, Mila Gascó [9] пропонують концептуальне бачення інтелектуального міста, яке орієнтоване на знання, що сприяє підвищенню ефективності процесів прийняття рішень.

Kaja Joanna Fietkiewicz, Wolfgang G. Stock [10] «розумність» японських метрополій.

Dattakumar, R. S. Sharma [11] шукають взаємозв'язки між розумним суспільством та розумним містом. Разом з тим поза увагою дослідників залишилася проблема підбору експертів для оцінювання «розумності» міста.

Підбір експертів, які можуть проводити оцінювання очікуваної ситуації щодо розвитку міста, створювати проекти розвитку міста з метою перетворення його у майбутньому в «розумний соціополіс» є важливим фактором адекватності результатів дослідження[12-18].

Водночас при використанні методу експертного оцінювання, складним є перший етап – підбір експертів з числа висококваліфікованих фахівців певної галузі, що володіють технологіями проведення експертиз та нормативно-правовою базою щодо організації та проведення експертиз.

Основним критерієм підбору експертів є компетентність. Окрім цієї якості враховуються креативність, відповідальність, ступінь володіння компетентностями аналітичного підходу, обширність мислення та ін. Виділяють два основні методи добору експертів: об’єктивний та суб’єктивний. Об’єктивний метод ґрунтується на аналізі документів (резюме, копії дипломів про освіту) та результатів участі у роботі експертних груп. Суб’єктивний метод базується на самооцінках та взаємооцінках самих експертів.

Наступним кроком є ранжування вагових коефіцієнтів, присвоєних експертам та оцінювання узгодженості результатів ранжування, після чого проводиться розрахунок «ваг» думок експертів. Найдосвідченішим експертом вважається той, у якого сума рангів буде найменшою. В подальшому формується список факторів, які впливають на оцінювання, та проводиться їхнє ранжування. Наступним кроком є визначення сумарного ранжування факторів, вибір найсуттєвішого фактора та оцінка узгодженості ранжування факторів. У випадку коли оцінка узгодженості буде незадовільною, процес повторюється.

Таким чином, процес підбору експертів та проведення експертного оцінювання багатокроковий процес, від успішної реалізації якого залежить адекватність проведених досліджень.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Dirks S. A Vision of Smarter Cities: How Cities Can Lead the Way into a Prosperous and Sustainable Future / S. Dirks, M. Keeling.- NY: IBM Global Business Services, 2009.
2. Kanter R.M. Informed and interconnected: A manifesto for smarter cities / R.M. Kanter, and S.S. Litow // Harvard:Business School General Management Unit, 2009.
3. Nelio Cacho, Frederico Lopes, Everton Cavalcante, Irani Santos, "A smart city initiative: The case of Natal", Smart Cities Conference (ISC2) 2016 IEEE International, pp. 1-7, 2016.
4. Mihaela Teliceanu, George Cristian Lazaroiu, Virgil Dumbrava, "Consumption profile optimization in smart city vision", Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE) 2017 10th International Symposium on, pp. 876-881, 2017.
5. Yin-Leng Theng, Xuexin Xu, Witedwittayanusat Kanokkorn, "Towards the Construction of Smart City Index for Analytics (SM-CIA): Pilot-Testing with Major Cities in China Using Publicly Available Data", System Sciences (HICSS) 2016 49th Hawaii International Conference on, pp. 2964-2973, 2016, ISSN 1530-1605.
6. H. Patricia McKenna, "Emergent Ambient Culture in Smart Cities: Exploring the Internet of Cultural Things (IoCT) and Applications in 21st Century Urban Spaces", Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS) 2016 12th International Conference on, pp. 420-427, 2016.
7. Felipe Silva Ferraz, Carlos André Guimarães, "Smart City Security Issues: Depicting Information Security Issues in the Role of an Urban Environment", Utility and Cloud Computing (UCC) 2014 IEEE/ACM 7th International Conference on, pp. 842-847, 2014.
8. Ayoub Arroub, Bassma Zahi, Essaid Sabir, Mohamed Sadik, "A literature review on Smart Cities: Paradigms opportunities and open problems", Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM) 2016 International Conference on, pp. 180-186, 2016.
9. Elsa Negre, Camille Rosenthal-Sabroux, Gascó, "A Knowledge-Based Conceptual Vision of the Smart City", System Sciences (HICSS) 2015 48th Hawaii International Conference on, pp. 2317-2325, 2015, ISSN 1530-1605.
10. Kaja Joanna Fietkiewicz, Wolfgang G. Stock, "How "Smart" Are Japanese Cities? An Empirical Investigation of Infrastructures and Governmental Programs in Tokyo Yokohama Osaka and Kyoto", System Sciences (HICSS) 2015 48th Hawaii International Conference on, pp. 2345-2354, 2015, ISSN 1530-1605.
11. A. Dattakumar, R. S. Sharma, "Smart cities and knowledge societies: Correlation causation or distinct?", Management of Innovation and Technology (ICMIT) 2016 IEEE International Conference on, pp. 193-197, 2016.
12. Kerren, A., Stasko, J. T., Fekete, J.-D., & North, C. (Eds.) (2008). Information Visualization, (pp. 1–18). In: Human-Centered Issues Науковий вісник НЛТУ України, 2017, т. 27, № 10 Scientific Bulletin of UNFU, 2017, vol. 27, no 10 145 and Perspectives. Vol. 4950 of LNCS State-of-the-Art Survey. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008.

13. Bederson, B., & Shneiderman, B. (2003). *The Craft of Information Visualization: Readings and Reflections*. Morgan Kaufmann. 410 p.
14. Card, S. K., Mackinlay, J. D., & Shneiderman, B. (1999). *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann Publishers. 686 p.
15. Heer, J., Card, S. K., & Landay, J. (2005). Prefuse: a toolkit for interactive information visualization, (10 p.). In: *ACM Human Factors in Computing Systems CHI 2005*. 280 p.
16. Spence, R. (2007). *Information Visualization: Design for Interaction (2nd Ed.)*. Prentice Hall. 304 p.
17. Ware, C. (2000). *Information Visualization: Perception for design (2nd Ed.)*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers. 34 p.
18. Mazza, R. (2009). *Introduction to Information Visualization*, University of Lugano Switzerland. Springer-Verlag London Limited 2009. 139 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-84800-219-7>

## ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ АДАПТАЦІЇ ОПР НА ПРИЙНЯТТЯ РЕЛЕВАНТНИХ РІШЕНЬ В ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМАХ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Передерій В.І., Передерій В.В.

*Україна, Херсонський національний технічний університет,  
Україна, Херсонське центральне регіональне відділення ПАТ "МЕГАБАНК"  
viperkms1@gmail.com, vvperederyvv@gmail.com,*

У данній роботі пропонується інформаційна технологія визначення та оцінка впливу адаптації непрофесійного користувача на прийняття релевантних рішень в ергатичних системах критичного застосування.

### Викладання основного матеріалу.

В людино-машинних системах, працюючих у критичних умовах, як енергетика, газо-нафтохімічна та ін. промисловості, висувуються особливі вимоги до людського фактора. Прийняття адекватних рішень в реальному часі, в таких системах, особою, що приймає рішення (ОПР) в умовах невизначеності, залежить як від його когнітивної складової так і впливу факторів виробничого процесу, та факторів навколишнього середовища.

Зовнішні фактори (наприклад, температура середовища, шум, вібрація і т.д.) в основному негативно впливають на ОПР. Такі фактори можна контролювати (вимірювати). Різні користувачі демонструють різну сприйнятливості до впливу зовнішніх факторів, що дозволяє при спостереженні того чи іншого зовнішнього чинника, робити висновок про ймовірну помилку.

Як видно безліч факторів і причин впливають на стан людини який в свою чергу впливає на сприйняття інформації та якість і швидкість прийняття рішень і в загальному на роботу ОПР [1].

Для вирішення цих питань пропонується інформаційна технологія визначення та оцінки впливу адаптації ОПР на прийняття релевантних рішень (рис.1).

$Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  – нормативні данні про психологічний стан людини-оператора які заносяться в базу даних експертами.

$Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  – нормативні данні впливу зовнішніх факторів на людину-оператора заносяться в базу даних експертами.

$X_1, X_2, \dots, X_n$  – фактичні дані про психологічний стан людини-оператора які формуються по результатам тестування.

$C_1, C_2, \dots, C_n$  -- фактичні дані про вплив факторів зовнішнього середовища на стан людини-оператора які формуються по результатам сканування.

$T_1, T_2, \dots, T_n$  – дані про психологічний стан людини-оператора з урахуванням впливу зовнішнього середовища у відповідності до нормативних значень.

$R_n$  – Сукупність  $X_1, X_2 \dots X_n$  даних.

$R_p$  – Вирахуваний ризик на основі  $R_c$ .

$Z$  – рекомендації щодо адаптації ОПР в системі для прийняття релевантних рішень.

До модуля порівняння та оцінки впливу факторів зовнішнього середовища на психологічний стан ОПР, в складі СППР, спочатку надходять данні про результати тестування психологічного стану ОПР ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ), результати сканування впливу зовнішнього середовища на ОПР ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) та показники інформаційного навантаження ОПР. В данному модулі проводиться порівняння цих результатів з нормативними значеннями ( $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ ), ( $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ ) та оцінюється загальний стан ОПР, у реальному часі ( $T_1, T_2, \dots, T_n$ ).

Результати визначення психологічного стану ОПР (Z), поступають до модуля визначення та корекції ступеню адаптації ОПР. В наслідок чого даний модуль, в складі інтерфейсу користувача, формує найбільш релевантні рішення ОПР, в зручному для нього форматі, у відповідності до психологічних та ергономічних нормативів праці в людино-машинних системах.

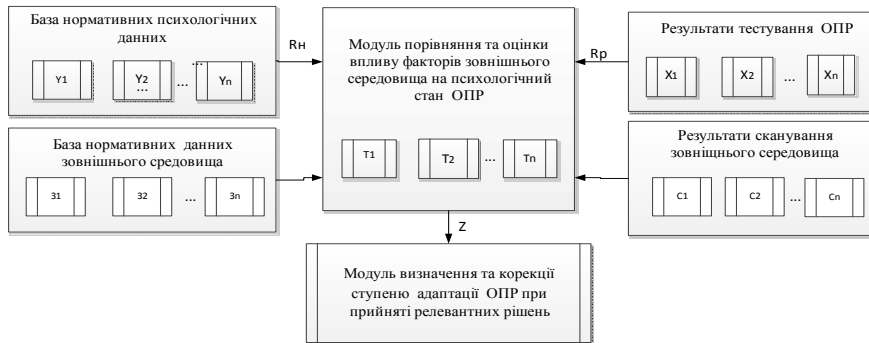


Рисунок – 1. Інформаційна технологія визначення та оцінки впливу адаптації ОПР на прийняття релевантних рішень.

ирішуючи завдання визначення імовірності та причини низької релевантності прийнятого рішення оператором, найчастіше доводиться користуватися непрямою інформацією, яка не дає стовідсоткової впевненості в вирішенні проблеми.

На сьогоднішній день однією з найбільш відповідних моделей, призначених для роботи з неповної, неточної і суперечливою інформацією, є Байєсовські мережі довіри (БМД). Математичний апарат байєсівських мереж заснований на імовірнісному підході і здатний максимально використовувати інформацію, що надходить з виділених джерел для досягнення максимального ефекту [2].

Формально БМД може бути представлена наступним чином:

$$BNN = \langle U, T \rangle; \quad (1)$$

Де  $U = \{N_1, \dots, N_n\}$  - кінцева впорядкована множина випадкових змінних (вузлів мережі) така, що для будь-якого  $N_i \in U, I = n$ ; виконується умова:

$$\exists P(N_1, \dots, N_i - 1 \vee P(N_i \vee N_1, \dots, N_i - 1) = P(N_i \vee P_i); \quad (2)$$

Ця умова визначає напрямки зв'язків між вузлами мережі, реалізуючи властивість умовної незалежності змінних. Кожна змінна приймає значення з кінцевої множини значень, тобто  $N_i = \{n_{i1}, \dots, n_{in}\}$ , при цьому  $\sum_{i=1}^n P(h_{ij}) = 1$ .  $T = \{P(N_1 | P_1), \dots, P(N_n | P_n)\}$  - множина таблиць умовних імовірностей кожної змінної-нащадка  $N_i$  зі змінними-предками  $P_i$ . Якщо змінна  $N_i$  не має предків, то використовуються безумовні імовірності  $P(N_i)$ .

Повна модель граф - схеми мережі Байєса представлена на рисунку 2.

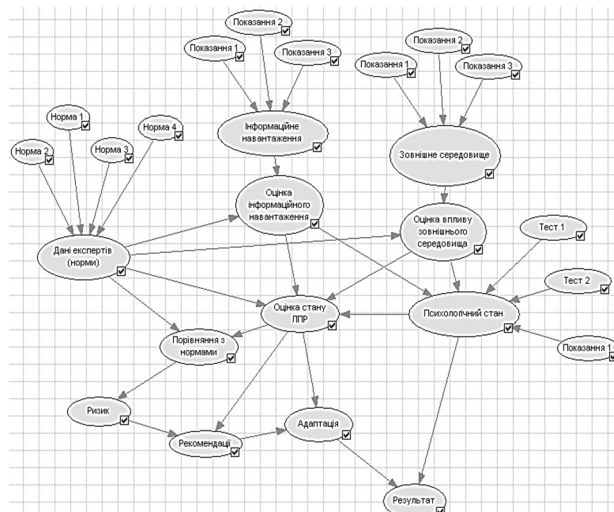


Рисунок 2 - Повна модель граф - схеми мережі Байєса.

Для прикладу на рисунку 3 представлений результат моделювання в програмі GeNIe при впливі зовнішнього середовища та впливу інформаційного навантаження на ОПР на 50% від нормованих значень.

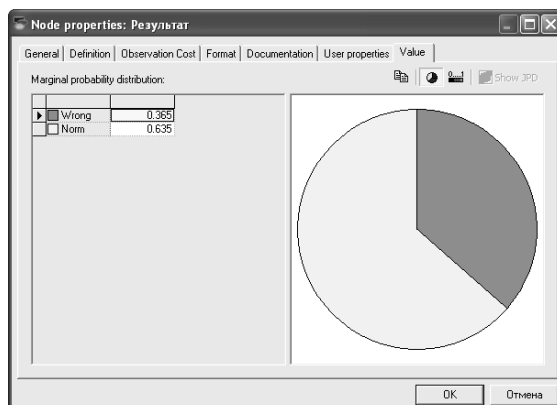


Рисунок 2.3 – Результати моделювання при впливі зовнішнього середовища на ОПР та впливу інформаційного навантаження на 50%.

**Висновки.** З результатів моделювання видно, що при середньому негативному впливі різних факторів на ОПР, зменшується вірогідність помилки оператора від 60%, до 35%.

За допомогою запропонованої інформаційної технології можливо значно підвищити ефективну взаємодію та адаптацію ОПР, в системах прийняття релевантних рішень у реальному часі, при керуванні об'єктами критичного застосування.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Передерій В.І. Інформаційна технологія побудови адаптивного інтерфейсу /Передерій В.І., Буряков А.М., Передерій В.В // Геоинформационные системы и компьютерные технологии эколого-экономического мониторинга. GISTEEM - 2016: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. - Дніпропетровськ – 2016 – С.
2. Balaram Das. Representing uncertainties using Bayesian Networks. DSTO-TR-0918. DSTO Electronics and Surveillance Research Laboratory, Australia 2000.
3. Фролов М.В. Контроль функционального стану человека-оператора. – М.: Наука, 1987. - 197 с.
4. Еськин С.М. Біометрична система контролю функціонального стану людини (оператора): дисс... канд. техн. наук: 05.12.04 / Еськин Сергій Михайлович. - М., 2008. - 200 с.

### РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА «ВІРТУАЛЬНА ДОВІДКА» НА ПЛАТФОРМІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Ржеуський А. В., Кунанець Н. Е., Пасічник В.В.**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
Україна, м. Львів, вул. Степана Бандери 32 а, 79013*

*antonii.v.rzheuskiy@lpnu.ua, nek.lviv@gmail.com, Volodymyr.V.Pasichnyk@lpnu.ua*

Сучасною технологією управління та зберігання інформаційних ресурсів є хмарні технології. Сучасні підходи до надання хмарних сервісів передбачають широкий спектр моделей надання послуг, серед яких провідні позиції займають наступні:

- Програмне забезпечення як послуга (Software as a Service), яка передбачає надання доступу до інтегрованої платформи для розроблення, тестування та підтримки різноманітних проектів із створення власних інформаційних продуктів.

- Платформа як послуга (Platform as a service) – це модель сервісу, в межах якого може надаватися можливість розгортання на базі хмарної інфраструктури власних або придбаних інформаційних ресурсів, доступ до яких відбувається із використанням мов програмування, бібліотек, сервісів та інструментів наданих хмарним провайдером. Такий підхід не забезпечує можливості керувати та контролювати базову інфраструктуру хмари (до складу якої входять комунікаційні мережі, сервери, операційні системи, засоби збереження), проте гарантує контроль використання прикладних програм та налаштування середовища, в якому вони розміщені.

- Інфраструктура як послуга (Infrastructure as a Service) – полягає у забезпеченні користувачу можливість формування віртуальної комп'ютерної інфраструктури, що складається із операційної

системи, системного програмного забезпечення та апаратної частини сервера. Такий підхід надає можливість із допомогою ліцензійного програмного забезпечення створювати власні інформаційні ресурси та продукти та безпечно зберігати їх [1].

Нами було використано програмне забезпечення Heroku – хмарну PaaS-платформу, що підтримує ряд мов програмування, для створення та розгортання рекомендаційної системи «Віртуальна довідка». Heroku, одна з перших хмарних платформ і спочатку підтримувала тільки мову програмування Ruby, але на даний момент список підтримуваних мов також включає в себе Java, Node.js, Scala, Clojure, Python і PHP. На серверах Heroku використовуються операційні системи Debian або Ubuntu [2].

Розроблена рекомендаційна система «Віртуальна довідка» спрямована забезпечувати вирішення низки завдань:

- консолідацію інформаційних ресурсів довідкових служб бібліотек України;
- забезпечення інформаційного працівника інструментом оперативного видобування даних для надання інформаційно-аналітичних послуг;

- формування віртуального сховища даних, що накопичує результати інформаційного пошуку.

При розробці рекомендаційної системи «Віртуальна довідка» необхідно було враховувати особливості операційної системи, на якій буде інстальовано даний програмний продукт. Саме тому, перевагою використання платформи Heroku, є розміщення програмного продукту у хмарі, що забезпечує гнучкість адміністрування. Користувач має можливість працювати з інтерфейсом рекомендаційної системи «Віртуальна довідка» безпосередньо у браузері (рис. 1).

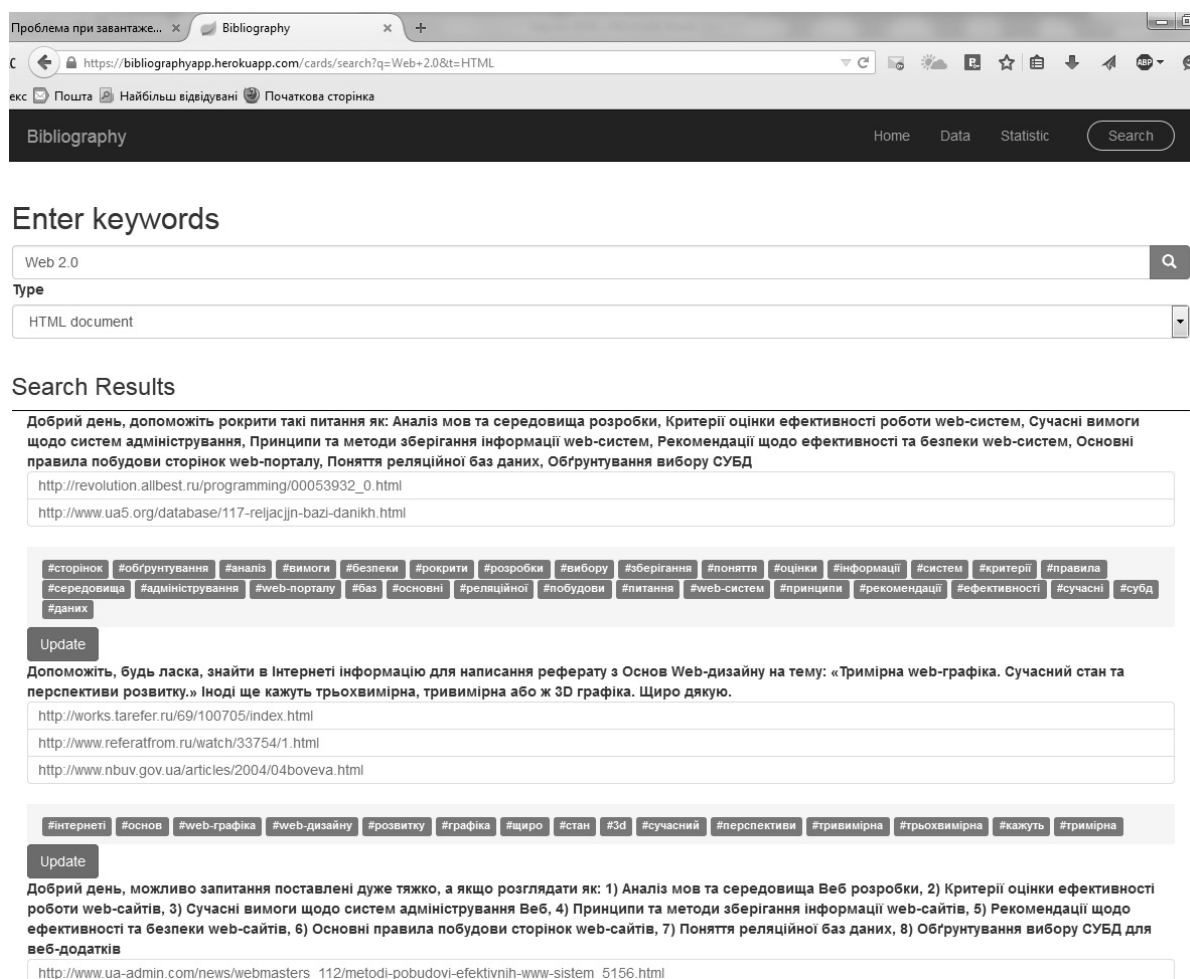


Рис. 1. Інтерфейс програмного продукту «Віртуальна довідка», розгорнутої на платформі «Heroku».

Таким чином, найзручнішим технічним рішенням щодо розміщення, розгортання та адміністрування власних програмних продуктів, є використання хмарних технологій, різновидом яких є модель «платформа як послуга».



ЛІТЕРАТУРА:

1. Ржеуський А. В. Інформаційні сервіси в бібліотеках, що базуються на застосуванні хмарних технологій / А. В. Ржеуський, Н. Е. Кунанець, В. В. Пасічник // Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Бібліотекознавство. Книгознавство. – Вип. 4. – С. 264–267.
2. Heroku [з веб-сайту]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Heroku>.

**ПОБУДОВА ОНТОЛОГІЧНИХ БАЗ ЗНАТЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТЕКСТІВ**

**Рябова Н.В. , Золотухін О.В.**

*Харківський національний університет радіоелектроніки, 61166 м.Харків, пр-т Науки, 14,  
nataliya.ryabova@nure.ua , oleg.zolotukhin@nure.ua*

У зв'язку із необхідністю створення Web-систем нового покоління, призначених для функціонування в гетерогенних розподілених середовищах, надзвичайно актуальною стає розробка нової методології та технологій створення баз знань (БЗ), які дозволятимуть в on-line режимі структурувати та акумулювати знання різнорідних або схожих предметних областей для їх подальшого сумісного багаторазового використання задля вирішення проблем та прийняття рішень. Найбільш перспективним підходом до розробки таких БЗ є онтологічний підхід, який базується на парадигмі Semantic Web та дозволяє будувати специфікацію моделі предметної області у вигляді ієрархічно зв'язаної системи концептів, забезпечених відповідними властивостями та відношеннями. Основою такої онтологічної БЗ є онтологія предметної області. При цьому її екстенціональна частина (визначає обсяг моделі, на відміну від змістовної частини) забезпечується БЗ, яка містить твердження щодо екземплярів концептів (instances), зв'язаних відношеннями, вже визначеними в онтології.

Особливої актуальності набувають дослідження в області навчання онтологій (Ontology Learnig - OnL), спрямовані на (пів)автоматичну підтримку процесу їх розробки (побудови, уточнення, поповнення онтологічної структури). Навчання онтологій розглядається як окремий напрямок в рамках онтологічного інжинірингу (Ontological Engineering - OE), коріння якого, в свою чергу, знаходяться у інженерії знань. Однак на відміну від інженерії знань, яка вивчає методи, моделі та алгоритми видобування, структурування, подання й обробки знань з метою побудови БЗ інтелектуальних систем, OE розглядає онтологічну парадигму подання знань у гетерогенних розподілених середовищах типу Інтернет-простору із використанням базових технологій Semantic Web. OE спрямований на вирішення основних задач, пов'язаних із різними видами діяльності щодо розробки, управління життєвим циклом онтологій, методів та методологій їх побудови, а також розробки програмно-інструментальних засобів для підтримки їх функціонування. Навчання онтологій може бути охарактеризоване як побудова моделі предметної області на основі знань, що видобуваються із первинних даних. Таким чином, для побудови онтологій та онтологічних БЗ щодо адекватного опису семантичної моделі предметної області, необхідно в першу чергу вирішення задач видобування знань з різних джерел задля виявлення множини концептів та встановлення ієрархії на цій множині.

Як відомо, більша частина інформації у Web-просторі міститься у природно-мовних текстах (ПМТ), тому представляється доцільним видобування знань з текстової інформації, а також інтелектуальна обробка спеціально підібраних колекцій ПМТ. В даній роботі обговорюється методика OnL на основі знань, що видобуваються із текстів, релевантних предметній області. Незважаючи на те, що за останній час було запропоновано доволі багато методів для рішення окремих задач OntoL на основі знань, які видобуваються з ПМТ, до сих пір немає загальноновизнаної методології такого типу навчання онтологій, що в свою чергу ускладнює можливість порівняння пропонованих підходів.

В даній роботі виділяється і аналізується послідовність задач навчання онтологій на основі ПМТ, які сумісно складають комплексну задачу розробки онтології з основним акцентом на специфікацію семантики її сутностей. При цьому кожна наступна задача є етапом побудови онтології, який спирається на результати попереднього етапу. Отже, розглядається вирішення наступних задач: видобування релевантної термінології з ПМТ; ідентифікація синонімічних термінів (лінгвістичних варіантів, у тому числі, можливо, міжмовних); формування множини концептів; ієрархічна організація концептів; навчання відношенням та атрибутам (властивостям концептів) сумісно з віднесенням їх до відповідної області та діапазону дій; ієрархічна організація відношень; додавання значень схемам аксіом за допомогою прикладів задля можливих обмежень інтерпретацій концептів та відношень; визначення загальних аксіом.

Систематична організація та формалізація взаємопов'язаних задач OntoL забезпечується єдиною онтологічною моделлю, яка включає неперетинні множини концептів, відношень, атрибутів і типів даних.

У якості теоретичного базису для побудови такої єдиної онтологічної моделі використовуються методи Text Mining, які послідовно застосовуються для кластеризації, класифікації, видобування релевантної термінології з ПМТ, а також метод аналізу формальних концептів (Formal Concept Analysis - FCA), який використовується для автоматизації побудови таксономій із текстових колекцій.

## ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ

Савченко Є.А., Тутова О.В., Сьоміна Л.П.

*Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем  
НАН та МОН України, м. Київ, пр. Академіка Глушкова, 40, Україна  
savchenko@irtc.org.ua, sir\_ludovick@yahoo.com*

**Вступ.** У 2017 році цифрова революція увійшла у вирішальну фазу - до Інтернету підключився кожен другий житель Землі. За оцінкою Глобального інституту McKinsey (MGI), вже в найближчі 20 років до 50% робочих операцій в світі можуть бути автоматизовані, і за масштабами цей процес буде порівнянний з промисловою революцією XVIII-XIX століть. Промислова революція дозволила окремим країнам домогтися вражаючих темпів економічного зростання, і вони на багато десятиліть стали лідерами світової економіки.

Цифрові перетворення - один з головних чинників світового економічного зростання. За оцінками Глобального інституту McKinsey, в Китаї до 22% збільшення ВВП до 2025 року може відбутися за рахунок інтернет-технологій. У США очікуваний приріст вартості, що створюється цифровими технологіями, вражає не менше - тут він до 2025 року може скласти 1,6-2,2 трлн дол. США. Такі сміливі економічні прогнози пов'язані не тільки з ефектом від автоматизації існуючих процесів, а й з впровадженням принципово нових, проривних бізнес-моделей і технологій. Серед них – цифрові платформи, цифрові екосистеми, поглиблена аналітика великих масивів даних, технології «Індустрії 4.0», такі як 3D-друк, роботизація, Інтернет Речей. Експерти з цифрових технологій і економіці сходяться на думці, що в найближчі десятиліття на ринок праці суттєво вплине автоматизація застосування цифрових технологій допомагає поліпшити діловий та інвестиційний клімат - завдяки підвищенню доступності і ефективності державних послуг, розвитку цілої екосистеми бізнес-сервісів (логістичні послуги, мобільний банкінг), підвищенню прозорості умов ведення бізнесу (електронні майданчики для проведення тендерів та закупівель, портали зворотного зв'язку).

**Постановка проблеми.** На сьогодні існує декілька міжнародних рейтингів, які прямо або побічно характеризують рівні розвитку інформаційно-комунікаційних технологій і зрілості інструментів електронної держави в різних країнах світу.

Рейтинг розвитку електронного уряду (E-government development rank) – це огляд рівня розвитку електронного уряду в 193 країнах-членах ООН, що розробляється раз на два роки. Він включає оцінки таких аспектів, як електронні послуги і сервіси, що надаються органами влади, інформаційно-комунікаційна інфраструктура та розвиток людського потенціалу.

Індекс розвитку ІКТ (ICT Development Index - IDI) - комплексний, універсальний і загально визнаний показник, що характеризує досягнення країни з точки зору розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Він щорічно (починаючи з 2009 року) розраховується Міжнародним союзом електров'язку. Розробка Індeksu була рекомендована Всесвітньою зустріччю на вищому рівні з питань розвитку інформаційного суспільства. Індекс будується на основі трьох підіндексів - доступу, використання і навичок. Для розрахунку Індeksu використовується 11 показників, що характеризують проникнення фіксованого телефонного зв'язку, мобільного стільникового зв'язку та Інтернету (в тому числі широко смугового), доступ до комп'ютерів та Інтернету домогосподарств, рівень грамотності дорослого населення і залученість в освіту молоді. Основне завдання індексу полягає в можливості визначення тих показників, значення яких необхідно поліпшити для скорочення «цифрового розриву» з найбільш розвиненими країнами. Однак при визначенні даного індексу не враховуються такі важливі аспекти, як величина території країни і щільність населення.

Індекс готовності до мережевого суспільства (Networked Readiness Index - NRI) – це комплексний показник, що відображає готовність економіки країн світу до використання інформаційно-телекомунікаційних технологій для прискорення розвитку. Індекс будується на основі 3 індексів-компонентів (Environment subindex - середовище), (Readiness subindex - готовність) і (Usage subindex - використання).

Індекс економіки знань (Knowledge Economy Index - KEI) характеризує загальний рівень просування країни або регіону до економіки, заснованої на знанні. Індекс економіки знань включає в себе рівнозначних

4 субіндекси - якості освіти (Education and Human Resources), інноваційної діяльності (The Innovation System), ІКТ (Information and Communication Technology - ICT), економічного та інституційного режиму (The Economic Incentive and Institutional Regime). Перші три субіндекси утворює Індекс знань (Knowledge Index - KI), який розраховується окремо. Субіндекси економіки знань розраховуються за методикою Світового банку.

*Метою даної роботи є дослідження динаміки України по всіх цих індексах, також аналіз результатів України у порівнянні з іншими країнами нашого регіону, визначення складових цих індексів, завдяки покращення яких, Україна може досягти прогресу у цих рейтингах.*

Основна мета цього дослідження полягає в підготовці пропозицій щодо модернізації тих галузей, які описуються окремими складовими індексів на підставі аналізу динаміки їх розвитку в умовах функціонування існуючих в Україні інноваційних соціально-економічних систем, а також інституційних умов формування та трансформації цифрової економіки.

Досягнення поставленої мети передбачає виконання ряду завдань:

- дослідити динаміку України у вищезазначених індексах;
- порівняти місця, які займає Україна за цими індексами, з динамікою сусідніх країн;
- визначити ті показники, які характеризують ті сфери, покращення у яких допоможе Україні досягти прогресу за цими індексами.
- побудувати моделі, які описують ці взаємозалежності;
- підготувати пропозиції і рекомендації для поліпшення процесу прийняття рішень, що сприятимуть прогресу України за цими індексами.

**Методи дослідження.** Для дослідження використовуються наступні методи. Для відсіювання або відбору показників використовується кореляційно-регресійний аналіз, як це було зроблено в роботах [4-6].

Побудова моделей відбувається за допомогою індуктивного підходу, який зарекомендував себе як метод автоматичної побудови моделей за вибіркою експериментальних даних. Цей метод має достатній досвід застосування для побудови моделей у зовсім різних галузях [7]. Найбільш відомим з алгоритмів МГУА є комбінаторний алгоритм МГУА, його і буде використано для побудови моделей залежностей економічних показників [4-6].

**Дані.** Використовуються дані Організації об'єднаних націй (ООН), Міжнародного союзу електров'язку (МСЕ), Всесвітнього економічного форуму (ВЕФ) і Світового банку (СБ).

**Висновки.** Даний підхід буде покладений в основу технології підтримки рішень у сфері розвитку людського капіталу в умовах цифрової економіки та інформатизації суспільства. Результати проведеного дослідження можуть бути використані органами державного регулювання в процесі розробки векторів, напрямків і заходів соціальної та інноваційної політики, а також для організації подальших досліджень фундаментальних і прикладних проблем людського капіталу та інноваційних соціально-економічних систем.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Індекс сетевой готовности / [Електронний ресурс] - [http://www.feg.org.ua/uploadfiles/reports/files/ukraine\\_in\\_the\\_world\\_2013\\_rus\\_web\\_part2\\_3\\_network.pdf](http://www.feg.org.ua/uploadfiles/reports/files/ukraine_in_the_world_2013_rus_web_part2_3_network.pdf).
2. Доклад о человеческом развитии 2015. Труд во имя человеческого развития / [Електронний ресурс] - [http://www.un-ilibrary.org/economic-and-social-development/2015\\_a38c8a2e-ru](http://www.un-ilibrary.org/economic-and-social-development/2015_a38c8a2e-ru).
3. Цифровая Россия: новая реальность, июль 2017 / Digital McKinsey / [Електронний ресурс] - <https://www.mckinsey.com/ru/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Digital%20Russia/Digital-Russia-report.ashx>.
4. Savchenko Ie., Tutova O. Use of GMDH for investigation of impact of non-income components on HDI // Індуктивне моделювання складних систем. – 2012.–Вип. 4. – С.28-37.
5. Tutova O., Savchenko Ie. Modeling of Impact of Macroeconomic Indicators on the Growth of National Income // Proceedings of 4th International Conference in Inductive Modelling ICIM 2013. – Kyiv: IRTC, 2013. – P. 315-319.
6. Тутова О.В., Савченко Є.А. Вплив демографічних і соціальних показників на валовий регіональний продукт в областях України // Індуктивне моделювання складних систем. – 2015. – Вип. 7. – С. 271-281.
7. Ивахненко А.Г., Степашко В.С. Помехоустойчивость моделирования. Киев: Наук. думка, 1985. – 215 с.

**РАНЖИРОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВ НА ОСНОВЕ ИХ БИНАРНЫХ  
ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ****Самохвалов Ю. Я.***Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,  
Киев, ул. Владимирская, 64, yu1953@ukr.net*

Принятие решений можно интерпретировать как ранжирование альтернатив из множества допустимых. При этом ранжирование определяется соответствующим отношением предпочтения. Для задания такого отношения на дискретных и конечных множествах в подавляющем большинстве случаев используется линейная свертка. Она применяется в моделях, в которых постулируется, что низкая оценка по одному критерию может быть компенсирована высокой оценкой по другому.

Главная трудность такой скаляризации кроется в отыскании нормирующего делителя частных критериев для приведения их к безразмерному виду. При этом такой делитель должен быть объективным и простым (доступным) в определении и вычислении. Существует много различных методов нормирования частных критериев. Так, в одних методах в качестве такого делителя берутся как заданные, так и максимальные значения частных критериев. Другие предусматривают использование разности между максимальным и минимальным значениями критерия. Широкое распространение также получило нормирование критериев к аналогичным критериям альтернатив, принятых за базовые. Характерной чертой этих способов является то, что они предполагают знания базовых или фактических минимальных (максимальных) значений частных критериев. При этом определение этих значений не редко сопряжено с определенными трудностями.

С учетом этого в докладе предложено в качестве нормирующего делителя использовать максимальные значения частных критериев в альтернативах. Такой способ нормирования назовем *нормировкой к локальному максимуму*. Он является более простым и, что особенно важно, не предполагает знания физической природы (размерности) частных критериев. Однако при этом нормирующие делители не постоянны, так как зависят от альтернатив.

В [1] показано, что использование переменных нормирующих делителей в линейной свертке может привести к изменению бинарных отношений предпочтения элементов на различных множествах. Например, если на множестве  $A = (A_1, A_2, A_3)$  имеет место  $A_1 \succ A_2$ , то на его подмножестве  $A^* = (A_1, A_2)$  может быть  $A_2 \succ A_1$ , а это отношение, согласно аксиоме Эрроу о независимости бинарного отношения предпочтения от посторонних альтернатив, всегда постоянно при неизменных критериях оценки.

Чтобы обойти недостаток такой скаляризации, предложена схема решения, согласно которой порядок предпочтения на множестве альтернатив строится на основе их взаимного превосходства. Суть такого подхода состоит в следующем.

Пусть  $K$  – множество критериев, а  $A$  – множество альтернатив. Для каждой пары альтернатив  $A_i, A_j \in A$  находится их отношение  $\gamma_{ij} = S_i/S_j$ , где  $S_i, S_j$  – линейные свертки этих альтернатив с нормированием частных критериев к локальному максимуму. Затем строится матрица  $M = \|m_{ij}\|$ , в которой  $m_{ij} = \gamma_{ij}$ . Тогда собственный вектор этой матрицы будет задавать ранжирование альтернатив из  $A$ .

Таким образом, поскольку коэффициенты  $\gamma_{ij}$  постоянны при заданных критериях оценки, то линейный порядок на множестве альтернатив и на его подмножествах не меняется. То есть, если на множестве  $A = (A_1, A_2, A_3)$  имеет место, например,  $A_1 \succ A_2$ , то и на его подмножестве  $A^* = (A_1, A_2)$  также будет иметь место  $A_1 \succ A_2$ . Кроме этого, при таком подходе локальный максимум (минимум) может быть использован и при применении других нормирующих делителей.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Самохвалов Ю.Я. Групповой учет относительного превосходства альтернатив в задачах принятия решений//Кибернетика и системный анализ. – 2003. – №6. – С.141–145.

## РОЗРОБЛЕННЯ МАСОВОЇ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОЇ РОЛЬОВОЇ ОНЛАЙН-ГРИ

Сениський О. Ю., Берко А. Ю., Кунанець Н.Е.

*Національний університет «Львівська політехніка»*

*Україна, м. Львів, вул. Степана Бандери 32 а, 79013*

*Andrii.Y.Berko@lpnu.ua, nek.lviv@gmail.com*

Сьогодні у процесах розроблення ігрових програмних засобів широко застосовують новітні технологічні рішення та складні математичні моделі.

Також розвиток серйозної гри вимагає досконалого знання області дослідження, щоб отримати бажані результати, однак це може виявитися недостатньо для успішної серйозної гри. Перш за все, гравець повинен відчувати, що він учасник гри, де навчання є лише наслідком ігрових дій.

Метою даної роботи є опис основних принципів та засобів розроблення такого класу програмних продуктів як масові багатокористувацькі рольові онлайн-ігри, які можна використовувати не завантажуючи на користувачський компютер.

Важливою проблемою розроблення ігрових програмних продуктів є зростання складності алгоритмів та моделей їх функціонування, високі вимоги щодо якості візуалізації та швидкодії. Також однією із проблем сучасних комп'ютерних ігор є їх казуалізація, тобто із кожним доповненням гра стає занадто простою [1]. Невід'ємною проблемою будь-якої гри, є вузько направленість користувачів, наглядними прикладами таких проблем є компанії Blizzard та Valve, які втратили чимало підписників.

Одним із шляхів нейтралізації таких проблем є вдосконалення процесів розроблення багатокористувацьких рольових ігор при використанні уніфікованих інструментальних платформ, які включають типові програмні компоненти, що базуються на ефективних фізико-математичних моделях. У продемонстрованій роботі проблематика таких компаній зведена до мінімуму, при використанні більш обширних жанрів. Складність ігрового процесу у проекті є позитивним, оскільки гравець є більш зосередженим у необхідних моментах, та напруженим у інших.

Фундаментальним фактом розробки будь-якої комп'ютерної гри є те, що вони існують для того, щоб відтворювати для користувача відчуття реальності.

При обґрунтуванні тематики розробленого проекту, враховано ринок ігрової індустрії, здійснено порівняння із аналогами. Отримані у ході досліджень відомості засвідчують високу конкурентно спроможність розробленого програмного продукту та відповідність загальним вимогам на ринку.

Результати дослідження засвідчують відповідність наступним вимогам:

- уніфікація;
- мобільність;
- масштабованість;
- взаємодія з користувачем.

Вимоги якості FURPS+ дають високу оцінку проекту. Проект зорієнтований на ігрову спільноту, яка надає переваги рольовим іграм (MMORPG). Вибір цього жанру для проекту зумовлений його особливостями:

По-перше, MMORPG – жанр, у якому можна поєднати різноманітні елементи ігрових індустрій, зокрема такі як shooter game (стрільба із зброї по мішенях), hotdog (ефект жахів) та інших.

По-друге, велика кількість шанувальників багатокористувацьких рольових ігор дає змогу залучити широку аудиторію користувачів.

Розроблений проект є системою, що поєднує застосунок для входу у обліковий запис, захисту особистих даних та основної ігрової платформи.

Застосунок як система запуску розробленого проекту дозволяє здійснювати вибір тестової версії або ж платної підписки. При обранні платної підписки можливе використання системи у повному обсязі, на противагу обранню тестової версії, яка подає певні функціональні обмеження.

Ігрова платформа поділяється на чотири основні елементи:

- проходження сюжетної лінії, яка протягом усієї гри буде супроводжувати гравця в тому чи іншому аспекті гри;
- дослідження відкритого світу гри, тобто здійснюється вільне пересування гравця незалежно від того, чи є у нього сюжетні завдання чи ні;
- наявність елементу hotdog (ефекту жахів), що дозволяє тримати гравця у постійній напрузі, надаючи ходу гри кращого ефекту;
- присутність ігрових стилів, таких як PvE - гравець проти оточення, PvP - гравець проти гравця, PvE / PvP - поєднує в собі якості двох вищенаведених стилів, та їх різноманітні підстили. Це дозволяє

сформувати у користувача навички роботи у команді, комунікаційні, розвинути швидкість реакції та здобути інші позитивні якості.

Сюжет гри розгортається на планеті Марс 22 квітня 2023 року. Зав'язка полягає у появі невідомої комети, чужорідних організмів, створенні колонії «Рай» та дослідженні невідомого об'єкта, котрий прилетів із сузір'я Водолія зірки TRAPPIST-1. Про можливу наявність життя на планетах, що обертаються навколо цієї зірки, було згадано 22 лютого 2017 року. Вчені передбачали можливість життя лише на трьох планетах цієї сонячної системи e, f та g. 30 квітня 2028 року відбулося падіння корабля, яке зруйнувало частину гори «Олімп». Корабель упав в один із каньйонів Долини Марінера.

Розроблений проект базується не тільки на видумці автора, але й опирається на наукові гіпотези, що збагачує користувачів певними знаннями. Проект є орієнтованим на інноваційність як у програмному аспекті, маркетинговій складовій та фізико-математичній моделі.

Інноваційність маркетингового аспекту та економічного ходу полягає в можливості охоплення великої аудиторії користувачів, що мають різні сфери зацікавленості, захоплюються різноманітними жанрами ігрової індустрії.

Використання фізико-математичних моделей дало змогу реалізувати віртуальний світ близьким до реального, що у жанрах MMORPG не використовуються через складність та небажання перевантажувати даними як гравця, так і ігрову систему. Використання даної системи дає велику перевагу, охоплюючи усі жанри ігрової індустрії, та надає користувачеві відчуття реальності світу, що зображений у грі.

Комп'ютерні ігри – продукт нового інтерактивного мистецтва. Гравець переноситься до віртуальної реальності, повної небезпек, пригод та захоплюючих сценаріїв, яких так не вистачає гравцю в сучасному світі. Гравцю надається можливість керувати аватаром, моделювати свій власний світ, давати вихід негативній енергії, позиціонувати себе у віртуальному світі на свій розсуд, обираючи певний тип відпочинку.

Проект є інноваційним у тематичному аспекті, має високу відмінність від аналогів, що свідчить про високий показник конкурентоспроможності та унікальності.

Розроблений програмний продукт переносить гравця у віртуальний світ, дозволяє з користю проводити дозвілля.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Barbosa, A.F.S., Pereira, P.N.M., Dias, J.A.F.F., Silva, F.G.M. A new methodology of design and development of serious games. – 2014. № 817167. – С. 1-6.

### ЗАХИЩЕНИЙ ІОТ ДЛЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ RASPBERRY PI

Хорунжий Т.Ю.,<sup>1</sup> Жиров Г.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка

На сьогоднішній час, Інтернет речей набуває все більшої популярності. Зазвичай термін «Інтернет речей» пов'язують з чимось розумним, а саме: розумні будинки, розумний транспорт, розумні підприємства і т.п.

Останні досягнення в області напівпровідникової техніки дали економічно ефективніші рішення для безпосередньої інтеграції безпроводного зв'язку у вбудованих процесорах і датчиках, що, в свою чергу, викликає великий інтерес до Інтернету речей (IoT), який об'єднує повсякденні предмети в єдину мережу. Проте, швидкість впровадження IoT серед домашніх користувачів залежить від їх готовності купувати ці пристрої, а зручність і безпека визначаються як два ключових чинника, що впливають на їх рішення.

Багато існуючих систем домашньої автоматизації використовують ZigBee або Bluetooth для бездротового з'єднання, Wi-Fi також є дієздатною альтернативою через запровадження IPv6, який дозволяє підключати майже необмежену кількість вбудованих пристроїв. Проблеми безпеки в IoT включають конфіденційність, аутентифікацію і безпечне наскрізне з'єднання. Крім того, при наявності на ринку багатой кількості інтелектуальних домашніх стандартів, будь-яка схема безпеки повинна враховувати взаємозв'язок між декількома стандартами. На рис. 1 показана установка запропонованої системи, що складається з домашнього шлюзу і декількох пристроїв IoT, підключених через мережу Wi-Fi. Користувач може отримати доступ і керувати системою за допомогою мобільного пристрою, звернувшись до домашнього шлюзу. Шлюз відповідає за аутентифікацію і моніторинг зв'язку між пристроями в системі. Шлюз також може забезпечувати трансляцію між різними стандартами IoT на нижньому рівні, підтримуючи загальну схему безпеки на більш високому рівні. Кожен пристрій IoT може взаємодіяти тільки зі шлюзом. Ґрунтуючись на призначених для користувача перевагах, інформація з одного пристрою

також може ініціювати шлюз для відправки повідомлення на інший пристрій для відповіді з відповідною дією.

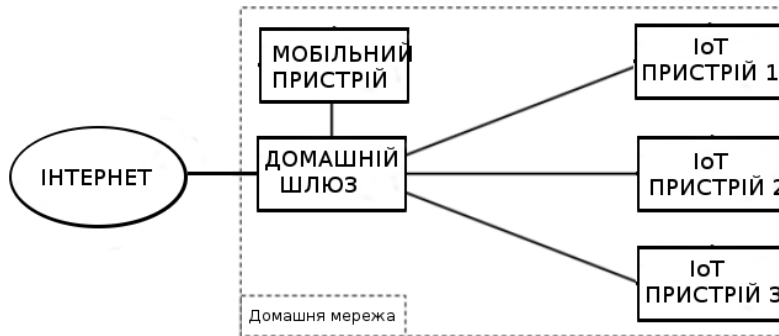


Рис. 1. Запропонована система захищеного будинку

Аутентифікація є серйозною проблемою в ІоТ, але більшість пристроїв побутової електроніки немає призначеного для користувача інтерфейсу для введення інформації аутентифікації. Таким чином, існує необхідність в зручній і надійній процедурі аутентифікації для інтелектуальної домашньої системи. Одним з таких підходів є використання протоколу взаємної аутентифікації відкритого ключа.

Даний вид аутентифікації використовується, коли і клієнт, і сервер мають сертифікати. Послідовність кроків даного виду аутентифікації зображена на рис 2.

Де  $N_k$ ,  $N_c$  - 128 бітове число, вибране випадковим чином клієнтом і сервером окремо;  $K$ ,  $C$  - ідентифікатори клієнта і сервера (наприклад, IP адреса);  $K_s$  - загальний секретний ключ;  $E_c$ ,  $E_k$  - відкриті ключі сервера і клієнта відповідно, які передаються у вигляді сертифікатів.

Процес аутентифікації відбувається наступним чином: спочатку клієнт надсилає запит відкритого ключа сервера ( $E_c$ ) у центра сертифікації. Потім шифрує, за допомогою отриманого ключа, випадково вибране число і свій ідентифікатор. Тільки справжній сервер може розшифрувати це повідомлення. Тому сервер, отримуючи дане повідомлення, розшифровує його, і шифрує за допомогою відкритого ключа клієнта (який він отримує у центрі сертифікації) випадкове число клієнта, своє випадкове число, і загальний секретний ключ. Далі клієнт (якщо є тим, за кого себе видає), розшифровує повідомлення сервера, дізнається загальний секретний ключ, і для підтвердження, що він зміг розшифрувати повідомлення сервера, відсилає серверу випадкове число  $N_c$ , зашифрувавши його загальним секретним ключем.

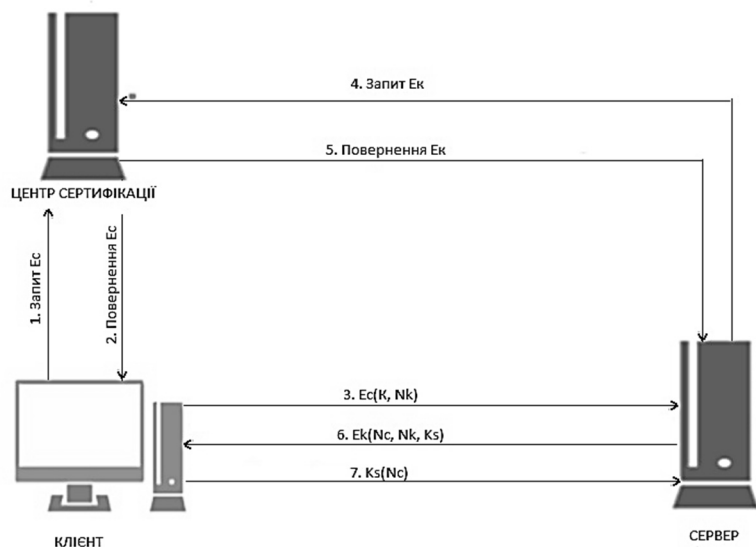


Рис. 2. Послідовність кроків аутентифікації за допомогою відкритого ключа.

При проектуванні системи аутентифікації, на відміну від стандартного протоколу, передбачається, що клієнти не будуть мати свій сертифікат, а будуть відсилати свій відкритий ключ серверу, зашифрувавши його попередньо відкритим ключем сервера, отриманого за допомогою сертифіката. Це дозволить уникнути необхідності отримання безлічі сертифікатів для кожного клієнта, що спричинило б

необхідність користувачеві цього клієнта відволікатися на його налаштування, що суперечить обмеженням системи.

Висновок: З розвитком Інтернету речей все більше предметів будуть підключатися до глобальної мережі, тим самим створюючи нові можливості в сфері безпеки, аналітики та управління, відкриваючи все нові і більш широкі перспективи, що сприяють підвищенню якості життя населення. Тому на перший план висувається проблема організація безпеки інформації, для запобігання незаконного та часто злочинного використання цінних відомостей. В даній роботі пропонується використання протоколу взаємної аутентифікації відкритого ключа, як один із методів захисту інформації.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Y., Dong, X., & Sun, W. Chang. Influence of characteristics of the Internet of Things on consumer purchase intention. *Social Behavior and Personality: an international journal*, vol. 42, no. 2, pp. 321-330, 2014.
2. X. Zhao. The strategy of smart home control system design based on wireless network in *Computer Engineering and Technology (ICCET)*, 2010 2nd International Conference on, vol. 4, 2010, pp. V4-37.
3. R., Pecorella, T., Viti, R., & Carlini, C. Fantacci. Short paper: Overcoming IoT fragmentation through standard gateway architecture. *2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, pp. 181-182, 2014.
4. <https://habr.com/post/144282/>
5. R.M. Lee, M.J. Assante, and T. Conway. Analysis of the Cyber Attack on the Ukrainian Power Grid, *SANS Industrial Control Systems*, Mar. 2016.
6. <http://www.snt.ua/news/IoT.pdf>.
7. Мао, Венбо. Современная криптография: теория и практика: Пер. с английского. – М.: Издательский дом «Вильнюс», 2005. – 768 с.
8. Ленков С.В., Перегудов Д.А., Хорошко В.А. Методы и средства защиты информации. Том I. Несанкционированное получение информации / Под ред. В.А. Хорошко. – К.: Арий, 2008. – 464 с.

## СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ В БЕЗПЕЦІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Чаплінський Ю.П., Субботіна О.В.

*Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України,  
проспект Академіка Глушкова, 40, Київ, 03680, Україна, yurachap@gmail.com*

Сучасні технології харчової промисловості, вимоги безпеки харчових продуктів ланцюга поставок продуктів харчування від ферми до столу, вимоги до логістики харчових продуктів, реалізації продуктів харчування, зберігання продуктів харчування, вимоги щодо зниження ризиків використання продуктів харчування та виникнення хвороб харчового походження, необхідність підтримання громадського довіри до безпеки харчових продуктів і продовольчої постачання, необхідність збільшення експортних можливостей харчової галузі є сучасними завданнями розвитку харчової галузі. Найвні підходи до реформування традиційної системи управління безпечністю харчовими продуктами не можуть вважатись достатньо ефективними оскільки вони не визначають і адекватно не вирішують багатьох існуючих проблем, не можуть забезпечити ефективне реагування на швидкий розвиток і зміни, що привносять ймовірні ризики, не завжди враховують під час прийняття рішень найновіші наукові дані та наслідки для суспільства, не охоплюють та не розповсюджуються на весь харчовий ланцюг.

Будемо розуміти під підтримкою прийняття рішень інтелектуальну комп'ютерну технологію посилення можливостей ЛПР в процесі спостереження за станом проблемної області, діагностики проблемних ситуацій і цілей, планування дій і генерації способів їх реалізації, формування раціональних варіантів рішень з використанням як методів прийняття рішень і оптимізації, так і використання експертних знань.

Сучасні вимоги до безпеки харчових продуктів визначають необхідність контролювати весь ланцюг виробництва харчових продуктів. Це базується на створенні та використанні системи безпеки продуктів харчування, що реалізується на принципах НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point) та забезпечує структурований підхід до ідентифікації та контролю визначених небезпечних чинників.

Сьогодні така система безпеки продуктів харчування неможлива без реалізації засобів інтегрованої комп'ютерної підтримки інформаційного та методологічного забезпечення. В рамках такої реалізації системи безпеки продуктів харчування необхідно підтримати всі етапи прийняття рішень від проведення аналізу та визначення небезпечних факторів та відповідних заходів з контролю, ідентифікації та визначення небезпечних факторів та ризиків їх виникнення, ідентифікації та визначення критичних контрольних точок з врахуванням вимог законодавства, галузевих рекомендацій, настанов з кращих



практик та підтверджених власними дослідженнями до визначення коригувальних заходів та аналізу їх впровадження, підтвердження правильності роботи системи. У цих умовах на рівні підприємств характерними рисами є: інтеграція наукових знань, зростання кількості міждисциплінарних проблем, комплексність проблем і необхідність їх вивчення в єдності технічних, економічних, соціальних, психологічних, управлінських і інших аспектів; ускладнення проблем та об'єктів; динамічність ситуацій прийняття рішень; дефіцитність ресурсів; підвищення рівня стандартизації та автоматизації елементів виробничих і управлінських процесів; глобалізація конкуренції, виробництва, кооперації, стандартизації і т. д.; підвищення ролі людського фактору в управлінні та ін. При чому, як правило, такі задачі виявляються несумісними через їх структуру, що склалася, та обмежувачими факторами, які називають «вузькими місцями».

Таким особливостям задач прийняття рішень задовольняє технологія системної оптимізації, яка була запропонована В.М. Глушковым. Суть якої полягає в цілеспрямованій зміні моделей прийняття рішень для досягнення мети розв'язання задачі та у виборі найбільш прийняттого рішення поставленої задачі. Основною метою таких процедур являється побудова нової моделі задачі у відповідності до початкової моделі та областю припустимих варіацій параметрів задачі, які задаються з техніко-економічних можливостей підприємства при створенні та роботі системи безпеки продуктів харчування.

В рамках такого розгляду задач безпеки продуктів харчування необхідно визначити джерела небезпеки, критичні контрольні точки, коригувальні заходи, ресурси, які необхідні для проведення коригувальних заходів.

До джерел небезпеки будемо відносити: сировину (визначаються небезпечні чинники, які присутні в кожному з видів сировини); харчові продукти, що виробляються (внутрішні чинники (фізичні характеристики та склад харчового продукту під час та після обробки), мікробіологічний склад); приміщення, виробниче середовище та водопровідну воду. (визначаються небезпечні фактори безпосередньо пов'язані з розташуванням приміщень або внутрішнім навколишнім середовищем, забезпечується прибирання приміщень, дезінфекція та дератизація до необхідного рівня, що гарантує відсутність ризику, використанням водопровідної води); процеси виробництва та устаткування; персонал; упакування; приймання, зберігання та реалізацію.

Для визначених джерел безпеки необхідно визначити критичні контрольні точки, кожна з яких може мати один або більше (комбінація) критичних меж, щоб упевнитися, що небезпека вдалося запобігти, усунути або звести до прийняттого рівня. Критична межа визначається через максимальне і / або мінімальне значення, до якого може контролюватися біологічний, хімічний або фізичний параметр в критичній контрольній точці. Критична межа використовується для того, щоб в критичній контрольній точці відрізнити безпечні умови операції від небезпечних.

При цьому реалізується декомпозиція технологічного процесу до рівня технологічних операцій, причому слід розрізнити два види операцій - технологічні операції, в яких може бути застосовано керуючий вплив (є критичні контрольні точки), та технологічні операції, які не можуть бути використані для цілей управління (немає критичних контрольних точок). Тобто, технологічний процес можна представити як сукупність технологічних операцій та контрольованих параметрів з визначенням коефіцієнта вагомості.

Для кожної критичної контрольної точки визначаються відповідні коригувальні заходи, що застосовуються в разі порушення критичних меж. Такими заходами можуть бути, наприклад, перевірка засобів вимірювальної техніки; налагодження обладнання; переробка невідповідної продукції і т.д. Проведення коригувальних заходів вимагає певних технічних, фінансових, людських та інших ресурсів.

При цьому розв'язання задачі системної оптимізації[1] буде складатися з перевірки значень параметрів критичних контрольних точок виробництва харчових продуктів в області контрольних меж (які називаються директивними завданнями), і в випадку їх невиконання, знаходження "вузьких місць", вироблення заходів, що направлені на усунення невиконання вимог, та в виборі найбільш прийняттого рішення. При цьому в рамках технології системної оптимізації вдається врахувати взаємозалежність рішень, негативні наслідки, обмеження поведінки, інформаційні обмеження, час і середовище, що постійно змінюється, визначеність, ризик, невизначеність і т.д., розглядати різні аспекти прийняття рішень.

Таким чином, видно, що системна оптимізація дає можливість представлення рішення достатньо складних задач у вигляді послідовності рішення більш простих задач, ефективно використовувати професійні знання різних спеціалістів, більш повно відображати взаємозв'язок матеріальних, виробничих, фінансових та інших аспектів виробництва продукції, неформалізованості окремих знань та специфікацій виробництва і планування, більшою різноманітністю формулювань окремих завдань, які виникають в конкретних виробничих умовах в ході випуску продукції і розвитку виробництва, неможливістю оцінки проміжних і кінцевих результатів з точки зору всіх динамічно змінюваних вимог до виробництва і конкретної задачі, наявністю експертних оцінок використання матеріальних, виробничих та

інших ресурсів при виборі нових технологій і обладнання, складних взаємозв'язків між різними елементами системи в рамках існуючого виробництва.

Для представлення таких задач використовується онтологією[2], що представляє собою багаторівневу асоціативну структуру, яка включає мета-онтологію; базову онтологію; контекстну онтологію; множину онтологій представлення процесу прийняття рішень, що включає представлення задач та їх розв'язання на рівні проблемної області, онтологій предметно-формального та формального представлення та реалізацій цього процесу; онтологію реалізацій, що включає опис програмного забезпечення для підтримки прийняття рішень; онтологію представлення користувача та взаємодії з ним; модель машини виведення, що асоціюється з множиною визначених онтологій. При цьому прийняття рішень розглядається через наступні контекстні області: мета/результат, актор, процес/дія, об'єкт, середовище, можливості, засоби, представлення, розташування, час.

Це дає можливість внести в організацію виробництва ряд важливих властивостей, що передусім дає можливість перейти до неперервного планування, забезпечує проведення будь-якого корегування в процесі розробки варіанту реалізації системи безпеки продуктів харчування і виконання вимог безпеки продуктів харчування без порушення технологічної цілісності та взаємозв'язків, передбачає багатоваріантність і можливість отримання рішень по різним критеріям оптимізації, буде взаємозв'язану систему рішення поставленої завдання з урахуванням взаємодії з іншими комплексами задач.

Запропонований підхід до розв'язання розроблено в рамках науково-дослідної роботи “Розробити контекстно-орієнтовані онтологокеровані алгоритми системної оптимізації на прикладі безпеки продуктів харчування”

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Чаплінський Ю.П. Алгоритми системної оптимізації для різних припустимих варіацій параметрів. // Проблеми інформатизації та управління. №1, 2007. – С. 163-168.
2. Чаплінський Ю. П. Складові онтологокерованого прийняття рішень / Ю. П. Чаплінський, В.І. Надточій // Проблеми інформатизації та управління, № 4, 2012. – С. 102 – 105.

#### МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ РАСХОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Шумова Л.А., Пчелинская А.В., Цебренько А.С.

Східноукраїнський національний університет імені В.Дала  
пр. Центральний 59-а, м. Северодонецьк, 93400, Україна, shumova@ukr.net

Современные трансформационные процессы отечественной экономики сопровождаются усилением факторов роста расходов предприятий - обострением конкуренции со стороны иностранных компаний, ростом цен на основные ресурсы производства, высоким уровнем инфляции, значительными колебаниями обменных курсов валют, удорожанием кредитных ресурсов и пр. Такие условия хозяйствования повышают роль аналитического обеспечения процесса принятия управленческих решений по выбору альтернатив в оценке расходов. Не менее важным является информационное обеспечение рассматриваемых процессов принятия решений. Анализ информационных массивов исходных данных и выходных результатов свидетельствует не только об их многочисленности и разнотипности, работа с которыми требует использования фундаментальных и прикладных наук, но и частичной неопределенности (количественной и информативной), требующей привлечения средств математического моделирования и извлечения дополнительных знаний для принятия корректных решений. К тому же некоторые исходные данные носят не количественный, а качественный характер, что создает дополнительные трудности поиска оптимальных решений. Поэтому выбор модели и метода анализа для формализации и содержательного обоснования решения, их реализация в информационно-аналитической технологии и создание информационной системы поддержки принятия решений (ИСППР) по управлению затратами предприятия, сегодня приобретают особую актуальность [1].

Целью исследования является разработка информационно-аналитической технологии принятия решений по управлению затратами предприятия.

В публикациях по исследованию методов искусственного интеллекта широко представлены искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы [2,3], методы инженерии знаний, основанные на фреймовых, продукционных моделях знаний [4], графоаналитический способ представления информационных потоков. Однако, из-за несовершенства способов представления знаний и машинного способа манипулирования ими, на практике такие методы недостаточно эффективны.

Для построения модели выбора альтернативы в оценке расходов предприятия в работе рассматривается применение квантового подхода к инженерии знаний, разработанного профессором И.Б. Сироджа [5]. Для принятия идентификационных и прогнозных решений в условиях неопределенности используется метод разноуровневых алгоритмических квантов знаний. База знаний формируется из сценарных примеров обучающих знаний (СПОЗ) или таблицы эмпирических данных, которые содержат финансово-экономические критерии [5]. Идея метода состоит в формализованной структуризации (автоматическом квантовании) информации для компьютерного воспроизведения умозаключений и рассуждений средствами математической логики и теории алгоритмов. В результате формируется сеть, представляющая собой ориентированный граф, обладающий порядковой функцией. Вершины данного графа отвечают высказываниям из СПОЗ, а дуги указывают на причинно-следственные связи между узлами с логическими связками «И», «ИЛИ», «НЕ». Преимущества модели состоит в том, что она учитывает весь опыт специалиста по данной области независимо от математического аппарата.

На основании результатов исследования методов и моделей разработана информационно-аналитическая технология выбора оптимальных с точки зрения стратегии предприятия элементов оценки его расходов. Практическая ценность полученных результатов заключается в создании обоснованных предложений моделей, программ и практических рекомендаций для компьютерной поддержки принятия управленческих решений по управлению расходами предприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. – М., СПб., К., 2003. – 863 с.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 384 с.
3. Du K.-L. Neural Networks and Statistical Learning / K.-L. Du, M. N. S. Swamy. – London : Springer-Verlag, 2014. – 824 p.
4. Computational Intelligence. A Methodological Introduction / [R. Kruse, C. Borgelt, F. Klawonn and other]. – Berlin : Springer, 2013. – 488 p.
5. Сироджа И.Б. Принятие решений в управлении знаниями средствами инженерии квантов знаний // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2009. – № 2(36). – С. 161–175.

## СЕКЦІЯ „ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ІНДУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ”

### СЕГМЕНТАЦИЯ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ КАРТЫ КОХОНЕНА И АНАЛИЗА НЕЗАВИСИМЫХ КОМПОНЕНТ

Ахметшина Л.Г., Егоров А.А.

*Днепровский национальный университет им. О.Гончара, каф. ЭВМ  
akhmlu@mail.ru*

*Днепровский национальный университет им. О. Гончара, каф. КНИТ  
for\_\_students@ukr.net; egorov@mayak.dp.ua*

**Постановка проблемы.** Сегментация – одна из самых сложных задач, решаемых при обработке изображений. Сложность решения этой задачи обусловлена существенными различиями в характеристиках исходных изображений, а также разными подходами к ее решению, эффективность которых зачастую обусловлена исходными данными.

**Анализ публикаций по теме исследования.** Одним из подходов к решению задачи сегментации является выполнение кластеризации с последующей визуализацией ее результатов. Одним из популярных способов выполнения кластеризации является применение нейронных сетей, среди которых интерес представляет карта Кохонена ввиду отсутствия необходимости создания специальных обучающих выборок. В работе [2] описывался метод сегментации с применением карты Кохонена, позволяющий осуществлять визуализации на основе нечетких функций принадлежности (формировалась после обучения нейросети)

**Цель статьи.** В данной статье описывается сегментация полутоновых изображений на основе применения карты Кохонена с последующим выполнением анализа независимых компонент матрицы нечетких функций принадлежности, сформированных на основе матрицы весов нейронов.

**Основная часть.** Предложенный алгоритм визуализации состоит из следующих шагов.

1. После обучения карты Кохонена происходит удаление «мертвых» нейронов (количество относящихся к ним исходных данных равно 0). Затем вычисляется количество значимых нейронов  $N_{\text{sgn}}$  (нейроны, для которых количество относящихся к ним экземпляров исходных данных не менее чем среднее)

2. Выполняется итеративное слияние упорядоченных нейронов (путем попарного усреднения весов), расстояние между которыми меньше заданного значения  $\bar{\Delta}$ , вычисляемого по формуле:

$$\bar{\Delta} = \left( \sum_{i=1}^{N_n-1} (v_i - v_{i+1}) \right) / ((N_n - 1) \cdot (2 + N_l / (2 \cdot (N_n - 1)))) , \quad (1)$$

где  $v_i, v_{i+1}$  – веса соседних нейронов,  $N_n$  – количество нейронов, а  $N_l$  – число нейронов, разность расстояний между которыми меньше среднего по разностям всех расстояний.

3. Вычисляется матрица Евклидовых расстояний  $D^e$  для каждой пары нейронов и экземпляров исходных данных  $X$  и «функции принадлежности»:

$$U_{k,i} = D_{k,i}^e / d_k^{\max}, (\forall k \in [1, \dots, N_n], \forall i \in [1, \dots, n]), \quad (2)$$

где  $d_k^{\max}$  – максимум каждой строки матрицы  $D^e$ , а  $n$  – количество экземпляров исходных данных.

4. Выполняется сжатие матрицы  $U$  функций принадлежности [3] (на основе Евклидова расстояния) до тех пор, пока количество нейронов после сжатия удовлетворяет условию  $N_n \geq K_c \cdot N_{\text{sgn}}$  и разница в количестве нейронов с предыдущей итерацией более 1. Значение коэффициента  $K_c$  в данный момент выбирается на отрезке  $[0.75 - 0.95]$  экспериментальным путем. Это значение оказывает влияние на уровень детализации. Выполнение сжатия матрицы  $U$  является важным этапом, устраняющим избыточную детализацию результирующего изображения.

5. Полученная матрица  $U$  подвергается разложению на основе анализа независимых компонент, который производится с использованием алгоритма FastICA. В результате такого разложения формируются матрицы  $A$  и  $U_{ica}$ , удовлетворяющие выражению  $U = AU_{ica}$ . В результате работы

алгоритма FastICA также формируется разделяющая матрица  $W$ . Размерность матрицы  $U_{ica} - c_{ica} \times n$ , где  $c_{ica}$  – количество полученных независимых компонент. Размерности матриц  $A - c \times c_{ica}$ , а  $W - c_{ica} \times c$ , соответственно.

6. Вычисляется вектор коэффициентов  $C_{ica}$  по формуле:

$$(C_{ica})_i = \left| \sum_{j=1}^c W_{i,j} \right| \cdot \sum_{j=1}^c A_{j,i}, i \in [1, c_{ica}]. \quad (3)$$

7. Формируется вектор  $C_{ica}^{\max}$ , содержащий упорядоченные по убыванию неотрицательные элементы вектора  $C_{ica}$ . Также формируется вектор  $V$ , содержащий индексы элементов в векторе  $C_{ica}$ .

8. Значения вектора  $C_{ica}^{\max}$  масштабируются на отрезок  $[0,1]$  по формуле:

$$(C_{ica}^{\max})_j = (C_{ica}^{\max})_j / \max(C_{ica}^{\max}), j \in [1, n_v], \quad (4)$$

где  $n_v$  – количество элементов векторов  $C_{ica}^{\max}$  и  $V$ .

9. Матрица  $U_{ica}$  преобразуется к размерности  $dy \times dx \times c_{ica}$ ,  $dy$  и  $dx$  – количества пикселей по вертикали и горизонтали, соответственно, и интерпретируется, как совокупность полутоновых изображений. Изображения с индексами, входящими в вектор  $V$ , масштабируются на отрезок  $[0,1]$ .

10. Выходное изображение  $I^{out}$  формируется следующим образом:

$$I_{y,x}^{ica} = \sum_{j=1}^{n_v} (U_{ica})_{y,x,V_j} \cdot (C_{ica}^{\max})_j, y \in [1, dy], x \in [1, dx]. \quad (5)$$

После этого к изображению  $I^{ica}$  применяется эквализация гистограммы, после которого выполняется повышение яркости и контраста по формуле:

$$I_{x,y}^{out} = (I_{x,y}^{ica})^{1 - I_{x,y}^{icz}}. \quad (6)$$

**Экспериментальные результаты.** Предложенный алгоритм сегментации был применен при обработке различных полутоновых медицинских изображений. Примером таких снимков является полутоновое изображение (рис. 1 а), представляющее собой томограмму головного мозга, выполненную с целью диагностики наличия гематомы, а также определения области ее влияния в случае выявления. На рис. 1 б представлены результаты сегментации на основе применения метода сравнения с исходными данными [2], а на рис 1 в и 1 г – предложенным методом с коэффициентами  $K_c = 0.8$  и  $K_c = 0.9$ , соответственно. Следует отметить, что в 1-ом случае (рис. 1 б) гематома и область ее влияния выделяется только качественно, т.к. искажается передача полутонов по сравнению с исходным снимком и снижается детализация. В то же время применение предложенного метода позволяет также выделить объекты интереса, при этом обеспечивая либо лучшее соответствие полутонов исходному изображению (рис. 1в), либо лучший уровень детализации в области интереса (рис. 1г)

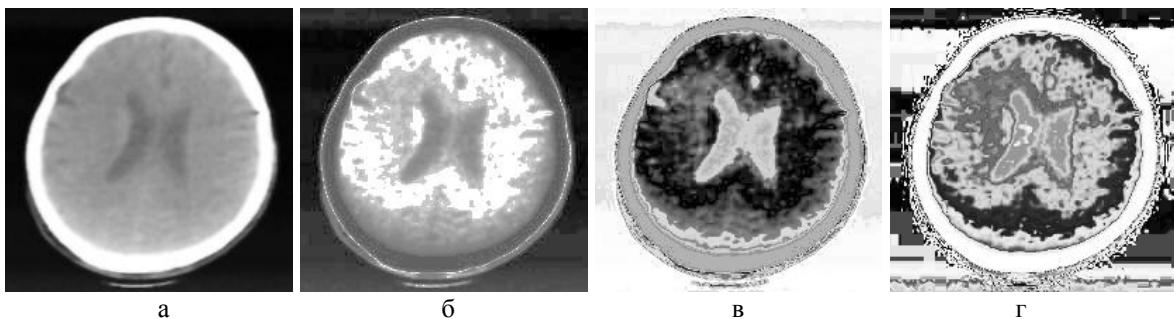


Рис. 1. Рентгеновская томограмма головного мозга: а – исходный полутоновой снимок (204x201); сегментация: б –на основе сравнения с исходными данными; предложенным методом: в –  $K_c = 0.8$ , г –  $K_c = 0.9$

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** На основании полученных экспериментальных результатов можно сделать следующие выводы: применение предложенного метода сегментации обеспечивает повышение ее достоверности.

Т.к. в предложенном методе выбор коэффициента  $K_c$ , который влияет на уровень детализации результата, для конкретного изображения происходит на основе экспериментальных исследований, то перспективным направлением дальнейших исследований является попытка обеспечить автоматизацию его выбора.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс; [пер. с англ. под ред. П.А.Чочиа]. – М.: Техносфера, 2006. – 1070 с.
2. Ахметшина Л.Г. Влияние слияния близких нейронов на скорость и достоверность сегментации на базе карты кохонена // Л.Г. Ахметшина, А.А. Егоров, К.А. Ахметшин / Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: XIV міжнародна науково-практична конф. Дніпропетровськ, 16–18 листопада 2016, – С. 8 – 9.
3. А. Егоров, Л. Ахметшина. Оптимизация яркости изображений на основе нейро-фаззи технологий / А. Егоров, Л. Ахметшина. Монография. Изд. Lambert. –2015. –139 с..

### MASHUP ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО УЖИТКУ

**Барабаш Д.О., Марцишин Р.С., Міюшкович Ю.Г.**

*Національний університет «Львівська політехніка», вул. Ст. Бандери, 12, Львів, 79013,  
barabashdmyto@gmail.com, mrs.nulp@gmail.com, jmiyushk@gmail.com*

Сьогодні більшість з нас знають, що нові технології приходять на зміну старим. Оскільки прогрес в ІТ сфері замінює старі нативні програмні продукти (доступні лише на одній платформі) новими гібридними (поєднання нативного і мобільного рішення), тому можна зробити висновок в якій мірі гібридні програмні рішення стають важливішими від нативних [2]. Отже, гібридну еволюцію програмних продуктів потрібно досліджувати саме сьогодні. При цьому досліджувати не заради її самої, а для полегшення розуміння програмних рішень і оцінки майбутнього як ІТ сфери у всіх її проявах.

Згідно дослідження Еріка Еліотта у 2016 році, 90% часу на своєму смартфоні люди проводять в мобільних ужитках і 10% у браузерях [3]. Але важливим його дослідженням є те, що гібридні ужитки є дешевшими у розробці ніж нативні. Таким чином нативні додатки (iOS+Android) обійшлися в 251,000\$, в той час як аналогічне гібридне рішення обійшлося в 162,500\$. Тобто вдалося зекономити 35,26%.

Тобто, якщо це велика компанія, в якій майже необмежені ресурси, то нативне рішення для неї не буде проблемою, а лише питанням грошей. Проте окрім грошей постане питання часу, оскільки для таких програм час компіляції зростає в рази. Також, якщо використовуються дві платформи iOS та Android, то час зростає більш ніж у 2 рази. Оскільки час витрачений на доповнення готового функціоналу, або виправлення існуючих помилок піде як на одну платформу, так і на іншу. Проте, для великих компаній це питання грошей. А для менших компаній, які зацікавлені в швидкій розробці та розумному витрачанні ресурсів, потрібно застосування гібридного рішення.

На сьогоднішній день відомо багато прикладів гібридних Веб-ужитків. Проте мобільні Mashup ужитки ще не так поширені, тому точно невідомо коли цей термін виник саме у мобільних програмних продуктах. Для того щоб отримати конкретніші дані щодо переваг та недоліків гібридних мобільних ужитків, потрібно розробити власний мобільний програмний продукт з використанням Mashup та провести його детальний аналіз.

Mashup – це підхід до розробки програмного забезпечення, що дозволяє користувачеві комбінувати дані з декількох джерел в одному програмному продукті [4]. Переваги Mashup ужитків:

- спрощений менеджмент коду, оскільки функціональність не залежить від пристрою або конкретної платформи. Таким чином, можна оновлювати і змінювати можливості ужитку без необхідності оновлення нативної обгортки;

- високий рівень кастомізації, оскільки вони надають можливість швидкого переходу на іншу платформу;

- використання можливостей платформи, через створену обгортку.

Для вибору оптимального сервісу метеорологічних даних порівнювалися наступні сервіси: OpenWeatherMap, Yahoo! Weather, Weather Underground, forecast.io.

До уваги взято такі фактори, як середня швидкість запитів, кількість доступних платних та безкоштовних запитів, структурованість даних у відповідях цих запитів та частота оновлення даних на сервері. Отримані експериментальні дані наведено на рис. 1.

Сервіс	Середня швидкість запитів до сервісів метеорологічних даних (мс)	Кількість запитів до сервісів метеорологічних даних	Кількість безкоштовних запитів до сервісів метеорологічних даних
OpenWeatherMap	105	44	21
Yahoo! Weather	156	28	15
Weather Underground	178	22	14
forecast.io	121	40	25

Рис. 1. Результати вибору оптимального сервісу метеорологічних даних

З отриманих результатів видно, що при порівнянні швидкості запитів кращим виявився сервіс openweathermap. Кількість доступних запитів найбільша теж на openweathermap, хоч і різниця виявилася невеликою. Кількість безкоштовних запитів найбільша у сервісу forecast.io. Структурованість отриманих запитів та частота оновлення даних були у всіх сервісах приблизно однакові.

Проаналізувавши можливі карти, було проведено тестування брався до уваги один фактор - мінімальна затримка при взаємодії з користувачем. MapKit – рішення від Apple, воно потребує трохи менше ресурсів ніж Google Maps, але взамін має менше набір функціоналу. Оскільки найважливішим було швидкодія і мінімальні затрати ресурсів, тому виріб очевидний – MapKit. Також під час кастомізації карт було помічено що Google Maps мають більшу деталізацію, що сповільнює трохи роботу на старіших версіях телефонів. Пізніше було знайдено кращу альтернативу яка вирішує проблему обмеженого функціоналу MapKit. Цим рішенням було використання тайлів які надає сервіс OpenWeatherMap. Ця альтернатива підтвердила правильність рішення використання сервісу OpenWeatherMap та карт MapKit, які в поєднанні дозволяють зекономити максимальну кількість ресурсів.

В результаті дослідження запропоновано архітектуру ужитку, яка складається з використаного патерну – MVP, сервісу для отримання метеорологічних даних – OpenWeatherMap, зовнішніх карт – MapKit, сховища даних (в моєму випадку було використано як базу даних – Core Data, так і сховище типу ключ-значення) та повністю нового інтерфейсу мобільного ужитку.

В мобільних ужитках вже зустрічалися усі описані технології, проте поєднання MapKit та OpenWeatherMap створюють повністю нову концепцію разом та новий дизайн з використанням патерну MVP.

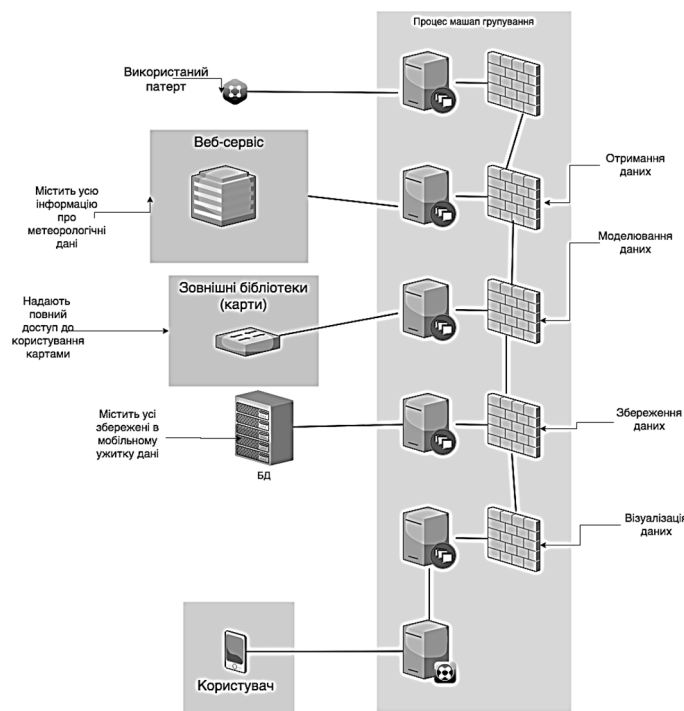


Рис. 2. Структурна схема Mashup ужитку

Для даної архітектури (рис. 2) використовується наступний алгоритм роботи ужитку. Перед тим, як оновити дані відбувається аналіз попередньо отриманих даних та останньої дати оновлення. За допомогою архітектурного патерну відбувається взаємозв'язок між контролерами в проекті. Після того як дані були отримані та пройшли перевірку на коректність даних вони зберігаються в сховище. Після того як збережені дані оновилися спрацьовує шаблон Observer та нові дані змінюють старі або їх відсутність на карті і в ужитку в цілому. Коли всі дані оновлені користувач може побачити оновлений інтерфейс відповідно.

Отже, можна зробити висновок, що не завжди база даних є кращим рішенням в програмних продуктах, і розроблений мобільний ужиток тому підтвердження, який використовує користувацькі налаштування. Вдале поєднання карти та сервісу можуть дати значний вигравш в продуктивності в свою чергу. Також використання технології Mashup дозволить зекономити час і гроші для мобільного рішення, що в майбутньому дозволить менше витратити часу та ресурсів на кастомізацію програмного продукту, тестування та його підтримку. А зекономлені ресурси можна витратити або на розробку нового програмного рішення або покращення існуючого.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Гибридные приложения: новое поколение web-приложений [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/x-mashups/>
2. Нативные, веб и гибридные приложения: что выбрать? [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://smartum.pro/ru/blog-ru/native-web-and-hybrid-apps/>
3. Nader Dabit. The Cost of Native Mobile App Development is Too Damn High! [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://hackernoon.com/the-cost-of-native-mobile-app-development-is-too-damn-high-4d258025033a>
4. Florian Daniel and Maristella Matera. Mashups: Concepts, Models and Architectures. Springer, 2014. ISBN 978-3-642-55048-5

### РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИДІЛЕННЯ ОЗНАК ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ РІЗНОЇ ПРИРОДИ

**Бардачов Ю.М., Дідик О.О., Кругла Н.А., Русалімов І.С.**

*Херсонський національний технічний університет, olexii.didyk@gmail.com*

У загальному вигляді, задача виявлення аномалій є задачею однокласової класифікації [1]. Маючи ознаковий опис об'єкта або процесу, що спостерігається, потрібно визначити чи є поточний стан нормальним або аномальним. Таким чином, задача виявлення аномалій складається із двох підзадач: задачі ознакового опису об'єкта і безпосередньо задачі класифікації.

Для успішного розв'язання задачі ознакового опису необхідно визначити, використання первинних або вторинних ознак об'єкта, що спостерігається, найбільш ефективно з погляду виконання наступної процедури класифікації і які саме характеристики потрібно використовувати для формування ознакового опису об'єкта або процесу.

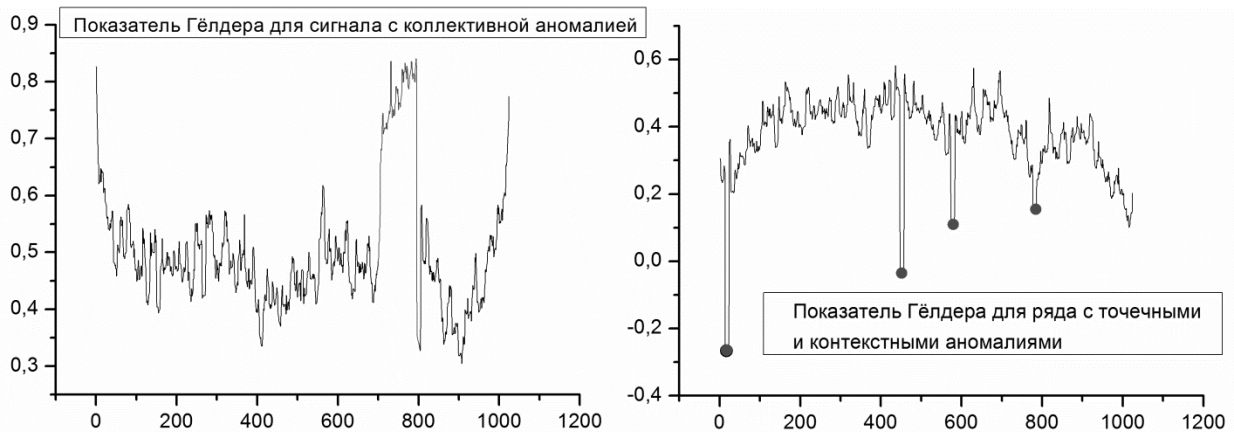
Із цією метою було проведено порівняльне дослідження ефективності різних характеристик модельного сигналу.

У якості модельних сигналів були використані синтетичні ряди фрактального броуновського руху, у які штучно були введені артефакти, а саме аномалії різних типів: точкові, контекстні, колективні.

Для кожного модельного ряду були обчислені такі характеристики, як волатильність, абсолютні й відносні кінцеві різниці, показник Гьолдера. Крім того, кожний ряд був занурений у псевдофазовий простір. Надалі ці характеристики використовувалися як вторинні ознаки для формування простору ознак для проведення процедури класифікації. У якості методів однокласової (бінарної) класифікації використовувалися метод К-середніх, нейронна мережа Кохонена, двоетапна кластеризація, штучна імунна мережа і метод негативного відбору.

У результаті проведеного дослідження був зроблений висновок, що для розв'язання задачі виявлення аномалій усіх типів – точкових, контекстних, колективних – найбільш інформативною є така характеристика досліджуваних сигналів, як показник Гьолдера [2].





Малюнок 1. Показник Гьолдера для сигналу з колективною аномалією (ліворуч) і точковими й контекстними аномаліями (праворуч)

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дидык А.А. Формирование пространства признаков для распознавания аномалий сетевого трафика с использованием методов мультифрактального анализа / Индуктивне моделювання складних систем: зб. наук. праць / відп. ред. В.С.Степашко – К.: Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, 2009. – С. 44-53.
2. Божокин С.В., Паршин Д. А. Фракталы и мультифракталы. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.

### КЛАСТЕРИЗУЮЩИЙ АНСАМБЛЬ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ЕГО ОБУЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕИЗВЕСТНОГО КОЛИЧЕСТВА КЛАССОВ

Бодянский С. В., Жернова П.С., Дейнеко А.О.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, пр. Науки, 14  
e-mail: {yevgeniy.bodyanskiy; polina.zhernova; anastasiia.deineko}@nure.ua,

Проблема кластеризации массивов данных является составной частью комплекса задач, решаемых в рамках DataMining, а для ее решения на сегодня разработано множество подходов, методов и алгоритмов [1-3], отличающихся друг от друга как исходными предположениями, так и используемым математическим аппаратом. Одним из наиболее популярных методов кластеризации является метод К-средних, благодаря наглядности получаемых результатов, простоте используемого математического аппарата и численной реализации. В рамках данного подхода предполагается, что исходный массив данных  $X = \{x(1), \dots, x(2), \dots, x(k), \dots, x(N)\}$ ,  $x(k) = (x_1(k), \dots, x_i(k), \dots, x_n(k))^T \in R$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$  должен быть разбит на  $m$  непересекающихся выпуклых линейно разделимых классов, при этом число этих классов  $m$  задается априорно, исходя из тех или иных, как правило, эмпирических предположений.

В ситуациях, когда необходимо обрабатывать большие массивы информации (BigData) и потоки данных, когда информация подается на вход кластеризующей системы последовательно наблюдение за наблюдением в online режиме, весьма эффективными показали себя кластеризующие самообучающиеся искусственные нейронные сети и, прежде всего, самоорганизующиеся карты Т. Кохонена (SOM) [4], обрабатывающие данные в последовательном режиме. Результат работы SOM совпадает с результатами К-средних, при этом число кластеров  $m$  также задается априорно.

Сохранить возможности online обработки с помощью SOM и установления числа кластеров  $m$  с помощью X-means [5] можно, воспользовавшись идеей кластеризующих ансамблей, при этом в качестве элементов ансамбля использовать кластеризующие нейронные сети Кохонена  $SOM^m$ , каждая из которых рассчитана на различное число возможных классов  $m = 2, 3, \dots, M$ . В рамках подобного подхода первый член ансамбля  $SOM^2$  в слое Кохонена содержит всего два нейрона с векторами синаптических весов  $w_1^2, w_2^2$ , а последний  $SOM^m - M$  нейронов с весами-центроидами  $w_1^M, w_2^M, \dots, w_M^M$ .

В процессе работы ансамбля все  $SOM^m$  функционируют параллельно, а в качестве финального результата выбирается кластеризующая сеть-победитель, показавшая наилучший результат в смысле применяемого критерия качества кластеризации.

Существенным ограничением, снижающим возможности подобного подхода, является требование линейной разделимости и выпуклости формируемых кластеров, в то время как реальные данные могут образовывать классы совершенно произвольной формы. В связи с этим представляется целесообразной разработкой ансамбля ядерных кластеризующих нейронных сетей, предназначенного для online обработки потоков данных в условиях неизвестного или изменяющегося количества классов.

Исходная подлежащая кластеризации информация в виде последовательности  $x(1), x(2), \dots, x(k), \dots, x(N), \dots$  подается на нулевой (входной) слой системы, откуда поступает на первый скрытый слой (RL) радиально-базисных функций, образованный R-нейронами. Именно в этом слое происходит повышение размерности входного пространства с помощью системы ядерных функций  $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \dots, \varphi_l(x), \dots, \varphi_h(x)$ ,  $h > n$ , в качестве которых используются либо традиционные гауссианы, либо другие колоколообразные функции, например,

$$\varphi_l(x) = \left( 1 + \frac{\|x - c_l\|^2}{\gamma_\varphi} \right)^{-1} = \frac{\gamma_\varphi}{\gamma_\varphi + \|x - c_l\|^2}$$

где  $c_l - (n \times 1)$  – вектор, задающий «центр» радиально-базисной функции  $\varphi_l(x)$ ,  $\gamma_\varphi$  – скалярный параметр, определяющий область рецепторного поля – «ширину» этой функции.

Таким образом, при поступлении на вход системы векторного сигнала  $x(k) = (x_1(k), \dots, x_i(k), \dots, x_n(k))^T \in R^n$ , на выходе первого скрытого слоя RL формируется векторный сигнал  $\varphi(x(k)) = (\varphi_1(x(k)), \dots, \varphi_l(x(k)), \dots, \varphi_h(x(k)))^T \in R$ ,  $h > n$ .

Второй скрытый слой NL реализует элементарную операцию нормализации сигнала  $\varphi(x(k))$  вида

$$\tilde{\varphi}(x(k)) = \frac{\varphi(x(k))}{\|\varphi(x(k))\|}$$

необходимую для эффективной работы третьего скрытого слоя SL, образованного  $(M-1)$  самоорганизующимися картами Кохонена  $SOM^m$ , каждая из которых работает в предположении, что в обрабатываемой выборке данных содержится  $m$  классов.

Качество кластеризации, обеспечиваемое каждой  $SOM^m$ , оценивается с помощью того или иного индекса валидации [2] в четвертом скрытом слое VL, где вычисляются соответствующие индексы  $VI^2, VI^3, \dots, VI^m, \dots, VI^M$  для каждого из возможных  $m = 2, 3, \dots, M$ .

И, наконец, в выходном слое, содержащем единственный узел – детектор оптимума, определяется конкретная  $SOM^{m^*}$ , обеспечивающая наилучшее качество кластеризации, при этом полагается, что в анализируемом массиве данных содержится  $m^*$  кластеров.

Процесс самообучения рассматриваемой системы реализуется на уровне первого слоя RL, где настраиваются центры  $c_l$ ,  $l = 1, 2, \dots, h$  ядерных функций  $\varphi_l(x)$ , и третьего скрытого слоя SL, где уточняются синаптические веса  $w_j^m$ ,  $m = 2, 3, \dots, M$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$  каждой нейронной сети  $SOM^m$  ансамбля.

В четвертом скрытом слое системы производится оценка качества кластеризации с помощью того или иного индекса валидации  $VI^m$ , при этом этот индекс рассчитывается для каждой из карт Кохонена  $SOM^m$ ,  $m = 2, 3, \dots, M$ . В качестве такого индекса удобно использовать критерий Дэвиса-Булдена (Davies D.L., Bouldin D.W.) [2], с помощью которого можно оценивать качество кластеризации даже в случае несферических классов. Для случая  $m$  кластеров этот индекс может быть записан в виде

$$DB(m) = \sum_{j=1}^m \max_{\substack{1 \leq q \leq m \\ q \neq j}} \frac{s(w_j^m(k), u_j(k), \tilde{\varphi}(x(k))) - s(w_q^m(k), u_q(k), \tilde{\varphi}(x(k)))}{D(w_j^m(k), w_q^m(k))}$$

где  $D(w_j^m(k), w_q^m(k))$  – расстояние между центроидами:

$$D(w_j^m(k), w_q^m(k)) = \|w_j^m(k) - w_q^m(k)\|$$

$s(w_j^m(k), u_j(k), \tilde{\varphi}(x(k)))$  – характеристики внутрикластерного рассеяния для  $j$ -го кластера:

$$s(w_j^m(k), u_j(k), \tilde{\varphi}(x(k))) = \left( \frac{\sum_{k=1}^N u_j(k) \|\tilde{\varphi}(x(k)) - w_j^m(k)\|^2}{\sum_{k=1}^N u_j(k)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$u_j(k)$  - четкая функция принадлежности вектора  $\tilde{\varphi}(x(k))$   $j$ -му кластеру вида:

$$u_j(k) = \begin{cases} 1, & \text{если } \tilde{\varphi}(x(k)) \text{ принадлежит } j\text{-му кластеру,} \\ 0 & \text{противоположном случае.} \end{cases}$$

В качестве оптимального количества кластеров  $m^*$  выбирается значение, обеспечивающее минимум  $DB(m)$ , т.е.

$$DB(m^*) = \min_m \{DB(2), DB(3), \dots, DB(M)\},$$

который рассчитывается в выходном слое.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. G. Gan, Ch. Ma and J. Wu, Data Clustering: Theory, Algorithms and Applications. Philadelphia: SIAM, 2007.
2. R. Xu and D. C. Wunsch, Clustering. IEEE Press Series on Computational Intelligence. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2009.
3. C. C. Aggarwal and C. K. Reddy, Data Clustering. Algorithms and Application. Boca Raton: CRC Press, 2014.
4. T. Kohonen, Self-Organizing Maps. Berlin: Springer-Verlag, 1995.
5. A. Strehl, J. Ghosh, “Cluster ensembles – A knowledge reuse framework for combining multiple partitions”, Journal of Machine Learning Research, 2002, pp. 583-617.

#### НЕО-ФАЗЗИ АВТОЕНКОДЕР ДАНИХ В СИСТЕМАХ З ГЛИБИННИМ НАВЧАННЯМ

Бодяньський Є.В.<sup>1</sup>, Винокурова О.А.<sup>1,2</sup>, Пелешко Д.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
просп. Науки 14, 61166, м. Харків, yevgeniy.bodyanskiy@nure.ua

<sup>2</sup>IT Step University,

вул. Замарстинівська, 83а, 79019, м. Львів, dpeleshko@gmail.com, vynokurova@gmail.com

В цей час глибинні нейронні мережі (DNN) [1] набувають все більшого розповсюдження для розв'язання низки задач Data Mining, перш за все, завдяки тому, що в порівнянні з традиційними нейронними мережами (shallow neural networks) забезпечують істотно більш високу якість обробки інформації. Платою за це є дуже низька швидкість навчання, що принципово не дозволяє використовувати існуючі DNN у завданнях Data Stream Mining, коли інформація на обробку подається послідовно в online режимі. У зв'язку з цим скорочення часу навчання DNN є актуальним завданням. Важливою частиною будь-якої DNN є підсистема стиснення вхідної інформації, яка отримала назву автоенкодер, що забезпечує без істотної втрати інформації зниження розмірності вхідних векторів-образів, що дозволяє уникнути небажані ефекти, які породжуються так званим прокльоном розмірності. Одним з найбільш популярних автоенкодерів є автоасоціативний багатосаровий перцептрон типу «bottle-neck», що забезпечує оптимальне стиснення інформації, проте також вимагає чималих витрат часу.

Подолати проблему, що пов'язана з низькою швидкістю навчання, можна використовуючи гібридні системи обчислювального інтелекту замість нейронних мереж, що побудовані на основі елементарних перцептронів Ф. Розенблатта. Як «будівельний блок» таких систем можна використовувати, так званий, нео-фаззі нейрон (NFN), що був запропонован Т. Ямакавой [2], який характеризується високими апроксимуючими властивостями і простотою навчання. Слід зауважити, що оскільки вихід нео-фаззі нейрона лінійно залежить від налаштовуваних синаптичних ваг, процес їх навчання може бути оптимізований за швидкодією. На основі нео-фаззі нейронів в [3] була введена нейро-фаззі мережа Колмогорова, що має відповідно до теореми А. Колмогорова-В. Арнольд універсальні апроксимуючі властивості і містять всього два шари обробки інформації. На основі цих мереж була введена нейро-фаззі модель для скорочення розмірності, що навчається на основі зворотного поширення похибки за

допомогою градієнтних процедур і є по суті двошаровим автоенкодером. В [4] були введені оптимізовані алгоритми навчання двошарового автоенкодера на основі нео-фаззі нейронів, що дозволяють істотно скоротити час навчання.

У той же час гібридна система обчислювального інтелекту з багатьма входами і виходами, побудована на основі нео-фаззі нейронів, є надмірною в сенсі кількості використовуваних функцій належності. Істотно скоротити кількість цих функцій можна, використовуючи так званий узагальнений нео-фаззі нейрон (GNFN) [5] є узагальненням NFN на багатовимірний випадок і містить меншу кількість функцій належності. У зв'язку з цим пропонується архітектура двошарового автоенкодера на основі GNFN і оптимізований алгоритми його навчання, що дозволяють скоротити час передобробки інформації в DNN.

Запропонований автоенкодер складається з двох послідовно поєднаних шарів, які представляють собою узагальнені нео-фаззі нейрони GNFN<sup>[1]</sup> і GNFN<sup>[2]</sup>. Послідовність вхідних сигналів  $x(k) = (x_1(k), \dots, x_i(k), \dots, x_n(k))^T \in R^n$ ,  $k = 1, 2, \dots, N, \dots$  надходять на GNFN<sup>[1]</sup>, який складається з  $n$  багатовимірних нелінійних синапсів  $MNS_i^{[1]}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , кожен з яких має один вхід,  $m$  виходів,  $h$  функцій належності  $\mu_{ji}^{[1]}(x_i(k))$ ,  $l = 1, 2, \dots, h$  і  $mh$  синаптичних ваг  $w_{ji}^{[1]}$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ , що налаштовуються.

Виходом першого шару автоенкодера є стиснений вектор сигналів  $y(k) = (y_1(k), \dots, y_j(k), \dots, y_m(k))^T \in R^m$ ,  $m < n$ , що є одночасно виходом системи в цілому. Цей сигнал подається також на входи GNFN<sup>[2]</sup>, що відрізняється від GNFN<sup>[1]</sup> тільки тим, що має  $m$  входів,  $m$  багатовимірних нелінійних синапсів  $MNS_j^{[2]}$ , кожен з яких має один вхід,  $n$  виходів,  $h$  функцій належності  $\mu_{lj}^{[2]}(y_j(k))$ ,  $l = 1, 2, \dots, h$  і  $nh$  налаштовуваних синаптичних ваг  $w_{lj}^{[2]}$ . Таким чином, всього автоенкодер містить  $2nmh$  налаштовуваних синаптичних ваг і  $(n+m)h$  функцій належності, що значно менше ніж в стандартних системах.

Виходом GNFN<sup>[2]</sup> є відновлений вектор вхідних сигналів  $\hat{x}(k) = (\hat{x}_1(k), \dots, \hat{x}_i(k), \dots, \hat{x}_n(k))^T$ , при цьому чим менша різниця між  $x(k)$  та  $\hat{x}(k)$ , тим вище якість стиснення інформації автоенкодером. Таким чином запропонований автоенкодер є автоасоціативною гібридною нео-фаззі системою обчислювального інтелекту типу «bottle-neck».

У загальному випадку система реалізує відображення «вхід-вихід» типу

$$\hat{x}_i(k) = \sum_{j=1}^m \varphi_{ij}^{[2]}(y_j(k)) = \sum_{j=1}^m \varphi_{ij}^{[2]} \left( \sum_{i=1}^n \varphi_{ji}^{[1]}(x_i(k)) \right), \forall i = 1, 2, \dots, n$$

де  $\varphi_{ji}^{[1]}(\bullet)$ ,  $\varphi_{ij}^{[2]}(\bullet)$  - нелінійне перетворення, що реалізуються багатовимірними нелінійними синапсами шарів автоенкодера.

Дані перетворення можуть бути представлені у формі

$$y_j(k) = \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^h w_{ji}^{[1]} \mu_{li}^{[1]}(x_i(k)), \forall j = 1, 2, \dots, m, \quad \hat{x}_i(k) = \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^h w_{ij}^{[2]} \mu_{lj}^{[2]}(y_j(k)), \forall i = 1, 2, \dots, n$$

чи в остаточному вигляді

$$\hat{x}_i(k) = \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^h w_{ij}^{[2]} \mu_{lj}^{[2]} \left( \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^h w_{ji}^{[1]} \mu_{li}^{[1]}(x_i(k)) \right) \quad (1)$$

Зауважимо також, що багатовимірні нелінійні синапси в загальному випадку описують нейро-фаззі систему Такагі-Сугено-Канга нульового порядку, тобто має підвищені апроксимувачі властивості, а власне перетворення (1) описує по суті автоасоціативний варіант нейро-фаззі -системи Колмогорова, тобто є універсальним апроксиматором.

В якості функції належності можуть бути використані в найпростішому випадку традиційні трикутні функції

$$\mu_{i_l}^{[1]}(x_i) = \begin{cases} \frac{x_i - \bar{x}_{l-1,i}^{[1]}}{\bar{x}_{l,i}^{[1]} - \bar{x}_{l-1,i}^{[1]}}, & \text{if } x_i \in [\bar{x}_{l-1,i}^{[1]}, \bar{x}_{l,i}^{[1]}], \\ \frac{\bar{x}_{l+1,i}^{[1]} - x_i}{\bar{x}_{l+1,i}^{[1]} - \bar{x}_{l,i}^{[1]}}, & \text{if } x_i \in [\bar{x}_{l,i}^{[1]}, \bar{x}_{l+1,i}^{[1]}], \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2) \quad \text{і} \quad \mu_{l_j}^{[2]}(y_j) = \begin{cases} \frac{y_j - \bar{y}_{l-1,j}^{[2]}}{\bar{y}_{l,j}^{[2]} - \bar{y}_{l-1,j}^{[2]}}, & \text{if } y_j \in [\bar{y}_{l-1,j}^{[2]}, \bar{y}_{l,j}^{[2]}], \\ \frac{\bar{y}_{l+1,j}^{[2]} - y_j}{\bar{y}_{l+1,j}^{[2]} - \bar{y}_{l,j}^{[2]}}, & \text{if } y_j \in [\bar{y}_{l,j}^{[2]}, \bar{y}_{l+1,j}^{[2]}], \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

де  $\bar{x}_{l,i}^{[1]}$ ,  $\bar{y}_{l,j}^{[2]}$ ,  $l = 1, 2, \dots, h$  - центри активаційних функцій, в найпростішому випадку рівномірно розподілених по осям  $x_i$ ,  $y_j$ .

Функції належності (2), (3) задовольняють вимогам Руспіні:

$$\begin{cases} \mu_{l-1,i}^{[1]}(x_i) + \mu_{l,i}^{[1]}(x_i) = 1, & \text{if } x_i \in [\bar{x}_{l-1,i}^{[1]}, \bar{x}_{l,i}^{[1]}], \\ \mu_{l,i}^{[1]}(x_i) + \mu_{l+1,i}^{[1]}(x_i) = 1, & \text{if } x_i \in [\bar{x}_{l,i}^{[1]}, \bar{x}_{l+1,i}^{[1]}], \\ \mu_{l-1,j}^{[2]}(y_j) + \mu_{l,j}^{[2]}(y_j) = 1, & \text{if } y_j \in [\bar{y}_{l-1,j}^{[2]}, \bar{y}_{l,j}^{[2]}], \\ \mu_{l,j}^{[2]}(y_j) + \mu_{l+1,j}^{[2]}(y_j) = 1, & \text{if } y_j \in [\bar{y}_{l,j}^{[2]}, \bar{y}_{l+1,j}^{[2]}], \end{cases}$$

що різко спрощує процес навчання, оскільки в кожен момент часу  $k$  збуджується тільки дві сусідні функції належності і відповідно налаштовуються не всі синаптичні ваги, а тільки  $4nm$  з них.

Таким чином, запропоновано нео-фаззі автоенкодер і алгоритм його навчання, що може використовуватися як підсистема для стиснення інформації в глибоких нейронних мережах. Запропонований автоенкодер є автоасоціативною «bottle-neck» системою обчислювального інтелекту, проте істотно простіше в порівнянні з багат шаровим перцептрон "bottle-neck" і має високу швидкість навчання, що дозволяє використовувати його для вирішення задач Data Stream Mining.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Y. LeCun, Y. Bengio, and G.E. Hinton, “Deep Learning”. Nature, 2015, v. 521, pp. 436-444.
2. T. Miki, and T. Yamakawa, “Analog implementation of neo-fuzzy neuron and its on-board learning.” In: Mastorakis NE (eds.) Computational Intelligence and Application, Piraeus: WSES Press, 1999, pp. 144–149.
3. V. Kolodyazhnyi and Ye. Bodyanskiy, “Fuzzy Kolmogorov’s Network,” in Lecture Notes in Computer Science, vol. 3214, M.G. Negoita et al., Eds., Springer-Verlag, 2004, pp.764-771.
4. O. Vynokurova, Ye. Bodyanskiy, I. Pliss, D. Peleshko, and Yu. Rashkevych. “Neo-fuzzy encoder and its adaptive learning for Big Data processing.” Scientific Journal of RTU, Series “Computer Science” Volume “Information Technology and Management Science” 2017, vol. 20, pp. 6–11.
5. R.P. Landim, B. Rodrigues, S.R. Silva, and W.M. Caminhas, “A neo-fuzzy-neuron with real time training applied to flux observer for an induction motor”. In: Proceedings of IEEE Vth Brazilian Symposium on Neural Networks, Belo Horizonte, 9-11 Dec 1998, pp. 67-72.

## ВИБІР МОДЕЛІ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ПРОЕКТУ СППР

Верес О. М.

Кафедра інформаційних систем та мереж, Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Ст.Бандери 12, м. Львів, 79013, Oleh.M.Verese@lpnu.ua

З появою інформаційної технології Великі дані (Big Data) виникнула проблема вибору засобів реалізації відповідних інформаційних технологій в проектах керованих даними СППР (Data-Driven DSS). Дана СППР забезпечує найвищий рівень функціональності та підтримки ухвалення рішень, яке пов'язане з аналізом великих обсягів накопичених даних.

Bill Inmon розглядає концепцію «великих даних» як нову інформаційну технологію [1], що має такі властивості: можна опрацювати дуже великі обсяги даних; носії даних є недорогими; дані керуються методами «Римського перепису» (“Roman Census” method); дані, що керуються з допомогою великих даних є неструктурованими. Для реалізації методів «Римського перепису» найкраще застосувати хмарні технології. Хмарні обчислення (Cloud Computing) – це модель забезпечення повсюдного та зручного доступу на вимогу через мережу до спільного пулу обчислювальних ресурсів, що підлягають

налаштуванню, і які можуть бути оперативно надані та звільнені з мінімальними управлінськими затратами та зверненнями до провайдера [2].

Формальна модель, яка враховує особливості інформаційної технології «великі дані» в проекті СППР, подається у вигляді четвірки [3-5]:

$$\mathbf{BD} = \langle \mathbf{Vol}_{BD}, \mathbf{Ip}, \mathbf{A}_{BD}, \mathbf{T}_{BD} \rangle, \quad (1)$$

де  $\mathbf{Vol}_{BD}$  – множина типів обсягів;  $\mathbf{Ip}$  – множина типів джерел даних (інформаційних продуктів);  $\mathbf{A}_{BD}$  – множина методів і засобів як аналізу Великих даних;  $\mathbf{T}_{BD}$  – множина технологій обробки Великих даних.

На фазах обробки Великих даних застосовують такі технології:

$$\mathbf{T}_{BD} = \langle \mathbf{T}_{NoSQL}, \mathbf{T}_{SQL}, \mathbf{T}_{Hadoop}, \mathbf{T}_V \rangle, \quad (2)$$

де  $\mathbf{T}_{NoSQL}$  – технології NoSQL баз даних;  $\mathbf{T}_{Hadoop}$  – технології забезпечення масивно-паралельної обробки;  $\mathbf{T}_{SQL}$  – технології обробки структурованих даних (бази даних SQL);  $\mathbf{T}_V$  – технології візуалізації Великих даних.

Для реалізації в проекті технології забезпечення масивно-паралельної обробки досліджено моделі хмарних сервісів як компоненти СППР з керування Великими даними. Найчастіше «хмарні системи» класифікують за типом архітектури та наданням послуг, а саме: IaaS – інфраструктура як послуга (*Infrastructure as a Service*), PaaS – платформа як послуга (*Platform as a Service*) та SaaS – програмне забезпечення як сервіс (*Software as a Service*) [6, с. 18]. IaaS – хмарна модель, яка передбачає використання віртуальних серверів за орендну плату. PaaS – хмарна модель, що містить на стороні компанії, що надає хмарні послуги, як засоби технологічної інфраструктури (сервера), так й інформаційної (програмної). Програмна складова – операційні системи, системи управління базами даних, системи тестування. SaaS – це хмарна модель, яка втілила в собі максимальні комфорт та зручність для людини. Ідеологія SaaS полягає в розміщенні серверів з набором необхідного програмного забезпечення в надрах хмарного провайдера.

Отже, маємо випадок багатокритерійної задачі прийняття рішення з визначеною множиною критеріїв і альтернатив. Для розв'язання такої багатокритерійної задачі обрано метод аналітичної ієрархії (MAI) [7]. Нехай користувачу необхідно вибрати хмарну технологію серед однієї з трьох моделей: SaaS, IaaS, PaaS. Найпростіші критерії, якими керується розробник СППР з керування Великими даними, такі: ціна, складність адміністрування, конфіденційність. Треба розглянути всі варіанти та вибрати найкращий.

Для цього використовуємо дерево цілей (рис. 1).

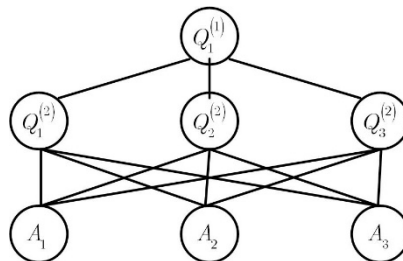


Рис. 1. Ієрархія критеріїв та альтернатив

На рис. 1 зображено ієрархію в якій  $Q_j^{(i)}$  – вершини ієрархії, окрім листя (що відповідає множині хмарних технологій);  $i$  – номер рівня ієрархії (для кореня ієрархії  $i = 1$ );  $j$  – індекс вершини всередині  $i$ -о рівня. Кореню ієрархії  $Q_1^{(1)}$  відповідає ціль вибору хмарної технології, а саме: оптимальна з погляду користувача хмарна технологія. На другому рівні ієрархії знаходяться аспекти (критерії):  $Q_1^{(2)}$  – ціна,  $Q_2^{(2)}$  – складність адміністрування,  $Q_3^{(2)}$  – конфіденційність. На рівні листя ієрархії знаходяться альтернативи хмарної технології:  $A_1$  – SaaS;  $A_2$  – IaaS;  $A_3$  – PaaS.

Використовуючи метод парного порівняння елементів ієрархії, будемо матриці парних порівнянь  $A_j^{(i)}$  для всіх вершин ієрархії  $Q_j^{(i)}$  окрім листя. Для кожної матриці обчислимо головний власний вектор  $x_j^{(i)}$  [7]. Ґрунтуючись на експертних оцінках будемо таблицю важливості аспектів відносно оптимального вибору хмарної технології ( $Q_1^{(1)}$ ).

У результаті парного порівняння трьох альтернатив за 3-ма критеріями та трьох критеріїв за важливістю їхнього впливу на генеральну мету (рис. 1) було отримано 3 матриці розмірності  $3 \times 3$  для нижнього рівня ієрархії та одна матриця розміру  $3 \times 3$  для фокусу ієрархії.

Наприклад, матриця порівняння критеріїв, яка відображає важливість критеріїв по відношенню один до одного подано в таблиці 1.

На наступному кроці проведено порівняння кожної пари альтернатив щодо кожного з критеріїв. Обчислено власний вектор матриці порівнянь і ваги критеріїв та проведено розрахунки нормованих векторів щодо кожного з критеріїв.

Таблиця 1

## Матриця порівняння критеріїв

	Ціна	Складність адміністрування	Конфіденційність
Ціна	1	3	1/3
Складність адміністрування	1/3	1	1/5
Конфіденційність	3	5	1

Визначимо, яка альтернатива найкраща, шляхом синтезу коефіцієнта важливості (табл. 2).

Таблиця 2

## Порівняння альтернатив

	Ціна	Складність адміністрування	Конфіденційність	Загальна оцінка
SaaS	0,715298925	0,204371121	0,058391749	0,24334935
IaaS	0,097736973	0,027924849	0,007978528	0,03325075
PaaS	0,186964103	0,053418315	0,015262376	0,06360641

Отже, найкращою альтернативою для проектування СППР з керування Великими даними є хмарна технологія SaaS тому, що дана модель має найбільшу сумарну вагу.

Подальші роботи будуть присвячені дослідженню методів, моделей та інструментів для ефективнішої підтримки загальної діяльності розроблення структурних елементів моделі системи підтримки прийняття рішень з керування Великими даними.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Inmon W. H. Big Data – getting it right: A checklist to evaluate your environment / [Електронний ресурс] / W. H. Inmon. // DSSResources.COM, – 2014. – Режим доступу: <http://dssresources.com/papers/features/inmon/inmon01162014.htm>.
2. Хмарні обчислення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарні\\_обчислення](http://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарні_обчислення).
3. Shakhovska N. Generalized formal model of Big Data / N. Shakhovska, O. Veres and M. Hirnyak, // ECONTECHMOD: an international quarterly journal on economics of technology and modelling processes, vol. 5, no. 2, 2016, – pp. 33–38.
4. Shakhovska N. “Big Data Information Technology and Data Space Architecture,” / N. Shakhovska, O. Veres, Y. Bolubash // Sensors & Transducers, vol. 195, no. 12, pp. 69-76, 2015.
5. Верес О. Elements of the Formal Model Big Data / Oleh Veres, Natalya Shakhovska // Перспективні технології і методи проектування МЕМС: матеріали XI міжнар. конф. MEMSTECH'2015, 2–6 вересня 2015, Львів / Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2015. – С.81-83.
6. Арефьев Н. IaaS, PaaS, SaaS. Раздел территории между провайдерами и клиентами облачных сервисов / Н. Арефьев // Jet Info. – 2013. – №5. – С. 17–20.
7. Катренко А. В. Теорія прийняття рішень: підручник з грифом МОН / Катренко А. В., Пасічник В. В., Пасько В. П. – К. : Вид. група BHV, 2009. – 448 с.

### АПРОКСИМАЦІЯ ПОЛНОМОМ ВІНЕРА НА ОСНОВІ МЕТОДУ СТОХАСТИЧНОГО ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ

Вігинський П.Б.<sup>1</sup>, Ткаченко Р.О.<sup>1</sup>, Ізонін І.В.<sup>1</sup>, Лотошинська Н.Д.<sup>1</sup>, Ментинська Ю.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, 79013, м. Львів,  
[ivanizonin@gmail.com](mailto:ivanizonin@gmail.com)

Ефективним інструментом розв'язку задач апроксимації багатовимірних залежностей залишаються методи лінійної регресії. На сьогодні, існує чимало варіантів для вирішення цього завдання, проте пошук нових та удосконалення існуючих підходів до підвищення ефективності апроксимації в різноманітних задачах, зокрема із використанням швидких та надійних алгоритмів продовжується.

У випадку опрацювання об'ємних даних, що характеризуються нелінійністю зав'язків між окремими атрибутами, класичний, широко вживаний алгоритм на основі Методу Найменший Квадратів (МНК) для багатьох випадків має обмежене застосування через виникнення неминучих проблем майже виродженості задач, а застосування методів сингулярної декомпозиції пов'язане з надто великими часовими затримками. Як альтернативу до більш відомих методів можна розглянути лінійну регресію із використанням алгоритму стохастичного градієнтного спуску.

Метою роботи є опис і аналіз результатів реалізації методу множинної лінійної регресії із стохастичним градієнтним спуском [1] з використанням для побудови апроксимаційної залежності поліномів Вінера 1-го і 2-го степеня.

Задачу множинної лінійної регресії можна записати у наступній формі:

$$y(x_1, x_2, \dots, x_n) = \theta_0 + \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \dots + \theta_n x_n, \quad (1)$$

або у формі:

$$x = \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} \in R^{n+1}, \quad \theta = \begin{bmatrix} \theta_0 \\ \theta_1 \\ \dots \\ \theta_n \end{bmatrix} \in R^{n+1}, \quad \text{при } x_0 = 1, \quad y(x) = [\theta_0 \quad \theta_1 \quad \dots \quad \theta_n] \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} = \theta^T x, \quad (2)$$

де  $y$  - вихідний атрибут,  $\theta_j, j = 1, n$  - параметри регресії,  $n$  - кількість ознак у кожному векторі  $x^{(i)}$ .

У цій роботі ми пропонуємо застосувати поліном Вінера, як одного із найефективніших методів розв'язку задач апроксимації [2, 3]. Поліном Вінера можна записати у наступній формі:

$$Y(x_1, \dots, x_n) = \theta_0 + \sum_{i=1}^n \theta_i x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n \theta_{i,j} x_i x_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n \sum_{l=j}^n \theta_{i,j,l} x_i x_j x_l + \dots + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n \sum_{l=j}^n \sum_{z=k-1}^n \theta_{i,j,l,\dots,z} x_i x_j x_l \dots x_z, \quad (3)$$

де  $k$  - степінь полінома Вінера.

Члени полінома Вінера  $x_i, x_i x_j, x_i x_j x_l, \dots, x_i x_j x_l \dots x_z$  формуються послідовно для  $k = 1, 2, 3, \dots$  при заданих  $i = \overline{1, n}, j = \overline{i, n}, l = \overline{j, n}, \dots, z = \overline{k-1, n}$ .

Ідентифікація коефіцієнтів поліномів Вінера другого степеня реалізується ефективним та швидким алгоритмом стохастичного градієнтного спуску. Детальний опис його функціонування подано у [1]. Метод реалізовано на базі бібліотек мови Python.

Моделювання роботи методу проводилося на реальних даних для розв'язання задачі регресії. Для цього використано зібрані статистичні дані по 25 містах Лівії у період з 2010 по 2015 роки [4]. Вони містять такі ознаки: місяць, висота, довгота, широта, відносна вологість, температура, тривалість сонячного світла. Вихідним атрибутом був рівень денної сонячної радіації Лівії, який коливався від 2,09 до 8,39 kWh/m2/за день при коливанні середньої температури повітря в регіоні від 7 до 35 градусів Цельсія.

Вибірку обсягом 1800 векторів було поділено випадковим чином у співвідношенні 80% на 20% для реалізації процедур навчання та застосування відповідно. Кожен вектор містив сім вхідних та один вихідний атрибут. Степінь полінома Вінера який використовувався для моделювання був рівним 2. Результати використання існуючого та розробленого методів під час розв'язання цієї задачі наведено у Таблиці 1. Для оцінки роботи методів використано три показники:

- час навчання у секундах;
- середня абсолютна похибка у відсотках (MAPE);
- середньоквадратична похибка (RMSE).

Як видно з таблиці 1 розроблений метод, за рахунок високих апроксимаційних властивостей полінома Вінера дозволив майже удвічі зменшити обидва види похибок. Проте, шляхом збільшення кількості вхідних атрибутів кожного вектора - збільшив час процедури навчання.

Таблиця 1

*Порівняння результатів моделювання за існуючим методом з результатами за розробленим*

Метод	Час навчання, с	MAPE, %		RMSE	
		похибка навчання	похибка застосування	похибка навчання	похибка застосування
Існуючий	0,002986	17,34395872	13,77704357	0,963650704	0,842081521
Розроблений	0,004011	8,866863764	7,575900088	0,567455845	0,519790758

З метою порівняння на рис. 1 візуалізовано результати роботи обох методів.

Як видно з рис. 1 розроблений метод показує значно кращі результати. Очевидно, що збільшення степеня цього полінома збільшуватиме як точність розв'язку так і часові ресурси процедури навчання.

Отож, у роботі описано застосування поліному Вінера другого степеня для покращення розв'язку задачі множинної лінійної регресії із використанням алгоритму стохастичного градієнтного спуску. Враховуючи високі апроксимаційні властивості полінома Вінера, застосування цього інструменту



забезпечило отримання значно кращих результатів розв’язання задачі регресії у порівнянні із існуючим підходом. Розроблений метод може бути використано під час розв’язання цілого ряду задач (особливо в термінах Великих Даних), які базуються на машинному навчанні, зокрема в областях електронної комерції, розпізнаванні та попередньому опрацюванні зображень, матеріалознавстві, економіці та інших.

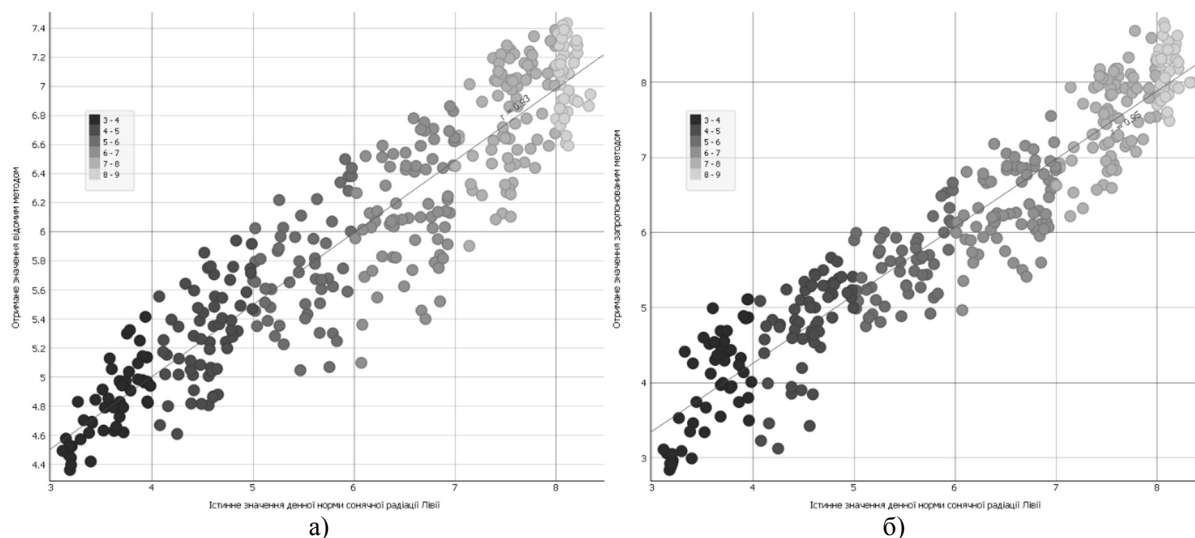


Рис. 1 – Візуалізація результатів роботи: а) відомого б) запропонованого методів. На осі x відображено істинне значення сонячної радіації Лівії за період 2010-2015 років, на осі y – отримане в результаті розв’язання задачі регресії відомим та розробленим методами.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Zhang T. Solving Large Scale Linear Prediction Problems Using Stochastic Gradient Descent Algorithms // ICML 2004: Proceedings of the twenty-first international conference on machine learning, Omnipress, pp. 1-8, 2004.
2. Ткаченко Р.О. Побудова емпіричних формул за допомогою багатошарових нейроподібних структур геометричних перетворень / Р. О. Ткаченко, С. М. Дем'янчук // Науковий вісник НЛТУ України. - 2015. - Вип. 25.3. - С. 359-364.
3. Ткаченко Р.О. Самоорганізація поліноміальних моделей регресії в нейроподібних структурах геометричних перетворень / Р. О. Ткаченко, С. М. Дем'янчук // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. - 2014. - № 9. - С. 26-34.
4. Kutucu, H. Modeling of solar energy potential in Libya using an artificial neural network model / H. Kutucu, A. Almryad. In: 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). – 2016. Lviv, pp. 356-359.

#### СТАТИСТИЧНІ МІРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЛЕВАНТНОСТІ СТРУКТУРНИХ ОПИСІВ ЗОБРАЖЕНЬ

Гадецька С.В.<sup>1</sup>, Гороховатський В.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
svgadetska@ukr.net

<sup>2</sup> Харківський національний університет радіоелектроніки  
gorohovatsky.vl@gmail.com

У системах комп’ютерного зору набули поширення структурні методи розпізнавання, що базуються на описах зображень у вигляді множини ключових точок (КТ) [1, 2].

Новим кроком в розвиненні та покращенні результативності структурних методів є перехід від опису як множини КТ до векторного подання у виді кортежу цілих чисел [2]. Одним із засобів такого перетворення є кластеризація. Ця трансформація без суттєвого зниження показника ефективності значно підвищує швидкодію класифікації, так як замість порівняння множин тепер застосовується векторна міра подібності. Зважаючи на те, що сенс кластерного подання для структурного опису зображення по суті є розподіл точок множини по кортежу її базових центрів, доцільно для визначення міри релевантності описів

використати апарат статистичного підходу, що базується на порівнянні даних у вигляді сукупності ймовірнісних характеристик [3-6].

Класифікацією назвемо відображення  $K: \{O\} \rightarrow \{1, \dots, J\}$  множини описів об'єктів  $\{O\}$  в скінченну множину номерів еталонів  $\{1, \dots, J\}$ , що здійснюється шляхом встановлення еквівалентності опису  $O = \{o_l\}$  невідомого візуального об'єкта з одним із елементів еталонної множини  $Z = \{Z^j\}_{j=1}^J$ .

Опис  $O \subseteq R^n$  – це множина числових векторів (дескрипторів КТ) розмірності  $n$ . Кожний опис, включаючи описи еталонів  $Z^j$ , шляхом кластерної трансформації подано цілочисельним вектором

$$h[Z^j] = (h_1[Z^j], h_2[Z^j], \dots, h_i[Z^j], \dots, h_k[Z^j]), \quad (1)$$

де  $k$  – кількість кластерів,  $h_i[Z^j]$  – кількість елементів множини  $Z^j$ , що віднесена до кластеру з номером  $i = 1, \dots, k$ .

Класифікацію базуємо на порівнянні векторів (1) шляхом обчислення деякої міри  $\Lambda(h[O], h[Z^j])$  релевантності та пошуку номера класу  $v$  для об'єкта  $O$  оптимізацією

$$v = \arg \operatorname{opt}_{j=1, \dots, J} \Lambda(h[O], h[Z^j]). \quad (2)$$

Зосередимо увагу на мірі «розходження Кульбака-Лейблера» [3-5]. Для нашої задачі її можна інтерпретувати як значення середньої інформації щодо відмінності об'єкту  $O$  від еталону  $Z^j$  [5]:

$$D_{KL}(O \square Z^j) = \sum_{i=1}^k h_i^*[O] \ln \frac{h_i^*[O]}{h_i^*[Z^j]}, \quad (3)$$

де  $h_i^*[O]$ ,  $h_i^*[Z^j]$ ,  $i = 1, \dots, k$ ,  $j = 1, \dots, J$ , – елементи нормованих описів (1). Нормування, як правило, здійснюють діленням на суму елементів опису.

Прості розрахунки на прикладі показують, що для описів об'єкта 5,3,2 і еталонів 8,8,4 та 12,6,2 евклідова відстань від об'єкта до обох еталонів однакова і дорівнює 0,141. У той же час значення  $D_{KL}$  дорівнюють 0,025 та 0,047, що віддає перевагу першому еталону. Наведений приклад демонструє переважаючу чутливість розходження Кульбака-Лейблера у порівнянні із евклідовою метрикою та підкреслює важливість вибору адекватної до задачі міри релевантності.

Проведені чисельні розрахунки з метою порівняння властивостей аналізованих мір для інших прикладів структурних описів для прикладних баз зображень [2] показали наступне.

Розходження Кульбака-Лейблера, хоча і не є метрикою в традиційному розумінні, має перелік вагомих переваг практичного характеру, що свідчать на користь цієї міри. До них, в першу чергу, відноситься використання нормованих даних при відсутності обмеження щодо типу розподілу спостережень, що передбачається невідомим. При цьому вимога відсутності нульових значень у структурних описах еталонів, що впливає з (3), може бути легко задоволена за рахунок коригування опису об'єкта або укрупненням кластерного розподілу.

У результаті розрахунків виявлена особливість, яка пояснюється несиметричною природою розходження Кульбака-Лейблера, що має в своїй основі інший погляд на досліджуваний об'єкт із невідомим розподілом і на еталон, структурний опис якого, на відміну від об'єкту, вважається визначеним. Вказана відмінність є очікуваною, і може інтерпретуватися проявом більш тонкого розрізнення об'єктів засобами розходження Кульбака-Лейблера у порівнянні з евклідовою відстанню.

Відмітимо окремо надзвичайно важливий етап процесу класифікації, пов'язаний з пороговою верифікацією результатів, одержаних на підставі оптимізаційного класифікатора (2). Очевидно, що різна природа аналізованих мір релевантності обумовлює відмінні підходи до формування відповідних порогів, які визначаються рівнем розрізнення в конкретній базі еталонів і припустимим рівнем перешкод. Так, бассовський класифікатор потребує встановлення нижнього рівня для значення апостеріорної ймовірності. Класифікатори на основі мір подібності передбачають неперевищення деякого порога для мінімуму відстані. В свою чергу, розходження Кульбака-Лейблера припускає (через свою глибинну статистичну сутність) використання потужного апарату математичної статистики в розрізі перевірки відповідних статистичних гіпотез. Так, наприклад, в [6] пропонується встановлення порогу  $\rho = \frac{1}{2s} \chi_{k-1, 1-\alpha}^2$ ,

призначеного для відмови від віднесення досліджуваного об'єкта до жодного з еталонів  $Z^j$ ,  $j = 1, \dots, J$ ,

якщо виконується умова  $D_{KL}(O \square Z^j) \geq \rho$ , де  $\alpha$  – задана ймовірність помилки першого роду (ймовірність відхилення гіпотези про віднесення об’єкта до еталону за умови, що вона виявилася справедливою),  $\chi^2_{k-1, 1-\alpha}$  – критична точка розподілу  $\chi^2$  відповідно до числа ступенів свободи  $k-1$  та рівня значущості  $1-\alpha$ . В умовах розглянутих прикладів кластерного подання маємо  $s=100$ ,  $k=10$ , звідки при  $\alpha=0,05$  одержуємо  $\rho=0,017$ . За результатом аналізу маємо, що всі розраховані значення розходжень Кульбака-Лейблера еталонів вище отриманого порогу, що, зокрема, свідчить про значущу відмінність еталонів між собою.

У дослідженні вирішується задача класифікації зображень з поданими у векторному виді описі, компоненти якого відображають ймовірнісні характеристики розподілу структурних елементів зображення за фіксованою множиною опорних точок. Застосування для таких представлень статистичних підходів при обчисленні мір релевантності описів дає можливість не тільки покращити показники розрізнення за рахунок більшої чутливості статистичних мір, а також і здійснити верифікацією результатів, одержаних за допомогою оптимізаційного класифікатора.

Статистичне подання відображає найбільш загальні властивості об’єкта та еталона, вважаючи їх відображення розподілом значень класифікаційних ознак.

Рекомендації за результатом дослідження – найбільш підходящою для сформульованої задачі класифікації є міра Кульбака-Лейблера, так як ця міра є чутливою до різноманіття кластерних подань та має властивість універсального застосування для довільного типу даних.

Розвинення методів структурного розпізнавання зображень шляхом застосування апарату статистичних мір для визначення релевантності аналізованих та еталонних даних і побудови класифікаційних висновків вносить новий вклад в перспективу та сфери їх застосування.

Впровадження наведених розрахункових моделей в процес застосування методів класифікації підтвердило їх результативність для конкретних прикладів баз зображень.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Гороховатский В.А. Структурный анализ и интеллектуальная обработка данных в компьютерном зрении / В.А. Гороховатский. – Х.: Компания СМІТ, 2014. – 316 с.
2. Gorokhovatsky V.A. Efficient Estimation of Visual Object Relevance during Recognition through their Vector Descriptions / V.A. Gorokhovatsky // Telecommunications and Radio Engineering. – 2016, Vol. 75, No 14. – P. 1271–1283.
3. Ампилова Н.Б. Применение расхождения Ренши к анализу и классификации изображений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/176/ampilova\\_176\\_35\\_44.pdf](https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/176/ampilova_176_35_44.pdf)
4. Radu Stoica. Indexing and Retrieval in Multimedia Libraries Through Parametric Texture Modeling using the 2D Wold Decomposition. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hal.inria.fr/inria00073085/document>.
5. Кульбак С. Теория информации и статистика / С. Кульбак. – М.: Наука, 1967. – 408 с.
6. Савченко А.В. Распознавание изображений методом направленного перебора на основе принципа минимума информационного рассогласования / А.В. Савченко // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – №2. – С.211-216.

### АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ОДНОЧАСНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ SLAM ПРИ ФОРМУВАННІ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Гулак О.С., Олійник Ю.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, пр. Перемоги, 37. E-mail: [hulak.aleksandr@gmail.com](mailto:hulak.aleksandr@gmail.com)

При розробці систем управління пристроями часто постає необхідність знати карту навколишнього простору і положення, наприклад, щоб уникати зіткнення з перешкодами. SLAM (англ. simultaneous localization and mapping) є алгоритмічною обчислювальною задачею побудови і оновлення мапи невідомого оточення з одночасним відстеженням місцеположення у процесі руху [1].

Треба відзначити, що повністю дана задача як і раніше не вирішена і до сих пір ведуться дослідження. Перший принциповий момент – SLAM не припускає будь-яких знань про середовище – ні міток на місцевості / ні попередньої карти немає. Другий не менш важливий момент – середовище вважається статичним. Це означає, що якщо робот пройшов повз фікуса, ніхто за його спиною цей же самий фікус рухати не стане. В кадрі жодного стороннього руху немає – ніхто в кадрі не ходить. Освітлення

радикально не змінюється – тобто тіні по стінах не стрибають. Такі умови складно гарантувати в природному середовищі – шелестить листя або кішка запросто може дезорієнтувати робота в просторі.

Дана послідовність даних спостереження сенсору  $o_t$  за дискретні проміжки часу  $t$ , задачею SLAM є розрахувати і визначити розташування агента  $x_t$  і мапу оточення  $m_t$ . Всі величини зазвичай ймовірнісні, тому необхідно обчислити:

$$P(x_t | o_{1:t}, m_t). \quad (1)$$

Застосування формули Баєса дає основу для послідовного оновлення апостеріорного розташування, при даній мапі і функції переходу  $P(x_t, x_{t-1})$ .

$$P(x_t | o_{1:t}, m_t) = \sum_{m_{t-1}} P(o_t | x_t, m_t) L_t, \\ L_t = \sum_{x_{t-1}} \frac{P(x_t | x_{t-1}) P(x_{t-1} | m_t, o_{1:t-1})}{Z}. \quad (2)$$

Аналогічно, мапа може оновлюватися послідовно наступним шляхом [1]:

$$P(m_t | x_{t-1}, o_{1:t}) = \sum_{x_t} \sum_{m_t} P(m_t | x_t, m_{t-1}, o_t) K_t, \\ K_t = P(m_{t-1}, x_t | o_{1:t-1}, m_{t-1}). \quad (3)$$

Як для більшості задач наближення, рішення можна знайти при наближенні двох змінних, до локального оптимального рішення, шляхом почергового оновлення двох рівнянь у формі EM-алгоритму.

SLAM складається з декількох частин: виділення мітки, об'єднання даних, стан оцінювання ситуації, оновлення стану та орієнтирів [2]. Існує багато способів виконати кожен з цих кроків. Це означає, що деякі кроки цього процесу можуть бути виконані різними алгоритмами. Ідея полягає в тому, що можна використовувати певну реалізацію і розширити її, використовуючи власний новий підхід до цих алгоритмів.

В останні десятиліття XX-го століття практично єдиним методом вирішення подібних завдань був розширений фільтр Калмана [3]. Основним недоліком даного підходу є квадратична залежність складності алгоритму від кількості спостережуваних орієнтирів (практично не перевищує декількох сотень орієнтирів). В даний час існує і активно розвивається альтернативний підхід, названий FastSLAM, в основі якого лежить так званий фільтр частинок (Particle Filter, Monte Carlo methods). На відміну від EKF в FastSLAM одна велика карта розглядається як сукупність локальних підкарт, що дозволяє прибрати залежність орієнтирів один від одного і таким чином значно скоротити час перерахунку оцінки стану системи. Розглянемо детальніше ці два найвідоміші алгоритми для монокулярної камери.

**Фільтр Калмана** – рекурсивний фільтр, що оцінює вектор стану динамічної системи, використовуючи ряд неповних і зашумлених вимірювань [3]. Фільтр Калмана призначений для рекурсивного дооцінювання вектора стану апріорно відомої динамічної системи, тобто для розрахунку поточного стану системи необхідно знати поточне вимірювання, а також попередній стан самого фільтра. Розширений фільтр Калмана (EKF) дуже схожий на простий фільтр Калмана, за тим винятком, що він може бути використаний в нелінійних процесах.

EKF – це один з найбільш поширених стабільних методів рішення задачі SLAM. Він дозволяє не тільки уточнювати оцінку становища робота на мапі, але і положення всіх виявлених орієнтирів. Зазвичай процес оцінки стану системи, в контексті SLAM, розбивають на три етапи:

- оновлення оцінки стану системи на основі одометричних даних;
- оновлення оцінки стану системи на основі повторно виявлених орієнтирів;
- додавання нових орієнтирів в систему.

При всій своїй привабливості, EKF проте має свої недоліки, до яких можна віднести в першу чергу обмеження на кількість орієнтирів в системі. Пов'язано це з тим, що матриця обчислень  $P$  має розмірність  $m$  на  $m$ , де  $m$  – кількість виявлених орієнтирів. На кожному етапі оновлення матриці  $P$ , повинен бути оновлений кожен її елемент, в зв'язку з чим складність алгоритму  $O(m^2)$ . Таким чином, EKF застосовується в ситуації, коли середовище має не дуже велику кількість (кілька сотень) легко помітних орієнтирів.

**Алгоритм FastSLAM.** У описі застосування розширеного фільтра Калмана для вирішення завдання картографії місцевості, була позначена основна проблема, що обмежує можливості даного підходу, а саме неможливість його використання на картах, які налічують більше кількох сотень орієнтирів. В основі алгоритму FastSLAM лежить застосування Байєсової мережі [3]. З цього слідує, що всі спостереження незалежні один від одного. Насправді, єдине, що їх пов'язує – це помилка визначення положення робота. Таким чином, якщо положення робота визначено абсолютно точно, то в цьому випадку не повинно існувати жодних залежностей між окремими спостереженнями.

При використанні цього алгоритму, задача SLAM розділена на кілька підзавдань, і жодна з оцінок стану орієнтира не залежить від попередніх. Цей факт, в свою чергу, дозволяє вирішити проблему

поліноміальної складності алгоритму на основі розширеного фільтра Калмана і уникнути її в FastSLAM. Єдина ціна, яку доводиться платити за таке спрощення – це можливість падіння точності, пов'язана з ігноруванням кореляції помилок оцінки положень орієнтирів.

FastSLAM одночасно відстежує кілька можливих маршрутів, в той час як розширений фільтр Калмана не зберігає навіть одного, а лише працює з положенням робота – останнім кроком поточного маршруту. В оригінальному вигляді, FastSLAM зберігає маршрут, але в обчисленнях використовує тільки попередній крок.

Існуючі бібліотеки для формування доповненої реальності спираються на мітки у навколишньому середовищі [4]. Та інтеграція алгоритму одночасного картографування та локалізації відкриває спосіб побудови доповненої реальності без використання маркерів. Це дасть можливість більш плавно відображати віртуальні об'єкти та будувати великі віртуальні локації поверх зображення реального світу з використанням орієнтування у локації. При цьому, може використовуватися як зображення з камери, так і сенсори смартфона, такі як акселерометр, гіроскоп та педометр.

**Висновки.** У роботі було розглянуто концепцію SLAM та основні алгоритми для монокулярної камери. В даний час в науковому світі для побудови систем локальної навігації і картографії застосовується як підхід на основі розширеного фільтра Калмана, так і на основі FastSLAM. Перший програє у швидкодії, та виграє у стабільності обчислень. Вибір того чи іншого алгоритму зазвичай залежить від характеристик орієнтирів.

Для побудови доповненої реальності доцільніше використовувати алгоритм EKF. Це зумовлено тим, що невелика кількість орієнтирів при побудові доповненої реальності та швидкодія процесорів у сучасних смартфонах вже можуть гарантувати швидку обробку даних. Та невисока якість зображення з камер смартфонів приводить до накопичення погрешності обчислень. Тому у нашому випадку більш стабільний алгоритм розширеного фільтра Калмана має перевагу над FastSLAM.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Søren Riisgaard and Morten Rufus Blas «SLAM for dummies» 2015. – 127 с.
2. SLAM – принципы и ссылки на open source [Електрон. ресурс]. – Режим доступу:
3. <http://my-it-notes.com/2013/01/slam-basis-and-links-at-open-source/>
4. Р.В. Печерский, С.В. Манько «Алгоритмы локальной навигации и картографии для бортовой системы управления автономного мобильного робота», 2009. – 22 с.
5. Обзор средств реализации AR приложений [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://nppsatek.com/blogs/2018/01/10/>

## МОДИФІКОВАНА НЕЧІТКА ЙМОВІРНІСНА НЕЙРОННА МЕРЕЖА

Дейнеко А.О., Жернова П.Є., Плісс І.П., Чала О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, пр. Науки, 14  
e-mail: {anastasiia.deineko; polina.zhernova; iryna.pliss; olha.chala}@nure.ua,

Ймовірнісні нейронні мережі (PNN), що були запропоновані Д.Ф. Шпехтом [1], призначені для вирішення задач класифікації – розпізнавання образів та є «найближчими родичами» радіально-базисних (RBFN) та узагальнених регресійних нейронних мереж (GRNN). В основі цих конструкцій полягають байєсівське висновування, вікна Парзена та оцінки Надарая-Ватсона з використанням потенціальних (ядерних) активаційних функцій. Найбільш часто в якості таких функцій використовують гаусіани, хоча в принципі можливе застосування всіх радіально-базисних конструкцій, що мають дзвонувану форму.

І хоча ймовірнісні мережі поступаються за точністю класифікації глибинним нейронним мережам (DNN), надзвичайно висока швидкість їх налаштування («ліниве» навчання) та опрацювання інформації у низці випадків надає їм перевагу, особливо у ситуаціях, коли дані надходять у систему у режимі реального часу.

Слід відзначити, що більшість нейронних мереж (як DNN, так і традиційних «мілнинних» (SNN)) вирішують задачі чіткої класифікації, тобто образи, що належать різним класам, не перетинаються у просторі. Якщо це не так, то замість нейронних мереж, повинні використовуватися нейро-фаззі системи (NFS), що крім власне розпізнавання образів, оцінюють рівень нечіткої належності кожного спостереження до кожного з можливих класів. Так, у [2-4] були запропоновані нечіткі ймовірнісні мережі (FPNN), що підтвердили свою ефективність при вирішенні задач нечіткої класифікації, але їх обчислювальна «громіздкість» обмежує їх можливості при online опрацюванні інформації.

Тому ми пропонуємо модифіковану FPNN, що забезпечує високу швидкість вирішення задач розпізнавання образів у випадках, коли класи даних довільним чином перетинаються.

Модифікована FPNN має чотиришарову архітектуру. Вихідною інформацією для синтезу системи є навчальна вибірка образів, що утворена пакетом  $n$ -вимірних векторів

$$X = \{x(1), x(2), \dots, x(k), \dots, x(N)\}, x(k) = (x_1(k), \dots, x_i(k), \dots, x_n(k))^T \in R^N,$$

при цьому  $N_i$  спостережень відносяться до першого класу  $Cl 1$ ,  $N_2$  - до другого класу  $Cl 2$ , ...,  $N_m$  - до  $Cl m$ , тобто:

$$\underbrace{k=1, 2, \dots, N_1}_{\substack{Cl 1 \text{ містить} \\ N_1 \text{ спостережень}}}, \underbrace{N_1+1, \dots, N_1+N_2}_{\substack{Cl 2 \text{ містить} \\ N_2 \text{ спостережень}}, \dots, \underbrace{N_1+N_2+N_2, \dots, N}_{\substack{Cl m \text{ містить} \\ N_m \text{ спостережень}}}.$$

Кількість нейронів у першому прихованому шарі (шар образів) дорівнює  $N$ , активаційна функція кожного нейрона позначається як  $\varphi_{\tau_j}(x, c_{\tau_j})$ , де  $\tau_j = N_1 + N_2 + \dots + N_{j-1} + 1, \dots, N_1 + N_2 + \dots + N_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$  - номер класу,  $c_{\tau_j} = (c_{\tau_{j1}}, \dots, c_{\tau_{jn}})^T$  - центр дзвонуватої активаційної функції. Налаштування MFPNN відбувається лише на рівні шару образів за допомогою лінивого навчання (концепція «Нейрони в точках даних» [5]) так, що  $c_{\tau_j} = x(k) = x(\tau_j)$ , якщо  $x(k) \in Cl_j$ .

При надходженні на вхід системи першого прихованого шару вектора  $x$  з невідомою класифікацією на виходах нейронів першого шару з'являються сигнали

$$o_j^{[1]}(x) = \varphi_{\tau_j}^j(x, c_{\tau_j}),$$

які у випадку застосування гаусіанів можна записати у вигляді

$$\varphi_{\tau_j}^j(x, c_{\tau_j}) = \exp\left(-\frac{\|x - c_{\tau_j}\|^2}{2\sigma^2}\right)$$

(тут  $\sigma^2$  - параметр ширини активаційної функції), а якщо вихідні дані попередньо відцентровані та пронормовані так, що

$$\|x(k)\| = \|c_{\tau_j}\| = \|x\| = 1,$$

то

$$o_j^{[1]}(x) = \exp(\sigma^{-2}(x^T c_{\tau_j} - 1)).$$

Другий прихований шар містить  $m$  елементарних підсумовувачів, на виходах яких формуються сигнали

$$o_j^{[2]}(x) = \sum_{\tau_j=N_1+N_2+\dots+N_{j-1}+1}^{N_1+N_2+\dots+N_j} o_j^{[1]}(x) = p_j(x),$$

що є парзенівськими оцінками невідомих щільностей розподілу ймовірностей  $p_j(x)$ .

Третій прихований шар враховує апіорні ймовірності  $P_j = N_j N^{-1}$  та ціну помилок класифікації  $S_j$  так, що

$$o_j^{[3]}(x) = o_j^{[2]}(x) N_j N^{-1} S_j$$

і, нарешті, у вихідному шарі визначається клас-«переможець»

$$j^* = \arg \max_j o_j^{[3]}(x)$$

та нечіткий рівень належності образу  $x$  до класу-переможця

$$\mu_{j^*}(x) = \frac{\left\| N_{j^*}^{-1} \sum_{\tau_{j^*}} c_{\tau_{j^*}} - x \right\|^2}{\sum_{j=1}^m \left\| N_j^{-1} \sum_{\tau_j} c_{\tau_j} - x \right\|^2}.$$

Нескладно бачити, що головною перевагою MFPNN є простота її синтезу та навчання, а основним недоліком – суттєве збільшення кількості нейронів у першому прихованому шарі із зростанням кількості спостережень  $N$  у навчальній вибірці.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Specht D. F. Probabilistic neural networks - Neural Networks. (1990), vol 3. pp. 109-118.
2. Bodyanskiy Ye., Gorshkov Ye, Kolodyazhniy V., Wernstedt J. Probabilistic neuro-fuzzy network with non-conventional activation functions, Lecture Notes in Artificial Intelligence, v. 2773, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, (2003), pp. 973-979.
3. Bodyanskiy Ye., Shubkina O., Semantic annotation of text documents using modified probabilistic neural network, 6th IEEE Int. Conf. on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, Prague, Czech Republic (2011), pp. 328-331.
4. Bodyanskiy Ye, Shubkina O., Semantic annotation of text documents using evolving neural network based on principle “Neurons at Data Points”, 4th Int. Workshop on Inductive Modeling “IWIM 2011”, Kyiv, Ukraine (2011), pp. 31-37.
5. Zahiriak D.R., Chapman R, Rogers S.K., Suter B.W., Kabriski M., Pyatti V., Pattern recognition using radial basis function network, Aerospace Application of Artificial Intelligence: 6 International Conference, 5–8 June 1990, proceedings, Dayton, Ohio, (1990), pp. 249–260.

### БОРТОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ЕКІПАЖЕМ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ ОСОБЛИВОЇ СИТУАЦІЇ НА ЕТАПІ ПОСАДКИ

Казак В.М., Шевчук Д.О., Панчук Л.В.

*Національний авіаційний університет, пр-т Комарова 1, doshev@ukr.net*

**Вступ.** Аналіз статистичних даних про аварії і катастрофи та причини їх виникнення показує, що найнебезпечнішим етапом польоту є посадка повітряного корабля (ПК). Актуальність питання щодо підвищення безпеки виконання цього етапу підтверджується тим, що не лише авіакомпанії, державні установи та держави у цілому ведуть пошук шляхів зниження кількості небезпечних авіаційних подій на етапі посадки, але й Міжнародна авіаційна організація ICAO була змушена створити спеціальний комітет з майбутніх аеронавігаційних систем (FANS), який розробив нову концепцію забезпечення потрібних навігаційних характеристик (Required Navigation Performance – RNP), схвалена ICAO [1].

Концепція RNP у концептуальному сенсі встановила для ділянок повітряного простору групи з чотирьох параметрів: точність, цілісність, неперервність і готовність, які в сукупності визначають умови навігації. Для етапу посадки під поняттям «точність» будемо розуміти здатність системи «ПК – екіпаж – БІСПР – середовище – ОС (особлива ситуація)» витримувати місце положення ПК у кожній точці встановленої схеми зниження межі витримування характеристик з імовірністю не менш ніж при одному заходженні на посадку [2].

Під цілісністю розумітимемо характеристику довіри, з якою можна ставитися до правильності інформації, що видається бортовою інтелектуальною системою підтримки рішень (БІСПР). Цілісність передбачає здатність БІСПР видавати екіпажу своєчасні й обґрунтовані підказки, як діяти у ситуації, що склалася на траєкторії зниження, та обґрунтоване попередження про вимкнення керування літаком від екіпажу і переведення ПК у набір висоти у тих випадках, коли екіпаж до висоти прийняття рішення не усунув наслідків помилкових дій, дії дестабілізуювальних зовнішніх факторів або внутрішніх процесів, що і призвело до неможливості продовження виконання посадки. Вимоги до показника цілісності системи «ПК – екіпаж – БІСПР – середовище – ОС» щодо забезпечення польоту траєкторією зниження і посадки, операцій у зоні аеродрому, початкового етапу заходження на посадку та неточного заходження на посадку беремо рівним.

**Основна частина.** Традиційні методи теорії керування виявляються малоефективними в ситуаціях, коли не всі цілі керування об'єктом можуть бути виражені у вигляді кількісних співвідношень; процес керування є багатокроковим або зміст кожного кроку не може бути заздалегідь однозначно визначений.

Отже, виникає потреба застосування логіко-лінгвістичних моделей для формалізації знань і досвіду дій екіпажів в аналогічних ОС, тобто введення в БІСПР логіко-лінгвістичних моделей поряд з математичними. Функціональну схему керування поздовжнім каналом ПК в умовах ОС з використанням інтелектуальних технологій показано на рис. 1 [3,4].

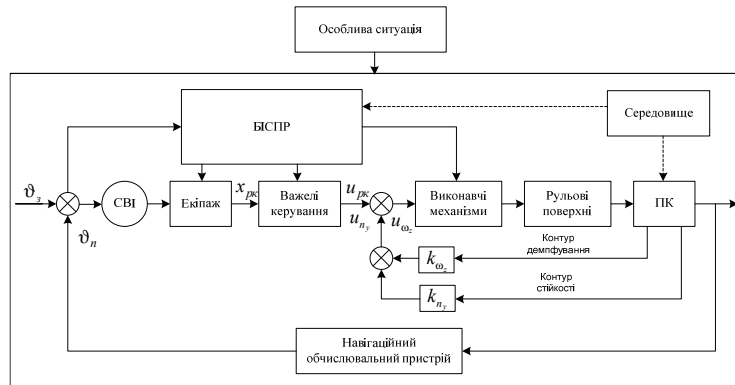


Рис 1. Керування поздовжнім каналом ПК в умовах ОС з використанням інтелектуальних технологій: СВІ – система відображення інформації;  $\varphi_n$  – поточне значення тангажа;  $\varphi_z$  – задане значення тангажа; БІСПР – бортова інтелектуальна система підтримки рішень.

Бортова інтелектуальна система підтримки рішень залежно від процесу розвитку ОС функціонує у таких режимах:

- «спостерігача» – відслідковує значення параметрів польоту і не втручається в процес керування ПК;
- пасивному – видаються екіпажу однозначні та своєчасні підказки щодо парирования розвитку ОС у польоті;
- напівактивному – інтелектуальна система змінює коефіцієнти зворотного зв'язку (або змінює величину динамічних характеристик важелів керування), якщо дії екіпажу правильні, але не достатньо енергійні для парирования наслідків виникнення ОС у польоті;
- активному – коли на певному етапі розвитку ОС стає зрозуміло, що екіпаж не в змозі впоратися з розвитком ОС через нестачу часу на прийняття адекватного рішення і його відпрацювання. У цьому випадку відбувається автоматичне виключення пілота з контуру керування та «активне» втручання автоматики в керування ПК.

Концепція створення БІСПР будується на базі інтеграції декількох технологій штучного інтелекту. Оскільки нечіткі системи працюють зі слабо структурованою якісною інформацією, а нейронні мережі використовують лише кількісну інформацію, поєднання цих двох методів дозволяє використовувати всю доступну інформацію про стан ПК в умовах раптового виникнення ОС у польоті. Розроблений на цій основі алгоритм керування поєднує певним чином здатність нейронних мереж до самонавчання та адаптації до невизначеностей і здатність нечітких систем обробляти якісну інформацію, яка формується у базі знань БІСПР, створеної на досвіді успішних дій інших екіпажів в аналогічних ситуаціях у польоті. Кожне керувальне правило діє у певній ділянці інформаційного простору, використовуюваного у разі керування у вигляді алгоритму керування «Якщо (типова ОС), то (реконфігурація керувальних впливів), інакше (погіршення розвитку ОС)», що дає можливість виконати безпечну посадку ПК в умовах виникнення ОС у польоті.

Апріорну імовірність оцінки точності виконання посадки ПК наведено в табл. 1.[5].

Таблиця 1

Апріорна імовірність оцінки точності виконання посадки ПК

Тип ситуації	Бічне відхилення від маркера ЗПС	Поздовжнє відхилення від маркера ЗПС		Загальна імовірність
		вліво	вправо	
НС	4,7	6,2	6,2	0,96
УУП	19	17	17	0,032
СС	110	30	30	$9,5 \cdot 10^{-4}$
АС	$2,9 \cdot 10^3$	$8,5 \cdot 10^2$	$8,5 \cdot 10^2$	$9,3 \cdot 10^{-6}$
КС	$3,7 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^{-9}$

У роботі проведено розрахунки математичних сподівань і середньоквадратичних відхилень від нормальної ситуації на етапі посадки літака без БІСПР та з використанням БІСПР табл. 2. [6]



Таблиця 2

Математичне сподівання точки дотику маркера ЗПС на етапі посадки ПК без використання БІСПР

Відхилення	КС <sup>-</sup>	АС <sup>-</sup>	СС <sup>-</sup>	УУП <sup>-</sup>	НС	УУП <sup>+</sup>	СС <sup>+</sup>	АС <sup>+</sup>	КС <sup>+</sup>
У поздовжньому відхиленні від маркера ЗПС, м	-310	-270	-154	-57	18	57	154	270	310
У бічному відхиленні від маркера ЗПС, м	-52	-45	-24	-16	10	16	24	45	52

**Висновок.** Отримані результати математичного моделювання типової аварійної ситуації літака Ту-134А підтвердили можливість бортової інтелектуальної системи підтримки рішень виключити два типи ситуації (аварійну та катастрофічну) за рахунок роботи в активному режимі реконфігурації керування ПК на етапі посадки в умовах невизначеності, а також перевести складну ситуацію в ускладнення умов польоту, якщо екіпаж чітко виконує підказки БІСПР.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Енциклопедія безпеки авіації / Н. С. Кулик, В. П. Харченко, М. Г. Луцкий // Под ред. Н. С. Кулика. – К. : Техніка, 2008. – 1000 с.
2. Казак В. Н. Системы автоматического и полуавтоматического управления полетом / В. Н. Казак, В. И. Салимон, А. А. Туник. – К. : НАУ, 2001. – 200 с
3. Казак В. М. Бортова інтелектуальна система керування польотом в умовах особливої ситуації / В. М. Казак, Д. О. Шевчук, О. Ю. Яковичка // Вісник Національного авіаційного університету. – 2008. – № 4 (37). – С. 48–52.
4. Шевчук Д. О. Використання бортової інтелектуальної експертної системи для вироблення рекомендацій екіпажу в умовах раптового виникнення особливої ситуації у польоті / Д. О. Шевчук, Т. В. Будзинська // Наукоємні технології. – 2009. – № 1. – С. 24–28.
5. Руководство по требуемым навигационным характеристикам, DOC 9613-AN 1937, ICAO, 1999.
6. Казак В. М. Шляхи підвищення безпеки виконання посадки повітряного корабля в умовах особливої ситуації / В. М. Казак, Д. О. Шевчук, М. П. Кравчук, М. А. Васильєв // Вісник Інженерної академії України. – 2013. – № 3–4. – С. 22–27.

## EYES MOUSE: НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ОБРОБКА ДАНИХ ВІДЕО ПОТОКУ В ЗАДАЧАХ EYES TRACKING

Когут А.<sup>1</sup>, Пелешко Д.<sup>1</sup>, Винокурова О.<sup>1</sup>, Пелешко М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IT Step University, вул. Замарстинівська, 83а, 79019, м. Львів,  
a.kogut01@gmail.com, dpeleshko@gmail.com, vynokurova@gmail.com

<sup>2</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, вул. Клепарівська, 35, 79007, м. Львів  
marta.peleshko@gmail.com

Комп'ютерні системи вже давно стали засобами підвищення якості життя. Особливо це стосується людей з обмеженими можливостями, наприклад хворим на ДЦП, паралізованим особам і ін. За статистикою кожна 9-т людина із 1000 має проблеми з опорно-руховою системою. Якщо розглянути статистичні дані за 2018 рік більш прискіпливо, то таких людей є 7,6 млрд осіб. Із них хворіють на ДЦП приблизно 68 млн. Це велика кількість людей, які не можуть повноцінно жити. При цьому проблеми настільки є значними, що обмежують можливості користуватись комп'ютером у звичний спосіб. Саме тут розвиток комп'ютерної техніки і технологій повинен покращити рівень життя. Сьогодні цей розвиток вже призвів до появи значної кількості різноманітних засобів: від спеціалізованих стилусів для смартфонів чи планшетів з насадкою для рота до спеціальні технологічних пересувних крісел, машин тощо.

Таким чином, актуальним є розробка інтелектуальних систем, які б дозволили за допомогою відносно не дорогих вбудованих чи зовнішніх веб-камер використовувати комп'ютер особам, з обмеженнями рухового апарату. Такі системи повинні бути адаптивні до індивідуальних особливостей поведінки окремої людини. А одним із найбільш якісних, ефективних і гнучких математичних апаратів, який б міг стати основою розробки цих систем, є гібридні нейронні мережі.

Людське око є одним із органів людини, обмеження на рух якого не є дуже поширеними. Так, приведені статистичні дані свідчать, що у 18% людей хворих на ДЦП хвороба також вражає і головний мозок і людині важко контролювати рухи голови і кліпання очей. Інші 82% можуть спокійно контролювати свої рухи очима.

З іншого боку малі геометричні розміри очей, їх фізіологічні особливості зменшують інформативність ознак і є додатковими завадами в задачах ефективного відслідковування поведінки ока, особливо в умовах реального часу. В зв'язки з цим виникли напрями eye tracking, які базуються на імплантації в зорову систему людини різноманітних інтелектуальних пристроїв. Такі системи можуть

працювати навіть в умовах фізичного обмежень руху ока, оскільки інтегруються в комунікаційний канал “мозок-око”. Зникає потреба у вирішенні багатьох задач з області технічного зору. І відповідно вирішення загальних задач є більш точним та ефективним, особливо з точки зору помилок. Проте можливість самої імплантації може відразу відкидатись людиною. А в багатьох випадках вона може бути неприйнятною з багатьох причин: від фінансової неможливості до медичних протипоказань хірургічного втручання.

Системи eye tracking, які базують лише на аналізі зовнішніх даних (отриманих із систем зовнішнього спостереження) є більш м'якими і зазвичай не потребують жодного операційного впливу на людину. Проте якість отриманих даних в багатьох випадках не є задовільною. Це вимагає додаткової математичної обробки, що, як правило, має негативний вплив на якість кінцевого результату. Більше того ускладнення математичних моделей eye tracking систем негативно впливає на швидкість їх роботи. А це, іноді, призводить до того, що доводиться чимось поступатись заради підвищення якості іншого. Наприклад заради швидкості роботи, доводиться поступатись якістю.

Дослідження в області eye tracking розпочалися практично відразу з появою computer vision. Математичний аналіз фото та відеозйомки дозволив використовувати надійніші методи спостереження руху ока протягом тривалого часу. Такі дослідження особливо популярні в психології, медичних дослідженнях та діагностиці. А споживчі потреби вирости до такого рівня вимог, на якому відмова від режиму реального часу або близького до часу відразу робить ці системи не конкурентними.

Отже зважаючи на сказане вище та аналізі наукової літератури можна констатувати, що сучасний розвиток eye tracking, є найбільш інтенсивним у двох напрямках: електрококульографія (EOG) та аналіз потоків цифрових зображень.

Саме до напряму методів, які для вирішення задачі eye tracking використовують камери, що працюють у спектрі видимого світла та програмне забезпечення аналізу цифрових зображень, відносяться приведені в роботі результати.

Отримані результати лише першим модулем загальної системи безконтактного управління комп'ютером (зокрема за допомогою очей). На рис. 1 наведено діаграму інтелектуальної модуля EYES MOUSE для безконтактного керування комп'ютерною мишкою.

Основним функціоналом цього модуля у управління натисканнями миші за допомогою послідовності кліпання очей. При цьому розрізняються праве і ліве око.

За основу розпізнавання зіниці ока взято метод з [1]. Для випадку використання видимого світла використовувався EyeTrack [2]. Однак це не дозволяє точно порівнювати різні алгоритми. Оцінка ефективності базувалась на зборі індивідуальних зображень з фактичними розташуваннями зіниці. Реалізація була виконана за допомогою звичайної веб-камери з низькою роздільною здатністю 320x240 пікселів та стандартною роздільною здатністю 640 x 480 пікселів.



Рис. 1 – Діаграма інтелектуальної системи EYES MOUSE

Для вирішення задачі сегментації зображення та отримання координат зіниці ока використовувався метод розпізнавання зіниці ока на базі проєктивних функцій (Projection Functions Algorithm), що запропоновано Zhou та Geng [4]. Програмна реалізація алгоритму входить до складу Open CV [3]. Метод ґрунтується на припущенні-спостереженні, що контури очей і зіниць зменшується більше ніж рогівка ока. В основі методу лежить проєкція інтенсивності пікселів на вертикальні та горизонтальні осі. Ці проєкції поділяють всю картинку на однорідні підмножини (рис. 2).

### Висновки

Існує багато способів полегшення взаємодії між комп'ютером і людиною. Запропонований спосіб вирізняється високою точністю розпізнавання кліпання очей в умовах найпростіших веб-камер – тобто в умовах дуже низької якості вхідних даних.

Можливість у модульній спосіб нарощувати функціонал системи вже сьогодні доповнена модулями використання голосового помічника для написання тексту та переміщення курсора миші за допомогою очей. Проте якість їх функціонування поки ще не є високою.

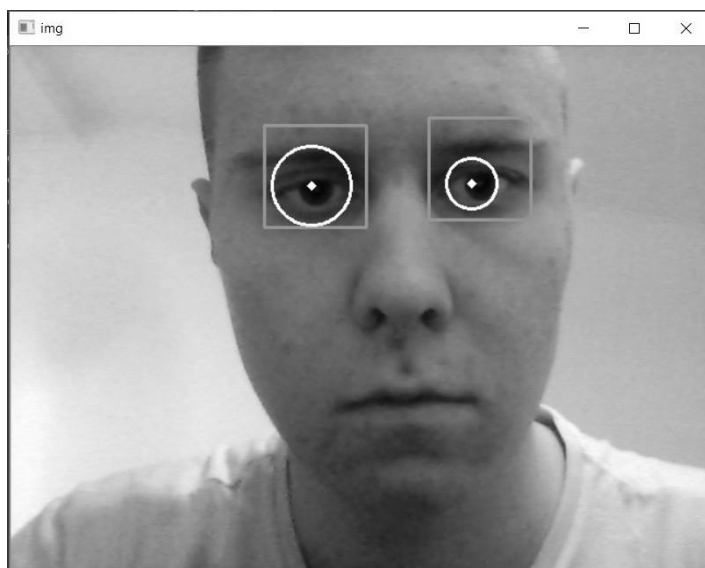


Рис. 2 – Экрана форма розробленої програми

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Z. Savas, Track Eye: Real time tracking of human eyes using a webcam. <http://www.codeproject.com/KB/cpp/TrackEye.aspx>
2. EyeTracker web page <http://thFwww.if.uj.edu.pl/zfs/ciesla/main/EyeTracker.html>
3. OpenCV library, <http://opencv.willowgarage.com/wiki/>
4. Z.Zhou, X.Geng, Projection functions for eye detection, [http://ftp.dii.unisi.it/pub/users/sarti/eyedetection/Zhou\\_2004\\_PR.pdf](http://ftp.dii.unisi.it/pub/users/sarti/eyedetection/Zhou_2004_PR.pdf)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИММУННОЙ МОДЕЛИ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ****Кораблев Н.М., Фомичев А.А., Соловьев Д.Н.**

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. ЭВМ, тел. (057) 702-13-54  
E-mail: mykola.korablyov@nure.ua, solovyov.dima@gmail.com*

Классификация объектов на основе иммунного подхода может быть выполнена с контролируемым и неконтролируемым обучением, а также путем автоматической классификации [1-3]. Наиболее распространёнными моделями искусственных иммунных систем (ИИС), используемыми для классификации данных, являются модели клонального отбора и искусственной иммунной сети [4]. Особенностью кластеризации (классификации с неконтролируемым обучением) на основе иммунного подхода является отсутствие обучающей выборки (ОВ), состоящей из исходных антигенов. Для проведения кластеризации используется популяция антител, при этом не все иммунные модели позволяют проводить процесс иммунного обучения (ИМО) без использования популяции антигенов. Так, модель клонального отбора исключает возможность взаимодействия между антителами, что приводит к необходимости формирования популяции антигенов из набора антител.

Процесс кластеризации на основе иммунного подхода содержит три основных этапа [2]: 1) подготовительный этап, 2) этап иммунного обучения и 3) этап уточнения границ исходных классов. Подготовительный этап необходим для определения объектов, которые могут быть классифицированы в процессе ИМО, и определения объектов, которые классифицируются на завершающем этапе работы и не используются в процессе ИМО. Большое внимание уделяется подготовительному этапу, поскольку именно на данном этапе происходит формирование популяции антигенов для алгоритмов, функционирующих на основе модели клонального отбора, и определение критериев поиска центров формируемых кластеров. Поскольку задача кластеризации исключает использование ОВ, количество кластеров, формируемых в процессе ИМО, определяется на подготовительном этапе.

Модель клонального отбора является одной из наиболее простых в реализации моделей, функционирующих на основе теории ИИС [4]. Поэтому данная модель часто используется для решения различных практических задач. Наиболее распространёнными алгоритмами, реализующими модель

клонального отбора, являются алгоритмы CLONALG и ВСА. Основное различие между данными алгоритмами заключается в способе организации обработки антител в процессе ИМО, использовании оператора первичного отбора и особенностях клонирования антител. Благодаря некоторым особенностям работы алгоритм ВСА больше подходит для решения задачи классификации, однако алгоритм CLONALG характеризуется более высоким быстродействием. Поэтому для решения задачи кластеризации на основе иммунной модели клонального отбора базовым алгоритмом был выбран CLONALG, который подвергся модификации для повышения эффективности кластеризации.

Процесс ИМО, функционирующий на основе модели клонального отбора, исключает возможность взаимодействия внутри популяции антител, либо между антителами и множеством клонов. Поэтому все внутривидовые взаимодействия между антителами производятся либо перед началом этапа ИМО, либо после его завершения. Для решения проблемы избыточных вычислений, характерной для популяционной обработки антител на этапе ИМО, в методах, используемых для решения задачи кластеризации на основе модели клонального отбора, используется последовательная обработка антител. Для каждого копируемого антитела формируется отдельное множество клонов, которые подвергаются мутации и редактированию. Процесс ИМО на основе модели клонального отбора на уровне иммунных операторов (ИО) представляется следующим образом:

$$Learning(AB, AG, T, n) = \left. \begin{array}{l} \xrightarrow{AB'} Cloning(ab'_i, CL_i, n) \rightarrow \\ \rightarrow Mutation(CL_i) \rightarrow \\ \rightarrow Presentation(CL_i, Ts_i) \rightarrow \\ \rightarrow Selection(CL_i, cl') \rightarrow \\ \rightarrow Ageing(ab'_i, cl') \end{array} \right\}^T \quad (1)$$

где  $AB$  – популяция классифицируемых антител;  $AG$  – популяция антигенов ОБ;  $T$  – предельное количество популяций, формируемых в процессе ИМО;  $n$  – минимальное количество объектов, создаваемых при клонировании;  $Cloning(ab'_i, CL_i, n)$  – ИО пропорционального клонирования антител с ограничением минимального количества клонов;  $Mutation(CL_i)$  – ИО обратной пропорциональной мутации на основе аффинности дальнего предка;  $Presentation(CL_i, Ts_i)$  – ИО представления целевых объектов  $i$ -го антитела  $Ts_i$  множеству мутировавших клонов;  $Selection(CL_i, cl')$  – ИО конкурентно целевого отбора клонов;  $Ageing(ab'_i, cl')$  – ИО старения антител. Следует отметить, что поскольку модель клонального отбора исключает возможность взаимодействия между антителами в процессе ИМО, то множество целевых объектов  $Ts_i$  для каждого  $i$ -го классифицируемого антитела формируется исключительно из популяции антигенов ОБ. При кластеризации объектов в условиях отсутствия априорной информации о классах, популяция антигенов формируется из антител, являющихся начальными центрами формируемых кластеров путем клонирования.

Для решения задачи кластеризации объектов на основе модели клонального отбора был разработан алгоритм CLONALGmc. Его основной особенностью является формирование ОБ антигенов перед группировкой исходного набора объектов. Для определения начальных центров кластеров используется значение средней аффинности  $NAT$  между классифицируемыми антителами, определяемое на подготовительном этапе работы алгоритма. На уровне ИО алгоритм CLONALGmc представляется следующим образом:

$$CLONALGmc(AB, T, \lambda, n) = \left[ \begin{array}{l} NatCalculation(AB) \rightarrow \\ \rightarrow AgGeneration(AB) \rightarrow \\ \rightarrow Presentation(AB, AG) \rightarrow \\ \rightarrow ClusterDetection(AG, AB, \lambda) \rightarrow \\ \rightarrow TrgSelection(AB'') \end{array} \right]^{PRP} \rightarrow \rightarrow Learning(AB, AG, T, \lambda, n) \rightarrow \rightarrow \left[ \begin{array}{l} ClusterDetection(AB'', AG) \rightarrow \\ \rightarrow Reconstruct ion(AB, AB') \end{array} \right]^{CLS} \quad (2)$$

где  $\lambda$  – коэффициент роста кластеров;  $Learning(AB, AG, T, \lambda, n)$  – этап ИМО;  $CLS$  – завершение кластеризации;  $NatCalculation(AB)$  – ИО определения значения аффинности  $NAT$ ;  $AgGeneration(AB)$  –

ИО определения начальных центров кластеров и формирования популяции антигенов  $AG$ ;  $Presentation(AB, AG)$  – ИО представления популяции целевых антигенов группируемым антителам;  $ClusterDetection(AG, AB, \lambda)$  – ИО кластеризации антител без ИМО;  $TrgSelection(AB^*)$  – ИО определения целевых антигенов для антител, участвующих в процессе ИМО;  $ClusterDetection(AB^*, AG, \lambda)$  – ИО определения кластеров для неклассифицированных антител;  $Reconstruction(AB, AB^*)$  – ИО восстановления исходных объектов и определения их принадлежностей к выделенным кластерам.

Для оценки эффективности алгоритма CLONALGmc было проведено сравнение результатов кластеризации с результатами работы наиболее распространённых алгоритмов кластеризации (k-means, MST, VCA, CLONALG и aiNET). По результатам кластеризации различных наборов данных алгоритм VCA характеризуется наихудшим быстродействием, но наибольшей точностью среди других иммунных алгоритмов. Алгоритмы k-means и MST характеризуются наибольшей точностью и устойчивостью группировки, при этом MST превосходит k-means по скорости классификации и характеризуется наилучшим быстродействием среди приведенных алгоритмов. При этом для алгоритмов MST и k-means обязательным условием является наличие информации о количестве выделяемых кластеров. Несмотря на то, что иммунные алгоритмы классификации уступают по всем основным параметрам алгоритмам MST и k-means, они способны к автоматическому выделению кластеров без использования какой-либо априорной информации об их количестве. Из результатов кластеризации различных наборов данных следует, что модифицированный алгоритм CLONALGmc превосходит алгоритмы CLONALG и aiNET по всем параметрам и сопоставим по точности и устойчивости группировки с алгоритмом VCA, значительно превосходя его по быстродействию.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Кораблев Н.М. Классификация объектов на основе искусственных иммунных систем / Н.М. Кораблев, А.А. Фомичёв // Системи обробки інформації. – 2010. – Вип. 6 (87). – С. 13–17.
2. Кораблев Н.М. Кластеризация данных на основе искусственных иммунных систем / Н.М. Кораблев, А.А. Фомичев // Системи обробки інформації. – 2009. – Вип. 4 (78). – С. 77–82.
3. Кораблев Н.М. Автоматическая классификация данных на основе иммунного похода / Н.М. Кораблев, А.А. Фомичев // Бионика интеллекта: науч.-техн. журнал. – 2014. – № 2 (83). – С. 83-90.
4. Dasgupta D. Recent Advanced in Artificial Immune Systems: Models and Applications / D. Dasgupta, S. Yu, F. Nino // Applied Soft Computing. Elsevier, 2011. – P. 1574-1587.

#### АВТОНОМНА БОРТОВА СИСТЕМА ДЕТЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА МІСЦЕВОСТІ

Коробов А. Г.

Сумський державний університет, Україна, 40007, Сумська обл., м. Суми,  
вул. Римського-Корсакова, E-mail: a.korobov@cs.sumdu.edu.ua

Сучасні безпілотні літальні апарати, які оснащені бортовими відео камерами мають дуже широке комерційне застосування в різних галузях. При цьому на сьогоднішній день практично відсутні малагабаритні БЛА загального призначення, здатні здійснювати в автономному режимі детектування об'єктів інтересу на місцевості і здійснювати адаптацію під нові умови спостереження. При розробці бортових систем детектування об'єктів набуло поширення використання глобальних дескрипторів таких як мішок слів (Bag-of-words, BoW), що обчислюється на основі локальних дескрипторів SIFT або SURF [1] для ключових точок, та гістограми орієнтованих градієнтів (Histogram of Oriented Gradients) у вікні пошуку, яке формується за алгоритмом адаптивного ковзного вікна (Run-time Adaptive Sliding Window, RASW) [2], або алгоритмом ефективного пошуку підвікна (Efficient Subwindow Search, ESS) [3]. Перевагою такого підходу є можливість навчання системи бортовими обчислювальними ресурсами, що дозволяє краще адаптуватись під умови середовища Проте такий підхід має невисоку точність у порівнянні зі згортковими нейронними мережами та потребує налаштування багатьох параметрів. Алгоритми детектування, основані на використанні згорткових нейронних мережі, такі як Yolo, SSD, Faster R-CNN [4] демонструють високу точність детектування за нестационарних умов польоту БЛА (масштабу, поля зору, умов освітлення, типу фонові місцевості). Однак такі алгоритми мають високу обчислювальну складність процесу навчання на основі зворотного поширення помилки, що ускладнює оперативну адаптацію до зміни умов функціонування. Тому актуальною є розробка обчислювально-ефективного алгоритму детектування об'єктів на місцевості зі здатністю донавчання (online learning) бортовими засобами, що

дозволить системі працювати в умовах нестационарності зовнішнього середовища та модифікації об'єктів інтересу.

У роботі пропонується підхід до реалізації системи детектування об'єктів який базується на принципах концепції передачі знань (Transfer learning) та використанні ідей і методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (IEI-технології), що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи на етапі машинного навчання [5]. На рис. 1 показано блок-схему системи ідентифікації об'єктів на місцевості, що пропонується

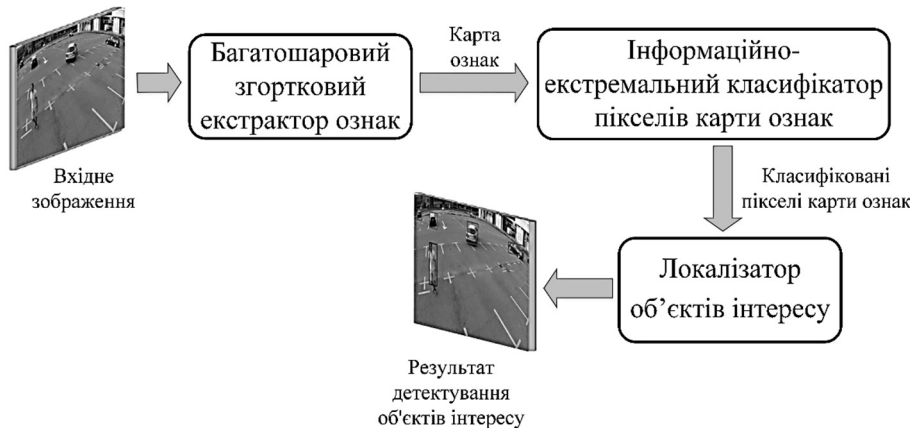


Рис. 1. Схема системи детектування об'єктів на місцевості.

На рис. 1 показано узагальнену схему системи детектування об'єктів на місцевості. Локалізація об'єкту інтересу в кадрі зображення відбувається шляхом розбиття кадру зображення на фіксовану решітку з розміром клітинки в половину менше за розмір найменшого можливого об'єкта який необхідно детектувати. У випадку, коли декілька об'єктів припадають на одну клітинку, то перевага надається тому об'єкту який має більшу площу. Якщо площа однакова то обирається той, який має найменшу ординату ОУ). Приймається що висота польоту є стаціонарною, а розмір сітки співпадає з шириною і висотою карти ознак, що формується на основі переднавченої згорткової мережі згідно з принципом передачі знань. Тобто екстракція ознакового опису кадру зображення здійснюється попередньо навченою на великому наборі навчальних даних згортковою нейронною мережею, що дозволяє зменшити обчислювальне навантаження при навчанні вирішальних правил за умов обмеженого обсягу ресурсів та навчальних зразків. Якщо доменна область, в рамках якої навчалась згорткова нейромережа, далека від цільової доменної області, то декілька верхніх шарів нейромережі потрібно навчити самостійно. Нами пропонується навчання без вчителя на основі розріджено кодуємого нейронного газу [6], а уточнення на основі імітації відпаду (SA), початковий стан якого ініціалізується за результатами навчання без вчителя [7].

Глибина карти ознак відповідає розмірності ознакового опису елементарної клітинки детектування. Кожен піксель карти ознак надходить на вхід інформаційно-екстремального класифікатора, що характеризується низькою обчислювальною складністю та високою достовірністю за умов обмеженого обсягу навчальних зразків. При цьому побудова вирішальних правил в рамках ІЕІ-технології здійснюється згідно з принципом відкладених рішень в процесі оптимізації параметрів навчання за багатоциклічною ітераційною процедурою пошуку максимального граничного значення інформаційного критерію у вигляді [5]

$g_{\xi}^* = \arg \max_{G_{\xi}} \min_{G_{\xi-1}} \{ \max_{G_1} \{ \dots \} \}$  інформаційному розумінні параметр навчання класифікатора зон

і  
н  
т  
е  
р  
с  
у

Вирішальні правила у вигляді гіперсферичних контейнерів класів розпізнавання будуються в бінарному субпараметральному просторі ознак і їх параметри використовуються в режимі екзамену при обчисленні функції належності  $j$ -ї екзаменаційної реалізації до  $m$ -го класу розпізнавання [5]

$$\mu_m = 1 - \frac{d(x_m \oplus x^{(j)})}{d_m^*}$$

р  
о  
з  
п  
і  
з  
н  
а  
в

де  $d(x_m \oplus x^{(j)})$  – кодова відстань між еталонним вектором  $x_m$  і реалізацією  $x^{(j)}$ , що розпізнається;  $d_m^*$  – визначений на етапі навчання оптимальний радіус контейнера класу  $X_m^o$ .

Таким чином, реалізація системи детектування об'єктів на місцевості з використанням концепції передачі знань та ідей і методів інформаційно-екстремального машинного навчання дозволяє заощадити ресурси системи при адаптації до зміни умов спостереження і модифікації об'єктів інтересу.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Kachikian S. A Review of detector descriptors' on Object Tracking / S. Kachikian, M. Emadi // International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. – 2016. – Vol. 5, Issue 7. DOI: 10.15662/IJAREEIE.2016.0507002.
2. Comaschi F RASW: A run-time adaptive sliding window to improve Viola-Jones object detection / F. Comaschi, S. Stuijk, T. Basten, H. Corporaal // Seventh International Conference on Distributed Smart Cameras, Palm Springs, California, USA, October 29. – November 1. 2013: proceedings. – IEEE Washington DC, USA, 2013. DOI: 10.1109/ICDSC.2013.6778224.
3. Senjian A. Efficient algorithms for subwindow search in object detection and localization / A. Senjian, P. Peursum, L. Wanquan, S. Venkatesh // IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Miami, Florida, USA, June 20-25, 2009: proceeding, IEEE, Washington, D. C, USA, pp. 264-271. DOI: 10.1109/CVPR.2009.5206822
4. Zhiqiang W. A review of object detection based on convolutional neural network / W. Zhiqiang, L. Jun // IEEE 2017 36th Chinese Control Conference (CCC), Dalian, China, July 26-28, 2017: proceeding, IEEE, Washington, D. C, USA, pp. 11104 – 11109. DOI: 10.23919/ChiCC.2017.8029130
5. Moskalenko V.V. Intelligent Decision Support System for Medical Radioisotope Diagnostics with Gamma-camera / A.S. Dovbysh, V.V. Moskalenko, A.S. Rizhova, O.V. Dyomin // Journal of Nano- and Electronic physics. – Vol. 7, No. 4. – Sumy : Sumy State University, 2015. – P. 04036-1–04036-7.
6. Labusch K. Sparse coding neural gas: learning of overcomplete data representations / Labusch K., E. Barth, T. Martinetz // Neurocomputing. – Vol. 72, No. 7–9, 2009, pp. 1547–1555. DOI:10.1016/j.neucom.2008.11.027.
7. Rasdi Rere L.M.. Simulated Annealing Algorithm for Deep Learning / L.M. Rasdi Rere, Mohamad Ivan Fanany, Aniat Murni Arymurthy // Procedia Computer Science. – Vol. 72. – Elsevier B.V., 2015. – P. 137–144. DOI: 10.1016/j.procs.2015.12.114

## ДО ВИЗНАЧЕННЯ СМИСЛОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПЕРЕКЛАДУ НА ЖЕСТОВІ АНАЛОГИ

Крак Ю.В.<sup>1,2</sup>, Бармак О.В.<sup>3</sup>, Куляс А.І.<sup>2</sup>, Касянюк В.С.<sup>1</sup>, Стеля І.О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
01601, Київ, вул. Володимирська 64/13, [krak@univ.kiev.ua](mailto:krak@univ.kiev.ua)

<sup>2</sup>Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України,  
03680, Київ, пр. Академіка Глушкова, 40, [krak@univ.kiev.ua](mailto:krak@univ.kiev.ua)

<sup>3</sup>Хмельницький національний університет,  
29016, Хмельницький, вул. Інститутська 11, [alexanderbarmak@gmail.com](mailto:alexanderbarmak@gmail.com)

В доповіді розглядаються проблеми практичної реалізації запропонованої концепції інформаційної технології для автоматизованого перекладу довільних текстів українською мовою на жестові аналоги [1]. Основна ідея концепції закладається в тому, що для ефективного перекладу найбільше підходить опис за принципом: від значення – до форми, тобто смислова складова інформації є базовою. Тому для побудови автоматизованого перекладу з української на жестову мову пропонується побудувати базисну систему структур простих речень, які передають смислову складову інформації і мають аналоги у жестовій мові. Під простими реченнями загально прийнято розуміти речення з одним предикативним зв'язком. Припускається, що довільне складне речення можна розкласти на послідовність простих речень, методи такої побудови виходять за рамки даних досліджень.

Пропонується метод побудови системи структур простих речень на основі подання відношень між словами української мови та відповідними їм жєстами жестової мови, і розробити спосіб узагальнення граматичних конструкцій перекладу. Для цих граматичних конструкцій знаходяться відповідні структури жестового речення для перекладу. З цією метою побудований граматичний словник української мови на основі формальної моделі словозміни. Це означає встановлення та формалізацію лінгвістичних критеріїв, згідно з якими вся множина слів мови розбивається на певні підмножини слів з певними властивостями,

які названі словозмінними парадигматичними типами. Вони містять групу лексем, словозмінна парадигма яких характеризується однаковою кількістю граматичних форм, усередині якої словозміна відбувається за унікальним правилом. Це означає, що, по-перше, слова, які належать до одного парадигматичного класу, мають однакові флексії у відповідних граматичних значеннях та однаковий характер чергування в основі, і, по-друге, відповідні аналітичні форми будуються за однаковими моделями їх утворення. Для української мови виділені і досліджені сім парадигматичних типів. Перевагою такої моделі зберігання слова є те, що прибирається надлишковість, тобто замість повного тексту слова у базі даних зберігається номер базової словоформи із відповідної множини базових словоформ, номер позиції у слові, до якої базова словоформа незмінна, та номер флексії (змінної частини слова) із відповідної множини.

Що стосується жестової мови, у якій відсутні словозміни, структура словника складається із множини жестів та немануальних маркерів, що передають мимічну і емоційну складові жесту. Далі метод перекладу будується шляхом отримання взаємно однозначних пар конструкцій, що передають сенс: речення на вхідній мові у відповідне речення на жестовій мові. Шляхом фіксування порядку розташування слів у вхідному реченні отримані структури (узагальнення), у яких замість конкретних слів у реченні містяться множини слів (задані параметрами словозміни), що використовуються на цих зафіксованих місцях. Дані послідовності можуть змінюватись та доповнюватись в процесі перекладу. Аналогічні структури будуються і для жестових речень. Для побудови граматичних конструкцій, як приклад, взято множину речень з програми вивчення української жестової мови для спеціалізованих шкіл. Отримано більше 250 узагальнюючих конструкцій.

Подальші дослідження спрямовані на доповнення системи більшою кількістю речень, що дозволить отримати узагальнення множини типових речень, достатне для повсякденного спілкування, а також на побудову автоматизованого перекладу на мову жестів довільної текстової інформації. При цьому, для виділення з вхідного тексту простих структур речень авторами пропонується розглянути тензорний підхід [2], застосування якого є найбільш ефективною і реалізованою процедурою для знаходження аналогів у жестовій мові, оскільки дозволяє передавати смислову інформацію, а не послідовно-послівну, не характерну для спілкування жестовою мовою.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Barmak O. Text to gestures translation for inflected languages / O. Barmak, Iu. Krak, S. Romanyshyn – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 100 p.
2. Марченко О.О. Метод ефективної невід’ємної факторизації лінгвістичних тензорів / О.О. Марченко // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: фіз.-мат. науки. – 2016. – №1. – С. 149-154.

### МЕТОДИ ПСЕВДООБЕРНЕННЯ МАТРИЦЬ ДЛЯ ШКАЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Кудін Г.І.<sup>1</sup>, Крак Ю.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
01601, Київ, вул. Володимирська 64/13, [krak@univ.kiev.ua](mailto:krak@univ.kiev.ua)

<sup>2</sup>Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України,  
03680, Київ, пр. Академіка Глушкова, 40, [krak@univ.kiev.ua](mailto:krak@univ.kiev.ua)

Вирішення проблем класифікації і кластеризації інформації часто пов'язане з потребами візуалізації результатів в рамках істотного зменшення розмірності простору ознак - класи та кластери мають відобразитися на площині або в тривимірному просторі. Підходи до такої візуалізації даних пропонує метод багатовимірного шкалювання – сукупність методів аналізу емпіричних даних про близькість об'єктів, за допомогою яких визначається розмірність простору істотних для даної змістовної задачі характеристик вимірюваних об'єктів і конструється конфігурація точок (об'єктів) в цьому просторі. Цей простір – багатовимірна шкала – значення істотних характеристик вимірюваних об'єктів, яким відповідають певні позиції на вісях простору. Математичне формулювання цілей багатовимірного шкалювання – це пошук і інтерпретація в вихідному просторі ознак нових змінних, що дають можливість, на підставі даних про взаємно попарні відстані між об'єктами, сформулювати ступінь подібності між об'єктами простору ознак – відстані або інші міри подібності об'єктів між характеристиками об'єктів [1, 2].

В доповіді пропонується розвиток засобів синтезу систем класифікації, кластеризації даних з використанням засобів псевдо обернення матриць для вирішення задач візуалізації інформації відносно взаємного розташування об'єктів класифікації і/або кластеризації на послідовності дво-, три- вимірних площин в деякому просторі, похідному від початкового простору ознак. Для вирішення поставлених проблем істотно використовуються результати Кириченка М.Ф. з теорії збурення псевдо обернених і



проекційних матриць [3,4]. Доповідь містить тезисне викладення основних означень та співвідношень теорії псевдо обернених і проекційних матриць, відповідні подання відстаней відповідності між елементами та об'єктами просторів. Наведено алгоритми побудови кусково гіперплощинних кластерів, які забезпечують вирішення поставленої проблеми.

Ефективність запропонованого методу шкалювання інформації була продемонстрована на розпізнаванні дактилем української жестової мови [5], де в якості характеристичних ознак були взяті 52 ознаки, розподілені на 6 груп, залежно від способу їх отримання. Експерименти проводились з групами ознак, які характеризують геометро-топологічні характеристики кисті руки людини при показі букв дактильної абетки і для яких було отримано прийнятну якість розпізнавання [5]. На прикладі класифікації дев'яти букв абетки (А, Б, В, Г, Ж, І, Е, Й) за п'ятьма і трьома ознаками, було отримано роздільність цих дактилем на площині шкалювання. Відзначимо, що використання п'яти характеристичних ознак дозволило отримати більш чітку віддільність (відстані букв від площини шкалювання були в межах від 0.1580 до 0.3828) тоді як при використанні трьох характеристичних ознак відстані від площини шкалювання були значно менші (в межах від 0.0306 до 0.1274), тобто у три-п'ять разів менші. Виключення становила дактилема Б, як в першому випадку (0.0177), так і в другому випадку (0.0073), віддільність від площини шкалювання була незначною, що може свідчити про складність розпізнавання саме цієї дактилеми за даними характеристичними ознаками.

Подальші дослідження будуть спрямовані на удосконалення запропонованого методу і його застосування до всіх букв української дактильної жестової мови з метою отримання оптимальної кількості характеристичних ознак для надійного розпізнавання.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Девисон М., Многомерное шкалирование. Методы наглядного представления данных. М.: Финансы и статистика, 1988. – 254с.
2. Воронцов К.В., Лекции по алгоритмам кластеризации и многомерного шкалирования, 2007. – 18с. Ресурс: <http://www.ccas.ru/voron/download/Clustering.pdf>.
3. Kirichenko N.F. Analytical representation of perturbations of pseudoinverse matrices // Cybernetics and Systems Analysis. – 1997. – Vol. 33, Issue 2. – P.230-238.
4. Кириченко Н.Ф., Кудин Г.И., Анализ и синтез систем классификации сигналов средствами возмущений псевдообратных и проекционных операций // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – №3. – С. 47-57.
5. Крак Ю.В., Кривонос Ю.В., Бармак А.В., Тернов А.С.. Подход к определению эффективных признаков и синтезу оптимального полосно-разделяющего классификатора для элементов дактильно-жестовой речи // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – №2. – С.3-12.

#### МЕТОД АНАЛІЗУ АВТОРСТВА ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СТИЛЕМЕТРІЇ

Литвин В.В., Оборська О.В., Висоцька В.А., Бобик І.О.

*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна, Victoria.A.Vysotska@lpnu.ua*

Збільшення текстових масивів даних відкриває нові шляхи в дослідженні літератури і мови автора. Статистичні методи за допомогою комп'ютерних технологій мають великий потенціал у розв'язуванні більшості теоретичних задач лінгвістики і практичних задач опрацювання текстових даних. Одним із напрямів аналізу текстової інформації є стилеметрія – галузь прикладної лінгвістики, що виявляє, вимірює та аналізує кількісні характеристики певного функціонального стилю мови чи мовлення. Стиль є різновидом, видозміною літературної мови; манерою мовного вираження у різних сферах, умовах, формах (усній і писемній) спілкування; мистецтво слова [1]. Стиль характеризують принципом відбору та комбінації різноманітних мовних засобів, стиль можна вважати «мірою відхилення від реальної норми» [2]. Проблема встановлення авторства анонімних та псевдонімних текстів пов'язана як з історико-філологічними, так і з природничо-технічними науками, серед яких особливої ваги у вирішенні питання набирає статистика та теорія ймовірностей. Причому постановка задачі та використання результатів стосуються літературознавчої сфери, а апарат та методи отримання результату – математичної сфери, що вимагає застосування сучасних наукових теорій та обчислювальних засобів [3]. Нехай існує статистично опрацьований доробок автора (еталон). Необхідно оцінити належність певних уривків до еталону із застосуванням відповідних методів. Розглянемо для ілюстрації творчість Автора 1 та його публікації [3]. Причому будемо вважати, що авторський еталон вже побудований – завдання з відбору текстів, лематизації та проблеми неоднорідності вирішені, опрацьований матеріал сформований у вигляді частотного словника [1-3]. Використаємо для атрибуції метод опорних слів, результати подамо у вигляді

коефіцієнтів кореляції та графічно. Для індивідуального стилю письменника показовими є саме службові слова, оскільки вони ніяк не пов'язані з темою і змістом книги [3]. Тож вважатимемо вказаний параметр дослідження тексту ефективним та приймемо список службових слів [3].

Розглянемо 7 різних уривків з [2-8] одного авторського колективу та 3 роботи авторів не з цього авторського колективу [9-11]. Роботи відформатовані з огляду на вибір методу атрибуції: з кожного уривку вибрано лише прийменники, сполучники та частки. Проаналізуємо отримані коефіцієнти різноманітності авторського тексту через [12]. Еталонним текстом обрано [1] з кількістю слів 1511. Також проаналізуємо загальну кількість слововживань в уривку, власні назви не враховуються. Знайдемо та проаналізуємо для кожного з уривків 2-11 абсолютну частоту та відносну частоту появи службового слова, а також відносну частоту появи вказаного слова в еталоні [1] (рис. 1а). Знайдемо для кожного з уривків кореляції службових слів у порівнянні з еталонним текстом. За такими даними неможливо точно сказати, хто є автором/авторами еталонного тексту.

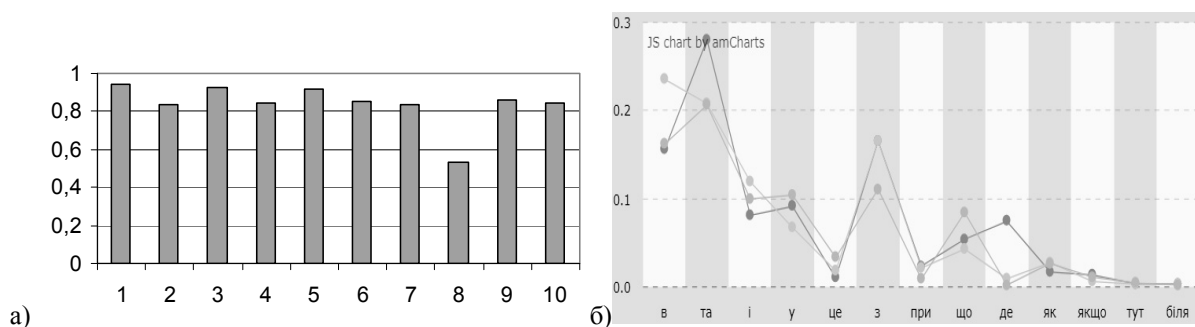


Рис. 1. Коефіцієнти кореляції службових слів в Уривках [2-11] та в еталоні [1]

Тепер поміняємо напрям дослідження. Оберемо 3 роботи [1-3] одного колективу як стабільні уривки для дослідження (Уривок 1 з [1] – 56824 знаків, Уривок 2 з [2] – 67616, Уривок 3 з [3] – 54385). Слів зі списку Сводеша в Уривку 1: 18 (рис. 16). Це складає: 6.0810810810811% від всього слів: 296. Слів зі списку Сводеша в Уривку 2: 25. Це складає: 5.5045871559633% від всього слів: 327. Слів зі списку Сводеша в Уривку 3: 18. Це складає: 9.0909090909091% від всього слів: 451. Самий менший уривок [3], тому система [12] скоротить інші уривки до цього розміру. Якщо еталон буде більший за обрані уривки, то він також буде скорочений до цього ж розміру, інакше будуть скорочені уривки до розміру еталона. А еталонні уривки оберемо як одноосібні роботи авторів з того ж колективу та тих, хто не брав участь у написанні саме цих колективних робіт [1-3]. Визначення стилю автора тексту на основі аналізу коефіцієнтів лексичного авторського мовлення в еталонному уривку авторського тексту. Проаналізуємо тексти у 2 етапи: з врахуванням всіх службових слів (рис. 2) та з врахуванням тільки спільних службових слів (рис. 3).

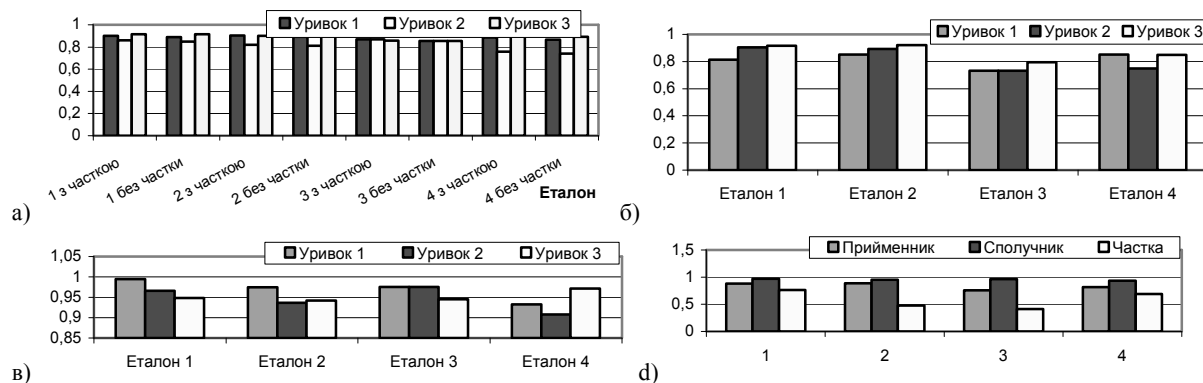


Рис. 2. Кореляційний розподіл появи між уривками [13-16] та еталонними тестами [1-3] на етапі 1: а) службових слів з врахуванням частки та без врахування частки, б) прийменників, в) сполучників та г) середньостатистичний кореляційний розподіл службових слів

Автори Еталонів 1-3 брали участь в написанні текстів Уривків 1-3, а автор Еталону 4 не брав в цьому участь. Тепер проаналізуємо отримані результати кореляційного розподілу службових слів. Можна чи з певністю стверджувати, що врахування чи не врахування частки при дослідженні текстів суттєво не впливає на результат на цьому етапі дослідження. На рис. 2а подано кореляційний розподіл появи службових слів між уривками [13-16] та еталонними тестами [1-3] на етапі 1. Отримані результати лише «натякають» на те, що автор Еталону 4 не брав участі у написанні уривків 1-3. Якщо ж аналізувати окремо розподіл прийменників, то також закрадається сумнів участі в проектах авторів еталону 3-4 (рис. 2б).

Аналіз сполучників навпаки підтверджує участь автора 3, але накладає сумнів щодо авторів 2 та знову ж таки 4. (рис. 2в). Якщо ж аналізувати всі службові слова одночасно, з певністю можна сказати, що 1 та 2 автори більш ймовірно брали участь в проектах написання уривків 1-3 (рис. 2г). Отримані результати «із сумнівом» можна пояснити тим, що на цьому етапі дослідження були враховані всі службові слова, як спільні, так і ті, що в зустрічалися лише в одній роботі.

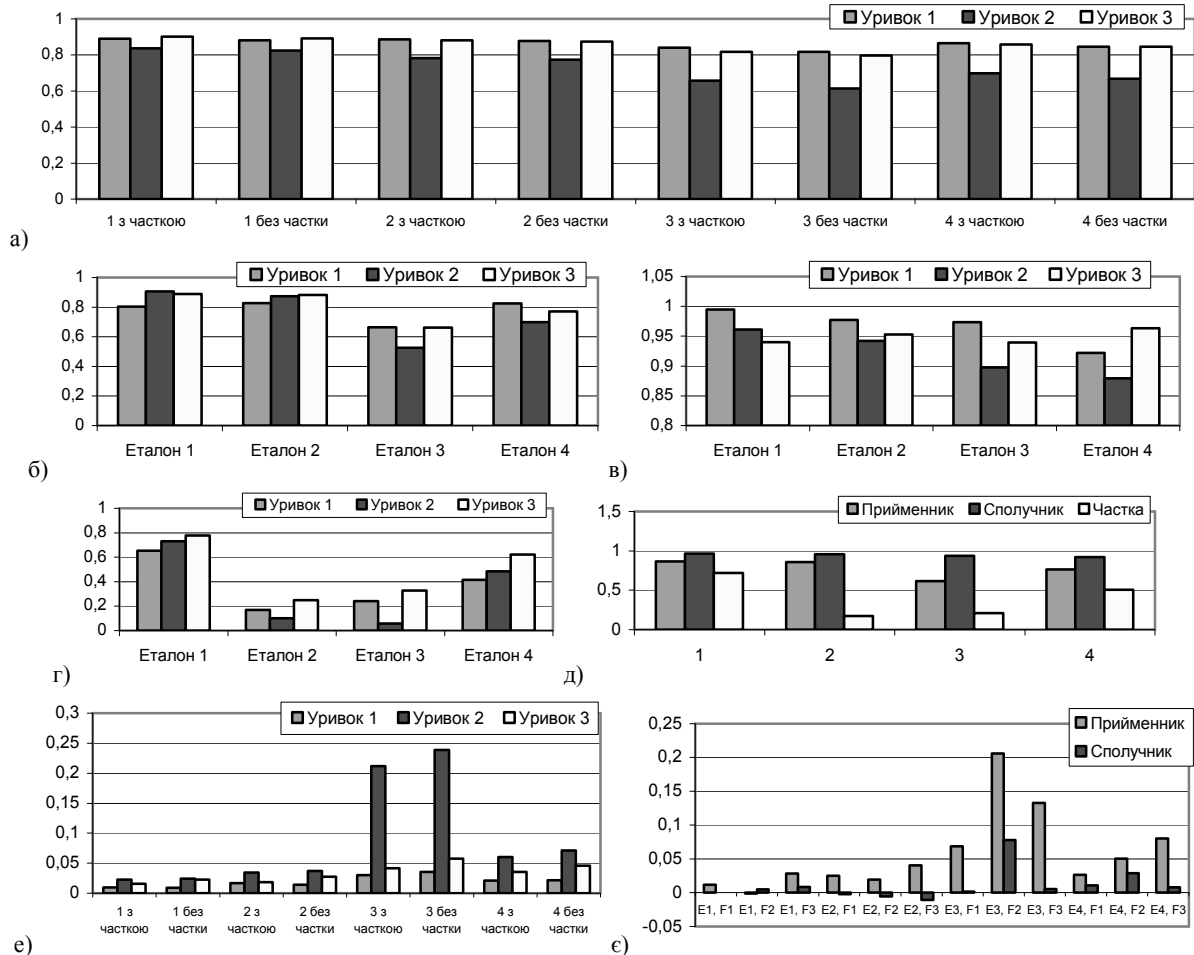


Рис. 6. Кореляційний розподіл появи між уривками [13-16] та еталонними тестами [1-3] на етапі 2: а) службових слів з врахуванням частки та без врахування частки, б) прийменників, в) сполучників, г) частки, д) середньостатистичний кореляційний розподіл службових слів, е) різниця кореляційного розподілу прийменників і сполучників між етапами 1 та 2

Тепер проаналізуємо отримані результати на етапі 2 при дослідженні текстів з врахування лише спільних службових слів (рис. 3). З певністю можемо стверджувати, що і на цьому етапі дослідження врахування часток чи їх не врахування не впливає на отриманий кореляційний розподіл службових слів еталоні та відповідних уривках (рис. 3а). Згідно рис. 3а зростає сумнів участі авторів 3-4 у колективному проекті, висвітлених в роботах 1-3. Дослідження окремо розподілу прийменників (рис. 3б) та сполучників (рис. 3в) підтверджує цей отриманий результат. А ось окреме дослідження розподілу часток в текстових уривках відповідно до еталонів приносить несподіваний результат – лише автор еталону 2 з точністю 91% брала участь у написанні робіт 1-3. Але так як долі часток у самих творах досить мала, цей факт можна піддати сумніву. Цікавими є коефіцієнти кореляції між уривками 1-3 відповідно до еталонів 3-4 (рис. 3е-3е). Лише отримані результати кореляції службових слів між еталоном 1 та всіма уривками підтверджує участь автора 1 у відповідних проектах. На жаль, обсяг проведених досліджень не дає змоги стверджувати, що такий високий коефіцієнт кореляції, як між Уривками 1-3 та Еталоном 3, є закономірним. Коефіцієнт наразі дозволяє висунути гіпотезу про те, що, загалом Еталоном 3 або написаний в інший часовий проміжок, ніж Уривки 1-3, або більше технічно опрацьовані автором Еталонів 1-2. Той факт, що така залежність справді існує, чи що це випадковий збіг через невдало обраний уривок, потребує значно ширших досліджень.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. V. Lytvyn, P. Pukach, I. Bobyk, V. Vysotska, “The method of formation of the status of personality understanding based on the content analysis”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5/2, 2016, 4-12.
2. V. Lytvyn, V. Vysotska, P. Pukach, O. Brodyak, D. Ugryn, “Development of a method for determining the keywords in the slavic language texts based on the technology of web mining”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2, 2017, pp. 4-12.
3. V. Lytvyn, V. Vysotska, P. Pukach, I. Bobyk, D. Uhrin, “Development of a method for the recognition of author’s style in the Ukrainian language texts based on linguometry, stylemetry and glottochronology”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/2, 2017, 10-18.
4. V. Lytvyn, V. Vysotska, P. Pukach, M. Vovk, D. Ugryn, “Method of functioning of intelligent agents, designed to solve action planning problems based on ontological approach”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3/2(87), 2017, pp. 11-17.
5. V. Lytvyn, V. Vysotska, O. Veres, I. Rishnyak, H. Rishnyak, “Classification Methods of Text Documents Using Ontology Based Approach”, Advances in Intelligent Systems and Computing, 512, Springer, 2017, pp. 229-240.
6. V. Lytvyn, V. Vysotska, L. Chyrun, L. Chyrun, Distance Learning Method for Modern Youth Promotion and Involvement in Independent Scientific Researches, Data Stream Mining & Processing, 2016, 269-274.
7. V. Lytvyn, O. Tsmots, “The process of managerial decision making support within the early warning system”, Actual Problems of Economics, vol. 11(149), 2013, pp. 222-229.
8. J. Su, V. Vysotska, A. Sachenko, V. Lytvyn, Y. Burov, “Information resources processing using linguistic analysis of textual content”, Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems Technology and Applications, 2017, Bucharest, Romania, pp. 573–578.
9. T. Basyuk, “The main reasons of attendance falling of internet resource. Computer Science and Information Technologies, 2015, pp. 91-93.
10. N. Shakhovska, V. Vysotska, L. Chyrun, “Features of E-Learning Realization Using Virtual Research Laboratory”, Computer Science and Information Technologies, CSIT’2016, pp.143-148.
11. N. Shakhovska, V. Vysotska, L. Chyrun, “Intelligent Systems Design of Distance Learning Realization for Modern Youth Promotion and Involvement in Independent Scientific Researches”, Advances in Intelligent Systems and Computing 512, Springer, 2017, pp. 175-198.
12. Victana, <http://victana.lviv.ua/linhvometriia/druhyi-riven>.
13. V. Vysotska, “Linguistic Analysis of Textual Commercial Content for Information Resources Processing”, Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, 2016, pp. 709-713.
14. V. Vysotska, L. Chyrun, “Analysis features of information resources processing”, Computer Science and Information Technologies, CSIT’2015, pp. 124-128.
15. V. Lytvyn, “The similarity metric of scientific papers summaries on the basis of adaptive ontologies”, Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, 2011, p. 162.
16. P. Kravets, “The control agent with fuzzy logic”, Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, MEMSTECH’2010, pp. 40-41.

**ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АФІННОСТІ  
ЗВ’ЯЗУВАННЯ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ**

**Лур’є І.А., Вороненко М.О., Корніловська Н.В., Мурзенко О.І., Жмак Я.С., Кушко О. Г.**

*Херсонський національний технічний університет, Україна, Херсон-73008, Бериславське шосе, 24*

**Вступ.** Зв’язування пептидів відіграє важливу роль у молекулярній біології. В імунній системі розпізнавання пептидів починається з моменту їх зв’язування з головним комплексом гістосумісності (МНС). Після процесу зв’язування пептидів із МНС-білками отримані сполучення надходять і закріплюються на поверхні клітки, що викликає активізацію цитотоксичних кліток. Дане зв’язування викликає клітинну імунну відповідь. Взаємодії між пептидами й протеїнами необхідні для ініціювання захисних механізмів організму [1]. Виявлення зв’язку пептидів з молекулами МНС може мати вирішальне значення для розробки і розвитку ліків.

**Постановка задачі.** Одним із самих складних аспектів зв’язування пептидів є проорокування афіності зв’язування протеїну з пептидом. Пептид, представлений молекулами МНС класу I, являє собою коротку кількість амінокислотної послідовності, яка звичайно містить від восьми до одинадцяти

амінокислот [2]. Проблема полягає в тому, що є велика кількість пептидів, які придатні для зв'язування з кожною молекулою МНС. Проведення біологічних експериментів для вимірювання ступеня афінності зв'язаності між протеїнами і пептидами є дуже дорогим і часовитратним. Із цієї причини розробка обчислювальних методів знаходження МНС-пептидних комплексів є потенційними інструментами для діагностики.

**Ціль роботи** – розробка методу пророкуванням афінності зв'язування пептидів з метою знаходження числових значень пептидних зв'язків, використовуючи двох етапну кластеризацію й метод групового урахування аргументів (МГҮА)

**Запропонований підхід.** У даному дослідженні, кількісне пророкування афінності зв'язування пептидів було виконано у два етапи:

1. видалення шумового компонента й відбір властивостей;
2. застосування багаторядного алгоритму МГҮА для визначення афінності зв'язування між взаємодіючими біологічними молекулами.

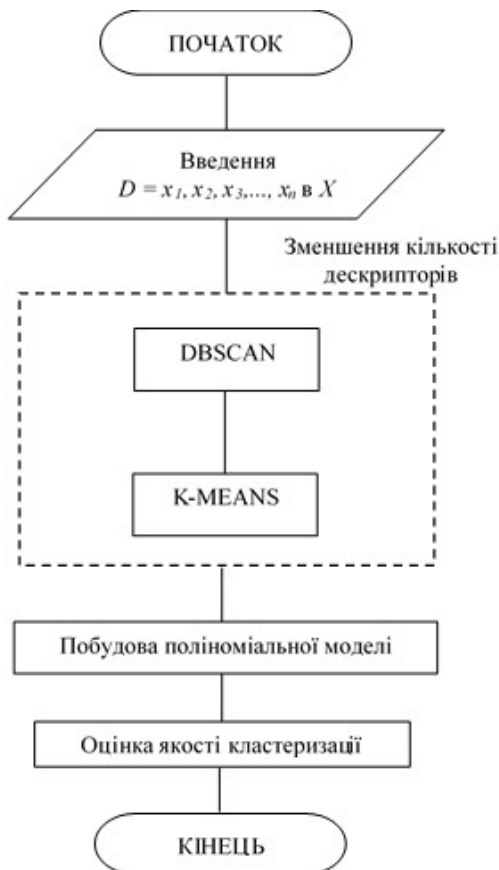


Рис. 1. Загальна схема дослідження

Для відбору властивостей для задачі прогнозування афінності зв'язування пептидів використовувався алгоритм К-середніх. Алгоритм К-середніх часто використовується для розподілу ознак на кілька кластерів. Основна ідея алгоритму полягає в тому, що на кожній ітерації повторно обчислюється центр мас для кожного кластера, отриманого на попередньому кроці, потім вектори розбиваються на кластери заново відповідно до того, який з нових центрів виявився ближче по обраній метриці.

У данім дослідженні апріорно не відоме число кластерів у досліджуваному наборі даних. Тому був застосований метод «ліктя» [6]. Метод «ліктя» не дозволяє чітко визначити кількість кластерів у досліджуваних даних. Тому, оцінка отриманих результатів кластеризації здійснювалася за допомогою алгоритму К-середніх при різних кількостях відібраних дескрипторів для кількості кластерів від 2 до 10.

Завершальним етапом застосування алгоритму К-середніх є оцінка якості кластеризації.

$$CH = \frac{SSB_K \cdot (N - K)}{SSW_K \cdot (K - 1)} \quad (1)$$

де  $SSB_K$  – матриця міжкластерних сум квадратів відстаней,  $SSW_K$  – матриця всередині кластерних сум квадратів відстаней;  $K$  – число кластерів,  $N$  – число об'єктів дослідження.

У формулі (1) чисельник вимірює, наскільки центроїди кластерів відрізняються від середнього об'єкту, а знаменник показує, наскільки об'єкти відрізняються від центроїдів їх кластерів. Отже, оптимальна розбивка буде знайдена при максимізації *Ch-Індексу*.

Для визначення афінності зв'язування між взаємодіючими біологічними молекулами на другому етапі досліджень використовувався ітераційний багаторядний алгоритм МГУА [7].

Принципова відмінність МГУА від звичайного регресійного аналізу полягає в тому, що метою першого є досягнення мінімуму доцільно обраного критерію селекції, а метою другого – досягнення мінімуму середньоквадратичної помилки (СКП) на всіх експериментальних точках при заздалегідь заданому виді рівняння регресії, що найчастіше носить суб'єктивний характер.

За допомогою ітераційного багаторядного алгоритму МГУА були побудовано шість поліноміальних функцій для дескрипторів, відібраних у результаті двох етапної кластеризації.

Оцінка отриманих моделей здійснювалася за допомогою середньоквадратичного відхилення, стандартного відхилення залишків, коефіцієнта детермінації  $R^2$ .

Отримані результати показують, що процедура ітерації сходиться, у процесі ітерацій триває фільтрація змінних і отримані моделі значно відрізняються по якості від моделей, описаних в [3].

#### Висновки.

Продемонстровано ефективність застосування поетапної кластеризації для відбору властивостей. Дані проведених експериментів показали, що різні виділені групи дескрипторів суттєво впливають на отриманий результат. Показано результативність застосування ітераційного багатопарового алгоритму МГУА. Розроблено нова інформаційна технологія для зниження розмірності імунологічних даних за допомогою поетапної кластеризації.

Показано, що використання алгоритму МГУА дозволяє ефективно здійснювати фільтрацію дескрипторів і одержувати робастні і точні поліноміальні моделі.

Отримані результати можуть бути використані для виявлення пептидів із сильною афінністю з молекулами МНС I, а також при розробці лікарських препаратів і вакцин.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. C. Yanover, T. Hertz, Predicting protein-peptide binding affinity by learning peptide-peptide distance functions 3500 (2005) 456-471.
2. A. Stryhn, L.O. Pedersen, A. Holm, S. Buus, Longer peptide can be accommodated in the MHC class I binding site by a protrusion mechanism, Eur. J. Immunol. 30(11) (2000) 3089-3099.
3. O. Ivanciuc, Comparative Evaluation of Prediction Algorithms (CoEPrA), 2006 <http://www.coepra.org/>.
4. <http://www.genome.jp/aaindex/>
5. Ester M. A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise / M. Ester, H.-P. Kriegel, J. Sander, X. Xu // Proceedings of 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96). – Portland, 1996. – P. 226-231.
6. David J. Ketchen, Jr; Christopher L. Shook (1996). The application of cluster analysis in Strategic Management Research: An analysis and critique. Strategic Management Journal. 17 (6): 441-458.
7. Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным – Москва: Радио и связь, 1987.– 120 с.

### ДЕТЕКТУВАННЯ ПОЛУМ'Я У ВІДЕОПОТОЦІ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Максимів О.П.<sup>1</sup>, Пелешко Д.Д.<sup>2</sup>, Рак Т.Є.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, вул. Клепарівська 35, 79007, м. Львів, [alykards@gmail.com](mailto:alykards@gmail.com)

<sup>2</sup>IT Step University, вул. Замарстинівська, 83а, 79019, м. Львів, [dpeleshko@gmail.com](mailto:dpeleshko@gmail.com)

Пожежа, як одна з проявів надзвичайних ситуацій, може нести в собі значні загрози як матеріальним цінностям, так і здоров'ю людині чи навіть її життю. Відповідно, з метою зменшення можливих збитків, за важливим передбачається її виявлення та ліквідації на ранніх етапах. В значній мірі допомогти в цьому дозволяють автоматизовані сповіщувачі, які базуються роботі різноманітних давачів. Такі системи для ідентифікації пожежі (диму і вогню) можуть аналізувати повітря, вимірювати температуру, тощо. Однак, згідно статистики наведеної асоціацією «National Fire Protection Association», на об'єктах в яких були зафіксовані пожежі і містили димові сповіщувачі, лише в 53% відбулося коректне спрацювання сигналізації [1]. Такий незадовільний результат зумовлений тим, що системи давачів повинні бути “правильно” розміщені. Тобто охоплювати зону пожежі. Якщо у закритих приміщеннях – це не становить

проблеми, то на відкритих площах може бути взагалі неможливим. Окрім цього покриття давачами значних площ, може призвести до значного зростання ресурсних витрат на системи модулі ідентифікації полум'я та диму, що, у кінцевому результаті, призведе до здорожчання систем вцілому. Окремо треба відзначити, що методики ідентифікації пожежі, засновані на сповіщувачі не є в достатній мірі надійними, оскільки, у першу чергу, базуються на виявленні диму, який в кінцевому результаті може і не призводити до пожежі.

Саме тому постає питання про пошук більш досконаліших систем виявлення пожежі в приміщенні, і допомогти в цьому, на нашу думку, можуть системи відеоаналітики [3]. Такі системи мають як переваги так і недоліки. До основних переваг треба віднести таке: меншу у порівнянні із використанням класичних підходів латентність процедур ідентифікації, аналізу та реакції; ідентифікація геометричних параметрів є набагато простішою і зазвичай точнішою; можливість аналізу значних площ, які покриваються системами відеоспостереження; можливість аналізу у різних режимах (від реального часу, до режиму постобробки); можливість сумісного використання разом з іншими задачами технічного зору; можливість проведення параметризованого аналізу пожеж, що відбулись, і створення систем різноманітних систем прийняття рішень.

Спроби детектування полум'я у відеопотоці робились давно. Початок досліджень у цій галузі зробили методи спектрального аналізу. Проте вартість реалізації систем і точність детектування та трекінгу зробили неможливим їх подальше використання. Розвиток методів технічного зору дав новий поштовх у вирішенні задачі детектування полум'я та диму. Різноманітний аналіз гістограм зображень призвів до появи методів, які з високою точністю ідентифікувати дим і вогонь. З використанням статистичних методів з'явилась можливість робити різноманітні прогнози стосовно поширення полум'я, розвитку пожежі і, як наслідок, виробляти ефективні рішення не тільки для локалізації, а й для запобігання виникненню надзвичайних ситуацій [5].

Основною проблемою цих методів є те, що висока точність детектування забезпечувалась на обмежених класах зображень, з високою роздільною здатністю, дуже малим відсотком сепарації і перекривання об'єктів уваги. У випадку відеопотоків до факторів негативного впливу добавились наявність у кадрах близьких за характеристиками об'єктів (рухомих чи нерухомих), періодичні та аперіодичні шуми, мікрошуми, зміна освітленості протягом періоду спостереження, переміщення камер тощо. Використання апарату часових рядів, дав змогу аналізувати природи змін і зародив новий напрям методів, які базуються на аналізі послідовностей кадрів відеоряду. Це призвело до можливості сумісного використання різних методів (наприклад аналізу кольору і прогнозування руху) до ідентифікації об'єктів в межах однієї задачі і підвищило точність детектування. Проте треба констатувати, що основна частина існуючих методів, залишається ефективною лише в окремих випадках [6]. Підвищення точності за рахунок ускладнення математичного апарату підвищує ефективність систем в цілому, але його ефективність різко зменшується із зростанням частоти кадрів [4].

На сьогодні використання апарату нейронних мереж є найбільш перспективним з точки зору підвищення точності детектування при розширенні класів зображень і здешевленні систем вцілому. При цьому типові проблеми машинного навчання (вибір ознак, формування дасету, побудова класифікатора і ін. переносяться на випадок, коли об'єктом уваги виступають полум'я та дим. Переважна більшість існуючих методів в літературі для виявлення початкових ознак пожежі передбачає здійснення колірної сегментації, виявлення рухомих об'єктів або ряду інших методів, які базуються на безпосередніх характеристиках полум'я як об'єкта пошуку (мерехтіння, колірні гістограми тощо). Однак, в результаті досліджень було виявлено що ефективність виявлення пожежі у відеопотоці зазвичай напряму залежить від необхідної кількості обчислювальних ресурсів. Відповідно до цього, постало питання розроблення системи виявлення полум'я, яка б дозволила працювати в режимі реального часу і характеризувалась високим показником точності одночасно. Для вирішення проблеми забезпечення високої ефективності роботи класифікатора, було вирішено використовувати згорткові нейронні мережі (ЗНМ), передусім завдяки їх адаптивній властивості. Так, завдяки здатності донавчання мережі, розроблювана система виявлення полум'я у відеопотоці отримує змогу правильно класифікувати вхідну інформацію навіть за умов зміни параметрів середовища спостереження [2]. Стосовно безпосередньої задачі розпізнавання зображень, то необхідно також відмітити, що ЗНМ дозволяють не лише врахувати особливості окремого класу спостереження, а й таких, які можливо помилково віднести до нього.

В якості основи архітектури ЗНМ було вирішено використати мережу SqueezeNet [3]. Даний вибір обумовлений тим, що дана мережа дозволяє працювати з однаковою ефективністю глибокої мережі AlexNet, проте має в 50 раз менше параметрів. Основними стратегіями до побудови такої архітектури є:

1. Заміна фільтрів 3x3 на 1x1 фільтри, що дозволяє зменшити кількість параметрів в 9 разів;
2. Зменшення кількості каналів більш стиснутими модулями;
3. Пониження дискретизації останніх шарів мережі. Стратегії 1 та 2 націлені на зменшення кількості параметрів мережі, третя стратегія на покращення її ефективності, незважаючи на зменшення параметрів.

З метою покращення ефективності детектування було вирішено використати модифіковану архітектуру мережі SqueezeNet, отриману за рахунок впровадження залишкових (residual) блоків. Кінцева архітектура мережі зображена на рис. 1.

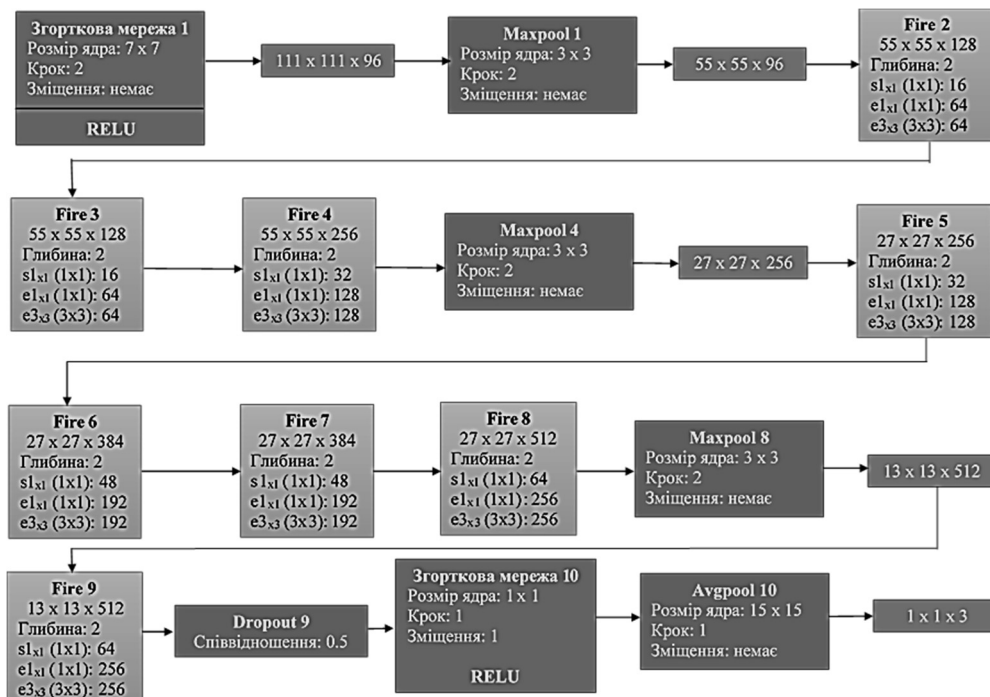


Рис. 1. Архітектура розробленої нейронної мережі

З метою зменшення необхідної кількості обчислювальних ресурсів було використано генератор гіпотез, який більш детально описаний у роботі [4]. За своїм принципом роботи, генератор передбачає формування ділянок зображень, які за візуальними або часовими ознаками можуть нагадувати полум'я, тим самим зменшуючи простір зображень який необхідно проаналізувати. Отже, в результаті виконаної роботи була розроблена система виявлення пожежі у відеопотоці, яка вимагає мінімальну кількість обчислювальних ресурсів з однієї сторони, проте може забезпечити високий показник ефективності (> 90 %) з іншої.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. «Smoke Alarms in U.S. Home Fires,» 2015. [Онлайнвий]. Available: <http://www.nfpa.org/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Fire-statistics/Fire-safety-equipment/Smoke-Alarms-in-US-Home-Fires>.
2. O. Maksymiv, T. Rak, O. Menshikova «Deep convolutional network for detecting probable emergency situations,» IEEE First Int. Conf. on Data Stream Mining & Processing (DSMP), 2016, P. 199-202.
3. Forrest N. Iandola, Song Han, Matthew W. Moskewicz, Khalid Ashraf, William J. Dally, Kurt Keutzer, «SqueezeNet: AlexNet-level accuracy with 50x fewer parameters and <0.5MB model size,» ArXiv, 2016.
4. T. Cleary, W. Grosshandler. Survey of Fire Detection Technologies and System Evaluation/Certification Methodologies and Their Suitability for Aircraft Cargo Compartments. US Dept, of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, 1999.
5. V Cappellini, L. Mattii, A. Mecocci. An Intelligent System for Automatic Fire Detection in Forests. In: Proc. International Conference on Image Processing, Warwick, 1989, p 563-570.
6. W Davis, K. Notarianni. NASA Fire Detection Study. US Dept, of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, 1999.



## РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗАТОРУ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ІНТЕРНЕТ КОРИСТУВАЧІВ

Марголін О.Г. <sup>1</sup><sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Ця стаття заснована на дослідженнях методів ідентифікації користувачів автоматизованої системи через аналіз текстової інформації, що вводить користувач під час листування, коментування, та написання статей. Для вирішення цієї проблеми запропоновано до вже розробленої багатофакторної системи аналізу інформації та прийняття рішень розробити та додати аналізатор текстів користувача. Система може бути використана на практиці, наприклад для виявлення інтернет «ботів» в соціальних мережах, формах та порталах новин.

## Вступ

В цій статті на основі досліджень методів ідентифікації користувачів у WEB-просторі, піднімається проблема перевірки належності декількох аккаунтів одному і тому самому користувачу та ціль їх створення, через аналіз текстової інформації, що вводить користувач під час листування, коментування, та написання статей.

Попередня апробація вже досягнутих результатів показала, що одним з найвагомішим фактором ідентифікації є аналіз та кластеризація текстової інформації користувачів для подальшої її класифікації за певними ознаками і визначення «портрету» користувача.

Ставиться задача - розробити аналізатор текстів користувача із застосуванням апарату теорії матриць, зокрема псевдообернення і проєкціювання, функцій Ляпунова.

## Система аналізу текстової інформації

Для виконання поставленої задачі пропонується до вже розробленої багатофакторної системи аналізу інформації та прийняття рішень [7] розробити та додати аналізатор текстів користувача.

Вхідними даними для програмного комплексу є тексти користувача, що зберігаються у Mysql базі даних WEB-сайту з використанням кодування UNICODE [6].

Задачею попередньої обробки є побудова вектору ознак. Основними засобами тут є видалення стоп-слів та приведення до основної словоформи.

В результаті засобами *ConfWeight* [1] будується вектор-ознак документу, що складається зі всіх слів котрі входять в документ після застосування засобів попередньої обробки.

Виділимо основні етапи реалізації кластеризатора (метод К-гіперплощинної кластеризації):

1. Попередня обробка інформації;
2. Виділення характеристик: вибір властивостей, що характеризують об'єкти. Розрізняють кількісні характеристики і якісні. Основною характеристикою текстової інформації є слово й кількість його екземплярів у конкретному документі;
3. Визначення метрики. Метрика Евкліда.
4. Розбиття об'єктів на групи: власне сама кластеризація;
5. Представлення результатів.

Для вирішення завдань класифікації сигналів використано підхід заснований на побудові спеціальних функцій Ляпунова за навчальною вибіркою і використанні природної метрики, за якою здійснюється вимірювання відстані до найближчого сусіда при розпізнаванні сигналів.

Якщо ми розглянемо дві множини точок зі своїми функціями Ляпунова[4,5]  $V_1(x, \hat{x}(1), n(1), R_1)$  й  $V_2(x, \hat{x}(2), n(2), R_2)$ , то одержимо геометричну ілюстрацію приведену на рис. 1 яка відображає розміщення точок щодо поверхонь

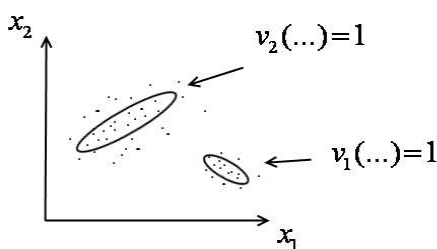


Рис. 1. Розміщення точок щодо поверхонь

При  $V_1(x, \hat{x}(1), n(1), R_1) < V_2(x, \hat{x}(2), n(2), R_2)$  точка  $x$  відноситься до першої множини, і відповідно, при протилежному знаку нерівності, відноситься до другої множини.

У такий спосіб на етапі синтезу системи класифікації сигналів для  $l$  класів навчальна послідовність точок кожного  $k$ -го класу визначає функцію  $V_k(k) = (x, \hat{x}(k), n(k), R_k)$  а процес розпізнавання далі здійснюється згідно зі схемою, представленою на рис. 2:

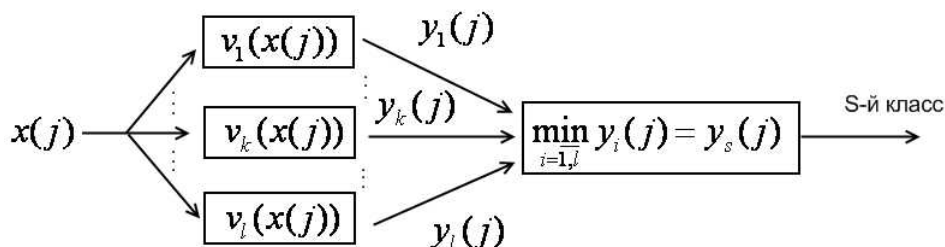


Рис. 2. Процес розпізнавання

Задачею тестування було перевірити чи належить вхідна текстова інформація до одного, чи декількох класів загрози, що були попередньо задані. Тобто ми визначаємо, чи належить даний користувач тій чи іншій категорії.

Загальний набір становив 543 документів, серед яких 92 документа були віднесені до неправильної рубрики. Помилка по всіх експериментах склала 17,94%

Загальна кількість користувачів складала 20 аккаунтів. З цих користувачів вірно було класифіковано 18. При цьому всі користувачі були помічені, як загрозові і надані для перевірки адміністратором, що може говорити про непогану якість роботи системи.

#### Висновки

Для виконання поставленої задачі було розроблено автоматичний аналізатор текстової інформації користувачів на основі багатофакторної системи ідентифікації користувача у WEB-просторі.

Проведені тестування системи показали непоганий результат перевірки користувачів на відповідність заздалегідь запропонованим категоріям. Це показує, що систему можна широко використовувати на практиці для аналізу користувачів та виявлення текстів певної спрямованості.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Корлюк О.С. Методи з адаптацією параметрів моделей для класифікації текстової інформації: дис. кандидата технічних наук : 01.05.02 / Корлюк Олександр Сергійович. – К., 20013. – 132 с.
2. Крак Ю.В., Кудін Г.І. Застосування методів розділення векторів ознак гіперплощиною в задачах розпізнавання елементів //Вісник Київського університету. Серія: фіз. - мат. науки. Вип. 2, 2012.– С. 192 - 198.
3. Кириченко Н.Ф., Лепеха Н.П. Применение псевдообратных и проекционные матрицы в применении к исследованию задач управления, наблюдения и идентификации. Кибернетика и системный анализ №4, 2002г. с. 107-124
4. Шатырко А.В. Качественный анализ систем регулирования нейтрального типа в условиях неопределенности с позиций функций Ляпунова// Доповіді НАНУ – 2012, №5. –С.43 - 48.
5. Башняков О.М., Пічкур В.В., Хітько І.В. Системні дослідження та інформаційні технології і функції Ляпунова. //Системні дослідження та інформаційні технології. - 2012. - С. 220 - 227.
6. CakePHP Cookbook Documentation Release 2.x [електронний ресурс] / Cake Software Foundation // 2015 – С. 1079 - Режим доступу до журн. : [http://book.cakephp.org/2.0/\\_downloads/en/CakePHPCookbook.pdf](http://book.cakephp.org/2.0/_downloads/en/CakePHPCookbook.pdf)
7. Марголін О.Г., Катеринич Л.О., Калашнікова А.А Система прийняття рішень для ідентифікації користувачів //Вісник Київського університету. Серія: фіз. - мат. науки. Вип. 2, 2015.– С. 147 - 151.

## ВИЗНАЧЕННЯ СОЦІАЛЬНОГО НАСТРОЮ КОРИСТУВАЧА TWITTER ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ЛАТЕНТНО-СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Медведєв Д.Г.<sup>1</sup>, Наготнюк Ю.О.<sup>2</sup>

Кафедра інформатики та прикладної математики, Криворізький державний педагогічний університет, пр. Гагаріна, 54, м. Кривий Ріг, 50086, Україна  
dimakrrog@gmail.com<sup>1</sup>, yuri.nagotnyuk@gmail.com<sup>2</sup>

**Анотація.** Метою дослідження є визначення соціального настрою будь-якого користувача соціальної мережі **Twitter**. *Задачі дослідження:* проаналізувати соцмережі як джерело для отримання особистої інформації про користувача; розробити додаток для збору відкритих твітів, які висвітлені користувачем на своїй сторінці; обробити та виконати аналіз отриманої інформації про користувача – визначення його соціального настрою. *Об'єктом дослідження* є процес опрацювання даних. *Предметом дослідження* є процес опрацювання даних мовою програмування **RНР**. *Результатом дослідження* є програма визначення соціального настрою користувача, використовуючи алгоритм латентно-семантичного аналізу мовою програмування **RНР**.

**Ключові слова:** латентно-семантичний аналіз, **RНР**, **Twitter**.

Дивна річ, що після невеликої сварки багато людей, щоб полегшити своє самопочуття висвітлюють гнівну публікацію у соціальних мережах, таких як Facebook чи Twitter. Багато хто користується соціальними мережами, наче своїм власним психотерапевтом. Проте ніхто не задає собі питання про те, чи дійсно такі публікації корисні для нашого психологічного здоров'я, або вони тільки погіршують дану ситуацію? Таким чином у Мехіко експерти що працюють у центрі психічного здоров'я та гендерних проблем запустили соціальну кампанію, яка попереджує користувачів, що соціальні мережі не можуть замінити психотерапевта.

Проте, публікація власних думок у соціальних мережах має якусь користь. Науковці шукають варіанти для відстеження статусів, твітів або повідомлень у Twitter, котрі можуть висвітлювати суїцидальні наміри користувача.

А от світовий лідер досліджень психічних розладів, австралійський інститут Black Dog, проводив експеримент упродовж двох місяців, створивши власну програму яка відстежувала деякі окремі слова та цілі фрази у твітах певних користувачів, у контексті яких можна знайти наміри скоїти самогубство. Завдяки цій програмі було виявлено немало тривожних дописів користувачів соціальної мережі. При цьому результати вчених та аналіз програмного забезпечення майже схожі. Експерти вважають що незабаром програму настільки вдосконалять, що вона самостійно зможе знаходити користувачів соціальних мереж яким потрібна невідкладна допомога, а також надсилати інформацію про них рідним та лікарям.

У ході вивчення даного матеріалу з'явилася ідея про створення власної програми для визначення соціального настрою.

Було розроблено власний алгоритм пошуку інформації про користувача, використовуючи **Twitter API**, приклад наведено нижче:

```
Route::post('/user', ['as' => 'user', 'uses' => 'UserController@store']);
Route::get('user_search', ['as' => 'user_search', 'uses' => 'SearchUserController@index']);
Route::post('/search', ['as' => 'search', 'uses' => 'SearchUserController@search']);
Route::post('/favorite_post', ['as' => 'favorite_post', 'uses' => 'FavoritePostsController@show']);
```

Після збору інформації ми можемо далі працювати над її аналізом, щоб визначити соціальний настрій, для цього було вибрано ЛСА.

Латентно-семантичний аналіз (ЛСА) – це метод обробки інформації при- родною мовою, що дозволяє проаналізувати взаємозв'язок між колекцією до- кументів і термінами, які в них зустрічаються. Існує 3 види задач, що вирішу- ються ЛСА: порівняння двох термінів між собою, порівняння двох документів між собою, порівняння терміну і документа. При використанні методу вважа- ється, що текст є набором слів, а семантичне значення тексту визначається його словами. Для спрощення вважається, що кожне слово має одне значення.

Для аналізу ми будемо визначати як часто зустрічаються слова із певної категорії в твітах користувача. Потім твіти можна представити як числові вектори в яких зберігаються значення частоти повторень слів, у результаті в нас буде велика матриця у якій кожен елемент  $w_{ij}$  представляється у вигляді частоти з якою слово  $w_i$  зустрічається в твіті  $t_j$  користувача.

Роботу над матрицями виконує модуль *vermotr/php-matrix:0.1.0*. Щоб його інстальовати виконуємо команду *composer require vermotr/php-matrix:0.1.0*, або ж прописуємо у файлі *composer.json* "*vermotr/php-matrix*": "*0.1.0*".

Розглянемо результати досліджень:

- «Черкаські Мавпи» вдруге обіграли «Миколаїв» в півфіналі плей-офф Суперліги
- Не пропустіть матч і допоможіть команді перемогти!
- Та що ви взагалі знаєте за біль? Люблю баскетбол за манік
- Джанан Муса выставил свою кандидатуру на драфт НБА

Ключовими словами тут буде: «обіграли», «півфіналі плей-офф», «матч», «баскетбол», «Джанан Муса», «НБА». Так як дані слова з тематики баскетбол, то можна із 100% впевненістю сказати, що даний користувач цікавиться баскетболом.

Ще один приклад:

• Головне, що прочитала і зашло. Не Ніцшів же і Бредберів усяких читати тільки, єсть же література для отдыха.

• і ше відчуваю що замість інформатики тоже може бути література.  
• Я знаю, завтра не буде мистецтва, і нам поставлять заміну, но ми незнаєм шо, і я відчуваю що це буде укр. література, яку я не люблю.

• О, з першої серії, пам'ятаю, мав книжку про зброю, хороша була література, як для дитячої. Вибравши ключові слова, сміливо можна сказати, що цей користувач цікавиться літературою.

Інший приклад:

- Пісний Яворівський Пиріг!!!
- Ароматна та Запашна, Пісна Підлива з Сушених Грибів!!!
- Пісні Голубці Ніжні Соковиті зі Смачною Начинкою!!!
- Салат Венігрет дуже смачний!!! "Vinaigrette"
- Неймовірно Смачні Булочки з Карамелізованими Яблуками!!!

Проаналізувавши дані твіти ми побачимо що у кожному висловлюванні є слово з тематики «Кулінарія», тому ми робимо висновок, що цей користувач дуже полюбляє готувати.

Висновки

Таким чином було розроблено Web-додаток на мові PHP використовуючи фреймворк Laravel 5.5. Даний додаток дозволяє знайти будь-якого користувача соціальної мережі Twitter та переглянути усі його думки (твіти). Аналізуючи дані записи, за допомогою алгоритму ЛСА ми робимо висновок ким є даний користувач у суспільстві.

Латентно семантичний аналіз надає досить непогані результати порівняння різних документів за змістом і дає можливість автоматичної категоризації їх. Будучи заснованим на математичних і статистичних розрахунках, цей підхід є незалежним від мови документів.

Застосування латентно семантичного аналізу в проєкті дає змогу точно визначити соціальний настрій користувача за допомогою його записів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричні обчислення. М.: «Світ», 1999.
2. B. Lemaire, G. Denhière Cognitive Models based on Latent Semantic Analysis (2003).
3. Landauer, T. K., Foltz, P., and Laham, D. 1998. An Introduction to Latent Semantic Analysis. *DiscourseProcesses*, 25: 259-284.
4. Porter M. F. An algorithm for suffix stripping [Electronic resource] / M. F. Porter // *Program*. – 1980. – Vol. 14. – No 3. – P. 130-137. – DOI: <https://doi.org/10.1108/eb046814>. – Access mode: <http://www.cs.odu.edu/~jbollen/IR04/readings/readings5.pdf>.
5. Веб-ресурс  
[https://www.bbc.com/ukrainian/vert\\_fut/2016/10/161026\\_vert\\_fut\\_facebook\\_can\\_reveal\\_hidden\\_signals\\_about\\_you\\_vp](https://www.bbc.com/ukrainian/vert_fut/2016/10/161026_vert_fut_facebook_can_reveal_hidden_signals_about_you_vp)

## ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ ЛОКАЛЬНИХ МАП РЕЛЬЄФУ ДЛЯ НАЗЕМНОЇ НАВІГАЦІЇ

Мехедов Є. В.

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна*

У сьогоднішньому світі багато уваги приділяється космосу, дослідженню нових планет. У 2012 році на Марс був відправлений марсоход Curiosity. Для нього вирішувалась задача переходу від точки А до точки Б в умовах обмеженої бачимості. Проблема актуально для різних безпілотників, які мають рухатися у заданому напрямку, у випадку коли зв'язок з об'єктом втрачений або обмежений (наприклад марсоход Curiosity).

Отже є данні марсохода, а саме головними характеристиками візка є його довжина, ширина (незмінювальні характеристики), кут напрямку, кут відхилення від цілі та кути відхилення (кут крену та кут тангажу).

На основі цих даних можна будувати локальну карту.

У роботі [1] розглянуті методи апроксимації функцій багатьох змінних з використанням методів інтерполяції та інтерфлетації функцій і деякі їх застосування в сучасних комп'ютерних технологіях. Ці методи використовуються з метою побудови рівнянь складових ліній і поверхонь в неявній формі з використанням функцій які належать до заданого класу диференційованості. Завдання побудови неявних рівнянь поверхонь і кривих знаходять широке застосування на практиці. Побудова рівнянь поверхонь в неявній формі з можливістю вибору параметрів моделі поверхні дозволяє отримати математичні моделі поверхонь зі свідомо заданими властивостями. Наприклад побудова математичних моделей аеродинамічних поверхонь з урахуванням не тільки геометричних властивостей але і фізичних властивостей поверхонь, таких як теплопровідність, міцність та інші [2, 3]. Тому доцільним є вирішення цих питань з використанням математичної моделі поверхні за допомогою вибору її параметрів за допомогою деяких критеріїв. Подібний підхід є доцільним при побудові математичних моделей аеродинамічних поверхонь.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Сергієнко І. В., Литвин О. Н., Методи обчислювань, орієнтовані на сучасні комп'ютерні технології – Кібернетика і системний аналіз. – 2007 - №1 – с 56 - 72.
2. Снигирев В. Ф., К зачаче аналитического построения поверхностей летательных аппаратов – Авиационная техника - 1983 - №4 – С 100 – 102
3. Снигирев В. Ф., Применение функциональных сплайнов для построения поверхностей летательных аппаратов – Авиационная техника - 1984 - №4 – С 77 – 80

## НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕНЗОРНЫХ ДЕКОМПОЗИЦИЙ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕТОЧНОЙ МАТЕМАТИКИ

Минаев Ю.Н.<sup>1</sup>, Филимонова О.Ю.<sup>2</sup>, Минаева Ю.И.<sup>2</sup>, Филимонов Г.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет. г.Київ, ул. Комарова 7. min\_14@ukr.net  
<sup>2</sup>Киевский национальный университет строительства и архитектуры.  
г.Київ, Воздухофлотский проспект 31. filimonova1209@ukr.net, jumin@bigmir.net

**Введение.** Теория нечетких множеств (ТНМ) в настоящее время представляет собой практически универсальный математический аппарат, сфера применения которого для решения задач управления в условиях неопределенности практически не ограничена. Вместе с тем выявились определенные трудности и некорректности применения ТНМ, в частности, в условиях недостаточности информации, когда задание функции принадлежности (ФП) сопряжено с непреодолимыми трудностями, поставило ряд новых проблем. В работе [2] приведено определение неточного множества через нижнее и верхнее его приближения и показана допустимость его трактовки в терминах ТНМ. В частности, неточное число

$$v = ([a, b], [c, d]) \text{ может быть описано как НЧ } \tilde{x}_{trampf} \text{ с ФП } f(x; a, b, c, d) = \max \left( \min \left( \frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c} \right), 0 \right).$$

Авторами предлагается способ формирования подмножества упорядоченных пар (ПМУП), которое, с одной стороны, может быть использован как НМ, с другой- для предварительной оценки наряду

с эвристически выбранным НМ. Предложение авторов – использовать модель феномена нечеткости, основанного на специальных матрицах (Теплица, Ганкеля, циркулянтной или их комбинациях), сформированных в результате преобразования исходного множества данных, например, интервала  $v$ , представляющий *неточное число*, с последующей их декомпозицией.

**Обоснование представления нечеткости Теплицевой матрицей.** С явлением нечеткости (размытости) впервые столкнулись при обработке аудио – видео-сигналов: нечеткое (размытое) звучание, изображение) – попытка их восстановить [3]. Модель размытых изображений в дискретном случае приближенно описывается выражением  $g = Hf + n$ , где  $g$  - размытое (нечеткое) изображение;  $H$  - оператор искажения. Свертка этой функции с изображением, является причиной искажений;  $f$  - исходное (не размытое) изображение;  $n$  - аддитивный шум, который вносится во время захвата изображений и искажает их. Интерпретация размытости с точки зрения ТНМ:  $f$  – некоторое число из УМ, на котором задается НМ,  $H$  - Т-матрица (в частном случае),  $g$  - ПМУП. В качестве операторов нечеткости (размытия) используют многоуровневые структуры типа матриц Теплица, Ханкеля, циркулянтной матрицы или комбинации этих матриц. Если задан вектор  $x = \{x_i\}, i=1,5$ , то Теплицева (Т-) матрица (матриц нечеткости (размытия)) в нотации MatLab имеет вид:

$$x^{\odot} = \text{toeplitz}(x) = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ x_2 & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ x_3 & x_2 & x_1 & x_2 & x_3 \\ x_4 & x_3 & x_2 & x_1 & x_2 \\ x_5 & x_4 & x_3 & x_2 & x_1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

В качестве одного из подходов к использованию матрицы (оператора) нечеткости предложено использовать некоторое приближение Т-матрицы с использованием Кронекерова произведения и процедуры сингулярной декомпозиции. [4,5]. Представление НМ ( нечеткого числа): определение на основании здравого смысла как НМ с треугольной ФП;  $\tilde{x} \square \{x/\mu^x\}, x \in X = \{x\}, \mu^x \rightarrow [0,1]$  (2);

определение как SVD 2D- тензора:

$$a) \text{ формальная процедура reshape } T^x = (\{x\}, m, m), \text{ где } \{x\} - \text{УМ}, x = (x^{\min} : \frac{x^{\max} - x^{\min}}{n-1} : x^{\max}), \quad (3)$$

$$[usv] = \text{svd}((T^x)^T) \rightarrow \left( \text{sort} \left( \underbrace{\text{abs}(s(1,1) * u(:,1)) * \max(\text{abs}(v(:,1))),}_{p \times x} \quad \underbrace{\text{abs}(v(:,1)) / \max(\text{abs}(v(:,1)))}_{p \times x} \right) \right) \quad (5)$$

б) представление УМ  $X = \{x\}$  в виде Теплицевой матрицы,  $\odot^x = \text{toeplitz}(x)$ , сингулярная декомпозиция которой:  $[u \ s \ v] = \text{svd}((\odot^x)^T)$  позволяет получить ПМУП которое можно использовать для реализации операций нечеткой математики аналогично стандартно сформированному НМ

$$t \tilde{x} \square \{x \ t / \mu^x\}, x \in X = \{X\}, t \mu^x \rightarrow [0,1] \quad (6),$$

**Примеры моделирования неопределенности Т-матрицей:** УМ, на котором сформировано НМ, задано в виде:  $\{x\} = [1.55 \ 2.67 \ 2.84 \ 3.64 \ 4.19]$ , НМ с треугольной ФП в нотации MatLab с ФП:  $\mu^x = \text{trimf}(x, [\min(x) \ \text{mean}(x) \ \max(x)])$ . Теплицева матрица для УМ имеет вид:  $tx = \text{toeplitz}(x) =$

$$\begin{matrix} 1.55 & 2.67 & 2.84 & 3.64 & 4.19 \\ 2.67 & 1.55 & 2.67 & 2.84 & 3.64 \\ 2.84 & 2.67 & 1.55 & 2.67 & 2.84 \\ 3.64 & 2.84 & 2.67 & 1.55 & 2.67 \\ 4.19 & 3.64 & 2.84 & 2.67 & 1.55 \end{matrix}$$

Представление УМ Т-матрицами с последующими сингулярными декомпозициями дало следующие результаты: критерии близости исходного  $\text{НМ}_{\text{trimf}(\cdot)}$  и ПМУП, полученного на основании Т-матрицы УМ (Фробениусова норма и дефадзифицированное значение) практически совпадают (колонки 1, 3 – 7.07 и 6.96, 2.95 и 2.97 соответственно); усеченное НМ и усеченная Т-модель УМ также имеют практически совпадающие критериальные параметры. Отдельно выделен случай, когда элемент  $x_3 \in \{x\}$  принят в качестве элемента – главной диагонали: Ф-норма и дефадзифицированные значения ПМУП равны 6.97 и 3.07 соответственно, для  $\text{НМ}_{\text{trimf}(\cdot)}$  7.07 и 2.95.

Исходное $H M_{trimf}()$		Усеченное $H M_{trimf}()$		ПМУП			
				Сингулярная декомпозиция T-моделей УМ			
				Исходная модель		Усеченная модель	
1.55	0	1.55	0	2.71	0.85	2.71	0.85
2.67	0.79	2.84	0.90	2.88	0.91	2.88	0.91
2.84	0.90	4.19	0	2.88	0.91	3.18	1.00
3.64	0.46			3.18	1.00		
4.19	0			3.18	1.00		
Нормы							
7.07		5.37		6.96		5.32	
Дефадзифицированные значения							
2.95		2.95		2.97		2.94	

**Выводы.** Назначение ФП при формировании НМ до сих пор было возложено на здравый смысл и опыт исследователя, т.к. именно его представление неопределенности было решающим аргументом в пользу выбора той или иной ФП, представление УМ в виде 2- D тензора за счет преобразования в Теплицеву матрицу – модель феномена естественной нечеткости, позволяет сократить интервал неопределенности, сохраняя при этом близость с параметрами НМ, сформированного экспертом (в качестве параметров близости приняты Ф-норма и дефадзифицированное значение ПМУП); - полученные ПМУП в виде ранг-1 тензора ии НМ, являющиеся практически эквивалентными, позволяют по-новому посмотреть на ФП и объективно оценить ее значимость.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. M. Hanss. Applied Fuzzy Arithmetic. An Introduction with Engineering Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005- 260 p.
2. Dubois D. (1990). "Rough fuzzy sets and fuzzy rough sets/ Dubois D.; Prade, H. /International Journal of General Systems. 1990, 17 (2–3). - p.191–209
3. Cichocki, D. Tensor Decompositions for Signal Processing Applications (From two-way to multiway component analysis)/ Cichocki, D. Mandic, A. H. Phan, C. Caiafa, G., Q. Zhao and L. De Lathauwer/ IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE. March 2015.-p.145-164.
4. A. Cichocki, "Tensors decompositions: New concepts for brain data analysis?" Journal of Control, Measurement, and System Integration (SICE), vol. 47, no. 7, p. 507–517, 2011
5. M. Mørup. Applications of tensor (multiway array) factorizations and decompositions in data mining. Wiley Interdisc. Rev.:Data Mining and Knowledge Discovery, vol. 1, no. 1, p. 24–40, 2011.

#### ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ NLP У ФОРМУВАННІ РЕКЛАМНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ СИСТЕМИ OSTOGEN

Мірошник О.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, проспект Перемоги, 37  
olexiy.miroshnik@gmail.com

Формування та надання рекомендацій є невід’ємним атрибутом прикладних систем, таких як Інтернет-магазини (показ схожих та потенційно можливих товарів), медіа-портали (рекомендовані списки аудіо- та відеодоріжок), рекламні системи (показ реклами, що може зацікавити користувача) тощо. Актуальність виявлення ефективного методу формування рекомендацій у цих системах базується на необхідності якомога швидше задовільнити потреби користувача, а саме: зменшити час на пошуки необхідної інформації, товару або послуги, та надавати лише той інформаційний зміст, який йому дійсно буде цікавий.

Задача формування рекламних рекомендацій користувача базується на його вподобаннях. Для отримання такого роду інформації існує декілька методів: вимагати від користувача введення даних самому або аналізувати історію його дій та зміст контенту, що він найчастіше переглядає, шукає тощо. У нашій системі у якості даних, для аналізу використовується зміст веб-сторінок, які відвідував користувач під час перебування у мережі Інтернет. Одним з рішень поставленої задачі класифікації та співставлення даних користувача з певними категоріями та тегами реклами є застосування методів NLP (Natural-language processing) та створення моделі, яка буде аналізувати зміст веб-сторінок, вибирати ключові слова та визначати категорію реклами.

Навчання моделі розбито на два етапи: навчання на основі підготовлених наборів даних та навчання на основі інформації, яку ми отримуємо безпосередньо від користувача. На першому етапі використовувалися набори даних з веб-ресурсу «20 Newsgroup»[1] на основі новин різних категорій та

власноруч зроблена вибірка статей за категоріями і темами з веб-порталу «Medium». Таким чином, текст, що надходив на вхід до моделі вже був класифікований і розбитий на категорії. Моделі залишається навчитися розуміти, яким категоріям відповідають наявні у тексті слова та їх комбінації. Другий етап передбачає отримання даних безпосередньо від користувача. Для цього використовується веб-розширення для браузера, яке дозволяє отримувати доступ до змісту веб-сторінок, що переглядає користувач, і відправляти на сервер необхідні дані. Більшість веб-сторінок мають meta-теги з переліком ключових слів. Ці слова можна використовувати для визначення категорії контенту. Інформація, яку переглядає користувач, знаходиться у тезі body. На основі довжини тексту, параметрів інших тегів можна визначити головний зміст сторінки та використовувати цю інформацію у якості вхідних даних до нашої моделі.

Розуміти людську мову для комп'ютера важка задача, оскільки потрібно розрізняти різні сутності та смислові конструкції. Аби нейронна мережа могла розуміти слова та використовувати алгоритми машинного навчання необхідно перетворити текст до більш логічного виду - до числового представлення, а саме до числового вектору. Для цього використовується модель bag-of-words, яка рахує кількість зустрічей кожного зі слів у тексті. Аби підвищити точність слів, що зустрічаються у процесі аналізу, потрібно виконати декілька кроків. Один з найважливіших – видалення стоп слів, що найчастіше зустрічаються, але не несуть жодного семантичного змісту (сполучники, частки тощо). Крім того, необхідно виконати нормалізацію всіх слів і звести їх до нормальної (початкової) форми. Для цього використовуємо лему аби приводити слова до правильних морфологічних форм. Окрім виділення слів та збільшення точності проблемою на цьому етапі є те, що перевага віддається великим документам, тож аби уникнути цього ми використовуємо статичний показник для оцінки важливості слів TF-IDF (TF – term frequency, IDF – inverse document frequency) аби нормалізувати вибірку. Більшу вагу TF-IDF отримують слова з високою частотою появи в межах документа та низькою частотою вживання в інших документах колекції.

Існують різні алгоритми класифікації тексту[2]. У своїй реалізації ми використовуємо наївну баєсівську класифікацію – ймовірнісну класифікацію, як передбачає розподіл за списком визначених класів. Це дозволяє нам розраховувати ймовірність присвоєння певної категорії до тексту. Формула для вирішення задачі класифікації задається наступним чином:

$$P(C|D) = \frac{P(C|D)P(C)}{P(D)} \quad (1)$$

де  $C$  – це клас, а  $D$  – це сам документ.

За допомогою цієї теореми визначається ймовірність присвоєння класу  $C$  до документа  $D$  за умови, що ми знаємо ймовірність відношення  $D$  до  $C$  і незалежні ймовірності для  $C$  і  $D$ . Під словом «наївна» розуміється припущення, що всі слова у документі не залежать одне від одного. Таким чином ми можемо визначити ймовірність як суму ймовірностей для кожного окремого слова  $w_i$ :

$$P(D|C) = P(w_1, \dots, w_i | C) = P(w_1 | C) \dots P(w_i | C) \quad (2)$$

Існують різноманітні баєсівські класифікатори. Вони роблять припущення стосовно розподілення ймовірностей для різних класів. Мультиномінальна класифікація враховує ще й частоту входження. Ймовірність присвоєння класу для слова можна виразити наступним чином:

$$P(w_i | C) = \frac{\text{count}(w_i, C) + \alpha}{\text{count}(C) + \alpha * V} \quad (3)$$

де  $\text{count}(w_i, C)$  – кількість того, скільки слово  $w_i$  було віднесено до класу  $C$  на тренувальних даних,  $\text{count}(C)$  – кількість всіх слів, що віднесені до класу  $C$ ,  $V$  – кількість унікальних слів у тренувальних даних,  $\alpha$  - параметр, що запобігає ймовірності 0.

Таким чином, використання баєсівського класифікатора та сучасних методів NLP надають наступні переваги під час визначення рекламних рекомендацій користувача. По-перше, користувач безпосередньо приймає участь у навчанні моделі за рахунок інформації отриманої з переглянутих веб-сторінок. По-друге, розширення системи є простим і потребує лише більшої кількості матеріалу з заздалегідь визначеною категорією. По-третє, отримання результату від навченої моделі відбувається швидко і не потребує зайвих перерахунків для великої кількості користувачів. Зміни вподобань користувача призводять до змін його рекомендацій, але ніяким чином не впливають на навчену модель.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Rennie J. Набори даних з порталів новин [Електронний ресурс] / Jason Rennie. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <http://qwone.com/~jason/20NewsGroups/>.



2. Гавриленко О. В. Огляд та аналіз алгоритмів TEXT MINING / О.В.Гавриленко, Ю.О.Олійник, Г.В.Ханько. // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ, 2017. – Вип.
3. T. S. Guzella and W. M. Caminhas, «A review of machine learning approaches to spam filtering» Elsevier, Expert System with Applications, 2009. – с. 11–20.
4. A. Markov and M. Last, «A simple, structure-sensitive approach for web document classification», in Atlantic Web Intelligence Conference – AWIC, 2005. – с. 293–298.
5. Vinciarelli A., «Noisy Text Categorization, Pattern Recognition», 17th International Conference on (ICPR), 2004. – с. 554-557.
6. C.-H. Lee and H.-C. Yang, «Construction of supervised and unsupervised learning systems for multilingual text categorization» Expert Systems with Applications, 2009. – с. 2400–2410.

## ТЕСТУВАННЯ КОМБІНАТОРНО-ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ МОДЕЛІ

Мороз О.Г., Степашко В.С.

Міжнародний науково-навчальний центр  
інформаційних технологій і систем НАН та МОН України,  
пр. Академіка Глушкова, 40, м. Київ, 03680 МСП, Україна  
olhahryhmoroz@gmail.com; stepashko@irtc.org.ua

Комбінаторно-генетичний алгоритм МГУА КОМБІ-ГА [1-4] є ефективним засобом розв’язання задач індуктивного моделювання об’єктів і процесів за статистичними чи експериментальними даними. Це обумовлено наявністю синергетичного ефекту при поєднанні комбінаторного алгоритму МГУА (КОМБІ) [5] та генетичних алгоритмів [6]. В роботах [1-3] показано високу швидкість та точність гібридного алгоритму КОМБІ-ГА для пошуку моделі оптимальної складності у класі лінійних функцій.

Метою цієї доповіді є висвітлення результатів дослідження ефективності алгоритму КОМБІ-ГА за результатами тестових експериментів для пошуку нелінійної моделі оптимальної складності у класі поліномів, тобто моделі з оптимальною підмножиною одночленів полінома у її структурі.

**Гібридний COMBI-GA алгоритм.** В загальному випадку задача індуктивного моделювання на основі заданого набору даних  $n$  спостережень за  $m$  входами  $x_1, x_2, \dots, x_m$  і одним виходом у змінних полягає у знаходженні моделі  $y=f(x_1, x_2, \dots, x_m, \theta)$  з мінімальним значенням заданого критерію якості моделі  $C(f)$ , де  $\theta$  – невідомий вектор її параметрів. Оптимальна модель визначається як  $f^* = \operatorname{argmin}_{\Phi} C(f)$ , де  $\Phi$  – певним чином згенерована множина моделей різної складності,  $f \in \Phi$ .

Для знаходження моделі глобально-оптимальної структури використовується біологічно інспірований генетичний алгоритм (ГА) як один з метаевристичних методів глобальної оптимізації, сконструйований в результаті узагальнення та імітації в штучних системах таких властивостей живої природи, як природний відбір, пристосовність до змінних умов середовища, успадкування нащадками життєво необхідних властивостей від батьків.

Для опису ГА використовуються такі основні терміни з біології та генетики: *особина* – потенційний розв’язок задачі; *популяція* – набір особин; *нащадок* – як правило, покращена копія потенційного розв’язку (*батька*); *придатність* – певна кількісна характеристика розв’язку; *хромосома* – закодована структура даних особини у вигляді масиву фіксованої довжини (в найпростішому випадку – бінарний вектор); *ген* – елемент цього масиву.

Важливим є те, що з кожним кроком роботи ГА середнє значення придатності поточної популяції покращується і прямує до розв’язку задачі оптимізації. Ефективність гібридного алгоритму істотно залежить від характеристик ГА, найважливішими з яких є генетичні оператори: *селекція* (відбір), яка зберігає певну кількість хромосом з найкращими значеннями функції придатності на кожній ітерації ГА, а також оператори створення нових хромосом-нащадків – кросинговер та мутація. Оператор кросинговеру створює нащадків обміном генетичним матеріалом між батьківськими хромосомами, а оператор мутації – зміною генів хромосом за певними правилами.

Алгоритм КОМБІ-ГА формує поступово ускладнюваний набір найбільш перспективних структур частинних моделей, тобто виконує спрямований перебір обмеженої кількості варіантів, і знаходить оптимальні з них за допомогою генетичних операторів селекції, кросинговеру і мутації, які визначають конкретний механізм перебору. Він має таку загальну структуру: 1) створення вхідної популяції КОМБІ-ГА як випадкового набору частинних структур моделей заданого розмірності; 2) обчислення параметрів кожної частинної моделі з використанням МНК; 3) розрахунок значень зовнішнього критерію (функції придатності ГА) для кожної моделі, наприклад, типового для МГУА критерію регулярності; 4) поточний відбір найкращих частинних моделей (елітна селекція) та формування нової популяції того ж розміру; 5)

перевірка критерію зупинки (досягнення заданої кількості ітерацій або точності); завершення алгоритму, якщо критерій виконано, інакше – перехід до наступного кроку; 6) використання генетичних операторів (кросингверу та мутації) з заданою ймовірністю для відібраних особин популяції; перехід до кроку 2.

**Методика обчислюваних експериментів.** Дослідження було проведено на тестових задачах, де штучно генерувалися дві вибірки з 5 і 13 вхідних аргументів, три з яких в обох випадках є релевантними. Релевантні та нерелевантні аргументи даних генеруються випадково. Тестова «істинна» поліноміальна модель для обох вибірок генерується з використанням тільки релевантних аргументів і має вигляд:

$$y = 0,1x_1 + 0,5x_1^2 + 0,1x_2x_3 .$$

Оптимальна модель шукається в класі поліномів, причому нелінійні задачі зводяться до лінійних з 20 та 104 еквівалентними аргументами, оскільки коефіцієнти поліномів другого степеня від 5 та 13 аргументів входять до моделі лінійно. У разі 20 аргументів результати моделювання за допомогою КОМБІ-ГА порівнюються з отриманими повним перебором за КОМБІ. Експерименти виконувались у двох варіантах: за відсутності шуму та з додаванням шуму з відношенням сигнал/шум 10% і 30%.

**Результати обчислювальних експериментів.** Структури оптимальних моделей, отриманих за допомогою КОМБІ та КОМБІ-ГА у разі 20 аргументів, однакові як за відсутності шуму, так і за його наявності, причому в разі шуму 30% обидва алгоритми спрощують модель, залишаючи тільки 2 члени. Алгоритм КОМБІ-ГА знайшов оптимальну модель протягом 0,16 сек., а КОМБІ за 85,6 сек. У випадку задачі зі 104 еквівалентними аргументами оптимальну модель було знайдено гібридним алгоритмом за 0,42 сек., причому в усіх трьох випадках шуму отримано модель однакової (істинної) структури.

На рис. 1 та рис 2 показано характер збіжності алгоритму для тестової задачі з 20 аргументами за відсутності шуму, а на рис. 3 та 4 – для задачі зі 104 еквівалентними аргументами з шумом 30%.

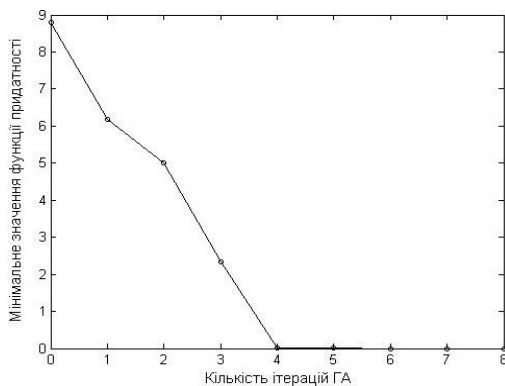


Рис. 1 Збіжність КОМБІ-ГА з 5 аргументами (20 членів полінома, без шуму)

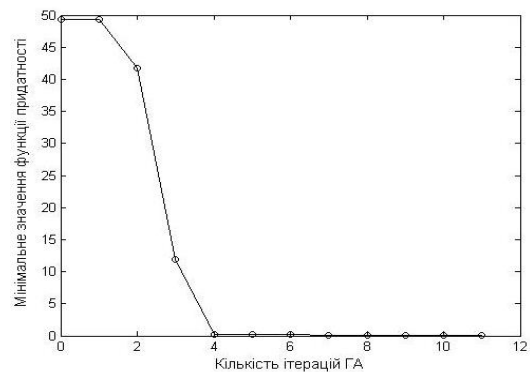


Рис. 2. Збіжність КОМБІ-ГА з 13 аргументами (104 члени полінома, без шуму)

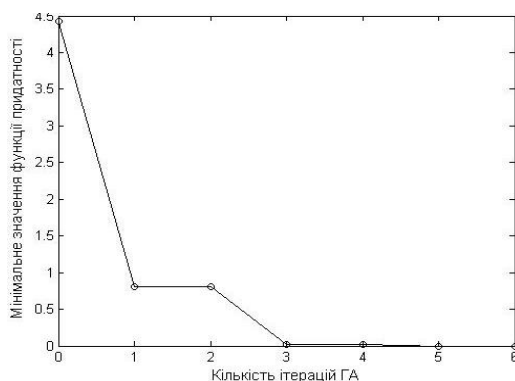


Рис. 4 Збіжність КОМБІ-ГА з 5 аргументами (20 членів полінома, рівень шуму 30%)

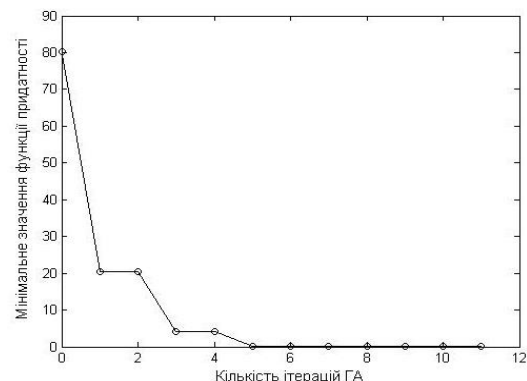


Рис. 2. Збіжність КОМБІ-ГА з 13 аргументами (104 члени полінома, рівень шуму 30%)

**Висновки.** Застосування алгоритму КОМБІ-ГА є ефективним для прискореного пошуку оптимальної нелінійної моделі при розв'язанні задач індуктивного моделювання у класі поліноміальних моделей великої розмірності.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. О.Г. Мороз, В.С. Степашко, “Перебірний алгоритм МГУА з генетичним пошуком моделі оптимальної складності”, Матер. Міжнар. конф. «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту», Залізний Порт, Херсон: Вид-во ПП Вишемирський В.С., с. 297–299, 2016.
2. V. Stepashko, O. Moroz, “Hybrid Searching GMDH-GA Algorithm for Solving Inductive Modeling Tasks”, The 1th IEEE International Conference on Data Stream Mining & Processing, Lviv, Ukraine, Lviv Polytechnic National University, pp. 350-355, August 2016.
3. O. Moroz, V. Stepashko, “Hybrid Sorting-Out Algorithm COMBI-GA with Evolutionary Growth of Model Complexity”, Advances in Intelligent Systems and Computing II / N. Shakhovska, V. Stepashko, Editors, AISC book series, vol. 689, Cham: Springer, pp. 346-360, 2017.
4. О.Г. Мороз, “Переборный алгоритм МГУА с генетическим поиском оптимальной модели”, УСиМ, №6, с. 73-79, 2016.
5. V.S. Stepashko, “Combinatorial Algorithm of the Group Method of Data Handling with Optimal Model Scanning Scheme,” Soviet Automatic Control, vol. 14, no. 3, pp. 24-28, 1981.
6. J. Holland, “Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control, and artificial intelligence”, University of Michigan, 1975.

**МЕТОД САМОНАВЧАННЯ ЗГОРТКОВОГО ЕКСТРАКТОРА ОЗНАК ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

**Москаленко В. В., Москаленко А. С., Кудрявцев А. М.**

*Сумський державний університет, Україна, 40007, Сумська обл., м. Суми,  
вул. Римського-Корсакова, 2. E-mail: v.moskalenko@cs.sumdu.edu.ua*

Багатоканальні зображення, як правило, зустрічаються у задачах аналізу багатоспектральних знімків аерокосмічного моніторингу, багатомодальних томографічних зображень або серії зображень, що характеризують єдиний процес. На сьогодні згорткові нейронні мережі вважаються лідером серед моделей екстракції ознакового опису візуальних спостережень. Сучасний підхід до навчання згорткових нейронних мереж полягає у пошуку вагових коефіцієнтів надлишкової мережі, наступному її прунінгу для видалення малозначимих нейронів, повторній настройці вагових коефіцієнтів і поступовому поверненні видалених нейронів, що супроводжується перенастройкою всієї мережі [1]. При цьому основним алгоритмом пошуку значень вагових коефіцієнтів є метод градієнтного спуску та його модифікації, що характеризуються високою трудомісткістю і схильністю до застрягання в локальних екстремумах функції втрат.

Перспективним напрямком підвищення ефективності навчання згорткової мережі є використання ідей та методів нейронного газу та розрідженого кодування, які дозволяють реалізувати навчання без вчителя з високою узагальнюючою здатністю. При цьому для мінімальних втрат інформації при аналізі багатоканальних зображень пропонується використовувати тривимірні фільтри  $3 \times 3 \times 3$  (кількість каналів). Як найпростіша функція активації, що застосовується до кожної карти ознак, може розглядатися функція вигляду  $y = \max(0, x)$ . Проте для підвищення інформативності ознакового опису можна подвоїти карту ознак використовуючи функцію активації вигляду  $y = \{\max(0, x), \max(0, -x)\}$ .

Навчання без вчителя тривимірних згорткових фільтрів пропонується здійснювати за алгоритмом розріджено-кодуючого нейронного газу, що розглядався і досліджувався у праці [2]. Вхідними даними для алгоритму розріджено-кодуючого нейронного газу є потужність словника базисних векторів  $M$ , розмірність простору ознак  $N$ ,  $\lambda_0, \lambda_{final}$  – початкове та кінцеве значення коефіцієнта розміру околу сусідів,  $\eta_0, \eta_{final}$  – початкове та кінцеве значення коефіцієнта швидкості навчання. Розглянемо основні кроки алгоритму.

- 1) Ініціалізація словника базисних векторів  $D = (d_1, \dots, d_M)$  випадковими числами з рівномірного розподілу;
- 2) Ініціалізація лічильника навчальних векторів  $t := 1$ .
- 3) Вибір випадкового вектору  $x$  з множини навчальних векторів  $X$ .
- 4) Нормалізація векторів із словника  $D = (d_1, \dots, d_M)$  шляхом приведення до одиничної довжини.
- 5) Обчислення поточних значень розміру околу сусідів  $\lambda_t$  та швидкості навчання  $\eta_t$ :

$$\lambda_t := \lambda_0 (\lambda_{final} / \lambda_0)^{t/t_{max}} ; \eta_t := \eta_0 (\eta_{final} / \eta_0)^{t/t_{max}} .$$

- 6) Обчислення міри схожості вхідного вектору  $x$  до базисних векторів  $d_{l_k} \in D$  для їх сортування

$$-(d_{l_0}^T x)^2 \leq \dots \leq -(d_{l_k}^T x)^2 \leq \dots \leq -(d_{l_{M-1}}^T x)^2$$

- 7) Оновлення координат базисних векторів  $d_{l_k} \in D$  за правилом Ойа [2]

$$d_{l_k} := d_{l_k} + \eta_t \exp(-k / \lambda_t) y(x - y d_{l_k}), \quad y := c_{l_k}^T x, \quad k = \overline{0, M-1}.$$

- 8) Якщо  $t < t_{\max}$ , то інкремент лічильника  $t := t + 1$  та перехід до кроку 3.

Перевірку ефективності запропонованого алгоритму пропонується здійснювати шляхом фізичного моделювання, використовуючи дані динамічної нефросцинтиграфії, де кожне спостереження складається з 20 кадрів з роздільною здатністю 64x64 пікселі [3].

Для екстракції ознакового опису використаємо 4-х шарову нейромережу з  $K_1$  фільтрів в кожному шарі і max-пулінг субдискретизацією після перших 3-х шарів. Оцінку ефективності екстрактора пропонується здійснювати за результатами навчання інформаційно-екстремального класифікатора спостережень. При цьому алфавіт класів розпізнавання складається з  $R = 4$  класів: нормальний функціональний стан нирок, паренхіматозний тип ренограми, дискінетичний тип ренограми та значне ураження нирки. Обсяг вибірки кожного класу становить  $n_r = 1000$  зразків.

Інформаційно-екстремальне машинне навчання полягає в адаптивному квантуванні ознакового опису на основі алгоритму грубого двійкового кодування навчальної матриці  $\{x_{r,j}^{(i)} \mid i = \overline{1, N}; j = \overline{1, n_r}; r = \overline{1, R}\}$ , що полягає у порівнянні значення  $i$ -ї ознаки з відповідним нижнім та верхнім межами  $l$ -го несиметричного поля контрольних допусків, які залежать від параметра  $\delta_{i,l}$ . Формування бінарної навчальної матриці  $\{b_{r,j}^{(i)} \mid i = \overline{1, N^*L}; j = \overline{1, n_r}; r = \overline{1, R}\}$  здійснюється за правилом

$$b_{r,j}^{(i)} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x_{i,\max} (1 - \delta_{i,1} / \delta_{\max}) \leq x_{r,i}^{(j)} \leq x_{i,\max}; \quad l = \overline{1, L}. \\ 0, & \text{інакше.} \end{cases}$$

Обчислення значень координат двійкового еталонного вектора  $x_m$ , відносно якого відбувається побудова в радіальному базисі контейнерів класів, здійснюється за правилом

$$b_{r,j}^{(i)} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \frac{1}{n_r} \sum_{j=1}^{n_r} b_{r,j}^{(i)} > \frac{1}{n} \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^{n_r} b_{r,j}^{(i)}; \\ 0, & \text{інакше.} \end{cases}$$

Як критерій ефективності машинного навчання класифікатора розглядається нормована модифікація інформаційної міри Кульбака [3]:

$$E_r = \frac{1 - (\alpha_r + \beta_r)}{\log_2(2 + \zeta) + r \log_2 10} * \log_2 \left[ \frac{2 - (\alpha_r + \beta_r) + \zeta}{(\alpha_r + \beta_r) + \zeta} \right], \quad (1)$$

де  $\alpha_r, \beta_r$  – помилки першого та другого роду класифікаційних рішень щодо належності вхідних векторів до класу  $A_r^0$ ;  $\zeta$  – будь-яке мале додатне число, яке вводиться для уникнення невизначеності при діленні на нуль.

На рис. 2 показано залежність значення усередненого за алфавітом класів критерію (1) залежно від кількості згорткових фільтрів  $K_1$  в кожному шарі навченого екстрактора ознак.

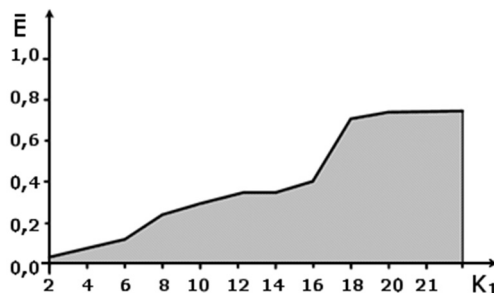


Рис. 2. Залежність усередненого значення критерію (1) від кількості згорткових фільтрів

Аналіз рис. 1 показує, що збільшення кількості згорткових фільтрів призводить до зростання інформативності ознакового опису і відповідно ефективності навчання класифікатора спостережень. Починаючи з  $K_1 = 20$  значення критерію (1) практично не змінюється і становить  $\bar{E} = 0,784$ , що відповідає точності 98,6% за тестовою вибіркою.

Таким чином, запропонований алгоритм оснований на застосуванні згорткової нейронної мережі з тривимірними фільтрами, що навчається без вчителя на основі алгоритму розріджено-кодуючого нейронного газу. Його застосування для екстракції ознакового опису серії нефросцинтиграм, дозволяє отримати прийнятні для практичного застосування діагностичні вирішальні правила.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Han, S., Mao, H., Gong, E., and Tang, S. DSD: Dense-sparse-dense training for deep neural networks / Proceedings of the 5th International Conference on Learning Representations (ICLR 2017), 2017. pp. 1-13,
2. Labusch, K., Barth, E., Martinetz, T. Sparse Coding Neural Gas: Learning of Overcomplete Data Representations / Neurocomputing. – Elsevier Science Publishers B. V. : Amsterdam, Netherlands, 2009. Vol. 72, i. 7–9, p. 1547–1555.
3. Москаленко, В.В., Рижова, А.С., Дьомін, О.В., Довбиш А. С. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для медичної діагностики при функціональному обмеженні на гамма-камері / Журнал Нано- та електронної фізики. – Суми : СумДУ. – 2015. – Т.7, №4. – С. 04036-1 – 04036-7.

### ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ КРИПТОГРАФІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ АЛГОРИТМУ ШИФРУВАННЯ

Огурцов М.І.

*Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України,  
проспект Академіка Глушкова, 40, корп. 1 к.801, Київ, 03680, Україна, ogurtsov.ukraine@gmail.com*

**Вступ.** З кожним роком зростає обсяг втрат, що державні та приватні установи несуть через порушення безпеки інформації. Особливо це стосується порушень конфіденційності [1]. Основними засобами захисту конфіденційності інформації є застосування криптографічних алгоритмів [2].

**Постановка проблеми.** Інститут кібернетики, враховуючи його багаторічний досвід в розробці та аналізі криптографічних алгоритмів [3], отримав запит від приватного підприємства на аналіз розробленого ними алгоритму для визначення його якості – рівня його стійкості до криптоаналізу.

**Мета досліджень.** За отриманими даними про структуру алгоритму та використовуючи згенеровані з його використанням набори тестових даних, визначити його якість та відповідний рівень стійкості до криптоаналізу. Наукова новизна роботи підтверджується тим, що попередньо аналіз цього алгоритму не проводився. Актуальність підтверджується запитом на аналіз алгоритму від компанії-розробника.

**Опис алгоритма.** Алгоритм оснований на псевдовипадковому генераторі ISAAC[4]. Пакет даних формується з послідовності блоків даних  $N$  по 256 байт у блоці. Довжина пакету  $P$  варіюється від 300 до 1024 байт.

Принцип роботи алгоритму шифрування:

1. Використовується ключ довжиною 256 байт.
  2. Вхідний пакет даних  $P$  розбивається на  $N$  блоків по 256 байт.
  3. Беремо  $n$ -й блок.
  4.  $m$ -й байт блоку даних  $n$  замінюється на байт з ключа.
  5. Ключ 6 разів перемішується (рисунок 1).
  6.  $m + 1$  (беремо наступний байт), переходимо на п. 4, поки не досягнемо кінця блоку даних.
  7.  $n + 1$  (беремо наступний блок), переходимо на п. 3, поки не досягнемо кінця пакету даних.
- Зерно генерації (seed): 6-й значне число, що складається з 3-х двозначних чисел aabbcc.

Початкове зерно задається користувачем, потім на кожній ітерації відбувається зміна зерна в залежності від системного годинника  $aa = aa + t1$ ,  $bb = bb + t2$ ,  $cc = cc + t3$ .

**Аналіз алгоритму.** Розглянутий алгоритм є симетричним. Проведений аналітичний аналіз алгоритму показав, що основною його вразливістю є генератор псевдовипадкових чисел, в особливості – застосований алгоритм генерації seed.

Згідно класичної теорії криптоаналізу [5], для визначення надійності алгоритму вважається, що криптоаналітику відомі усі деталі імплементації шифрування, окрім власне ключа. У випадку розглянутого алгоритму в якості ключа виступає зерно генерації. Знаючи зерно генерації та особливості алгоритму шифрування, криптоаналітик здатний згенерувати власну ключову послідовність, що буде ідентичною

послідовності відправника та отримувача даних та надасть змогу отримати несанкціонований доступ до них.

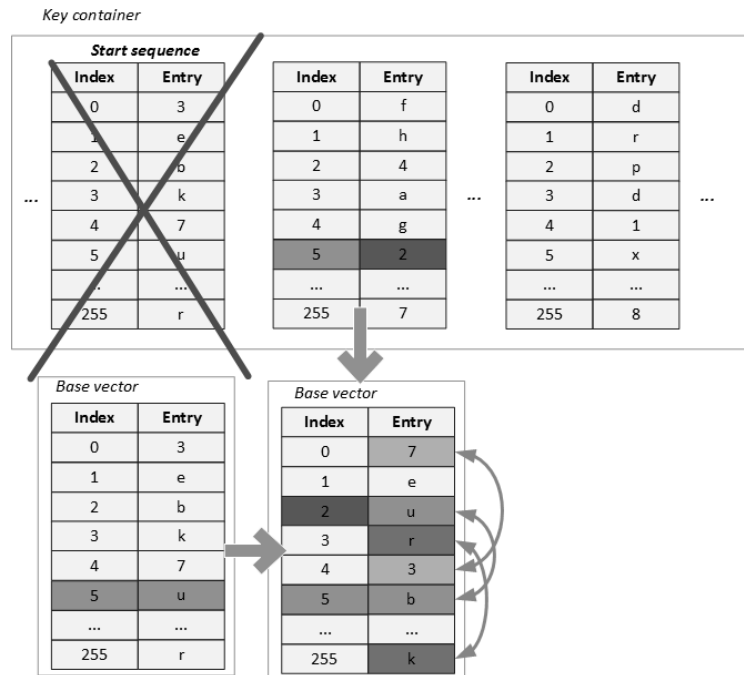


Рисунок 1 – Алгоритм перемішування ключа

Тому ініціуюче значення, зерно генерації, повинно бути досить великим – на сьогоднішній день рекомендовані значення ключів для симетричних блочних алгоритмів – 128 біт та 256 біт. А для алгоритму, що розглядається, об’єм зерна складає менше 2 у 16 ступені (16 біт). Тобто його значення може бути зламане повним перебором (brute force attack) за прийнятний для криптоаналітика час.

Також було протестовано результати роботи алгоритму, щоб визначити його застосовність у випадку збільшення розмірності початкового зерна. В першу чергу були проведені частотні тести. Тести не були пройдені для тестових файлів з зашифрованими нулями, одиницями та на нульовому ключі (кількість одиниць переважала кількість нулів).

Оскільки алгоритм шифрування оперує величинами по 1 байту всередині 256-байтних блоків, був також проведений частотний аналіз байтових значень. Аналіз проводився на тестових файлах обсягом 100 Мб кожен. На рисунку 2 подано графічне відображення частот байтових значень із зашифрованої тестової книги.

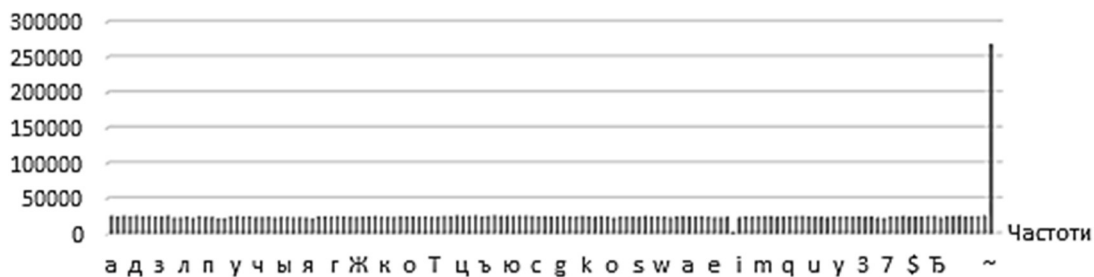


Рисунок 2 – Результати частотного аналізу book.saa

Як бачимо, частотний розподіл є далеким від рівномірного.

Виявлені аномалії проявилися у всіх протестованих файлах. Наприклад, для файлу test\_ones.saa розраховане середнє значення дорівнює 409 600, частота для байту 72 (Н у кодовій таблиці) = 23031 (майже в 18 разів менше за потрібне), для 126 (~ у кодовій таблиці) = 23719126 (майже в 60 разів більше за потрібне).

**Висновки.** Більш ніж тисячократна різниця в частотах, кореляція, виявлена в результатах шифрування вказує на неприйнятну якість шифрування і не може не позначитися на реальному використанні, дозволяючи криптоаналітику легко відновити ключ, використовуючи як дані недоліки, так

і частотні особливості переданої інформації. Таким чином, криптографічна стійкість проаналізованого алгоритму є недостатньою для його реального застосування.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты. – К.:ООО «ТИД ДС», 2001. – 688 с.
2. Огурцов М.І., Поліновський В.В. Методи та рекомендації побудови комплексних систем захисту інформації. - К.: Вісті академії інженерних наук України, 2008, №3(37). – с. 12-18.
3. Олійников, Р. В., Горбенко, І. Д., Казимиров, О. В., Руженцев, В. І., Горбенко, Ю. І. Принципи побудови і основні властивості нового національного стандарту блокового шифрування України. - Захист інформації [Онлайнний ресурс], 2015, №17(2), с. 142-157.
4. ISAAC: a fast cryptographic random number generator [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://burtleburtle.net/bob/rand/isaacafa.html>
5. Шеннон, Клод. "Теория связи в секретных системах." Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: 1963. с. 243-332.

**ВИКОРИСТАННЯ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ENTERPRISE СИСТЕМ**

**Павленко О.С., Марцишин Р.С., Міюшкович Ю.Г.**

*Національний університет «Львівська політехніка», вул. Ст. Бандери, 12, Львів, 79013,  
pavlenko.sasha@ukr.net, mrs.nulp@gmail.com, jmiyushk@gmail.com*

В наш час для швидкої та коректної роботи компанії потрібна інформаційна система, яка змогла б автоматизувати більшу частину роботи працівників. Програмне забезпечення на рівні підприємства спрямоване на підвищення його продуктивності та ефективності шляхом забезпечення функціональності підтримки бізнес-логіки. За словами Мартіна Фаулера, "корпоративні програми стосуються демонстрації, маніпулювання та зберігання великих обсягів часто складних даних, а також підтримки або автоматизації бізнес-процесів з цими даними" [2]. Ефективна робота такої системи потребує швидкого опрацювання великої кількості інформації та повернення коректних даних за максимально короткий час. Також такі системи мають бути помилкостійкими, а якщо і виникне якась помилка, мають коректно на неї реагувати і вирішувати. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває проблема розробки програм, побудованих на основі мікросервісної архітектури.

Дослідженню питання різних видів архітектури програмного забезпечення присвячені наукові та практичні розробки таких зарубіжних авторів, як: М. Флауер (Martin Flower) [2], Ф. Рой (Fielding Roy) [3], М. Шоу (Mary Shaw), Р. Делайн (Robert DeLine), Д. Кляйн (Daniel Klein), Т. Росс (Theodore Ross), Д. Юнг (David Young) [4] та ін. [6]. Технології побудови мікросервісів вивчали вітчизняні науковці: О. Андрушко, М. Панасюк, І. Малець, Р. Клапчук, В. Харченко, М. Новоселець [5] та ін. [7]. Та недостатньо, на нашу думку, розроблено проблему використання мікросервісної архітектури для створення Enterprise систем.

Існує два типи архітектури програмного забезпечення: монолітна та сервісно-орієнтована. Монолітна архітектура є застарілою, а от сервісно-орієнтована – набуває популярності. Сервісно-орієнтована архітектура (SOA) – це стиль розробки програмного забезпечення, де мікросервіси взаємодіють між собою через протокол зв'язку по мережі. Основний принцип сервіс-орієнтованої архітектури – незалежність від постачальників, продуктів і технологій [1]. Мікросервіс - це дискретна одиниця функціональності, до якої можна дистанційно отримувати доступ, отримувати результат та оновлювати незалежно до цілої системи. Основні переваги даної архітектури:

- високий рівень незалежності;
- простота заміни однієї функціональності іншою;
- мають однакову архітектуру (виробник – споживач);
- кожен сервіс може бути реалізований будь-якою мовою програмування.

Обмежень на кількість існуючих сервісів немає, але є важлива умова – кожен сервіс має працювати лише над одною бізнес-задачею. Для обміну інформацією кожен сервіс має своє API для спілкування з іншими мікросервісами. Всі сервіси можуть бути написані різними мовами програмування та використовувати будь-які фреймворки. До того ж кожен сервіс має мати децентралізоване збереження даних [1].

При порівнянні монолітної та мікросервісної архітектур було виділено переваги кожної з них. Монолітна відрізняється простотою, узгодженістю та можливістю проведення модульного рефакторингу. До переваг MSA можна віднести: часткове розгортання, відмовостійкість, відсутність стану,

гетерогенність. Мікросервіси – це архітектурний шаблон в якому сервіси: маленькі, сфокусовані, не пов’язані, згуртовані.

Маленький сервіс – розробляється однією командою. При цьому, кожен такий сервіс вирішує одну бізнес-задачу і його легко “підняти”. Сфокусований сервіс – добре вирішує тільки одну бізнес-задачу. Ідеально написаний сервіс можна запускати окремо від системи і він буде працювати коректно. Якщо при зміні одного сервісу, інші не треба змінювати, то такі сервіси є не пов’язаними. Сервіс можна назвати згуртованим, якщо він має всі потрібні методи для вирішення поставленої задачі.

Дослідники та розробники мікросервісної архітектури виділяють різні її види в залежності від типу зв’язку мікросервісів в MSA [6].

Перед нами була поставлена задача створення мікросервісу для роботи з користувачами. Даний компонент системи мав би отримувати дані від користувача у вигляді формату Json, виконувати задані функції та повертати результат у форматі Json. Для створення було обрано мову Java і використовувалися фреймворки Spring та Hibernate. Spring дозволив отримувати дані з девайсу користувача у вигляді HTTP Request, а за допомогою Hibernate був організований зв’язок та робота з базою даних.

В результаті дослідження та практичної реалізації поставленого завдання кінцева архітектура мікросервісу (рис. 1) складається з п’яти виконуючих рівнів.

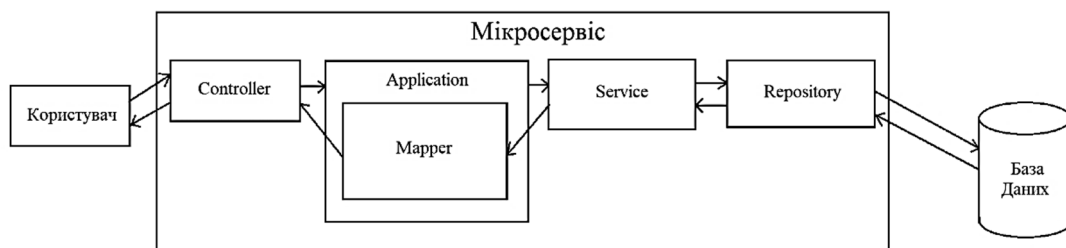


Рис. 1 Архітектура мікросервісу

Controller потрібен для перетворення запиту користувача в реальні дані. На даному рівні отримана інформація заноситься в окремий клас (далі Request) для її легкої передачі по мікросервісу. Ця інформація вміщує дані, які користувач може отримати з бази даних. Також вона перевіряється на помилки і коректність вводу. Якщо все введено правильно, то Request передається на рівень Application і з нього одразу прямує до Service.

На даному етапі відбувається основна робота з даними, що потрібні користувачу. Для отримання інформації з бази даних потрібен рівень Repository, в якому містяться методи з різними запитами. Дані з Request заносяться до необхідного методу, який після виконання поверне дані, що необхідні користувачу.

Коли інформацію з бази даних отримано, її треба повернути користувачу. В Service рівні відбувається зміна даних відповідно до запиту користувача та формування об’єкту з кінцевими даними. Після виконання всіх дій, отриманий результат передається назад на Application рівень.

Тепер результат має бути перетворений на дані які можна перетворити в Json. Для цього використовується Mapper рівень. В даному блоці міститься метод, який претворює об’єкт з даними в DTO (Data Transfer Object). Це перетворення необхідне для коректного створення Json файлу, який буде переданий користувачу.

Результат передається на рівень controller з якого, за допомогою Spring відправляється користувачу у вигляді Json файлу.

Також в даному мікросервісі, за допомогою Spring Security, була організована перевірка авторизації користувача. Ця функціональність зроблена аналогічно у всіх мікросервісах, тому в перспективі – винесення авторизації в окремий незалежний мікросервіс. Вважаємо також, що виклик блоку Mapper доцільніше перенести в блок Service для пришвидшення роботи програми.

Отже, в кінцевому результаті було створено мікросервіс, який має потрібну функціональність, є абсолютно незалежним від інших мікросервісів і створює можливість за необхідності з легкістю додавати або змінювати код.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Chapter 1: Service Oriented Architecture (SOA) [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff648318.aspx#SOA>
2. Fowler Martin et al. Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison Wesley, 2002. – 560 p. — ISBN: 0-321-12742-0.
3. Fielding, Roy Thomas (2000). "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures". Dissertation. University of California, Irvine.



4. Shaw, Mary; DeLine, Robert; Klein, Daniel V.; Ross, Theodore L.; Young, David M.; Zelesnik, Gregory (1995-04). Abstractions for Software Architecture and Tools to Support Them. IEEE Trans. Softw. Eng. 21 (4): 314–335.
5. Р.Г.Клапчук, В.С. Харченко. Монолітні Веб-сервіси та мікросервіси: порівняння та вибір. Радіоклектронні і компютерні системи, 2017, №1 (81), С.51-56.
6. Designing and Deploying Microservices [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.nginx.com/resources/library/designing-deploying-microservices/>
7. L. Sikora and Y. Miyushkovych, "B+-tree in database design for decision-making information system," 2010 Proceedings of VIth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, Lviv, 2010, pp. 185-186.

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЕГРАДАЦІЇ

Пашко А. О<sup>1</sup>., Єременко Б. М<sup>2</sup>., Картавих С. М<sup>3</sup>., Теренчук С. А<sup>4</sup>.

*1*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, [aap2011@ukr.net](mailto:aap2011@ukr.net),

*2*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, [erembm@ukr.net](mailto:erembm@ukr.net),

*3*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, [snk07@ukr.net](mailto:snk07@ukr.net),

*4*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, [terenchuksa@ukr.net](mailto:terenchuksa@ukr.net)

**Вступ.** Задача комплексної автоматизації управління життєвими циклами об'єктів будівництва потребує автоматизації процесу оцінки технічного стану будівельних конструкцій з дефектами та пошкодженнями різного характеру. При цьому дозволяється розвиток тріщин і пластичних деформацій окремих елементах несучих конструкцій в межах одного поверху або частин перекриттів, які не призводять руйнування конструкцій в цілому. Розвиток тріщин і пластичних деформацій носить динамічний характер. До певного часу це не впливає на технічний стан конструкцій. Коли розвиток підходить до критичної межі, то руйнування конструкцій може носити незворотній характер. Необхідно враховувати накопичення пошкоджень і оцінювати граничний стан. Розв'язання даної задачі ускладнюється тим, що параметри технічного стану часто характеризуються залежностями між вхідними і вихідними даними, які складно формалізуються. Складність формалізації пов'язана з обробкою та аналізом дуже великої кількості різнорідних даних про дефекти і пошкодження, які в різних умовах по-різному накопичуються і по-різному впливають на стан конструкцій.

Це означає, що розробка чіткої математичної моделі об'єкта не завжди можлива. Автоматизація процесів спостереження та оцінки технічного стану конструкцій з використанням інтелектуальної систем у вигляді нейронної мережі дає значні переваги, але передбачає наявність інформаційної бази, що здатна оперативно реагувати на зміни технічного стану конструкцій та мінливість умов експлуатації. Для оцінки технічного стану будівельних конструкцій, вибрано одну з модифікацій нечіткої нейронної мережі Такаги-Сугено-Канга [1, 2].

**Постановка задачі.** Метою роботи є обґрунтування топології нечіткої мережі Такаги-Сугено-Канга, що розробляється, для оцінки технічного стану будівельних конструкцій.

Для досягнення даної мети в роботі вирішуються задачі:

- вибір числа елементів;
- визначення структури зв'язків (входи, шари, виходи).

**Основний матеріал.** Кожна категорія технічного стану конструкції  $\vec{y} \in Y = \{y_1\} (l = 1, 2, \dots, L, L = 4)$  характеризується відповідним рівнем придатності: 1 – нормальний, 2 – задовільний, 3 – непридатний до нормальної експлуатації, 4 – аварійний.

Таким чином, топологія мережі Такаги-Сугено-Канга (TSK) визначається кількістю вхідних змінних та кількістю правил, що застосовуються для оцінки технічного стану конструкції [3].

На вхід нечіткої мережі буде поступати інформація після обробки даних про геометричні параметри розвитку тріщин і деформацій. Обробка даних про геометричні параметри розвитку тріщин і деформацій буде базуватись на моделях накопичення пошкоджень.

Для вхідних змінних  $x_j (j = 1, 2, \dots, N)$  та  $i$ -го правила ( $i = 1, 2, \dots, M$ ) схема виведення має вигляд [1]:

$$\text{if } (x_1 \text{ is } A_1^{(i)}) (x_2 \text{ is } A_2^{(i)}) \dots (x_N \text{ is } A_N^{(i)}) \text{ then } y_i = p_{i0} + \sum_{j=1}^N p_{ij} x_j, \quad (1)$$

де  $p_{ij}$  – невідомі параметри ( $i = 1, 2, \dots, M, j = 1, 2, \dots, N$ ).

Визначення структури зв'язків здійснюється на основі нечітких правил типу *if* <умови правила> *then* <висновок правила>, що визначають взаємозв'язок між входами і виходами досліджуваного об'єкта. Таким чином формується нечітка база знань [1].

Умова ( $x_i$  is  $A_i$ ) реалізується функцією фазифікації:

$$\mu_{A_i}(x_i) = 1 / (1 + ((x_i - c_i) / \sigma_i)^{2b_i}). \quad (2)$$

Вихідний параметр  $y(x)$  приймає значення з відрізка [1, 4].

Для ідентифікації станів будівельних конструкцій можна використовувати міри належності, що отримані експертним методом [3, 5], і міри належності, які отримані методом кластеризації [1]:

$$\mu_l(x) = \begin{cases} e^{-\frac{(x-l)^2}{2}}, & x \in [1, 4], \\ 0, & x \notin [1, 4]; \end{cases} \quad l=1, 2, 3; \quad \mu_l(x) = \begin{cases} e^{-\frac{(x-l)^2}{2}}, & x \in [1, 4], \\ 0, & x < 1, \\ 1, & x > 4. \end{cases} \quad l=4 \quad (3)$$

Вибір метода отримання міри належності лишається за користувачем.

Таким чином: для  $L=4$  значень вихідної змінної,  $N$  вхідних змінних та  $M$  правил, багатопарова нейромережа Такаґи-Сугено-Канґа, в якій ваги  $\omega_i$  інтерпретуються, як значимість компонентів  $\mu_A^{(i)}(x)$ , має 5 шарів.

1. Перший (параметричний) шар з параметрами  $c_j^i, \sigma_j^i, b_j^i$ , які підлягають адаптації в процесі навчання, виконує фазифікацію змінних.

2. Другий (непараметричний) шар виконує агрегування окремих змінних, що визначають результуюче значення ваги правила  $\omega_i = \mu_A^{(i)}(x)$  для вектора  $x$ .

3. Третій шар (генератор функцій TSK) розраховує значення  $y_i(x)$  та здійснює множення  $y_i(x)$  на  $\omega_i$ , які сформовані в попередньому шарі. Адаптації підлягають ваги  $p_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, M, j=1, 2, \dots, N$ ).

4. Четвертий (непараметричний) шар складають два нейрони-суматора, один з яких розраховує зважену суму сигналів  $y_i(x)$ , а другий – суму вагових коефіцієнтів  $\omega_i$  ( $i=1, 2, \dots, M$ ).

5. П'ятий (нормалізуючий) шар з одного нейрона виконує агрегування вихідного сигналу мережі.

Параметри, що підлягають адаптації розділяються на дві групи:

– перша група складається з параметрів  $p_{ij}$  третього (лінійного) шару;

– друга група складається з параметрів функції належності першого (нелінійного) шару.

В процесі навчання мережі відбувається уточнення тільки параметрів першого і третього шарів.

Налаштування параметрів здійснюється в два етапи.

Для навчання мережі пропонується прямий метод випадкового пошуку.

**Висновки.** Задача оцінки технічного стану за геометричними параметрами ускладнюється тим, що об'єкти будівництва мають властивість накопичувати пошкодження. Перехід конструкції з одного стану в інший здійснюється по мірі накопичення пошкоджень, а період накопичення може бути довготривалим і не завжди чітко визначеним. До того ж кількість пошкоджень є дуже великою, проте не всі дефекти та пошкодження однаково впливають на технічний стан конструкції. В таких умовах традиційні методи моніторингу та обстеження втрачають ефективність.

Автоматизація процесів спостереження та оцінки технічного стану конструкцій з використанням інтелектуальної систем у вигляді нейронної мережі дає значні переваги, але передбачає наявність інформаційної бази, що здатна оперативно реагувати на зміни технічного стану конструкцій та мінливість умов їх експлуатації. Тому подальші дослідження планується присвятити розробці методів організації збору даних з використанням сучасних інформаційних технологій, вибору вхідних змінних мережі Такаґи-Сугено-Канґа та розробці моделей накопичення пошкоджень.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Osowski S. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji. – Warszawa, 2000 – 342 p. (польською).
2. Tanaka, K., Yoshida, H., Ohtake, H., & Wang, H. O. (2009). A sum-of-squares approach to modeling and control of nonlinear dynamical systems with polynomial fuzzy systems. IEEE Transactions on Fuzzy systems, 17(4), 911-922.

3. Terenchuk, S., Yeremenko, B., Kartavykh, S., Nasikovskiy, O. (2018). Application of fuzzy mathematics methods to processing geometric parameters of degradation of building structures. «Eureka: physics and engineering», 1, 56-62. Doi: 10.21303/2461-4262.2018.00468554
4. Terenchuk S. Implementation of Intelligent Information Technology for the Assessment of Technology for Condition of Building Structures in the Process of Diagnosis / S. Terenchuk, B. Yeremenko, T. Sorotuyk // Eastern European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 5/3(83), P. – 30-39.
5. Єременко Б.М. Застосування експертних знань для формування бази знань системи оцінювання технічного стану будівельних конструкцій / Б.М. Єременко, С.А. Теренчук, С.М. Картавих, О.В. Насіковський // Наука та будівництво. – 2017'4. – С. 63-69.

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗДІБНОСТЕЙ АБІТУРІЄНТІВ

Пашко А. О<sup>1</sup>., Плоска А.В<sup>2</sup>., Рябчун Ю.В<sup>3</sup>.

*1*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, aap2011@ukr.net,

*2*ТОВ "Будівельний Кадровий Портал", м. Київ, annploskaya@gmail.com,

*3*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, terenchuksa@ukr.net

**Вступ.** Проблема прийняття рішення щодо вибору професії виникає у абітурієнтів, які не мають чіткої уяви чи достатньо інформації про свою майбутню діяльність [1]. Досвідчені фахівці можуть оцінювати здібності особи до певних видів професійної діяльності. Проте не завжди існує можливість безпосереднього спілкування абітурієнтів з такими фахівцями. При розробці та впровадженні автоматизованих систем оцінювання здібностей абітурієнтів виникає низка проблем, що пов'язані з обробкою нечіткої тестової інформації та виділенні природних здібностей з масиву даних, які відображають не тільки здібності, а і знання та навички, що набуваються абітурієнтом на попередніх етапах навчання. Для вирішення зазначених проблем розробляються інтелектуальні системи, які на основі знань експертів-педагогів реалізують функції діагностики та керування навчанням [2].

**Постановка задачі.** Метою роботи є розробка інтелектуальної системи оцінювання професійних здібностей абітурієнтів до засвоєння специфічних знань і умінь при навчанні за різними спеціальностями. Процес професійної ідентифікації розглядається як механізм прийняття провідних професійних ролей, цінностей та норм, які спонукають фахівця до ефективної практичної діяльності.

**Основний матеріал.** Проведені дослідження сучасних методів і засобів ідентифікації здібностей та досягнень абітурієнтів показали, що не існує єдиного підходу до визначення змісту професійної ідентифікації. Так, інформаційна система «Комплексна профорієнтаційна діагностика «Абітурієнт», яка впроваджена в освітнє середовище України інноваційною освітньою компанією «Клевердіа» у 2016 році [3, 4], містить довідникову інформацію про професійні категорії навчання та тести для визначення структури особистості.

Діагностичні тести «Абітурієнт» надають рекомендації щодо можливостей абітурієнта в наявних категоріях професій і, таким чином, допомагають здійснити вибір профілю навчання з урахуванням структури особистості. До переваг системи слід віднести тестування таких професійних категорій, як ризик і природа. Рішення може прийматись, наприклад, за критеріями Лапласа, Вальда, Гурвіца, Ходжа-Леммана.

Вибір категорії професій можна здійснювати на основі тестів інформаційної системи діагностики «Абітурієнт». В даній роботі кожен із факторів структури особистості, ступеню вираженості інтересу до професії та прогнозах успішності пропонується розглядати як лінгвістичну змінну, що характеризується певними рівнями. Кожен рівень є нечіткою множиною з відомою мірою належності. В нечітких моделях дані набувають вигляд нечітких чисел, нечітких величин і множин, які повністю визначаються відповідними функціями належності  $\mu(x) \in [0;1]$ .

Вибір спеціальності здійснюється за результатами зовнішнього незалежного тестування та вузівського тестування. Вузівське тестування може проводитись у вигляді днів відкритих дверей, заочних і очних олімпіад для абітурієнтів, тестування при поданні документів, тощо.

Наприклад, при оцінюванні здатності абітурієнта до навчання за комп'ютерними спеціальностями доцільною буде оцінка таких якостей і здібностей абітурієнта, як: просторова уява, логічне мислення, абстрактне мислення, асоціативне мислення. На основі отриманих результатів тестування будуються рекомендації щодо можливостей до засвоєння специфічних знань і умінь за різними спеціальностями. Результати вузівського тестування можна оцінювати від 0 до 100 балів. При цьому, на відрізу  $[0;100]$  задається лінгвістична змінна, що приймає значення «високий рівень», «рівень вище середнього», «середній рівень», «рівень нижче середнього», «низький рівень» з відомими мірами належності, що

відображають здатності абітурієнта до навчання за такими спеціальностями, як: «Професійна освіта. Комп'ютерні технології», «Інформаційні технології проектування», «Комп'ютерні системи і мережі», «Безпека інформаційних і комунікаційних систем», «Інформаційні системи і технології» напрямку «Комп'ютерні науки».

Для обробки результатів тестування розробляється інтелектуальна технологія. В її основу покладена нечітка нейронна мережа Такаґи-Сугено-Канґа [6, 7]. Алгоритм навчання штучної нейронної мережі Такаґи-Сугено-Канґа в загальному вигляді описано в [7].

Для адаптації алгоритму навчання мережі Такаґи-Сугено-Канґа до задачі оцінки профорієнтаційних здібностей абітурієнтів вибрано варіант, при якому вихідний параметр мережі приймає значення, що виражає здатність до навчання за спеціальністю (0 – ні, 1 – так).

В роботі досліджується алгоритм навчання з учителем.

В результаті навчання мінімізується функція:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (y(x^{(i)}) - d^{(i)})^2,$$

$k$  – кількість пар  $(x, d)$  для навчання,  $d(l)$  – значення вихідного сигналу мережі, що є на виході при значеннях компонентів  $\mu_A^{(i)}(x)$ .

На етапі 1 навчання на вхід мережі подаються значення  $\{x_i\}$ . При інтерпретації значимості компонентів  $\mu_A^{(i)}(x)$  розв'язується система лінійних рівнянь виду  $W \cdot \vec{Y} = \vec{d}$ , де  $W = (\omega'_{ij})$  – матриця рівнів активації  $j$ -го правила для вхідного вектора  $\vec{x}^{(k)} = (x_1^k, x_2^k, \dots, x_N^k)$ ;  $\vec{Y}^{(k)} = (y_{10}^k, y_{20}^k, \dots, y_{M0}^k)$  та  $\vec{d}$  – вихідні значення.

В якості  $\mu_A(x_i)$  пропонується розглянути міру належності у вигляді:

$$\mu_A(x_i) = \frac{1}{1 + \left( \frac{x_j - c_i}{\sigma_i} \right)^2}.$$

Розв'язок системи рівнянь знаходиться за формулою  $\vec{Y} = W^+ \cdot \vec{d}$ , де  $W^+$  – псевдо інверсія матриці  $W$  [7]. Розмірність  $\vec{Y}$  дорівнює  $M$ , розмірність  $\vec{d}$  дорівнює  $K$ , а розмірність  $W$  дорівнює  $K \cdot M$ . При цьому  $K > M$ .

На етапі 2 здійснюється уточнення нелінійних параметрів. Для цього, після обчислення значень  $y_i$  ( $i=1, 2, \dots, K$ ), обчислюється похибка  $\vec{E} = |\vec{d} - \vec{y}|$ . Для мінімізації похибки можна використовувати методи градієнтного спуску і випадкового пошуку. Із методів випадкового пошуку для розв'язання даної задачі можна виділити метод «імітації отжига» і прямий метод випадкового пошуку. Проте, задача оцінки передбачає дуже велику кількість вхідних параметрів  $N$ . При таких умовах оптимальна кількість правил  $M = m^N$  також є дуже великою, і використання методів градієнтного спуску і методу «імітації отжига» вимагає більших обчислювальних ресурсів та затрат часу, ніж прямий метод випадкового пошуку.

Метод градієнтного спуску для мережі Такаґи-Сугено-Канґа описано в [7].

Для навчання мережі використовується прямий метод випадкового пошуку.

Вибір методу отримання міри належності оцінки здібностей профорієнтації абітурієнта лишається за користувачем. Основним призначенням інформаційної системи буде підтримка прийняття обґрунтованого рішення при виборі напрямку навчання, що суттєво впливає на якість подальшого життя.

**Висновки.** В даній роботі запропоновано підхід до розробки інтелектуальної системи оцінювання професійних здібностей абітурієнтів при виборі спеціальності навчання у вищому навчальному закладі та обґрунтовано алгоритм навчання системи, що розробляється.

Для мінімізації похибки запропоновано використовувати прямий метод випадкового пошуку. Описано підхід до створення бази знань з урахуванням вимог спеціальностей навчання.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку системи нечітких правил виведення для спеціальностей комп'ютерного напрямку.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Бородулькіна Т.О. Вплив образу професії на становлення професійної ідентичності особистості // Проблеми загальної та педагогічної психології: Зб. наук. праць Інституту психології ім. Г.С. Костюка АПН України / За ред. С.Д. Максименка. Т. IX. – К., 2007. – 420 с.

2. Рябчун Ю.В., Черниш Л.М. Моделювання процесу ідентифікації здібностей абітурієнтів // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2017): мат. м. н. к. – Херсон (Залізний порт): 22-26 травня 2017. – С. 219-221.
3. <http://cleverdia.com/index.php?lang=uk>
4. [http://cleverdia.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17&Itemid=112&lang=uk](http://cleverdia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=112&lang=uk)
5. Цідило І.М. Модель нечіткої експертної системи прогнозування змісту освіти // Інформаційні технології і засоби навчання. 2012. № 6(32).
6. Tanaka, K., Yoshida, H., Ohtake, H., & Wang, H. O. (2009). A sum-of-squares approach to modeling and control of nonlinear dynamical systems with polynomial fuzzy systems. IEEE Transactions on Fuzzy systems, 17(4), 911-922.
7. Osowski S. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji. – Warszawa, 2000 – 342 p. (польською).

## НЕЧІТКА КЛАСТЕРИЗАЦІЯ БАГАТОВИМІРНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ДЛЯ ОНЛАЙН ДІАГНОСТУВАННЯ

Перова І.Г., Бражнікова Є.М., Літовченко О.Л.

*Харківський національний університет радіоелектроніки, 61166 м. Харків, пр. Науки, 14,  
Харківський національний медичний університет, 61000 м. Харків, пр. Науки, 4  
rikywenok@gmail.com, yelyzaveta.brazhnykova@nure.ua, latyshkaelena@gmail.com*

Вчені описують нинішню екологічну ситуацію в світі як «електромагнітне забруднення навколишнього середовища» [1] в зв'язку з поточним поширенням електромагнітного випромінювання (ЕМВ), що породжується різноманітним обладнанням. В даний час рівні екзогенних електричних і магнітних полів значно перевищують природний фон Землі, що є несприятливим фактором, який впливає на біологічні об'єкти під час їх росту [2]. Джерела випромінювання можуть бути знайдені у всіх сферах людської діяльності: в промисловості, медичній практиці, в навчальному процесі, під час життя і розважальних заходів [3]. Численні літературні дані вказують, що ЕМВ впливає на всі органи і системи організму: крові, серцево-судинної, ендокринної, імунної, нервової та статеві систем з різною біологічною активністю у всіх частотних діапазонах [4]. Однак, незважаючи на велику кількість досліджень, до цих пір немає загальноприйнятої теорії про вплив ЕМВ на організм, його природа і механізми дії на фізіологічні системи. Причина цього може бути пов'язано з тим, що ЕМВ ніколи не виступає в якості єдиного фактору. Існують інші фактори різної природи, які впливають на організм в поєднанні з ЕМВ, що і зумовило актуальність проблеми медико-біологічного дослідження впливу ЕМВ на організм людини в умовах навколишнього середовища [5]. Для нашого дослідження ще одним важливим екологічним фактором обрано температуру повітря, яка може забезпечити комфортні або некомфортні умови життя. Несприятливий вплив температури на організм можливий в зимовий період, коли температура повітря падає. Холод є стрес-фактором для тіла, у відповідь, активність найбільш важливих систем регулювання активується для того, щоб підтримувати постійну температуру тіла. Переохолодження має загальний вплив на організм, викликаючи біологічні реакції, які проявляються у вигляді комплексу біохімічних, патофізіологічних, морфофункціональних змін [6]. У відповідь на роздратування холодом, організм виявляє ряд складних фізіологічних реакцій. Доведено, що відповідні реакції організму на дію низької температури залежать від обсягу і тривалості ефекту цього фактору [7].

Таким чином, у даній роботі пропонується дослідити вплив ЕМВ у поєднанні із впливом позитивної низької температури, щоб визначити біологічні ефекти комбінованої дії: адитивність, синергізм та антагонізм. Крім того, необхідно визначити частину вкладу кожного фактору на загальний ефект, з подальшим розвитком критеріїв оцінки біологічної дії ЕМВ в умовах холодного стресу з наступною їхньою оцінкою і розробкою заходів щодо запобігання їх впливу.

З цією метою у експериментальному дослідженні визначається вплив фізичних факторів на організм тварин (лабораторних щурів) як в їхній ізольованій дії та і комбінованій дії. Дослідження проводилося протягом 30 днів. Було створено спеціалізоване обладнання, що дозволило моделювати як вплив необхідного діапазону температури повітря так і параметрів ЕМВ, структурна схема якого приведена на рисунку 1.

У якості біологічного об'єкта були обрані лабораторні білі щури. Тварини були розділені на 2 групи (N = 60). Дослідна група складалася з 30 тварин, які були розділені на три підгрупи: перша група з 10 тварин піддавали ізольованій дії ЕМВ (робоча частота 70 кГц, електрична напруга 600 В/м); друга група з 10 тварин під ізольованим впливом холодного фактору в діапазоні від +4 °C ± 2 °C; третя група (10 тварин) піддавалися комбінованому впливу ЕМВ і холодного фактору при тих же параметрах, що і групи

ізолюваної дії. Контрольна група з 30 тварин була в комфортних умовах ( $+25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) і служила задля контролю по відношенню до груп 1, 2 і 3. Вплив проводився протягом 4 годин, 5 раз в тиждень.

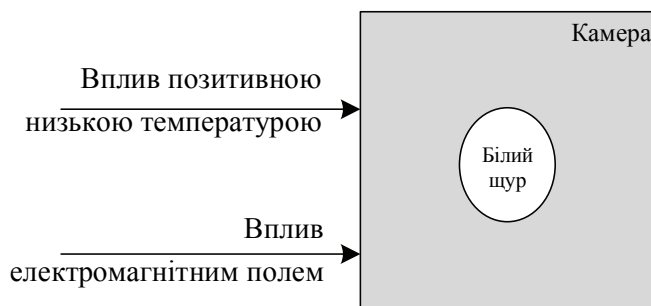


Рисунок 1 – Обладнання для впливу на лабораторного щура

Для виявлення біологічних ефектів, вивчалися параметри у сироватці крові тварин на 5-ту, 15-ту, 30-ту добу в динаміці. Наступні біохімічні показники визначали в сироватці крові: вміст дієнових кон'югатів (ДК), малонового діальдегіду (МДА), SH-групи, церулоплазміну, холестерину, тригліцеридів, ліпопротеїнів високої щільності (ЛПВЩ), ліпопротеїнів низької щільності (LDL), ліпопротеїни дуже низької щільності (ЛПДНЩ), сечовини, кислоти і лужної фосфатази, хлориди, кальцій, магній, фосфор, загальний білок, глюкоза, каталази і активність супероксиддисмутази; розраховували індекс атерогенності. Індекси були визначені з використанням комерційних тест-систем за допомогою біохімічному аналізаторі «LabLine-80» (Австрія) відповідно до інструкцій із комплекта поставки.

З математичної точки зору кожного об'єкт-білої щура описується багатовимірними часовими рядами, які містять інформацію про параметри сироватки крові на 5-ту, 15-ту і 30-ту добу:

$$X(k) = \{x_{il}(k)\},$$

де  $k = 1, \dots, N, \dots$  – кількість об'єктів – білих щурів в матриці (в нашому випадку  $N = 60$ ),  $i = 1, \dots, n$  – кількість часових рядів для кожного з білих щурів (в нашому випадку  $n = 20$ ),  $l = 1, \dots, q$  – число моментів часу, які відповідають кількості діб контролю ( $q = 3$ ).

Щоб визначити який тип впливу мав найбільший ефект при комбінованій дії слід ввести процедуру нечіткої кластеризації між центрами груп з різним типом впливу (холодовий вплив і вплив ЕМВ) і центром групи комбінованих ефектів [8].

Передусім вхідні багатовимірні часові ряди повинні бути центровані, нормовані і кодовані в інтервалі  $[-1; 1]^{(n)}$ . Для розрахунку центрів кожного кластера доцільним є використання процедури середнього арифметичного або медіани між усіма білими щурами відповідної групи в послідовному режимі:

$$c_{il}(k) = c_{il}(k-1) + \eta(k) \text{sign}(x_{i+1,l}(k) - c_{il}(k-1))$$

де  $\eta_m(k)$  - параметр швидкості, який налаштований відповідним чином з виразом [25]

$$\eta(k) = r^{-1}(k), \quad r(k) = \alpha r(k-1) + 1, \quad 0 < \alpha \leq 1.$$

Відстань в сенсі метрики Манхеттена між цими центрами розраховуються у вигляді:

$$d(c_{il}, c_{il}) = \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^q |c_{il} - c_{il}|$$

Після цього ми можемо використовувати міру відстані, щоб обчислити, який тип ізолюваного впливу вносить вклад у комбіновану:

$$md = \frac{d^{-1}}{\sum(d^{-1})}$$

Після обчислення ми отримаємо результат, що ізолюваний ефект холододового впливу має рівень належності  $md = 0,67$  в той час як вплив з боку ізолюваного ЕМВ  $md = 0,33$ .

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Redlarski G, Lewczuk B, Żak A, et al. The Influence of Electromagnetic Pollution on Living Organisms: Historical Trends and Forecasting Changes. *BioMed Research International*. 2015;2015:234098. doi:10.1155/2015/234098.
2. Bodera P, Stankiewicz W, Zawada K, Antkowiak B, Paluch M, Kieliszek J, Kalicki B, Bartosiński A, Wawer I. Changes in antioxidant capacity of blood due to mutual action of electromagnetic field (1800 MHz) and opioid drug (tramadol) in animal model of persistent inflammatory state. *Pharmacol Rep*. 2013;65(2):421-8.
3. Губернский Ю. Д., Гошин М. Е., Калинина Н. В., Банин И. М. Гигиенические аспекты электромагнитного загрязнения современного жилища // Гигиена и санитария. 2016. № 4.
4. Phillips, JL, Singh, NP & Lai, H 2009, 'Electromagnetic fields and DNA damage' *Pathophysiology*, vol 16, no. 2-3, pp. 79-88. DOI: 10.1016/j.pathophys.2008.11.005.
5. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, Jandrisovits R, Kern M, Kundi M, Moshhammer H, Lercher P, Müller K, Oberfeld G, Ohnsorge P, Pelzmann P, Scheingraber C, Thill R. EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. *Rev Environ Health*. 2016 Sep 1;31(3):363-97. doi: 10.1515/reveh-2016-0011
6. Колосова О. Н. Стабилизация гомеостаза организма крыс при холодových воздействиях при помощи этанола / О.Н. Колосова, Б.М. Кершенгольц // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. - 2015. - Том 160, N 9. - С. 279-283.
7. Vargovic P, Laukova M, Ukropec J, Manz G, Kvetnansky R. Prior Repeated Stress Attenuates Cold-Induced Immunomodulation Associated with "Browning" in Mesenteric Fat of Rats. *Cell Mol Neurobiol*. 2018 Jan;38(1):349-361. doi:10.1007/s10571-017-0531-z. Epub 2017 Aug 11.
8. O. Nelles "Nonlinear System Identification", Berlin: Springer, 2001, 785p.

**МЕДИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ РАКУ КІСТКОВОГО МОЗКУ НА ОСНОВІ НЕЙРО-ФАЗЗИ ПІДХОДУ**

**Перова І.Г., Мірошніченко Н.С., Бодянський Є.В.**

*Харківський національний університет радіоелектроніки, 61166 м. Харків, пр. Науки, 14, rikywenok@gmail.com, nelia.miroshnychenko@nure.ua, yevgeniy.bodyanskiy@nure.ua*

Рак кісткового мозку – це форма раку, яка починається в губчастій тканині всередині людських кісток. Оскільки рак кісткового мозку може бути дуже агресивним, тільки раннє виявлення захворювань може запобігти смертності пацієнта. Тип раку кісткового мозку, як правило, залежить від віку пацієнта, наприклад, лейкоз є найпоширенішим захворюванням у дітей 4-річного віку [1], а міелома - це тип раку кісткового мозку, що найчастіше зустрічається у людей старших за 60 років [2].

Прогноз виживання для людей з діагнозом раку кісткового мозку залежить від форми захворювання, індивідуальної характеристики пацієнта, віку хворого, стадії раку. Симптоми раку кісткового мозку на всіх можливих стадіях не мають особливостей протікання, як і більшість інших онкологічних захворювань. Тому діагностика раку кісткового мозку на ранніх стадіях є складним процесом. Наприклад, у [3] автори описують процес проведення діагностики у пацієнта з гострим лейкозом. Відсоток кількості помилок може скласти понад 40%, залежно від досвіду лікаря та якості вибірки даних. Очевидним фактом залишається те, що рання діагностика раку кісткового мозку може збільшити шанси на виживання пацієнтів. Існує велике різноманіття авторів [4-6], що запропонували використовувати для діагностики методи Data Mining. Більше 97% пацієнтів з раком кісткового мозку мають аномальні зміни в параметрах крові та сечі. Отже, підхід до розробки нових підходів до діагностики раку кісткового мозку на основі аналізу параметрів крові та сечі є актуальною медичною задачею.

Вхідною інформацією для обробки є часові ряди складаються з вимірювань параметрів крові пацієнтів з діагнозом рак кісткового мозку. Вихідна таблиця складається з 252 часових рядів для кожного з 21 пацієнтів. Тобто кожному пацієнту відповідає багатовимірний тимчасовий ряд. Ці ряди містять велику кількість пропусків у зв'язку з тим, що не кожному пацієнтові в призначений день було проведено вимірювання показника крові, а також мають різну частоту дискретизації в зв'язку з тим, що час проведення аналізу у кожного з пацієнтів був призначений індивідуально. Кількість таких аналізів для кожного пацієнта також було індивідуальним. Таким чином, на обробку надійшли ряди, які мають різну частоту дискретизації.

На першому етапі з усіх часових рядів були видалені ті, які зустрічаються не у всіх пацієнтів. В результаті такого перетворення на обробку надійшло 44 часових рядів для кожного з 21 пацієнтів. Максимальна кількість відліків було у пацієнта ID007 – 77, мінімальна кількість у пацієнтів ID063 і ID052

– 5. Таким чином, маємо багатовимірну матрицю спостережень, яка містить пропуски і складається з  $N$  об'єктів, кожен з яких характеризується  $n$  часовими рядами, що мають різну кількість часових відліків  $X(k) = \{x_{il}(k)\}$ , де  $k = 1, \dots, N$  – кількість пацієнтів у вибірці (в нашому випадку  $N = 21$ ),  $i = 1, \dots, n$  – кількість часових рядів для кожного пацієнта (в нашому випадку  $n = 44$ ),  $l = 1, \dots, q$  – кількість часових відліків, що для кожного з пацієнтів приймає своє значення ( $q = 5 \dots 77$ ). При цьому деякі вектори спостережень можуть мати пропуски. Для заповнення пропусків у часових рядах була використана процедура [7], що реалізована шляхом підрахунку часткових відстаней між поточним пацієнтом, часові ряди якого містять пропуски та всіма іншими пацієнтами. Із часткових відстаней проводиться розрахунок нечіткої функції належності, значення якої використовується для заповнення пропусків.

Таким чином, ми маємо заповнену таблицю, в якій кожен з 21 пацієнта характеризується 44-ма часовими рядами, які не містять пропусків.

На третьому етапі для можливості порівняння часових рядів між собою необхідно їх звести до однакового числа тимчасових відліків. У зв'язку з цим пропонується розрахувати перші різниці, які визначаються як тангенси кута нахилу ділянки ряду щодо осі ординат (рис.2), який можна розрахувати за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha_{i+1,j}(k) = \frac{x_{i+1,j}(k) - x_{ij}(k)}{\Delta t_{i+1}} = \Delta x_{i+1,j}(k)$$

Таким чином часові ряди кожного пацієнта перетворюються в часові ряди, що містять значення тангенсів кутів нахилу. Далі необхідно звести значення тангенсів кутів кожного пацієнта до однакового значення, що дорівнює мінімальному значенню таких тангенсів у вибірці. У пацієнтів з ID063 і ID052 кількість часових відліків дорівнює 5, відповідно часові ряди цих пацієнтів характеризуються 4-ма значеннями тангенсів. Тобто для перетворення часових рядів всіх інших пацієнтів проводиться розрахунок медіани значень тангенсів на кожному з 4-х ділянок, що можна зробити за формулою:

$$me_{ij}(k) = me_{ij}(k-1) + \eta_m(k) \operatorname{sign}(\operatorname{tg} \alpha_{i+1,j}(k) - me_{ij}(k-1))$$

де  $\eta_m(k)$  - параметр кроку пошуку, обраний відповідно до співвідношення [18]:

$$\eta(k) = r^{-1}(k), \quad r(k) = \alpha r(k-1) + 1, \quad 0 < \alpha \leq 1.$$

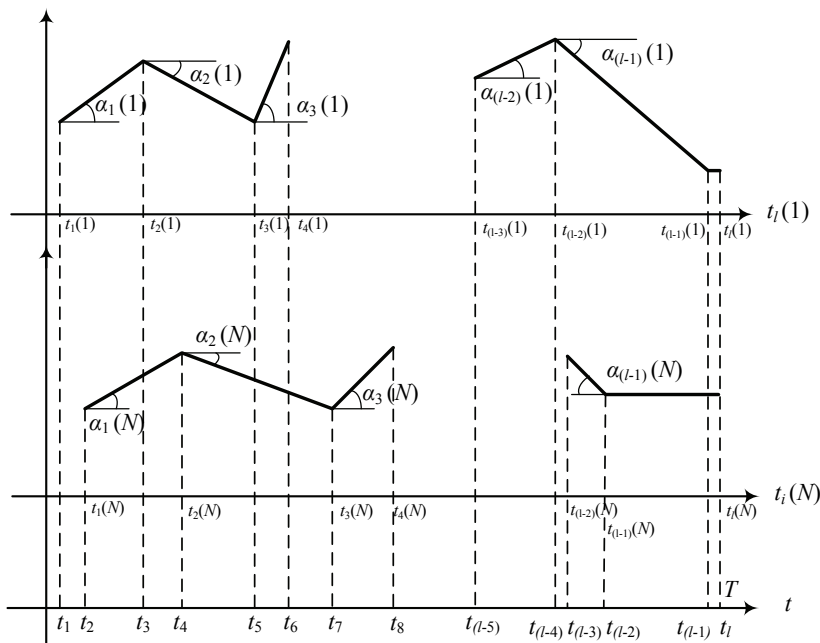


Рисунок 1

У якості відстані було використано Манхеттенську відстань між першими різницями часових рядів і початково випадково розставленими центрами кластерів. Після визначається мінімальна відстань до центру і цей пацієнт відноситься до відповідного кластеру:

Таким чином, в результаті такого перетворення кожен пацієнт характеризується 44-ма часовими рядами, що складаються з 4 значень перших різниць або тангенсів кутів нахилу кривої щодо осі ординат. Такі часові ряди вже можна порівнювати один з одним, тобто можна провести розрахунок відстані між пацієнтами в прийнятій метриці для отримання поділу пацієнтів на однорідні групи. Для цього використовувався алгоритм кластеризації багатовимірних часових рядів, заснований на алгоритмі k-medoids [8-9].



$$x(k) \in c_f \text{ если } |x(k) - c_f| < |x(k) - c_u|$$

де  $k = 1, \dots, N$ ,  $f = 1, \dots, u, \dots, m$  - кількість кластерів.

Виходячи з результатів кластеризації був зроблений висновок, що в даних міститься 2 компактних класи, що відповідає двом типам раку кісткового мозку.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Nevine M. Labib, Michael N. Malek Data Mining for Cancer Management in Egypt Case Study: Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia // Proc. of World Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 8, October 2005 ISSN 1307-6884, pp.309-314.
2. Marx K. A., O'Neil P., Hoffman P., Ujwal M. L. Data Mining the NCI Cancer Cell Line Compound GI50 Values: Identifying Quinone Subtypes Effective Against Melanoma and Leukemia Cell Classes. Journal of Chemical Information and Computer Sciences. 2003;43(5):1652–1667. doi: 10.1021/ci034050
3. C. Reta, L. Altamirano, J. A. Gonzalez, R. Diaz-Hernandez, H. Peregrina, I. Olmos, J.E. Alonso, R. Lobato Segmentation and Classification of Bone Marrow Cells Images Using Contextual Information for Medical Diagnosis of Acute Leukemias // PLoS One. 2015; 10(6), Published online 2015 Jun 24. doi:10.1371/journal.pone.0130805
4. Morales B. Feature extraction in bone marrow cell images for the classification of acute leukemia. M.Sc. Thesis, INAOE, Mexico. 2006.
5. Galindo M. Obtaining features of subtypes of leukemia in digital blood cell images for their classification. M.Sc. Thesis, INAOE, Mexico. 2008.
6. Pan C, Lu H, Cao F. Segmentation of blood and bone marrow cell images via learning by sampling, Emerging Intelligent Computing Technology and Applications, Springer, Berlin Heidelberg: 2009; 336–345.
7. Mulesa P., Perova I. Fuzzy Spacial Extrapolation Method Using Manhattan Metrics for Tasks of Medical Data Mining Computer Science and Information Technologies CSIT'2015. – Lviv, Ukraine. – 2015, p. 104-106. DOI: 10.1109/STC-CSIT.2015.7325443
8. J. Han, M. Kamber, "Data Mining: Concepts and Techniques", Amsterdam: Morgan Kaufman Publ. – 2006. – 743 p.
9. Nelles O. Nonlinear System Identification. – Berlin: Springer, 2001. – 785 p.

## ПРО ОНТОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Піднебесна Г.А., Степашко П.В.

*Міжнародний науково-навчальний центр  
інформаційних технологій та систем НАН та МОН України,  
pidnebesna@ukr.net, stepashko@irtc.org.ua*

**Вступ.** Для сучасних процесів управлінської діяльності розробляються і широко застосовуються комп'ютерні системи управління та підтримки прийняття рішень, і підвищення рівня їх інтелектуальності, у тому числі за рахунок засобів моделювання, є актуальною задачею. При цьому, незважаючи на те, що найбільший ефект дає використання математичних моделей, для побудови яких є багато методів і засобів, у практиці управління методи і засоби моделювання все ще застосовуються недостатньо широко.

Інтелектуалізація процесу моделювання складних об'єктів передбачає інтелектуалізацію поведінки відповідної комп'ютерної системи саме на етапі побудови моделі. Тому для формулювання підходів до конструювання такої системи доцільно визначити концепцію інтелектуального моделювання, зробити аналіз предметної галузі моделювання з метою структуризації знань про основні етапи цього процесу, методи, які застосовуються в цьому процесі, та умови ефективності моделі.

*Про публікації з питань інтелектуального моделювання.* В [1] дано таку найзагальнішу характеристику інтелектуальності комп'ютерних систем моделювання: **інтелектуальне моделювання** – це процес побудови моделей об'єктів із застосуванням знань та інструментальних засобів, що забезпечують досягнення якості моделей на рівні кваліфікованого конструктора моделей (користувача, модельєра). Таке функціональне (але неконструктивне) означення припускає реалізацію в системі моделювання знань модельєра або групи дослідників як про інструментальні засоби підтримки процесу моделювання, так і про предметну галузь об'єкта, а також про способи організації інтерфейсу з системою.

У результаті аналізу підходів до розробки інтелектуальних методів і засобів моделювання складних процесів і систем, наявних у різних джерелах, в [1] зроблено однозначний висновок, що абсолютна

більшість наявних публікацій, що оперують терміном "інтелектуальне моделювання", виправдовують його застосування просто використанням штучних неймереж, еволюційних алгоритмів та інших методів і засобів обчислювального інтелекту. Таке спрощене, досить формальне тлумачення інтелектуальності сучасних комп'ютерних систем моделювання, управління і прийняття рішень в [1] запропоновано поглибити. Інтелектуальність сучасних комп'ютерних систем передбачає наявності в них наступних основних елементів:

1. *База знань*, яка містить не тільки статичні знання, враховані при конструюванні програмних засобів. Обов'язковим є врахування й можливість подальшого використання динамічних знань, нових, отриманих в процесі роботи системи.

2. *Методи та засоби обчислювального інтелекту* – функціонал, який дає можливість отримати нові знання (моделі, прогнози), будувати нові алгоритми.

3. *Засоби інтелектуального інтерфейсу*, який може змінюватись, враховуючи [2]:

- різний рівень підготовленості користувача,
- широкий спектр прикладних задач
- особисті уподобання,
- різні форми представлення інформації,
- різні типи діалогів для різних платформ.

Сучасний світ неможливо уявити без використання комп'ютерів. Інтелектуальність моделювання полягає в автоматизованому (автоматичному) використанні загальних і спеціалізованих знань процесів моделювання, отриманих при вирішенні практичних проблем.

Інтелектуальна комп'ютерна система моделювання повинна давати можливість:

- акумулювати досвід моделювання різних процесів, об'єктів, ситуацій,
- систематизувати отримані знання,
- класифікувати згідно типів задач, даних, методів розв'язання тощо
- забезпечувати можливість їх автоматичного використання при розв'язанні практичних задач.

Реалізацію цих принципів забезпечує онтологічний підхід до побудови системи інтелектуального моделювання. Метою створення та використання онтологій можна назвати забезпечення підтримки діяльності з накопичення, розподілення та повторного використання знань.

Онтологія дозволяє задавати складну структуру, що може містити дані різних типів, забезпечити просте для розуміння представлення структурованих знань та відносно нескладне їх оновлення [3]. В загальному випадку онтологічна модель представлення містить опис ситуації (задачі) (дані, мета моделювання) та рішення (алгоритм отримання адекватної моделі) для неї. В більшості випадків для того, щоб отримати алгоритм розв'язання задачі, достатньо параметричного представлення у вигляді набору відповідних параметрів, заданих онтологією, з конкретними значеннями.

Внутрішня структура інтелектуальних комп'ютерних систем є відображенням певних знань, які потрібно виразити явно, у формальному вигляді. Використання онтологій може полегшити опис задачі проектування складних систем з мінімального набору компонентів та впровадити програму, яка робить таку конфігурацію незалежною від продукту і самих компонентів, дає можливість повторного використання.

Онтологія визначається як точна специфікація конкретної галузі, яка містить словник термінів предметної галузі та множину зв'язків, які описують співвідношення цих термінів між собою. Це фактично складає ієрархічний понятійний скелет предметної галузі.

Складність процесу моделювання визначається тим, що на практиці вони повинні розв'язуватись в умовах невизначеності та неповноти інформації, що значною мірою впливає на результат моделювання. У відстеженні та коректному урахуванні цих умов і полягає завдання інтелектуалізації процесу моделювання у складі відповідних комп'ютерних систем.

Існує багато класифікацій моделей та методів моделювання. Зокрема, *дедуктивним моделюванням* називається процес переходу від загальних законів і закономірностей функціонування об'єкта до конкретної (частинної) його моделі, а відповідно *індуктивним моделюванням* – процес переходу від конкретних (частинних) даних до узагальнюючої моделі [1]. Тобто побудована модель може виступати і як частинне, і як загальне явище залежно від того, із застосуванням якого підходу вона отримана. Ці два підходи іноді називають також *теоретичним* (або *пізнавальним*) та *емпіричним* (прагматичним) відповідно. Теоретичні моделі є формою організації та представлення знань, засобом поєднання нових знань з відомими раніше. Другий підхід є засобом управління, організації та представлення практичних дій та їх результатів.

Процес моделювання загалом складається з аналізу етапів процесу, детальному вивченні кожного з них, зав'язків, відносин між ними та ефективного їх опису з максимально можливим ступенем

формалізації та перевірки адекватності. Всі ці властивості мають певні області допустимих значень. Вся ця інформація може представлятися за допомогою онтологій.



Рис. 1 Метасистема моделювання [2]

Можна говорити про три взаємопов'язані онтології (рис. 1). Перша містить знання про моделі, які вже були побудовані раніше [2], тобто містить концепти та класифікатори властивостей моделей за різними критеріями – наприклад, родо-видові класифікатори, системні відношення (частина-ціле), причинно-наслідкові, тощо.

Друга онтологія містить структуру знань про модельований процес, об'єкт, явище.

В третій онтології відображаються знання щодо цілей моделювання, технології, методи, засоби розв'язання задач. Її називають онтологією задач [2], структура якої базується на класифікаторах методів, технологій, цілей, засобів моделювання. Важливим компонентом цієї онтології є статистика успішного моделювання та аналіз застосувань різних методів для різних конкретних задач.

В результаті структуризації галузі визначаються принципи формування алгоритмічних модулів для розв'язання конкретної задачі. В залежності від типу задач вибираються адекватні методи їх розв'язання.

Кожен з методів моделювання відповідає певним характеристикам, згідно з якими відбувається (можливо автоматичний) вибір кращого методу для конкретної задачі. Для цього кожен з множини методів розв'язання повинен мати деяку вагу важливості, щоб оцінити доречність вибору саме цього методу на даному етапі. Вибираючи на кожному етапі процесу моделювання кращий (для конкретного випадку) метод, в результаті отримуємо алгоритм (можливо кращий) розв'язання конкретної задачі як результат послідовного синтезу в структурованій множині можливих варіантів.

#### Висновки

В основу розробки відповідних інтелектуальних комп'ютерних систем моделювання і прогнозування складних процесів повинні бути покладені результати структурування знань з метою аналізу та конструювання структури баз знань, функціонального забезпечення та засобів інтелектуального інтерфейсу.

Описаний у доповіді підхід спрямований на побудову онтології галузі інтелектуального моделювання. Це дає можливість істотного спрощення процесу розробки специфікацій та програмних засобів для розв'язання конкретних прикладних задач, а також для розширення можливостей модифікації та підвищення рівня інтелектуальності існуючих комп'ютерних систем моделювання.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Степашко В.С. Концептуальные основы интеллектуального моделирования // УСиМ. – 2016. – № 4. – С. 3-15.
2. Валькман Ю.Р., Степашко П.В. На пути построения онтологии интеллектуального моделирования // Индуктивное моделирование сложных систем. – Вып. 7. – К.: МННЦ ІТС НАНУ, 2015. – С. 101-115.
3. Pidnebesna H. On Constructing Ontology of the GMDH-based Inductive Modeling Domain, Proc. of 8th International Workshop on Inductive Modeling IWIM 2017, Lviv, Ukraine, 2017, pp. 511-513.

### ИЗУЧЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СЕТИ КОХОНЕНА В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Пупченко Д.В., Гороховатский В.А., Путятин Е.П.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 61166, Харьков, пр. Науки, 14,  
dmytro.pupchenko@nure.ua

В задаче распознавания визуальных объектов в системах компьютерного зрения важными показателями являются результативность и время обработки. В связи с этим при реализации прикладных задач получили распространение структурные методы, базирующиеся на использовании нейронных сетей в целях выявления закономерностей на множестве признаков структурных описаний базы образцов.

Представляет интерес изучение свойств искусственных нейронных сетей применительно к задачам классификации изображений, где в применениях наблюдается практически неограниченное разнообразие

данных, и исследование эффективности схем обучения сетей, учитывающих степень близости элементов классов в построенном пространстве признаков.

В связи с рядом прикладных преимуществ актуально применение конкурентных структур при обучении и классификации, а именно – сетей Кохонена [1-3]. Сети Кохонена универсально и с успехом настраиваются на произвольные наборы данных [4]. Качество классификации непосредственно зависит от результатов обучения сети при распознавании на множестве признаков структурных описаний обучающей выборки.

Описание базы эталонов для классификации получено детектированием особенных точек (ОТ) изображений (рис. 1) и последующим вычислением дескрипторов ORB [3, 4]. Основное преимущество детектора ORB перед другими заключается в обеспечении высокого быстродействия за счет использования дескрипторов бинарного типа.

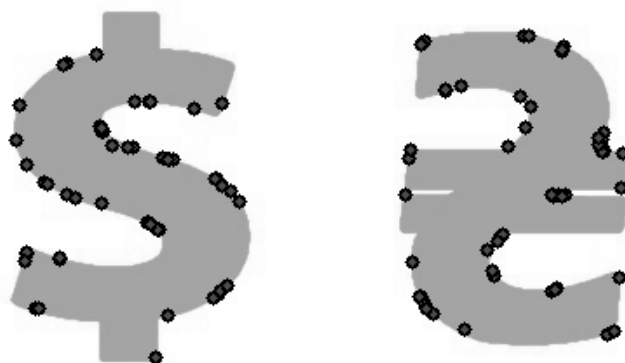


Рис. 1. – Примеры изображений с координатами выделенных ОТ

Сформулируем задачу классификации изображения как построение классификационного правила по результатам обучения на эталонном множестве, которое представляется в виде совокупности  $Z = \{Z^j\}_{j=1}^J$  всех  $s$  элементов базы эталонов. На первом шаге инициализируем матрицу  $M = \{m_j\}_{j=1}^J$  весов, строками которой будут вектора нейронов  $m_j$  – центров классов.

Выберем текущий элемент  $z \in Z$  и для каждого  $j \in [1, 2, \dots, J]$  вычислим расстояние  $q_j = \rho(z, m_j)$  и определим класс  $d$  нейрона-победителя:  $d = \arg \min_j q_j$ . Вычислим изменения весов для нейронов выходного слоя сети:  $\Delta m_j = h(j, d, t) \cdot \eta \cdot (z - m_j)$ , где  $\eta$  – коэффициент скорости обучения, а  $h(j, d, t)$  – значение функции окрестности для нейрона  $j$  в момент времени  $t$ . Радиус  $\sigma(t) = 1/\exp(t^{-2})$  окрестности уменьшается с увеличением параметра  $t$ . Далее скорректируем матрицу весов  $M = M + \Delta M$  на шаге  $t$ . Классификация продолжается до завершения списка  $Z$ .

В среде C++, под операционную систему Windows, нами реализована модель классификации изображений на основе поэлементного отнесения ОТ объекта к одному из центров классов. Вычисления дескрипторов ОТ реализованы в виде программного средства на основе модуля features2d для кросс-платформенной библиотеки OpenCV [4].

С использованием разработанной системы изучены в сравнительном плане три прикладных варианта обучения классификатора, отличающиеся числом нейронов, которые модифицируются в процессе адаптации сети:

1. настраивается нейрон-победитель;
2. модифицируются три ближайших к нейрону-победителю нейрона;
3. модифицируется полная сеть нейронов.

Результативность работы сети Кохонена в значительной мере определяется значениями начальных центров. В связи с этим изучены следующие варианты выбора центров:

1. произвольно по одному дескриптору из эталона;
2. применением специальной процедуры формирования центров.

Специальная процедура сводилась к побитовой обработке всего множества дескрипторов каждого из эталонов. Побитовый анализ эталона  $Z^i$  определяет начальный вектор центра класса на основе логической обработки

$$m_i(b) = \begin{cases} 1, & \sum_{d=1}^{s(i)} x_d(b) \geq s(i)/2, \\ 0, & \sum_{d=1}^{s(i)} x_d(b) < s(i)/2, \end{cases} \quad x_d \in Z^i, \quad b = 1, \dots, 256, \quad (1)$$

где  $x_d(b)$  –  $b$ -тый бит для дескриптора с номером  $d$  [4].

Значение ошибки кластеризации оценим по формуле

$$E = \frac{1}{sN} \sum_{j=1}^J \sum_{v=1}^{s(j)} \rho(x_v, m_j) \quad (2)$$

где  $s$  – число элементов обучающего множества,  $N$  – размер дескриптора ОТ [1]. Другой критерий результативности определим как  $\beta = \sum_{j=1}^J (s(j) - a_j) / s$ , где  $a_j$  – число признаков из общего их числа  $s(j)$  в описании эталона  $Z^j$ , отнесенных к классу  $j$ . Значения  $\beta$  отражают уровень ошибочных классификаций [2, 4].

Количество выявленных ОТ колебалось в пределах 47 ... 50. Тестируемый набор данных содержит 244 бинарных вектора длины 256. Количество итераций обучения равно числу входных векторов базы эталонов. Используемая матрица весов – матрица действительных чисел размером 244 на 256. На тестовом компьютере (Intel Core i5-4440) обработка выполняется в течении 3.8 - 4.3 с.

При модификации только нейрона-победителя ошибки составляют  $E = 0,63$ ,  $\beta = 0,67$ . Для центров по (1):  $E = 0,38$ ,  $\beta = 0,34$ . Для варианта модификации трёх ближайших к победителю нейронов в случае произвольных центров ошибка составляет  $E = 0,62$  и  $\beta = 0,60$ . Для сформированных в виде (1) центров  $E = 0,30$   $\beta = 0,26$ . При модификации всей сети нейронов ошибка в случае произвольных центров составляет  $E = 0,58$  и  $\beta = 0,61$ . Для сформированных в виде (1) центров  $E = 0,22$   $\beta = 0,20$ .

В проведенных экспериментах наблюдается достаточно высокий уровень различения эталонов, так как обе ошибки невелики. Применение сети Кохонена в случае вычисления центров (1) значительно снижает ошибку классификации  $\beta$ .

Исследование доказало возможности успешной адаптации сети Кохонена к произвольным наборам визуальных данных, особенно в случае специального формирования первоначальных центров классов. Расширение набора адаптируемых нейронов в процессе обучения значимо совершенствует показатели действенной работы сети.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
2. Новотарський М.А. Штучні нейронні мережі: обчислення. / М.А. Новотарський, Б.Б. Нестеренко // Праці інституту математики НАН України. – 2004, т. 50. – 408 с.
3. Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, Gary Bradski. ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF. – Computer Vision (ICCV), IEEE International Conference on IEEE, pp. 2564 – 2571, 2011.
4. Гороховатський В.О. Аналіз властивостей, характеристик та результатів застосування новітніх детекторів для визначення особливих точок зображення / В.О. Гороховатський, Д.В. Пупченко, К. Г. Солодченко // Системи управління, навігації та зв'язку. –2018. – №1 (47). – С. 93–98.
5. Putyatin, E. Information systems technology. Image processing and pattern recognition. / E.Putyatin, E.Matat. – Kharkiv: Kharkiv National University of Radio Electronics, 2003. – 105 p.

## АНАЛІЗ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТІВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Рись А.А.

*Інститут прикладного системного аналізу НТУУ  
«Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського»;  
Україна, 03056, м. Київ, пр-т Перемоги, 37-А, корпус №35; rysartem@gmail.com*

**Актуальність обраної теми.** Популярність таких соціальних мереж, як Twitter, Facebook тощо в останні роки викликало великий інтерес до аналізу настроїв їх користувачів. Аналіз тональності тексту дозволяє класифікувати ставлення автора до певної тематики, найпростіше, чи є воно позитивне або негативне. Аналіз думок відіграє важливу роль у таких галузях, як: політика, економіка та суспільне життя.

**Постановка задачі.** Метою даної роботи є дослідження та порівняння результатів існуючих методів аналізу настроїв та тональності текстів.

**Виклад основного матеріалу.** Джерелом даних для аналізу тональності є набір даних з Twitter. Особливістю цього набору даних є те, що кожен твіт помічений у відповідності до однієї з категорій: empty (не має категорії, пустий твіт), sadness (сум), enthusiasm (ентузіазм), neutral (нейтральний твіт), worry (переживання), surprise (сюрприз), love (любов), fun (веселощі), hate (ненависть), happiness (радість), boredom (нудьга), relief (полегшення), anger (злість). Не кожна категорія підходить для обробки тональності. Були обрані дві категорії: позитивний твіт або негативний. Було зроблено припущення, що твіти з категоріями love, fun, happiness відносяться до категорії позитивних твітів, а hate, anger, worry – до негативних. Загалом, кількість позитивних склала майже 11000, негативних – майже 10000. Далі йде етап попередньої обробки даних, який складається з таких компонент: видалення веб-посилань, імен користувачів, хеш-тегів, ретвітів та дублікатів, видалення «втягнутих слів» (наприклад, “maaan” перейде в “map”), видалення стоп-слів. Набір даних можна знайти за посиланням [1].

Були використані наступні методи аналізу даних: Наївний Байес, логістична регресія; методи, які проводять “векторизацію” документів: підрахунок слів, TF-IDF (TF – частота слова, IDF – обернена частота документа). Експерименти проводилися з різною кількістю вилучених ознак, різною кількістю n-грам (від 1 до 3).

Класифікатор Наївного Байеса використовує теорему Байеса для визначення ймовірності приналежності елемента вибірки до одного з класів при припущенні незалежності ознак [2].

На рисунках 1, 2 можна побачити результати роботи методів логістичної регресії та Наївного Байеса. Виходячи з результатів на рисунку 1, використання «векторизатора», який підраховує кількість слів у документі, не є оправданим на цьому наборі даних, адже його результати майже усі гірші за результати використання TF-IDF. Найкраще значення було отримані за допомогою триграм, логістичної регресії та TF-IDF, що склало 82,43% точності на тренувальному наборі даних за умови використання 13000 слів-ознак.

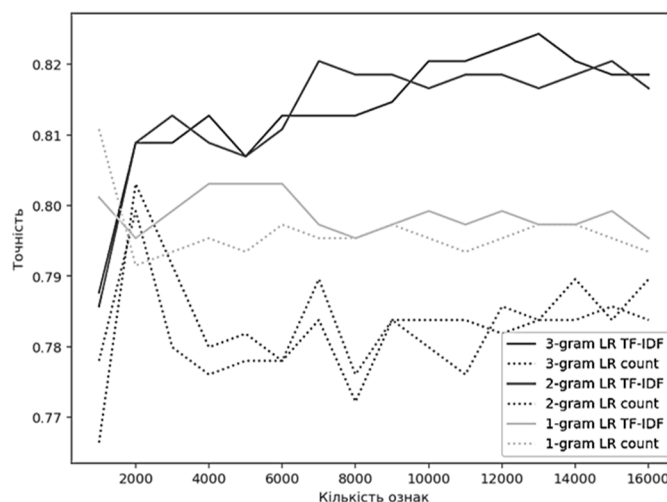


Рисунок 1 – Точність перевірки на тренувальному наборі даних. Логістична регресія.

Виходячи з даних на рисунку 2, Наївний Байес показав результати гірші (у середньому), ніж логістична регресія, проте теж доволі високі. Найкращий результат дав «векторизатор», який підраховує кількість слів у документі, використання 2-грам, та склав 81,47% на 2000 ознак.

Обробка та аналіз даних проводився, використовуючи мову програмування Python, такі бібліотеки, як pandas, nltk, sklearn, matplotlib.

**Висновки.** Експерименти показали, що застосування навіть простих методів, таких як, логістична регресія та Наївний Байес дає прийнятні результати по визначення семантичної орієнтації думок людей навіть на такому невеликому наборі даних. Для поліпшення визначення тональності тексту доцільно більш детально оброблювати вхідні дані, використовувати декілька систем класифікації, гібридні методи класифікації; застосувати автоматичне виправлення орфографічних помилок, обробка сленгових слів.

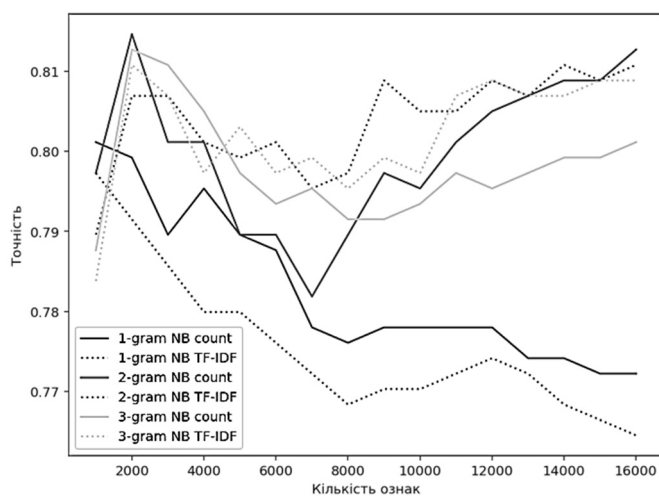


Рисунок 2 – Точність перевірки на тренувальному наборі даних. Наївний Байес.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Набір даних для дослідження. [Електронний ресурс] / Режим доступу: [https://www.figure-eight.com/wp-content/uploads/2016/07/text\\_emotion.csv](https://www.figure-eight.com/wp-content/uploads/2016/07/text_emotion.csv).
2. Tang B. Toward optimal feature selection in naïve Bayes for text categorization/Tang B., Kay S., He H. // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. — 2016. — No 28(9). — pp.2508-2521.
3. Sentiment analysis and opinion mining. Synthesis lectures on human language technologies [Електронний ресурс] / Liu B. — 2012. — No 5(1). — pp. 1-167. — Режим доступу: [https://www.morganclaypool.com/doi/pdf/10.2200/S00416ED1V01Y201204HLT01\\_6](https://www.morganclaypool.com/doi/pdf/10.2200/S00416ED1V01Y201204HLT01_6).
4. Medhat W. Sentiment analysis algorithms and applications: A survey / Medhat W., Hassan A., Korashy H. // Ain Shams Engineering Journal. — 2014. — No 5(4). — pp. 1093-1113.

### ОБНАРУЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ В ВИДЕ СИСТЕМ АВТОРЕГРЕССИОННЫХ УРАВНЕНИЙ СО СЛУЧАЙНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Сарычев А.П.

*Институт технической механики НАН Украины и ГКА Украины, г. Днепрпетровск,  
Sarychev@prognoz.dp.ua*

Цель работы – показать возможность применения моделей функционирования технических объектов в виде систем авторегрессионных уравнений со случайными коэффициентами для описания состояний объектов и обнаружения факта изменения их свойств. Задача обнаружения изменения свойств динамических систем часто возникает в таких областях как техническая и медицинская диагностика, контроль технологических процессов, мониторинг, обработка сигналов. Распространённым классом моделей, описывающих функционирование стохастических динамических систем, является класс авторегрессионных моделей со случайными коэффициентами.

Определение порядка авторегрессионной модели в условиях структурной неопределённости по количеству и составу регрессоров – актуальная задача в теории идентификации, и для её решения существуют различные подходы [1]–[2]. Эта задача – один из объектов исследования в методе группового учета аргументов (МГУА), который разработал академик НАН Украины А. Г. Ивахненко. Подход основан на разбиении выборки наблюдений на обучающую и проверочную части: на обучающей выборке оцениваются параметры модели, а на проверочной – качество модели.

Пример успешного решения задачи обнаружения на основе регрессионных уравнений содержится в работе [3], где предложен и обоснован подход к построению математических моделей контроля технического состояния силовых и энергетических установок в длительной эксплуатации, предусматривающий последовательные этапы формирования полиномиальных регрессионных моделей статики (установившихся режимов) и многомерных трендовых моделей эксплуатационной динамики для

оценки изменений отклонений параметров объектов от установленных регрессионных, что позволяет выявить изменения технического состояния в жизненном цикле.

Основная задача данной работы – обнаружение изменения свойств динамической системы, которая может находиться в двух классах состояний, в каждом из которых её поведение описывается своей системой авторегрессионных уравнений (векторной авторегрессией) с априорно неизвестными параметрами. В [4] рассмотрена задача оценивания коэффициентов в системе авторегрессионных моделей со случайными коэффициентами в предположении, что ошибки наблюдения выходных переменных моделируемого объекта статистически зависимы, выходные переменные могут определяться, вообще говоря, разными множествами регрессоров, а ковариационная матрица ошибок наблюдений выходных переменных неизвестна. В этих условиях для определения коэффициентов построена итерационная схема оценивания, эффективность которой подтверждена методом статистических испытаний.

Опираясь на эти результаты, можно сформулировать следующую задачу статистической классификации (распознавания): на основе обучающих выборок наблюдений двух классов состояний, каждый из которых характеризуется своей системой авторегрессионных моделей со случайными коэффициентами, требуется построить решающее правило, которое позволяет устанавливать принадлежность анализируемого наблюдения к одному из двух классов состояний объекта.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Александр Сарычев. Моделирование сложных систем в условиях структурной неопределённости: регрессионные и авторегрессионные модели / А. П. Сарычев. – LAP LAMBERT Academic Publishing RU, Saarbrücken, Deutschland. – 2016. – 274 с.
2. Сарычев А. П. Моделирование в классе систем регрессионных уравнений со случайными коэффициентами на основе метода группового учета аргументов / А. П. Сарычев // Индуктивне моделювання складних систем. – 2014. – Вип. 6. – С. 137–156.
3. Миргород В. Ф. Математические модели процессов управляемого изменения состояния силовых и энергетических установок: дисс. ... д-ра техн. наук / Миргород Владимир Фёдорович. – Днепропетровск, 2012. – 344 с.
4. Сарычев А. П. Моделирование в классе систем авторегрессионных уравнений со случайными коэффициентами в условиях структурной неопределённости / А. П. Сарычев // Системные технологии моделирования сложных процессов: монография под общей ред. проф. А. И. Михалёва. – Днепр: НМетАУ-ИВК «Системные технологии», 2016. – С. 463–499.

### ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕТЕКТОРА BRISK

Солодченко К.Г., Гороховатський В.О., Путятін Є.П.

*Харківський національний університет радіоелектроніки, 61166, Харків, пр-кт Науки, 14, varvolk17@gmail.com*

У сучасних системах комп'ютерного зору, що розпізнають візуальні об'єкти за їх множинами дескрипторів особливих точок (ОТ) постає задача побудови методів класифікації, що задають відношення еквівалентності на множині значень дескрипторів бази зображень, де класи представлені описами еталонів. Зважаючи на наявну подібність значень дескрипторів для різноманіття візуальних об'єктів, така еквівалентність на практиці досягається лише наближено [1].

Прикладного застосування набули бінарні детектори ОТ, наприклад, BRISK [2, 3]. Він визначає дескриптор ОТ у вигляді бінарного вектора з розміром, кратним ступені двійки (як правило, 512). Бінарне подання значно прискорює процес порівняння дескрипторів за рахунок можливості застосування двійкових дій та відповідно спрощує апаратну реалізацію системи розпізнавання. Крім того, бінарна арифметика дає потенцію застосувати ефективний апарат швидкого оброблення даних та синтезувати нові підходи для визначення подібності дескрипторів ОТ при побудові правил класифікації [2].

Двійковий вид дескрипторів дає підвалини застосувати апарат логічного оброблення, для кожного з еталонів  $Z^j$  визначимо бінарний вектор – дескриптор центра класу на підставі логічного правила

$$m_j(a) = \begin{cases} 1, & f(Z^j, a) \geq s(j) / 2, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases} \quad (1)$$



де  $m_j(a)$  – значення біту на позиції з номером  $a$  для центру  $m_j$ ,  $f(Z^j, a)$  – функція, що підраховує кількість одиничних бітів на позиції з номером  $a$  у множині дескрипторів еталону  $Z^j$ ,  $a = 1, \dots, n$ . Функція  $f(Z^j, a)$  може бути обчислена безпосередньо додаванням бітів як

$$f(Z^j, a) = \sum_{d=1}^{s(j)} x_d(a), \quad x_d \in Z^j, \quad (2)$$

де  $x_d(a)$  – біт з номером  $a$  для дескриптора з номером  $d$  в описі еталона.

Аналізуємо елементи  $x \in X$  загального вмісту множини структурних описів бази еталонів (навчальна вибірка) шляхом віднесення їх до відповідного класу з використанням конкуренції по мінімуму відстані до центра класу. У якості відстані  $\rho$  застосуємо метрику Хемінга

$$\rho(x, m_j) = \sum_{a=1}^n |x(a) - m_j(a)|, \quad (3)$$

що визначає кількість розбіжних бітів для двійкових послідовностей однакової довжини.

Узагальненим критерієм якості квантування простору у відповідності до апіорних даних – опису бази зображень у вигляді множин дескрипторів ОТ може бути нормоване значення розкиду даних навколо сформованих центрів

$$E = \frac{1}{sN} \sum_{j=1}^J \sum_{v=1}^{s(j)} \rho(x_v, m_j), \quad (4)$$

де  $N$  – розмір дескриптора (512 для BRISK),  $s = \sum_{j=1}^J s(j)$  – загальне число елементів навчальної вибірки, а для спрощення та приведення до інтервалу  $0 \dots 1$  замість традиційного квадрата метрики вибрано її значення [2].

Другим критерієм при умові правильної класифікації є відношення загального числа дескрипторів, які за результатом оброблення віднесені до правильного класу, до гуртового числа дескрипторів бази

$$\beta = \sum_{i=1}^J h_i^i / s. \quad (5)$$

Критерій (5) – це відношення кількості правильно класифікованих дескрипторів бази до їх загального числа. Ідеальним варіантом є значення  $\beta = 1$ .

У середовищі C++ з використанням бібліотеки програм Open CV [4] нами розроблено програмну модель для здійснення класифікації зображень на підставі описів, сформованих детектором BRISK. Було узяті 5 еталонних зображень (рис. 1). Кількість виявлених ОТ в кожному із еталонів розміром 256x256 обмежена числом 51, загальна кількість ОТ бази (обсяг навчальної вибірки) дорівнює 255.

Важливою характеристикою, що відображає властивості множини центрів, є матриця відстаней між ними (табл. 1). Обчислені нами центри досить вдало розрізняють еталонні описи, так як мінімальне значення серед діагональних елементів дорівнює 69, що чимало віддалено від мінімального значення 0.



Рис. 1 Зображення з бази човнів і координати ознак BRISK

Експеримент, проведений для 10 еталонів (вибірка 510 дескрипторів), показав близькі результати: усі еталони класифікуються вірно, розкид (4) дорівнює приблизно  $E = 0,28$ , а відношення кількості правильно класифікованих дескрипторів до загального їх числа склало  $\beta = 0,51 \dots 0,54$ , тобто дещо менше, ніж для 5 еталонів, де похибка  $E = 0,26$ , та відношення  $\beta = 0,55$ . Зі збільшенням кількості еталонів треба і більше число ОТ, щоб отримати стабільне рішення.

Таблиця 1

Матриця відстаней між центрами

Центр	Відстань				
	Z <sup>1</sup>	Z <sup>2</sup>	Z <sup>3</sup>	Z <sup>4</sup>	Z <sup>5</sup>
Z <sup>1</sup>	0	135	69	98	121
Z <sup>2</sup>	135	0	108	137	122
Z <sup>3</sup>	69	108	0	99	116
Z <sup>4</sup>	98	137	99	0	123
Z <sup>5</sup>	121	122	116	123	0

Таблиця 2

Розподіл ОТ еталонів по класах

Еталони	Класи				
	1	2	3	4	5
Z <sup>1</sup>	26	2	4	9	10
Z <sup>2</sup>	9	32	7	1	2
Z <sup>3</sup>	9	11	25	4	2
Z <sup>4</sup>	5	4	7	30	5
Z <sup>5</sup>	9	2	2	12	26

Для аналізу із використанням медіани у якості центрів класів замість (1), розкид (4) отримав значення  $E=0,31$ , а відношення  $\beta$  склало  $0,44$ . З метою поглибленого вивчення властивостей створеного методу проведено повторне застосування бітового оброблення до кластерів зображень, отриманих застосуванням до вхідних описів візуальних об'єктів. Дослідження показало деяке зниження помилки до рівня  $E=0,28$  з одночасним незначним зниженням критерію  $\beta=0,47$ , що підкреслює стабільність та можливість ітераційного застосування моделі.

Треба сказати, що детектор BRISK завдяки суттєвому розміру дескриптора, що дорівнює 512, гарантує доволі детальне подання і можливість аналізу властивостей зображення з метою дієвого розрізнення візуальних об'єктів за їх описом. Підтвердженням цього є той факт, що детектор ORB, який має розмір дескриптора 256, для цих же даних не дає достатньої для впевненого розпізнавання якості, тобто результативність класифікації пов'язана з розмірністю дескриптора.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Гороховатский В.А. Структурный анализ и интеллектуальная обработка данных в компьютерном зрении / В.А. Гороховатский. – Х.: Компания СМІТ, 2014. – 316 с.
2. Гороховатський В.О. Аналіз властивостей, характеристик та результатів застосування новітніх детекторів для визначення особливих точок зображення / В.О. Гороховатський, Д.В. Пупченко, К. Г. Солодченко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2018. – №1 (47). – С. 93–98.
3. Stefan Leutenegger, Margarita Chli, Roland Y. Siegwart. BRISK: Binary Robust Invariant Scalable Keypoints. – Computer Vision (ICCV), pp. 2548 – 2555, 2011.
4. OpenCV. Open Source Computer Vision. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.opencv.org/master/index.html>

## КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА ЦИФРОВИХ СТАТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МАРКОВСЬКИХ МОДЕЛЕЙ

Удовенко С.Г.<sup>1</sup>, Чала Л.Е.<sup>2</sup>, Шергін В.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний економічний університет ім. С.Кузнеця, м.Харків, пр. Науки, 9-а  
serhii.udovenko@nure.ua

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, м.Харків, пр. Науки, 14  
larysa.chala@nure.ua

Розглянемо задачу сегментації статичних растрових зображень із застосуванням марковських моделей. Растрове зображення може бути представлене як прямокутна решітка, що містить  $S$  пікселів. Кожному пікселю відповідає скалярний дескриптор  $\lambda$ , який визначає стан пікселя і приймає значення в

просторі станів  $E$ . Для завдання локальних взаємодій треба структурувати просторові відносини між різними пікселями мережі [1]. Для цього множині  $S$  поставимо у відповідність систему околів  $V_s$ , яка визначається наступним чином:  $V_s$  включає такі елементи  $k$ , що  $s \notin V_s$ , а  $k \in V_s$  та  $s \in V_k$ . Заданій системі околів відповідає набір клік, що містять набори сусідніх точок решітки, при цьому порядок кліки визначається кількістю вхідних до неї пікселів (рис.1).

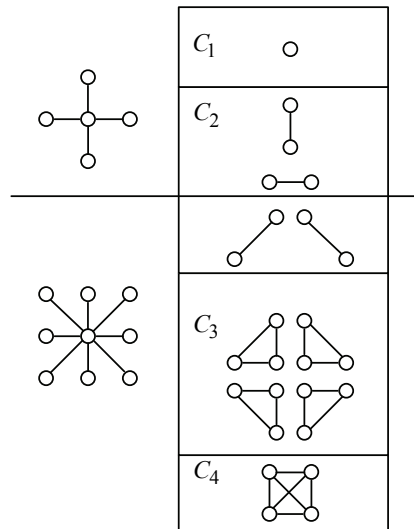


Рис. 1 – Системи піксельних околів 1-го та 2-го порядків

Позначимо як  $C$  набір клік, відповідних околу  $V$ . У марковському моделюванні зображення  $x$  розглядається як реалізація випадкового поля  $X = (X_s, X_k, \dots)$ . Рівень сірого  $x_s$  для пікселя  $s$  визначає реалізацію випадкової змінної  $X_s$ . Глобальна ймовірність для реалізації  $x$  такого випадкового поля дозволяє відобразити правдоподібність зображення і локальні умовні ймовірності величини  $s$  для оцінки статистичного зв'язку між її рівнем сірого і іншою частиною зображення, що дозволяє використовувати марківське моделювання для глобального випадку, використовуючи локальні моделі. Ця гіпотеза є зокрема прийнятною для обробки ландшафтних зображень, що складаються з гомогенних або текстурованих зон. Існує відповідність між полем Маркова і полем Гіббса. Міра Гіббса для енергетичної функції  $U(x)$  відповідає ймовірності, визначеній на деякій множині  $L$ . Для поля Маркова з чотирьохзв'язним околком функція  $U(x)$  визначається наступним чином:

$$U(x) = \sum_{c=(s) \in C_1} U_c(x_s) + \sum_{c=(s,k) \in C_2} U_c(x_s, x_k) \quad (1)$$

де  $C_1, C_2$  - кліки 1-го і 2-го порядку відповідно.

Розглянемо послідовність обробки зображень, представлених за допомогою моделі розглянутого типу, на прикладі операції детектування контурів [2].

На  $n$ -му кроці ітеративного перетворення зображень для обраного відповідно до конфігурації сусідів для зображення на  $(n-1)$ -му кроці розраховується умовна локальна ймовірність, яка використовується для вибору чергового на наступному кроці. Для обчислення найбільш можливих змін, відповідних станам з мінімальною енергією будемо застосовувати алгоритм ICM (Iterated Conditional Mode). На  $n$ -му етапі цього алгоритму здійснюються такі операції:

– обчислюються локальні умовні енергії  $P(X_s = \lambda / \hat{x}_r(k), r \in V_s)$  для всіх можливих значень  $\lambda$  в просторі  $E$ ;

– визначається зображення, відповідне максимуму отриманих локальних умовних ймовірностей.

Для зображень в градаціях сірого ( $E = (0, 1, \dots, 255)$ ), що формуються за допомогою ICM, можна використовувати гаусову модель Маркова. В цьому разі система околів має 4 або 8 зв'язків, а  $U(x)$  приймає наступний вигляд:

$$U(x) = \beta \sum_{c=(s,k)} (x_s - x_k)^2 + \alpha \sum_{s \in S} (x_s - \mu_s)^2 \quad (2)$$

Перший доданок рівняння (2), що відповідає клікам 2-го порядку, є термом регуляризації, який забезпечує малі різниці рівнів сірого між сусідніми пікселями при  $\beta > 0$ . Другий доданок відповідає терму приєднання даних в разі, коли обробляється зображення із зовнішніми даними. Співвідношення  $\alpha$  та  $\beta$  зважає значимість факторів приєднання даних і регуляризації. Введемо два додаткових обмеження для процедури сегментації: обмеження регуляризації і обмеження сегментації. Глобальна енергетична функція, яка асоціюється з пікселями зображень, може бути описана наступним чином:

$$U(x_s) = \sum U_1(x_s) + U_2(x_s) \quad (3)$$

Перша складова рівняння (3) пов'язана з обмеженням регуляризації (для восьмизв'язної системи околів) і задається сумою наступних потенційних функцій:

$$U_1(x_s) = \beta_1 \sum_{(s,k) \in C} \delta(x_s, x_k) \quad (4)$$

$$\text{де } \delta(x_s, x_k) = \begin{cases} -1 & \text{при } x_s = x_k, \\ 0 & \text{при } x_s \neq x_k \end{cases} \quad \text{— параметр регуляризації.}$$

Друга складова рівняння (3) пов'язана з контурами і околами сегментів зображення.

Пропонований підхід до детектування контурів полягає в поданні зображення за допомогою вікон, що визначають зону інтересу. Віконний оператор обробляє пікселі вікна, щоб визначити, чи присутня в ньому ознака обраного атрибута. Цей оператор обчислює різницю між середніми значеннями з кожного боку вікна від центрального пікселя, здійснюючи експоненціальне зважування. При цьому реалізується згладжування, контрольоване контурами карти сегментації, і формується таблиця ваг на кожній ітерації, щоб визначити домінуючі класи для кожного сегмента.

Для вибору порога сегментації зображення контурів використовуємо параметри точності і повноти, особливості застосування яких описані в роботі [3]. Підсумкова карта контурів відповідає найбільш прийнятному варіанту сегментації вихідного зображення.

Розглянутий підхід до комп'ютерної обробки растрових зображень дозволяє враховувати характер околу аналізованого пікселя і задавати залежність між класами сусідніх пікселів. Крім того, харківські моделі є зручним інструментом для введення різних обмежень, пов'язаних, зокрема, з визначенням контурів сегментів, завдяки можливості використання потенційних функцій. Результати тестування підтвердили можливість застосування марковських моделей при обробці растрових зображень в інформаційних системах (зокрема, в ГИС-додатках).

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Петюшко А.А. О марковских случайных полях и их связи с цепями Маркова / А.А. Петюшко // Интеллектуальные системы. Теория и приложения. – 2010. – том 14, № 1-4, С. 225-236.
2. Дудинова О.Б. Компьютерный анализ пространственных изображений с применением марковских моделей / О.Б. Дудинова, С.Г. Удовенко // Бионика интеллекта. – 2017. – Вып. 1(88). – С. 75-79.
3. Idbraim S. An automatic system for urban road extraction from satellite and aerial images / S. Idbraim, D. Mammas, D. Aboutajdine, D. Ducrot // Wseas transaction on signal processing/ – 2008/ – Issue 10 – Vol 4 – P. 563-572.

### КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ГЕНОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СЕТЕЙ

**Фефелов А.А., Литвиненко В.И., Танф М.А., Бабичев С.А., Вышемирская С.В.**

*Херсонский национальный технический университет, Украина, Херсон, Бериславское шоссе 24*

#### Введение

Основная задача системной биологии заключается в установлении связей между генами и их продуктами с целью получения знаний о функциональной организации клеток. Связи между генами удобно представлять в виде генных регуляторных сетей (ГРС), поведение которых исследуется при моделировании различных внешних условий. Современные технологии получения генетической информации позволяют накапливать большие объемы данных [1], содержащие профили тысяч генов, при том что количество рассматриваемых экспериментов крайне мало. Это ставит проблему выбора или создания вычислительных методов и моделей, которые, получая на вход подобную информацию (зачастую имеющую в своем составе шумы), способны осуществлять максимально правдоподобный вывод структуры и динамики ГРС. Одними из наиболее точных моделей реконструкции ГРС являются модели,

основанные на системах обыкновенных дифференциальных уравнений [2], обладающие возможностью воспроизводить эволюцию системы в непрерывном времени. В случае, когда количество переменных системы велико время, необходимое для ее решения, существенно возрастает, что говорит о необходимости уменьшения размерности данных посредством кластеризации.

#### Постановка проблемы

Рассматривается двумерная матрица данных геной экспрессии  $X = (x_{it})_{i=1,t=1}^{N,T}$ , где  $N$  – количество генов в системе,  $T$  – количество измерений (временных отсчетов),  $x_{it}$  – уровень экспрессии  $i$ -го гена в момент времени  $t$ . То есть в данном случае строки матрицы представляют гены, а столбцы – отдельные эксперименты или точки на шкале времени. Строка матрицы в целом является профилем экспрессии одного гена. Задача кластеризации формулируется следующим образом. Для заданных матрицы профилей экспрессии  $X$  и метрики подобия  $d(x_i, x_j)$ , разбить профили на множество непересекающихся кластеров  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ ,  $C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_m = \emptyset$ , таких что объекты, находящиеся внутри одного кластера, имеют высокую степень подобия, а объекты из разных кластеров имеют низкую степень подобия.

#### Предлагаемый алгоритм

Для уменьшения размерности данных внутри каждого кластера необходимо выбрать опорные профили, количество которых значительно меньше размера самого кластера. Опорные профили имеют тот же смысл, что и центры кластеров с той разницей, что внутри одного кластера может присутствовать несколько опорных профилей в зависимости от сложности формы кластера. После такого преобразования реконструкция ГРС производится с использованием данных только опорных профилей. При этом считается, что гены, находящиеся ближе всего к тому или иному опорному профилю обладают схожим с ним поведением. Общая схема процесса реконструкции ГРС с использованием кластеризации приведена на рисунке 1.

В данной работе для решения задачи кластеризации предложено использовать один из видов искусственной иммунной системы, а именно искусственную иммунную сеть (ИИС) [3]. Логика работы ИИС основана на результатах исследований теоретической иммунологии. Благодаря своим способностям к распознаванию образов, биологические организмы могут различать антигены и адекватно реагировать на возможные угрозы. Адаптивные свойства естественных иммунных систем легли в основу создания вычислительных методов оптимизации и кластеризации. Замечательной особенностью иммунной сети является ее способность к построению внутреннего образа данных. Это дает возможность вместе с кластерами получать на выходе множество опорных профилей.

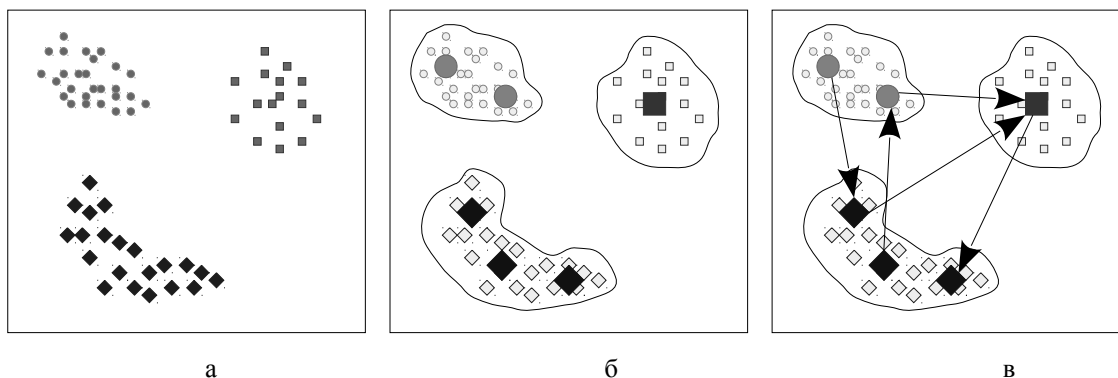


Рис. 1. Технология реконструкции ГРС с использованием фазы кластеризации профилей. (а) – исходные данные; (б) – кластеризация с выделением опорных профилей; (в) – реконструкция ГРС на данных опорных профилей

В качестве модели для реконструкции ГРС выбрана S-система, как одна из разновидностей систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Сам процесс вывода осуществляется с использованием гибридного алгоритма клонального отбора и дифференциальной эволюции, детальное описание которого представлено в [4].

#### Выводы

В работе предложена технология реконструкции геной регуляторной сети, основанная на предварительной кластеризации данных с целью уменьшения размерности пространства признаков. Для кластеризации данных применяется алгоритм искусственной иммунной сети, который позволяет получать на выходе не только множество кластеров, но и массив опорных профилей экспрессии, поступающих на вход алгоритма реконструкции ГРС. Экспериментальные исследования показали, что фаза кластеризации

дає можливість наступному за неї алгоритму вивода суттєво покращити якість результату (множество параметрів S-системи) і скоротити час, необхідний для виконання розрахунків.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. DeRisi J.L. Exploring the metabolic and genetic control of gene expression on a genomic scale / J.L. DeRisi, V.R. Lyer, P.O. Brown // *Science*. – 1997. – Vol. 278. – P. 680-686.
2. Chen T. Modeling gene expression with differential equations / T. Chen, H. L. He, G. M. Church // 4th Pacific Symposium on Biocomputing (PSB '99), January 1999: proceedings. – Big Island of Hawaii, Hawaii, USA, 1999. – P. 29-40.
3. Castro L.N. An evolutionary immune network for data clustering / L.N. Castro, F.J. Zuben // Brazilian Symposium on Artificial Neural Networks, November 2000: proceedings. – Rio de Janeiro, 2000. – P. 22-25.
4. Фефелов А.А. Литвиненко В.И., Таиф М.А., Вороненко М.А Реконструкция S-системы гибридным алгоритмом клонального отбора и дифференциальной эволюции / А.А. Фефелов, о // *Управляющие системы и машины*. – Киев, 2017. – № 6 – С. 41-51.

### СТРУКТУРА ПАРАЛЕЛЬНО-ПОТОКОВОЇ НЕЙРОПОДІБНОЇ МЕРЕЖІ ШИФРУВАННЯ-ДЕШИФРУВАННЯ ДАНИХ

Цмоць І.Г., Опотяк Ю.В., Скорохода О.В., Хавалко В.М.

*Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, вул. Степана Бандери, 12,  
ivan.tsmots@gmail.com, oskorokhoda@lp.edu.ua, khavalkoV@gmail.com*

Широке впровадження інформаційних технологій робить закономірною та актуальною проблему захисту передачі інформації з використанням криптографічних методів, які забезпечують процес шифрування-дешифрування готової до передачі інформації в режимі реального часу. Для реалізації цієї задачі пропонується використати нейроподібні мережеві алгоритми, ключем в яких використовуються архітектура мережі, вагові коефіцієнти та коди маскування. Забезпечити реальний час шифрування та дешифрування інтенсивних потоків можна шляхом НВІС-реалізації відповідних алгоритмів. Для синтезу нейроподібних елементів і нейроподібних мереж реального часу необхідно розробити нові паралельно-потоківі нейроподібні елементи та мережі, які забезпечують просторово-часове розпаралелення алгоритмів шифрування та дешифрування.

Для побудови ефективних архітектур обчислювальних засобів необхідною умовою є використання трьох базових принципів [1]: паралелізм обробки; програмованість структури; регулярність (однорідність) структури. Такий підхід забезпечується поєднанням принципів конвексризації, векторної та матричної програмно-апаратної організації обчислень на базі новітніх технологій елементної бази. Наведені три принципи відповідають задачі адекватного відображення просторово-часової алгоритмічної структури обчислювальних процесів на архітектуру паралельних обчислювачів.

Аналіз робіт [1-4] дозволив виділити особливості задач і архітектур нейрокомп'ютерів реального часу, а також те, що задачі шифрування-дешифрування у реальному часі характеризуються високою інтенсивністю, постійністю вхідних потоків даних та підвищенням вимог до часу життя ключа. Аналіз існуючих нейромереж та засобів їх реалізації [1-4] показав, що переважна більшість з них реалізується програмним шляхом. Такі нейромережі мають відносно невисоку продуктивність і не забезпечують опрацювання інтенсивних потоків даних у реальному часі.

В роботі здійснено адаптацію моделі послідовних геометричних перетворень до задач шифрування-дешифрування даних, розроблено модель і структуру паралельно-потоківі нейроподібної мережі шифрування-дешифрування потоків даних.

Одним з перспективних напрямків для побудови високоефективних нейромережевих засобів є застосування парадигми «модель послідовних геометричних перетворень» (МППП), запропонованої і розробленої Р.О. Ткаченком [5].

В основі цієї парадигми лежить неітераційний підхід до навчання нейроподібної мережі, який передбачає пряме обчислення вагових коефіцієнтів під час поступового зменшення розмірності простору вхідних багатовимірних даних на нейронах прихованого шару [5]. При цьому виконується представлення вхідних багатовимірних даних у новому ортогональному базисі, що реалізується на основі неітераційного жадібного алгоритму найвіддаленішої точки.

Апаратна реалізація таких нейроподібних мереж за допомогою НВІС-структур може значно спроститися за умови подання вхідних, вихідних даних та вагових коефіцієнтів мережі МППП у форматі з фіксованою комою. Для цього передбачається попереднє масштабування вхідних даних.

При виборі структури нейроподібної мережі для шифрування-дешифрування потоків даних у реальному часі пропонується використати архітектуру автоасоціативної мережі з одним прихованим шаром [5]. Послідовні геометричні перетворення зображені латеральними зв'язками між нейронами прихованого шару.

Базову структуру паралельно-поточної нейроподібної мережі шифрування-дешифрування даних у реальному часі будемо синтезувати на базі розробленого паралельно-поточного нейроподібного елемента [6]. Метою синтезу такої нейроподібної мережі є отримання модульної та регулярної структури орієнтованої на НВІС-технологію. Вихідною інформацією для синтезу нейроподібної мережі реального часу є алгоритми навчання та функціонування нейромережі; графове відображення нейромережі; кількість вхідних даних  $N$  і нейронів  $K$ ; інтенсивність надходження вхідних даних; вимоги до інтерфейсу; розрядність вхідних даних, вагових коефіцієнтів і точність обчислень; техніко-економічні вимоги і обмеження.

При синтезі нейроподібної мережі необхідно забезпечити її функціонування в реальному часі при мінімальних апаратних затратах. Перехід від графового відображення до апаратної структури нейроподібної мережі формально зводиться до мінімізації апаратних затрат при забезпеченні режиму реального часу. Структура нейроподібної мережі шифрування даних наведена на рис. 1, де  $ПЕ$  – процесорний елемент,  $Рз$  – регістр,  $ОЗП$  – оперативний запам'ятовуючий пристрій,  $См$  – суматор,  $Вд$  – віднімач,  $У_1, У_2, У_3$  – перший, другий і третій входи управління,  $ВхD$  – вхід даних,  $ВихY$  – вихід результату шифрування.

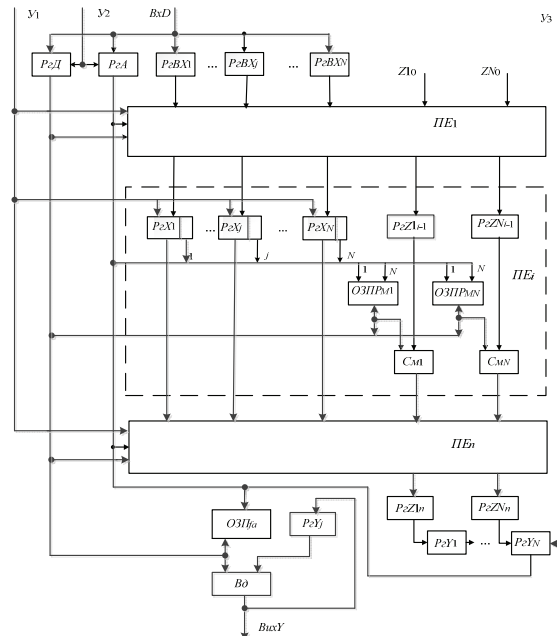


Рис. 1. Структура паралельно-поточної нейроподібної мережі шифрування потоків даних

Шифрування потоків даних за допомогою паралельно-поточної нейроподібної мережі вимагає попереднього обчислення вагових коефіцієнтів  $W_j$ , формування макрочасткових добутків  $P_M$  та їх одночасно запису в усі  $ОЗПР_M$ . Особливістю розробленої структури паралельно-поточного нейроподібної мережі шифрування є те, що дані поступають послідовно одне за одним і за допомогою вхідних  $PzBX_1, \dots, PzBX_N$  перетворюються у паралельний потік даних, які надходять на вхід першого  $ПЕ_1$ . Паралельно-поточна нейроподібна мережі реалізується на базі  $n$  однотипних  $ПЕ$ , які працюють за конвеєрним принципом. Такт роботи конвеєра такої мережі рівний такту роботи нейроподібного елемента (10). У кожному такті роботи обчислені скалярні добутки записуються в регістри  $PzZ1_n, \dots, PzZN_n$ , а з них у регістри  $PzY_1, \dots, PzY_N$  за допомогою, яких виконується паралельно-послідовне перетворення надходження скалярних добутків. На виході віднімача  $Вд$  формується потік зашифрованих даних.

Отже, в роботі адаптовано парадигму модель послідовних геометричних перетворень для реалізації паралельно-поточної нейроподібної мережі шифрування-дешифрування даних у реальному часі. В основу розробки паралельно-поточного нейроподібного елемента та мережі покладені принципи: конвеєризації та просторового паралелізму; однорідності та модульності структури; попереднього обчислення вагових коефіцієнтів; табличного формування макрочасткових добутків і функції активації.

Швидкодія паралельно-потокowego нейроподібної мережі шифрування-дешифрування даних визначається тактом роботи конвеєра, який визначається як сума часів затримки даних на регістрі, читання даних з пам'яті та додавання двох чисел.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Палагин А. В. Системная интеграция средств компьютерной техники / А. В. Палагин, Ю. С. Яковлев. - Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005.- 680 с.
2. Грибачев В. П. Элементная база аппаратных реализаций нейронных сетей // Компоненты и технологии. 2006. № 8.
3. Haykin S. Neural networks and learning machines. Third Edition. / S. Haykin. – New York: Prentice Hall, 2009. – 936 p.
4. Руденко О.Г., Бодяньський С.В. Штучні нейронні мережі / О.Г. Руденко, С.В. Бодяньський. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 404 с.
5. Tsybaly Y., Tkachenko R. A digital watermarking scheme based on autoassociative neural networks of the geometric transformations model // Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). – 2016. – pp. 231-234.
6. Цмоць І.Г. Модель та НВІС-структура формального нейрона паралельно-вертикального типу з табличним формуванням макрочасткових результатів / І.Г. Цмоць, О.В. Скорохода, Б.І. Балич // Збірник Наукових праць «Моделювання та інформаційні технології» Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова – Львів. – 2014. – Випуск №73. – С. 133-138.

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ АВТОРСТВА ТЕКСТОВОГО УКРАЇНОМОВНОГО КОНТЕНТУ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ НА ОСНОВІ ЛІНГВОМЕТРІЇ

Чирун Л.Б., Чирун Л.В., Висоцька В.А.

Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, м. Львів, 79013, Україна.,  
lchirun21@gmail.com; chyrunlv@gmail.com; Victoria.A.Vysotska@lpnu.ua

Одним зі способів охарактеризувати літературне багатство тексту є оцінювання характеру використання мовних одиниць на всіх мовних рівнях. Це дає змогу ототожнювати поняття «багатство» і «різноманітність» мовлення [1-3]. Обчислення коефіцієнтів мовної різноманітності повинне допускати взаємозв'язок таких коефіцієнтів, як лексична різноманітність, ступінь (міра) синтаксичної складності [1], зв'язність мовлення, індекси винятковості та концентрації тексту [1]. Оскільки коефіцієнт – це величина абсолютна, то можна у певних межах нехтувати довжиною порівнюваних текстів. Теоретичний інтерес має і дослідження внутрішньої «динаміки» тексту в частині співставлення коефіцієнтів з різних його ділянок між собою та із загальним для всього тексту коефіцієнтом [1-6]:

1. Коефіцієнт лексичної різноманітності тексту – це відношення кількості слів до загальної кількості словоформ тексту, тобто  $K_l = \frac{W}{N}$ , де  $K_l$  – коефіцієнт лексичної різноманітності,  $W$  – кількість слів у певному тексті,  $N$  – загальна кількість слів цього тексту [1]. Чим більшим є отриманий десятковий дріб у межах  $[0;1]$ , тим вищою є лексична різноманітність досліджуваного тексту.

2. Коефіцієнт синтаксичної складності формують із відношення кількості речень до кількості слів певного тексту  $K_s = 1 - \frac{P}{W}$ , де  $K_s$  – коефіцієнт синтаксичної складності,  $P$  – кількість речень,  $W$  – кількість слів у всьому тексті [1]. Чим більшим буде дріб (в межах  $[0;1]$ ), тим багатослівнішими загалом є речення такого тексту. Отже, вищою є можливість різноманітності синтаксичних відношень між словами в окремому реченні.

3. Коефіцієнт зв'язності мовлення вимірюють як відношення кількості прийменників та сполучників до кількості окремих речень (коефіцієнт дорівнює одиниці, коли в одному реченні є три сполучні елементи (прийменники і сполучники):  $K_z = \frac{Z+S}{3P}$ , де  $Z$  – кількість прийменників,  $S$  – кількість сполучників,  $P$  – кількість окремих речень [1].

4. Індекс винятковості [1] характеризує варіативність лексики, тобто частину тексту, яку займають слова, що трапилися 1 раз, та обчислюють таким чином:  $I_{wt} = \frac{W_1}{W}$ , де  $I_{wt}$  – індекс винятковості тексту,  $W_1$  – кількість слів з частотою 1,  $W$  – кількість слів у всьому тексті.



5. Протилежним до індексу винятковості є індекс концентрації тексту, що вказує частину тексту, яку займають слова, що трапилися 10 разів і більше:  $I_{kt} = \frac{W_{10}}{W}$ , де  $I_{kt}$  – індекс концентрації тексту,  $W_{10}$  – кількість слів із частотою 10 та більше,  $W$  – кількість слів у всьому тексті.

Первинне опрацювання лінгвістичних даних (побудова рядів розподілу, обчислення статистик, статистичних оцінок та інші параметри лінгвометрії), а також лексикографічне опрацювання текстових даних (створення частотних та алфавітно-частотних словників, словників-конкордансів, слово-вказівників, зворотних словників, словників ключових слів стилю письменника тощо [1-3]) складають лінгвостатистичне підґрунтя для здійснення дослідження з метою атрибуції тексту. Застосування методик лінгвометрії для статистичного опису тексту дає змогу дослідникам виконувати розвідки, що стосуються феномену авторства: у чому полягає відмінність між стилями письменників; що робить мову автора динамічною, захопливою, легкою до сприйняття; які характеристики є індивідуальними, а що можна вважати спільним [1-6]. Аналіз та інтерпретація на лінгвістичному рівні стилістичних особливостей і закономірностей письменницького стилю певного автора (або певної літературної епохи) включає подані найосновніші етапи [1]:

1. відбір текстів;
2. лематизація текстових одиниць;
3. усунення неоднорідності текстових одиниць;
4. побудова системи, організація на цій основі статистичних розподілів частотних словників;
5. пошук параметрів, що адекватно відображають структуру частотного словника;
6. перевірка параметрів на ефективність;
7. математичне моделювання лексико-статистичних розподілів;
8. побудова статистичних класифікацій;
9. інтерпретація результатів.

Розглянемо 7 уривків [1-7], які відформатовані з огляду на вибір методу атрибуції: з кожного уривку вибрані лише приєдники, сполучники та частки. Проаналізуємо отримані коефіцієнти різноманітності авторського тексту через інформаційний ресурс <http://victana.lviv.ua/index.php> (рис. 1а). Перші 5 статей були написані одним авторським колективом [1-5], а наступні 2 [6-7] – одноосібні, написані представниками того ж авторського колективу. Коефіцієнти лексичної різноманітності авторського тексту для одноосібних статей більші, ніж для колективних статей тих же авторів (рис. 1б).

На рис.1в перші стовпчики – середньоарифметичне значення коефіцієнтів різноманітності для колективно написаних статей; наступні 2 – для одноосібних статей. Як видно з рис.1в значення коефіцієнтів перших 5-ти статей коливаються в одному діапазоні, а коефіцієнти різноманітності тексту одноосібних статей значно відрізняються від написаних колективом (рис. 1в).

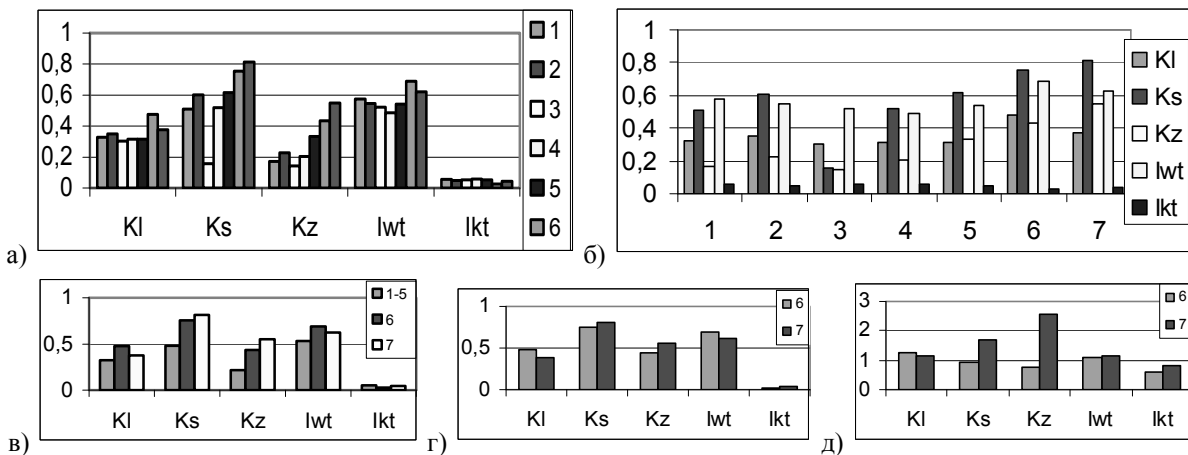


Рис.1. Приклад порівняння коефіцієнтів різноманітності текстового контенту для обраних статей

Коефіцієнти лексичної різноманітності, синтаксичної складності, зв'язності мовлення та індекс винятковості для одноосібних статей вище, ніж для колективних робіт. А ось індекс концентрації, навпаки, менший (рис. 1г-д). Досліджено 100 наукових публікацій Вісника Національного університету «Львівська політехніка» серії «Інформаційні системи та мережі». Коефіцієнт лексичної різноманітності для одноосібних статей в середньому на 10% більший. Коефіцієнт синтаксичної складності для одноосібних статей в середньому на 30% більший. Коефіцієнт зв'язності мовлення для одноосібних статей в середньому на 27% більший. Індекс винятковості для одноосібних статей вищий на 12%, ніж для колективних робіт.

А ось індекс концентрації, навпаки, менший на 2%. Відповідно коефіцієнт лексичної різноманітності для одноосібних статей в середньому в 1,2 більший. Коефіцієнт синтаксичної складності для одноосібних статей в середньому в 1,3 більший. Коефіцієнт зв'язності мовлення для одноосібних статей в середньому в 1,7 більший. Індекс винятковості для одноосібних вищий в 1,13 раз, ніж для колективних робіт. А ось індекс концентрації, навпаки, менший в 0,7 раз.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. V. Lytvyn, V. Vysotska, P. Pukach, I. Bobyk, D. Uhryn, Development of a method for the recognition of author's style in the Ukrainian language texts based on linguometry, stylemetry and glottochronology, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/2(88), 2017, 10–18.
2. V. Lytvyn, V. Vysotska, P. Pukach, O. Brodyak, D. Ugryn, Development of a method for determining the keywords in the slavic language texts based on the technology of web mining. EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies, 2/2(86), 2017, pp. 4–12.
3. V. Lytvyn, P. Pukach, I. Bobyk, V. Vysotska. The method of formation of the status of personality understanding based on the content analysis. Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, 5/2(83), 2016, pp. 4–12.
4. Lytvyn V., Vysotska V., Burov Y., Veres O., Rishnyak I. The Contextual Search Method Based on Domain Thesaurus. Advances in Intelligent Systems and Computing, 689, 2017, pp. 310–319.
5. V. Lytvyn, V. Vysotska, O. Veres, I. Rishnyak, H. Rishnyak. Classification Methods of Text Documents Using Ontology Based Approach. Advances in Intelligent Systems and Computing, 512, Springer, 2017, pp. 229–240.
6. V. Vysotska. Linguistic Analysis of Textual Commercial Content for Information Resources Processing. Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, TCSET'2016, pp. 709–713.
7. V. Lytvyn, “The similarity metric of scientific papers summaries on the basis of adaptive ontologies”, Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, 2011, p. 162.

## КОНСТРУКТИВНО-ПРОДУКЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛОВ

**Шинкаренко В.И., Литвиненко К.В., Чигирь Р.Р., Жадан А.А.**

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна, г. Днепр, ул. В. Лазаряна 2, e-mail: Shinkarenko\_vi@ua.fm*

Как известно, фракталом является объект, который обладает свойством самоподобия. В идеальном случае, самоподобие гарантирует инвариантность при любом изменении масштаба, однако это характерно только для детерминированных фракталов. Если к детерминированному процессу построения включен алгоритм порождения случайности, тогда возникают стохастические, случайные фракталы. Свойство самоподобия стохастических фракталов проявляется только при усреднении всех статистически независимых реализациях объекта. Поэтому, часть фрактала при изменении масштаба не полностью инвариантна начальному фрагменту, однако их статистические характеристики совпадают.

В работах [1], [2] обобщены возможности различных модификаций грамматик и грамматико-подобных систем. В результате предложено рассматривать обобщенный конструктор (ОК):

$$C_G < M, \Sigma, \Lambda > ,$$

где  $M$  – неоднородный расширяемый носитель структуры,  $\Sigma$  – сигнатура, состоящая из множеств операций связывания, подстановки и вывода, операций над атрибутами и отношения подстановки,  $\Lambda$  – информационное обеспечение конструирования: онтология, цели, правила и ограничения конструирования.

В результате функционирования ОК происходит формирование и преобразование конструкций с использованием операций, задаваемых правилами: связывания, подстановки, вывода и др.

Продукционные L-системы (Lindenmayer system) [3] широко используются для моделирования различных биологических систем, процессов компьютерной графики, музыки. Отличительные особенности L-систем является отсутствие нетерминалов, атрибутивность терминалов, «параллельная» подстановка, порядок формирования множества выводимых конструкций, аксиомой выступает начальная конструкция.

Синтез идей ОК и L-систем позволяет построить эффективные процедуры моделирования фрактально-подобных детерминированных и стохастических систем.

Пусть носитель  $M$  конструктора  $C$  содержит терминалы  $\{f, z, y, x\} \in M$  и атрибуты конструирования  $M_x, dM_x, D_x, \alpha, \alpha$ ; сигнатура операций представлена в табл. 1; информационное

обеспечение состоит из онтологии  $\Lambda$ , дополненную онтологией L- систем: правила конструирования и аксиомы для примеров (снежинки Коха и Дракон Хартера-Хейтуэя) представлены в табл. 2 и табл. 3.

Соответствие символов для ОК операциям L-систем представлено в табл. 1.

Таблица 1

Соответствие множества символов мультисимвольной цепочки операциям L-систем

Множество символов	L-система	Множество символов	L-система
Символ	Операция	Символ	Операция
*	Увеличить математическое ожидание длины отрезка	-	Уменьшить дисперсию угла
:	Уменьшить математическое ожидание длины отрезка	>	Увеличить положительный угол
\	Увеличить дисперсию длины отрезка	<	Уменьшить положительный угол
/	Уменьшить дисперсию длины отрезка	!+	Увеличить отрицательный угол
+	Поворот на положительный угол	!-	Уменьшить отрицательный угол

Результатом последовательного выполнения преобразований конструктора являются символьная цепочка со свойством самоподобия и изображение фрактала. В табл. 2 и табл. 3 представлены параметры, а на рис. 1 и рис. 2 результаты моделирования регулярных и стохастических фракталов.

Таблица 2

Параметры моделирования в рамках ОК фрактала «снежинка Коха»

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Начальное мат. ожидание величины и изменение	1; 0	1; 0,5	1; 0,5
Начальная дисперсия величины и изменение	0; 50	0,5; 0,25	0; 0
Начальное мат. ожидание периода и изменение периода	60; 50	60, 30	60, 30
Аксиома	f++f++f		
Правила подстановки	f:\<!--f**//>>!++++f:\<!--f		
Мультисимвольная цепочка, количество итераций – 3	f:\<!--f**//>>!++++f:\<!--f:\<!--f:\<!--f**//>>!++++f:\<!--f**//>>!++++f:\<!--f**//>>!++++f:\<!--f:\<!--f:\<!--f**//>>!++++f:\<!--f:\<!--f:\<!--f**//>>!++++...		

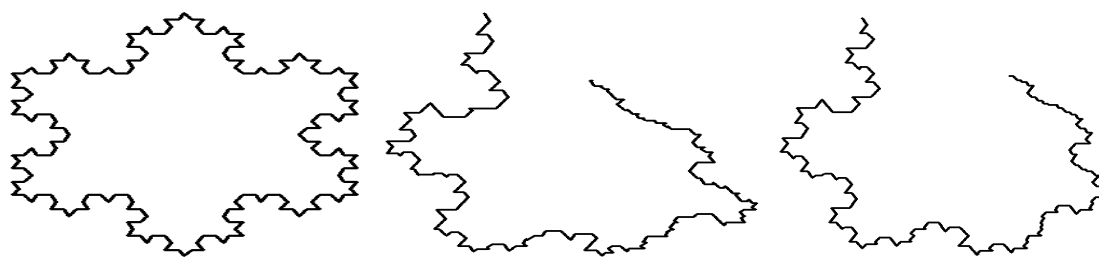


Рис.1 Изображение результатов моделирования табл.2 для вариантов 1,2 и 3

Таблица 3

Параметры моделирования в рамках ОК фрактала «Дракон Хартера-Хейтуэя»

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Начальное мат. ожидание величины и изменение	1; 0	1; 0,5	1; 0,5
Начальная дисперсия величины и изменение	0; 0	0,5; 0,25	0; 0
Начальное мат. ожидание периода и изменение периода	90; 45	90, 45	90, 45
Аксиома	fx		
Правила подстановки	y→x*\>!+yf*\>!+; x→:/<!--fx:/<!--y		

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Мультиязычная цепочка, количество итераций – 8	$fx^* \setminus \rangle !+++yf^* \setminus \rangle !+++ \setminus \rangle !+++ /<!--fx:/<!--yf^* \setminus \rangle !+++ \setminus \rangle !+++ /<!--$		

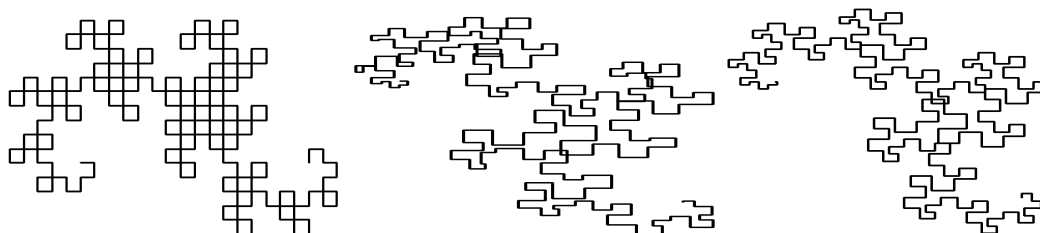


Рис.2 Изображение результатов моделирования табл.3 для вариантов 1,2 и 3

Представленный подход к моделированию на основе объединенного конструктора позволяет эффективно и просто строить регулярные и стохастические фракталы на основе продукционных L-систем.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- Шинкаренко В. И. Конструктивно-продукционные структуры и их грамматические интерпретации. I. Обобщенная формальная конструктивно-продукционная структура. / В.И. Шинкаренко, В.М. Ильман // Кибернетика и системный анализ. 2014. – №5. – С.8-16.
- Шинкаренко В. И. Конструктивно-продукционные структуры и их грамматические интерпретации. II. Уточняющие преобразования / В.И. Шинкаренко, В.М. Ильман // Кибернетика и системный анализ. 2014. – № 6. – С. 15-28.
- Lindenmayer A. Mathematical models for cellular interaction in development. Parts I and II. / A. Lindenmayer // Journal of Theoretical Biology. 1968. V. 18. – P. 280-315.

## ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТА

**Шуляк С.М., Каменев Р. В.**

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
г. Харьков, бульв. Жасминовый 2а, 61096  
serhii.shuliak@nure.ua  
roman.kameniev@nure.ua*

Автоматическая классификация текста позволяет ускорить процесс анализа различных документов с помощью компьютерных вычислений. Существуют два подхода автоматической классификации текста:

- написание регулярных выражений;
- использование машинного обучения.

В случае написания регулярных выражений, анализ текста заключается в создании правил вида «если текст содержит слово  $n$  – отнести его к категории  $m$ ». Данный подход позволяет создать такой набор правил, что позволит классифицировать текст с высокой точностью, однако создание и поддержка набора правил в актуальном состоянии требует постоянного вмешательства разработчика.

Машинное обучение позволяет классифицировать текст с меньшей точностью, но не требует постоянного вмешательства. Вместо набора чётко заданных правил классификации в этом подходе используются критерии принятия решений, которые вычисляются при обучении классификатора на обучающей выборке данных. Обучение классификатора производится с учителем, которым является человек, указывающий число классов текста.

Классификация текста с помощью средств машинного обучения, в свою очередь, предлагает следующие методы:

- деревья принятия решений;
- наивный байесовский классификатор;
- метод опорных векторов;
- нейронные сети.

Деревья принятия решений просты в понимании людьми и не требуют предварительной нормализации данных. Также к достоинствам этого метода стоит отнести то, что он использует модель «белого ящика», благодаря чему любую ситуацию в модели можно легко объяснить. Прост в тестировании.

К недостаткам деревьев решений относят использование эвристических алгоритмов в деревьях принятия решений, что зачастую приводит к локальному оптимальному выбору («жадный» алгоритм) и не позволяет получить оптимальный результат от всего дерева. Также существует проблема «переобучения» - создания избыточных конструкций в дереве и сложность понимания дерева решений, когда в модели присутствуют процессы, описанные с избыточной сложностью. [1]

Наивный байесовский классификатор основан на теореме Байеса со строгим предположением о независимости событий, чаще всего используется в качестве спам-фильтра. Прост в реализации, достаточно удобен и эффективен, однако базируется на предположении, что одни слова встречаются чаще в одном классе, а другие – в другом, если это предположение нарушается эффективность классификатора снижается. [2]

Метод опорных векторов – линейный классификатор, обучающийся с учителем. Его особенностью является постоянное уменьшение эмпирической ошибки и увеличением зазора между плоскостями. [3]

Нейронные сети в последнее время получили широкое распространение благодаря возросшей мощности вычислительных устройств и развитию направления Big Data. Нейронная сеть представляет собой математическую модель биологической нейронной сети. Такая сеть состоит из нейронов – простых процессоров, которые принимают сигналы, производят их обработку, и передают сигналы другим нейронам. Преимуществами нейронных сетей являются: обучаемость, устойчивость к шумам, высокое быстродействие (массовый параллелизм). Также нейронные сети обладают и рядом недостатков, а именно: ответ всегда приближительный, обучение сети занимает длительное время, отсутствие осмысленной обработки данных в каждом нейроне. [4]

Для задачи классификации, как правило, используются следующие виды нейронных сетей:

1. перцептрон (обучение с учителем);
2. сети адаптивного резонанса (обучение без учителя);
3. сеть радиально-базисных функций (смешанное обучение).

Для примера будет использован перцептрон (рис. 1) с заранее заданными классами текста.

Перцептрон имеет 3 вида элементов:

1. сенсорные (S-элементы);
2. ассоциативные (A-элементы);
3. реагирующие (R-элементы).

Рецептор может находиться в состоянии покоя или возбуждения. Если он находится в состоянии возбуждения, он передаёт единичный сигнал следующему слою A-элементов. A-элементы принимают некоторую совокупность сигналов от S-элементов – ассоциацию. Ассоциативный элемент активируется, когда количество сигналов от связанных с ним сенсорных нейронов превысило некоторый порог, и передаёт сигнал в R-элемент с определённым коэффициентом  $W_i$  (вес A-R связи). R-элемент суммирует сигналы от связанных A-элементов, умноженные на коэффициенты и, если сумма превышает порог, выдаёт 1, в противном случае – -1. [5]

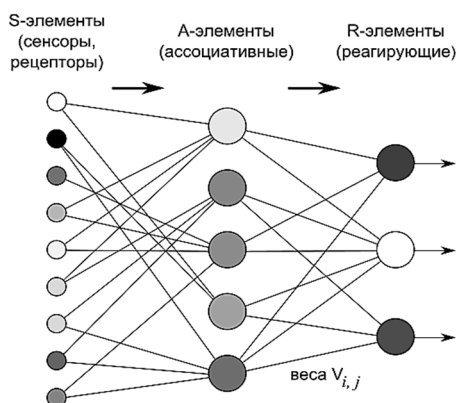


Рисунок 1 – Топология перцептрона

Задачу классификации текста с помощью нейронной сети с учителем можно разделить на такие этапы:

1. Сбор текстов для обучающей выборки;
2. Предварительная обработка текста;
3. Обучение нейронной сети на обучающей выборке;
4. Запуск обученной нейронной сети на реальных данных.

Предварительная обработка текста подразумевает создание словаря (bag of words), его фильтрацию и преобразование элементов словаря в числовой вид. Для создания словаря часто используют n-граммы – строки, состоящие из n-слов. Для уменьшения объема словаря используют процедуру стэмминга (нахождение основы слова) и/или лемматизации (нахождение нормальной формы слова) [6]. Затем каждое слово переводят в числовой вид (вектор). Существуют различные подходы к взвешиванию признаков, в данном случае n-грамм, например, TF-IDF или использование равного веса для каждой n-граммы. В последнем случае, n-грамму преобразуют в двоичное число, количество разрядов в котором равно количеству слов в словаре и только один разряд, соответствующий слову, будет равен 1, все остальные будут равны 0.

После подготовки текста для обучающей выборки производится обучение нейронной сети. Суть обучения заключается в подстройке весов A-R связей на каждой итерации обучающего цикла при получении неверной реакции. Самым популярным методом обучения перцептрона является метод обратного распространения ошибки. Идея метода заключается в распространении сигналов ошибки от выходов сети к её входам, в направлении, обратном прямому распространению сигналов. Для возможности применения метода обратного распространения ошибки передаточная функция нейронов должна быть дифференцируема.

Когда нейронная сеть обучена, она готова классифицировать реальные входные данные с вероятностью до 100%.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Левитин А. В. Глава 10. Ограничения мощности алгоритмов: Деревья принятия решения // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ — М.: Вильямс, 2006. — С. 409–417. — 576 с.
2. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases / Daniel Kahneman, et al. — 21st. — Cambridge University Press, 2005. — 555 p.
3. Владимир Вьюгин. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования. — МЦМНО, 2013. — 390 с.
4. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. — М.: Горячая линия - Телеком, 2001. — 382 с.
5. Розенблатт, Ф. Принципы нейродинамики: Перцептроны и теория механизмов мозга. — М.: Мир, 1965. — 480 с.
6. Chris D. Paice An evaluation method for stemming algorithms. — 17th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. — 1994. — P. 42-50.

### МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ РАНЖУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ПРИЙНЯТТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Шарко О.В.<sup>1</sup>, Шарко М.В.<sup>2</sup>, Гусаріна Н.В.<sup>2</sup>

*1Херсонська державна морська академія,  
м. Херсон, проспект Ушакова, 20,  
sharko-8@mail.ru*

*2Херсонський національний технічний університет,  
м. Херсон, Бериславське шосе, 24,  
mvsharko@gmail.com, gusarina@ukr.net*

Проблема активізації інноваційної діяльності вимагає трансформації цілей управління з поворотом від технічної виробничої сфери до області збуту, роботи із замовником, аналізу змін на ринку. Подібні проблеми породжують необхідність визначення зв'язку між ситуаціями і принципами управління та вимагають для їх розв'язання структуризації альтернатив управління та їх ранжування за пріоритетами інформативності.

Розглянуто структуризація альтернатив управління та ранжування економічних показників. Запропоновано побудова системи рангів та рівней якості вхідної інформації, яка є в економічних показниках з інноваційного розвитку підприємств. Встановлено, що завдання аналізу економічних даних відносяться до слабкоструктурованих і важкоформалізованих, для яких характерні неповнота, неоднозначність і невизначеність вхідних даних. В них важко виділити єдиний формальний критерій, тому при їх розв'язанні доводиться використовувати комплекс різних показників, що несуть в своїй основі різний ступінь інформативності. невизначеність впливу зовнішнього середовища на функціонування підприємств, матеріально-технічні і фінансові обмеження вимагають розробки нових програмних засобів і інформаційних систем підтримки прийняття рішень для аналізу, обробки та використання даних, які не

вимагають додаткового навчання і дають швидкий адекватний і однозначний результат, а також можливість коригування і внесення додаткової інформації.

Нові підходи до формалізації невизначеності методом апіорного ранжирования запропоновано в роботах Р.В.Тарасова, Л.В. Макарової, К.М. Бахтулової [1]. Системна методологія аналізу ризиків у прийнятті управлінських рішень відображена в працях М.В. Шарко [2], М.З.Згуровського і Н.Д.Панкратової [3]. Основи ймовірнісного підходу до аналізу даних були закладені в роботах Т.Байеса і П. Лапласа, Т. Саати [5]. Однак математичні методи ранжування економічних показників в умовах невизначеності вхідної інформації для прийняття управлінських рішень з інноваційного розвитку виробництва раніше не розглядалось.

При розв'язуванні задач управління інноваційним розвитком підприємств в умовах невизначеності однієї з задач є отримання необхідного об'єму та якості вхідної інформації і прогнозування фінансово-економічних показників виробництва при зміні параметрів і процесів, які відбуваються при впливі зовнішнього середовища.

Мірою невизначеності істинного значення вимірюваної величини являється ентропія  $H$

$$H = \frac{I}{n} = - \sum_{i=1}^m P_i \log_2 P_i,$$

де  $P_i$  – ймовірність знаходження системи в даному стані

Мірою зняття невизначеності при оцінці стану виробничого об'єкту є кількість відсутньої інформації,  $I = \Delta H$ , де

$$\Delta H = H_0 - H_1,$$

де  $H_0$  – апіорная ентропія;  
 $H_1$  – апостеріорна ентропія.

Для випадкових подій при визначенні ймовірності їх прояви використовується формула Байеса, яка дозволяє уточнити і перерахувати значення цих ймовірностей з урахуванням динамічних змін індексів, використовуючи як відому інформацію, так і дані нових спостережень в наступні роки. Ця формула дозволяє переставити причину та наслідки по відомому факту події в остатні роки динамічного ряду і обчислити ймовірності того, що було визвано даної причиною. Події відображаючи дію причин будуть гіпотезами.

Аналіз інформації починається з визначення апіорних значень ймовірностей події. Нова інформація, яка є останньою у динамічного ряду, дозволяє уточнити значення апостеріорних ймовірностей і переводить їх в розряд апіорних.

Якщо подія  $A$  в останньому році динамічного ряду може статися тільки при виконанні однієї з подій  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ , які в теорії Байеса є гіпотезами і утворюють повну групу несумісних подій, реалізація яких відбувається з деякою умовною ймовірністю  $P(B_j)$ , то ймовірність довільної події  $P(A)$  розраховується по формулі повної ймовірності через множину кожного з подій на відповідну умовну ймовірність події  $A$ .

$$P(A) = P(B_1)P(A|B_1) + P(B_2)P(A|B_2) + P(B_3)P(A|B_3) + \dots + P(B_n)P(A|B_n)$$

де  $A$  і  $B$  являє собою значення відповідних індексів в різні роки динамічного ряду.

Подія  $A$  вже відбулась і це може змінити ймовірності подій  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ . Звідси:

$$P(B_i|A) = \frac{P(B_i)P(A|B_i)}{P(A)},$$

або з урахуванням формули повної ймовірності отримаємо формулу для переоцінки ймовірностей в якій  $P(A)$  обчислювати за формулою повної ймовірності:

$$P(B_i|A) = \frac{P(B_i)P(A|B_i)}{\sum_{j=1}^n P(A|B_j)P(B_j)}$$

в загальному випадку

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}.$$

де  $P(B)$  – апіорная ймовірність наступу гіпотези  $B$ ,  
 $P(A|B)$  – умовна ймовірність події  $A$  при наступу гіпотези  $B$ ,

$P(B|A)$  – апостеріорна ймовірність реалізації гіпотези  $B$ .

Користуючись формулою Байеса можна знайти уточненій стан події  $A$ , отриманій в результаті експерименту або спостереження за вже доконаними процесами і прийняти відповідні управлінські рішення.

Таким чином, організовується спільна статистика апіорної і апостеріорної інформації про взаємодію подій  $A$  і  $B$ . Запропоновано модель оцінки вхідної інформації по інноваційному розвитку підприємств, як різниці апіорної і апостеріорної інформації факторів, що характеризують виробничу діяльність визначених з використанням формули Байеса, дозволяє уточнити та перерахувати значення йомірностей використовуючи як відому інформацію та дані нових спостережень у наступні році. Встановлено, що найбільш інформативним параметром економічного зростання підприємств є параметр у якого різниця апіорної і апостеріорної інформації має найменше значення. Виконано практична реалізація запропонованої моделі.

Модель кількісної оцінки необхідної вхідної інформації і послідовність дій при усунення невизначеності в прийнятті управлінських рішень по інноваційному розвитку підприємств, викликаних коливаннями зовнішнього середовища, як різниці апіорної та апостеріорної інформації факторів характеризуючи виробничу діяльність, дозволяє уточнити основні принципи і правила формування інформаційного забезпечення процесу управління економічним розвитком підприємств, визначити показники, які мають найбільшу ступень остаточної залишкової інформації у структурі оцінок економічного розвитку підприємств та виконувати їх ранжування. Це дозволяє відкинути малозначущі інформативні параметри економічного росту та визначити для аналізу головні фактори, що підвищують достовірність та адекватність прогнозів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Тарасов Р.В., Макарова Л.В., Бахтулова К.М. Оценка значимости факторов методом априорного ранжирования / Р.В.Тарасов, Л.В. Макарова, К.М. Бахтулова // Современные научные исследования и инновации, 2014. - №4. 4.1 [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL:<http://web.snauka.ru/issues/2014/04/33181>.
2. Шарко М.В. Формирование инновационного потенциала предприятий: монография / М.В.Шарко. - Херсон: ФЛП Гринь Д.С., 2014. – 288 с.
3. Згуровский М.З. Панкратова Н.Д. Основы системного анализа: учебник / М.З. Згуровский, Н.Д.Панкратова - К.: Видав. група ВНУ, 2007. - 546 с.
4. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах / Ю.П. Зайченко - К.: Слово, 2008. - 344 с.
5. Саати Томас Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети: / Л. Томас Саати [пер. с англ.]. – М.: ЛКИ, 2008. – 360 с.



## СПИСОК ТЕЗ

1.	Batyuk Anatoliy	c. 7	REAL-TIME PROCESS MONITORING PLATFORM BASED ON STREAMING PROCESS DISCOVERY TECHNIQUES
2.	Bublii N.	c. 127	EFFICIENT ORGANIZER FOR STUDENTS "POLYTECHNIC"
3.	Dorjsuren Khishigsuren	c. 143	ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ БАЗ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
4.	Dzierżak Róża	c. 12	INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE VASCULAR ADHESION MOLECULES
5.	Honcharova-Ilina T.	c. 128	DEVELOPMENT OF THE PROTOTYPE OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CHRONIC PYLEONEFRIT MEDICAL DIAGNOSTICS BY USING BAYESIAN NETWORKS
6.	Kunanets N.	c. 127	EFFICIENT ORGANIZER FOR STUDENTS "POLYTECHNIC"
		c. 138	DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION FOR STUDYING ENGLISH LANGUAGE FOR AGED PEOPLE
7.	Kuzminova Nanaliya	c. 12	INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE VASCULAR ADHESION MOLECULES
8.	Lebedenko Yu.	c. 130	APPLICATION OF FUZZY LOGIC TO CONTROL STEPPER MOTORS OF THE MULTI-DRIVE SYSTEM OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF WIREFRAME ARRANGEMENT
9.	Maksym Korobehynskyi	c. 8	INVESTIGATION OF STRUCTURAL MODELS OF THE CONTROL SYSTEM OF A GROUP OF UNMANNED AERIAL VEHICLES
10.	Mamchur Julius	c. 132	SIMULATOR OF A REMOTELY PILOTED AIRCRAFT OF ENVIRONMENTAL MONITORING AS AN INTELLECTUAL DECISION-MAKING SYSTEM
11.	Mashkov Oleg	c. 132	SIMULATOR OF A REMOTELY PILOTED AIRCRAFT OF ENVIRONMENTAL MONITORING AS AN INTELLECTUAL DECISION-MAKING SYSTEM
12.	Monastyrskiy Yuriy	c. 12	INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE VASCULAR ADHESION MOLECULES
13.	Ohnieva A.	c. 128	DEVELOPMENT OF THE PROTOTYPE OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CHRONIC PYLEONEFRIT MEDICAL DIAGNOSTICS BY USING BAYESIAN NETWORKS
14.	Ohnieva O.	c. 128	DEVELOPMENT OF THE PROTOTYPE OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CHRONIC PYLEONEFRIT MEDICAL DIAGNOSTICS BY USING BAYESIAN NETWORKS
15.	Oleksandr Mishkov	c. 8	INVESTIGATION OF STRUCTURAL MODELS OF THE CONTROL SYSTEM OF A GROUP OF UNMANNED AERIAL VEHICLES
16.	Pankratov V.A.	c. 11	CREATION OF COMPLEX HIERARCHICAL SYSTEMS BASED AT THE SYNTHESIS OF METHODOLOGIES FORESIGHT AND COGNITIVE MODELLING
17.	Pankratova N.D.	c. 11	CREATION OF COMPLEX HIERARCHICAL SYSTEMS BASED AT THE SYNTHESIS OF METHODOLOGIES FORESIGHT AND COGNITIVE MODELLING

18.	Pavlov Sergey	c. 12	INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE VASCULAR ADHESION MOLECULES
		c. 18	INFORMATION TECHNOLOGY FOR USING LIGHTS IN A VOLUME-ORIENTED RENDERING
19.	Prymachenko O.	c. 128	DEVELOPMENT OF THE PROTOTYPE OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CHRONIC PYLEONEFRIT MEDICAL DIAGNOSTICS BY USING BAYESIAN NETWORKS
20.	Revenko S.	c. 130	APPLICATION OF FUZZY LOGIC TO CONTROL STEPPER MOTORS OF THE MULTI-DRIVE SYSTEM OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF WIREFRAME ARRANGEMENT
21.	Romanava Valentina	c. 12	INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE VASCULAR ADHESION MOLECULES
22.	Romanyuk Olexander	c. 18	INFORMATION TECHNOLOGY FOR USING LIGHTS IN A VOLUME-ORIENTED RENDERING
23.	Serkova Valentina	c. 12	INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE VASCULAR ADHESION MOLECULES
24.	Sloboda Kh-M.	c. 138	DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION FOR STUDYING ENGLISH LANGUAGE FOR AGED PEOPLE
25.	Sushchenko O.A.	c. 14	FEATURES OF INERTIALLY STABILIZED PLATFORMS MODELING
26.	Tchoufack E.	c. 130	APPLICATION OF FUZZY LOGIC TO CONTROL STEPPER MOTORS OF THE MULTI-DRIVE SYSTEM OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF WIREFRAME ARRANGEMENT
27.	Tereshchenko G.U.	c. 16	BLOCKCHAIN IN EDUCATION
28.	Vasilyuk A.	c. 127	EFFICIENT ORGANIZER FOR STUDENTS “POLYTECHNIC”
		c. 138	DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION FOR STUDYING ENGLISH LANGUAGE FOR AGED PEOPLE
29.	Voityshyn Volodymyr	c. 7	REAL-TIME PROCESS MONITORING PLATFORM BASED ON STREAMING PROCESS DISCOVERY TECHNIQUES
30.	Vyatkin Sergey	c. 18	INFORMATION TECHNOLOGY FOR USING LIGHTS IN A VOLUME-ORIENTED RENDERING
31.	Wójcik Waldemar	c. 12	INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE VASCULAR ADHESION MOLECULES
		c. 18	INFORMATION TECHNOLOGY FOR USING LIGHTS IN A VOLUME-ORIENTED RENDERING
32.	Ziepko Sergey	c. 12	INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE VASCULAR ADHESION MOLECULES
33.	Аксак Н.Г.	c. 139	СОГЛАСОВАНИЕ МНОГОАГЕНТНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В СИСТЕМЕ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА
34.	Алейніков М.В.	c. 152	БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА МОДЕЛЬ ОБРОБКИ НАВІГАЦІЙНИХ ДАНИХ В РІЧКОВИХ ЕЛЕКТРОННО-КАРТОГРАФІЧНИХ СИСТЕМАХ
35.	Алейніков В.М.	c. 152	БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА МОДЕЛЬ ОБРОБКИ НАВІГАЦІЙНИХ ДАНИХ В РІЧКОВИХ ЕЛЕКТРОННО-КАРТОГРАФІЧНИХ СИСТЕМАХ
36.	Ананевич Я.	c. 141	АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕЗЕРВУВАННЯ СТОЛИКІВ У ЗАКЛАДАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

37.	Андруник В.А.	с. 20	ВІЗУАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ ДЛЯ ДІТЕЙ З АУТИЗМОМ ЯК СКЛАДОВА УНІВЕРСАЛЬНОГО ДИЗАЙНУ
38.	Андрющенко Я.Е.	с. 22	АКТУАЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ КОМПЕТЕНТІСНО ОРІЄНТОВАНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ФІЛОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
39.	Антощук С.Г.	с. 37	ЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ
40.	Архипов А.Е.	с. 23	ПРИМЕНЕНИЕ РЕФЛЕКСИВНЫХ МОДЕЛЕЙ РИСКОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ
41.	Аршинский В.Л.	с. 143	ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ БАЗ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
42.	Аршинский Л.В.	с. 143	ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ БАЗ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
43.	Астіоненко І.О.	с. 26	ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА СЕРЕНДИПОВОЇ АПРОКСИМАЦІЇ НА ЕЛЕМЕНТІ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКУ
44.	Ахметшина Л.Г.	с. 211	СЕКМЕНТАЦІЯ ПОЛУТОНОВИХ ІЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕННЯ КАРТИ КОХОНЕНА І АНАЛІЗА НЕЗАВИСИМИХ КОМПОНЕНТ
45.	Бабичев С.А.	с. 283	КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ПРОФИЛЕЙ ГЕНОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СЕТЕЙ
46.	Базака Ю.А.	с. 89	МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ОБФУСКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВСТАВКИ ІНСТРУКЦІЙ
47.	Базалій М.Ю.	с. 89	МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ОБФУСКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВСТАВКИ ІНСТРУКЦІЙ
48.	Баклан І.В.	с. 38	КОНЦЕПЦІЯ СКРИПТОВО-ДЕКЛАРАТИВНОЇ ЙМОВІРНІСНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ
49.	Балич Б.І.	с. 98	ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗВУКОВОГО СКАНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ
50.	Барабаш Д.О.	с. 213	MASHUP ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО УЖИТКУ
51.	Бардачов Ю.М.	с. 28	ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ОЦІНОК РИЗИКУ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ В ГІС-ОРІЄНТОВАНИХ СППР
		с. 215	РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИДІЛЕННЯ ОЗНАК ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ РІЗНОЇ ПРИРОДИ
52.	Бармак О.В.	с. 238	ДО ВИЗНАЧЕННЯ СМИСЛОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПЕРЕКЛАДУ НА ЖЕСТОВІ АНАЛОГИ
53.	Батюк А.Є.	с. 39	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ
54.	Бацуровська І.В.	с. 30	ПЕДАГОГІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ КОНФЕРЕНЦІЙ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АНГЛОМОВНИХ МЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
55.	Бельчева А.В.	с. 179	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ОБЩЕЕВРОПЕЙСКОГО ОПРОСА ESS ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА
56.	Берко А.Ю.	с. 145	ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ
		с. 204	РОЗРОБЛЕННЯ МАСОВОЇ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОЇ РОЛЬОВОЇ ОНЛАЙН-ГРИ
57.	Білова О.В.	с. 31	ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

58.	Бобик І.О.	с. 240	МЕТОД АНАЛІЗУ АВТОРСТВА ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СТИЛЕМЕТРІЇ
59.	Бодянський Є.В.	с. 216	КЛАСТЕРИЗУЮЩИЙ АНСАМБЛЬ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ЕГО ОБУЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕИЗВЕСТНОГО КОЛИЧЕСТВА КЛАССОВ
		с. 218	НЕО-ФАЗЗИ АВТОЕНКОДЕР ДАНИХ В СИСТЕМАХ З ГЛИБИННИМ НАВЧАННЯМ
		с. 270	МЕДИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ РАКУ КІСТКОВОГО МОЗКУ НА ОСНОВІ НЕЙРО-ФАЗЗИ ПІДХОДУ
60.	Бондар О.І.	с. 32	НАУКОВІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМ МОНІТОРИНГОМ
61.	Борзенкова С.В.	с. 35	МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ ТА ГРАНУЛЮВАННЯ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ
62.	Борисенко О.В.	с. 69	МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ
63.	Бражникова Є.М.	с. 268	НЕЧІТКА КЛАСТЕРИЗАЦІЯ БАГАТОВИМІРНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ДЛЯ ОНЛАЙН ДІАГНОСТУВАННЯ
64.	Бхушан Ш.Ш.	с. 37	ЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ
65.	Вакаров М.М.	с. 173	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ОБЛАДНАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ
66.	Василенко В.Г.	с. 38	КОНЦЕПЦІЯ СКРИПТОВО-ДЕКЛАРАТИВНОЇ ЙМОВІРНІСНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ
67.	Венжега О.Р.	с. 118	МЕТОД СИНТЕЗУ ШУМОПОДІБНИХ КВАЗИБАРКЕРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ ІДЕАЛЬНИХ КІЛЬЦЕВИХ ВІДНОШЕНЬ
68.	Вербицкая Е.В.	с. 166	АНАЛИЗ СРЕДСТВ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА
69.	Вергун В.Р.	с. 39	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ ОСВІТНИХ ПРОГРАМ
70.	Верес О.М.	с. 220	ВИБІР МОДЕЛІ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ПРОЕКТУ СПІР
71.	Виклюк Я.І.	с. 41	ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ANFIS ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ РОЗРАХУНКІВ
72.	Винокурова О.А.	с. 232	EYES MOUSE: НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ОБРОБКА ДАНИХ ВІДЕО ПОТОКУ В ЗАДАЧАХ EYES TRACKING
		с. 218	НЕО-ФАЗЗИ АВТОЕНКОДЕР ДАНИХ В СИСТЕМАХ З ГЛИБИННИМ НАВЧАННЯМ
73.	Вирозуб Р.М.	с. 66	СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СІМЕЙНОГО ЛІКАРЯ
74.	Висоцька В.А.	с. 100	МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ VIRTUAL LIBRARY
		с. 240	МЕТОД АНАЛІЗУ АВТОРСТВА ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СТИЛЕМЕТРІЇ
		с. 287	МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ АВТОРСТВА ТЕКСТОВОГО УКРАЇНОМОВНОГО КОНТЕНТУ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ НА ОСНОВІ ЛІНГВОМЕТРІЇ
75.	Вишемирська С.В.	с. 167	ФОРМАЛІЗОВАНІ СПІВВІДНОШЕННЯ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТРАКТІВ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ СИСТЕМ
		с. 283	КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ПРОФІЛЕЙ ГЕНОВ В РЕШЕННІ ЗАДАЧИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СЕТЕЙ

76.	Вітинський П.Б.	с. 222	АПРОКСИМАЦІЯ ПОЛІНОМОМ ВІНЕРА НА ОСНОВІ МЕТОДУ СТОХАСТИЧНОГО ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ
77.	Волков В.Э.	с. 42	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АСУ ПОТЕНЦИАЛЬНО ВЗРЫВООПАСНЫМИ ОБЪЕКТАМИ
78.	Воробей В.И.	с. 147	САМООБУЧАЮЩИЙСЯ КЛАССИФИКАТОР РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ, ОТРАЖЕННЫХ ОТ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ
79.	Вороненко М.О.	с. 243	ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АФІННОСТІ ЗВ'ЯЗУВАННЯ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ
80.	Вус А.Я.	с. 45	ІДЕНТИФІКАЦІЯ РОЗМІРНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ФОРМИ СУЧКІВ У КОЛОДІ
81.	Гадецька С.В.	с. 224	СТАТИСТИЧНІ МІРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЛЕВАНТНОСТІ СТРУКТУРНИХ ОПИСІВ ЗОБРАЖЕНЬ
82.	Галата Л.П.	с. 69	МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ
83.	Гейко Г.В.	с. 90	РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТА ОБНАРУЖЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТ БОКСОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ
84.	Гожий В.О.	с. 46	МОДЕЛЮВАННЯ WEB-ДОДАТКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКИХ СИТУАЦІЙНИХ МЕРЕЖ
85.	Гожий О.П.	с. 47	АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СТОХАСТИЧНОЇ ВОЛАТИЛЬНОСТІ
86.	Гороховатський В.О.	с. 274	ИЗУЧЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СЕТИ КОХОНЕНА В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
		с. 224	СТАТИСТИЧНІ МІРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЛЕВАНТНОСТІ СТРУКТУРНИХ ОПИСІВ ЗОБРАЖЕНЬ
		с. 279	ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕТЕКТОРА BRISK
87.	Григоров А.Г.	с. 50	ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ЦІНОВОЮ ПОЛІТИКОЮ НА ЕЛЕКТРОННОМУ ТОРГІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ
88.	Григорович В.Г.	с. 149	КЛАСИ ДЛЯ ОНТОЛОГІЇ КОНТЕНТ-СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ
89.	Грик Ю.В.	с. 51	АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЗАХИСТУ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ
90.	Грицик .В.В.	с. 151	ОПИС СПОСОБУ ВИДІЛЕННЯ КЛАСУ ЕВРИСТИК З МОЖЛИВІСТЮ ПОПОВНЕННЯ ДО ПОВНОЇ МНОЖИНИ
91.	Гулак О.С.	с. 226	АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ОДНОЧАСНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ SLAM ПРИ ФОРМУВАННІ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ
92.	Гуляєва Д.С.	с. 166	АНАЛІЗ СРЕДСТВ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА
93.	Гусаріна Н.В.	с. 293	МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ РАНЖУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ПРИЙНЯТТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ
94.	Данилов В.Я.	с. 52	СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У РОЗДРІБНІЙ ТОРГІВЛІ
95.	Дейнеко А.О.	с. 216	КЛАСТЕРИЗУЮЩИЙ АНСАМБЛЬ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ЕГО ОБУЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕИЗВЕСТНОГО КОЛИЧЕСТВА КЛАССОВ
		с. 228	МОДИФІКОВАНА НЕЧІТКА ЙМОВІРНІСНА НЕЙРОННА МЕРЕЖА
96.	Денисова Н.Ф.	с. 68	ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛИ ИМПЛАНТА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В GEOMAGIC DESIGN X
		с. 112	РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

97.	Дідик О.О.	с. 215	РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИДІЛЕННЯ ОЗНАК ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ РІЗНОЇ ПРИРОДИ
98.	Доронін В.В.	с. 152	БАГАТОКРИТЕРИАЛЬНА МОДЕЛЬ ОБРОБКИ НАВИГАЦІЙНИХ ДАНИХ В РІЧКОВИХ ЕЛЕКТРОННО-КАРТОГРАФІЧНИХ СИСТЕМАХ
99.	Доценко Н.А.	с. 53	ЗАСТОСУВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ТРЕНАЖЕРІВ В ІНЖЕНЕРНІЙ ОСВІТІ
100.	Дробот Д.С.	с. 113	РЕВЕРСНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ГЕННОЙ РЕГУЛЯТОРНОЙ СЕТИ ГИБРИДНЫМ АЛГОРИТМОМ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА
101.	Дуб'як І.А.	с. 154	ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ БАЙЕСА ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОВЕДЕННЯ МЕДИЧНОГО КОНСУЛЬТУВАННЯ
102.	Дубан А.О.	с. 156	ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ГРОШОВИХ ПОТОКІВ КЛІЄНТІВ В МОБІЛЬНОМУ БАНКІНГУ
103.	Дубан Р.М.	с. 156	ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ГРОШОВИХ ПОТОКІВ КЛІЄНТІВ В МОБІЛЬНОМУ БАНКІНГУ
104.	Дуда О.М.	с. 157	BIG DATA: КОНЦЕПЦІЇ, ТЕРМІНИ ТА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ
		с. 159	МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ BIG DATA
105.	Егоров А.А.	с. 211	СЕГМЕНТАЦІЯ ПОЛУТОНОВИХ ІЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ КАРТЫ КОХОНЕНА И АНАЛИЗА НЕЗАВИСИМІХ КОМПОНЕНТ
106.	Єнчев С.В.	с. 55	СИНТЕЗ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО РЕГУЛЯТОРА АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА
107.	Єременко Б.М.	с. 264	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЕГРАДАЦІЇ
108.	Єрмолаєва О.В.	с. 57	СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ МАЛОГАБАРИТНОЇ ГІРОВЕРТИКАЛІ ПО КАНАЛУ КРЕНА
109.	Жадан А.А.	с. 289	КОНСТРУКТИВНО-ПРОДУКЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛОВ
110.	Жарікова М.В.	с. 28	ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ОЦІНОК РИЗИКУ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ В ГІС-ОРІЄНТОВАНИХ СППР
111.	Жернова П.С.	с. 216	КЛАСТЕРИЗУЮЩИЙ АНСАМБЛЬ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ЕГО ОБУЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕИЗВЕСТНОГО КОЛИЧЕСТВА КЛАССОВ
		с. 228	МОДИФІКОВАНА НЕЧІТКА ЙМОВІРНІСНА НЕЙРОННА МЕРЕЖА
112.	Жиров Г.Б.	с. 59	УЗАГАЛЬНЕНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПЛАНОВОГО РЕМОНТУ
		с. 205	ЗАХИЩЕНИЙ IOT ДЛЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ RASPBERRY PI
113.	Жмак Я.С.	с. 243	ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АФІННОСТІ ЗВ'ЯЗУВАННЯ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ
114.	Жукаускас С.В.	с. 60	ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ
115.	Заводник В.В.	с. 64	ОЦЕНИВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ НА БАЗЕ МЕТОДОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
116.	Зербіно Д.Д.	с. 98	ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗВУКОВОГО СКАНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

117.	Злепко С.М.	с. 66	СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СІМЕЙНОГО ЛІКАРЯ
		с. 67	МОДЕЛЬ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ ЛЮДИНИ
118.	Золотухін О.В.	с. 200	ПОБУДОВА ОНТОЛОГІЧНИХ БАЗ ЗНАТЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТЕКСТІВ
119.	Ізонін І.В.	с. 222	АПРОКСИМАЦІЯ ПОЛІНОМОМ ВІНЕРА НА ОСНОВІ МЕТОДУ СТОХАСТИЧНОГО ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ
120.	Казак В.М.	с. 230	БОРТОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ЕКІПАЖЕМ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ ОСОБЛИВОЇ СИТУАЦІЇ НА ЕТАПІ ПОСАДКИ
121.	Калініна І.О.	с. 47	АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СТОХАСТИЧНОЇ ВОЛАТИЛЬНОСТІ
122.	Каменев Р.В.	с. 291	ПОДХОДИ К АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТА
123.	Картавих С.М.	с. 264	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЕГРАДАЦІЇ
124.	Карымсакова І.Б.	с. 68	ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛИ ИМПЛАНТА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В GEOMAGIC DESIGN X
125.	Касянюк В.С.	с. 238	ДО ВИЗНАЧЕННЯ СМИСЛОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПЕРЕКЛАДУ НА ЖЕСТОВІ АНАЛОГИ
126.	Кваша Т.К.	с. 160	ФОРСАЙТ У ПРОЦЕСІ ПРИЙНЯТТЯ СТРАТЕГІЧНИХ РІШЕНЬ В УКРАЇНІ
127.	Кинаш Ю.С.	с. 118	МЕТОД СИНТЕЗУ ШУМОПОДІБНИХ КВАЗІБАРКЕРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ ІДЕАЛЬНИХ КІЛЬЦЕВИХ ВІДНОШЕНЬ
128.	Кириченко О.	с. 164	МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ
129.	Кіндзерський О.В.	с. 162	РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ C-MEANS НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ NVIDIA CUDA
130.	Когут А.	с. 232	EYES MOUSE: НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ОБРОБКА ДАНИХ ВІДЕО ПОТОКУ В ЗАДАЧАХ EYES TRACKING
131.	Козина Ю.Ю.	с. 166	АНАЛІЗ СРЕДСТВ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА
132.	Кондратьєва І.Ю.	с. 50	ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ЦІНОВОЮ ПОЛІТИКОЮ НА ЕЛЕКТРОННОМУ ТОРГІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ
133.	Кораблев Н.М.	с. 139	СОГЛАСОВАНИЕ МНОГОАГЕНТНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В СИСТЕМЕ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА
		с. 234	ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИММУННОЙ МОДЕЛИ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
134.	Корнага Я.І.	с. 89	МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ОБФУСКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВСТАВКИ ІНСТРУКЦІЙ
135.	Корнієнко Б.Я.	с. 69	МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ
136.	Корніловська Н.В.	с. 167	ФОРМАЛІЗОВАНІ СПІВВІДНОШЕННЯ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТРАКТІВ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ СИСТЕМ
		с. 243	ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АФІННОСТІ ЗВ'ЯЗУВАННЯ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ
137.	Коробов А.Г.	с. 236	АВТОНОМНА БОРТОВА СИСТЕМА ДЕТЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА МІСЦЕВОСТІ

138.	Коробчинський М.В.	с. 169	ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ
139.	Косенко В.Р.	с. 77	АНАЛІЗ РАДІОЛІНІЙ СВ'ЯЗИ С БЕСПІЛОТНИМИ ЛЕТАТЕЛЬНИМИ АППАРАТАМИ ПРИ ЕКОЛОГІЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ
140.	Костішин С.В.	с. 66	СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СІМЕЙНОГО ЛІКАРЯ
141.	Котенко С.В.	с. 71	ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАПРОСОВ К РЕЛЯЦИОННИМ БАЗАМ ДАННИХ ПУТЕМ МИНІМІЗАЦІЇ СУММИ ПРОМЕЖУТОЧНИХ РЕЗУЛЬТАТОВ СОЕДИНЕНІЙ ОТНОШЕНИЙ БАЗИ ДАННИХ
142.	Кравець П.О.	с. 171	ІГРОВА ЗАДАЧА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІЄРАРХІЧНІЙ МУЛЬТИАГЕНТНІЙ СИСТЕМІ
143.	Крак Ю.В.	с. 68	ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛИ ИМПЛАНТА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В GEOMAGIC DESIGN X
		с. 112	РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ
		с. 238	ДО ВИЗНАЧЕННЯ СМИСЛОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПЕРЕКЛАДУ НА ЖЕСТОВІ АНАЛОГИ
		с. 239	МЕТОДИ ПСЕВДООБЕРНЕННЯ МАТРИЦЬ ДЛЯ ШКАЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ
144.	Кругла Н.А.	с. 215	РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧИ ВИДІЛЕННЯ ОЗНАК ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ РІЗНОЇ ПРИРОДИ
145.	Кудін Г.І.	с. 239	МЕТОДИ ПСЕВДООБЕРНЕННЯ МАТРИЦЬ ДЛЯ ШКАЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ
146.	Кудрявцев А.М.	с. 258	МЕТОД САМОНАВЧАННЯ ЗГОРТКОВОГО ЕКСТРАКТОРА ОЗНАК ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ
147.	Кузьмін О.В.	с. 72	ПОЗИЦІОНУВАННЯ НОДІВ В МЕРЕЖАХ МОНИТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
148.	Кузьміна О.М.	с. 74	МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІТ-РІШЕНЬ У ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ
149.	Куляс А.І.	с. 238	ДО ВИЗНАЧЕННЯ СМИСЛОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПЕРЕКЛАДУ НА ЖЕСТОВІ АНАЛОГИ
150.	Кунанець Н.Е.	с. 41	ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ANFIS ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ РОЗРАХУНКІВ
		с. 154	ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ БАЙЕСА ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОВЕДЕННЯ МЕДИЧНОГО КОНСУЛЬТУВАННЯ
		с. 164	МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ
		с. 174	ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЛОГІЧНОГО МІРКУВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ SOQ
		с. 198	РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА «ВІРТУАЛЬНА ДОВІДКА» НА ПЛАТФОРМІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
		с. 96	МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ АНАЛІЗУ ДАНИХ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ НАХИЛІВ ТА ЗДІБНОСТЕЙ ОСОБИ
		с. 141	АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕЗЕРВУВАННЯ СТОЛИКІВ У ЗАКЛАДАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ
		с. 157	BIG DATA: КОНЦЕПЦІЇ, ТЕРМІНИ ТА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ
		с. 159	МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ BIG DATA
		с. 194	ПІДБІР ЕКСПЕРТІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ «РОЗУМНОСТІ» СОЦІОПОЛІСІВ
		с. 204	РОЗРОБЛЕННЯ МАСОВОЇ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОЇ РОЛЬОВОЇ ОНЛАЙН-ГРИ



151.	Кушко О.Г.	с. 243	ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АФІННОСТІ ЗВ'ЯЗУВАННЯ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ
152.	Ладієва Л.Р.	с. 35	МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ ТА ГРАНУЛЮВАННЯ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ
153.	Лебеденко Ю.О.	с. 173	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ОБЛАДНАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ
154.	Ленько В.С.	с. 174	ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЛОГІЧНОГО МІРКУВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ SOQ
155.	Ленков Є.С.	с. 59	УЗАГАЛЬНЕНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПЛАНОВОГО РЕМОНТУ
156.	Литвин В.В.	с. 145	ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ
		с. 240	МЕТОД АНАЛІЗУ АВТОРСТВА ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СТИЛЕМЕТРІЇ
157.	Литвиненко В.И.	с. 113	РЕВЕРСНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ГЕННОЙ РЕГУЛЯТОРНОЙ СЕТИ ГИБРИДНЫМ АЛГОРИТМОМ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА
		с. 283	КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ГЕНОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СЕТЕЙ
158.	Литвиненко К.В.	с. 289	КОНСТРУКТИВНО-ПРОДУКЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛОВ
159.	Литвиненко О.І.	с. 26	ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА СЕРЕНДИПОВОЇ АПРОКСИМАЦІЇ НА ЕЛЕМЕНТІ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКУ
160.	Літовченко О.Л.	с. 268	НЕЧІТКА КЛАСТЕРИЗАЦІЯ БАГАТОВИМІРНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ДЛЯ ОНЛАЙН ДІАГНОСТУВАННЯ
161.	Лобачев И.М.	с. 37	ЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ
162.	Лотошинська Н.Д.	с. 222	АПРОКСИМАЦІЯ ПОЛІНОМОМ ВІНЕРА НА ОСНОВІ МЕТОДУ СТОХАСТИЧНОГО ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ
163.	Лур'є І.А.	с. 167	ФОРМАЛІЗОВАНІ СПІВВІДНОШЕННЯ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТРАКТІВ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ СИСТЕМ
		с. 243	ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АФІННОСТІ ЗВ'ЯЗУВАННЯ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ
164.	Маєвський В.О.	с. 45	ІДЕНТИФІКАЦІЯ РОЗМІРНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ФОРМИ СУЧКІВ У КОЛОДІ
165.	Макогон Н.В.	с. 179	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ОБЩЕЕВРОПЕЙСКОГО ОПРОСА ESS ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА
166.	Макоєд Н.А.	с. 42	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АСУ ПОТЕНЦИАЛЬНО ВЗРЫВООПАСНЫМИ ОБЪЕКТАМИ
167.	Максимів О.П.	с. 245	ДЕТЕКТУВАННЯ ПОЛУМ'Я У ВІДЕОПОТОЦІ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ
168.	Малець І.О.	с. 75	ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОПРУЖНИХ ТОНКИХ ОБОЛОНОК
		с. 176	ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ MICROSOFT OFFICE 365 ДЛЯ МОТИВАЦІЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ
		с. 178	ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОЕКТНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
169.	Малець Р.Б.	с. 75	ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОПРУЖНИХ ТОНКИХ ОБОЛОНОК
170.	Мамчур Ю.В.	с. 181	ОБОСНОВАНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУПОЙ ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

171.	Манакова Н.О.	с. 179	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ОБЩЕЕВРОПЕЙСКОГО ОПРОСА ESS ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА
172.	Марголін О.Г.	с. 248	РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗАТОРУ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ІНТЕРНЕТ КОРИСТУВАЧІВ
173.	Марцинюк О.Я.	с. 57	СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ МАЛОГАБАРИТНОЇ ГІРОВЕРТИКАЛІ ПО КАНАЛУ КРЕНА
174.	Марцишин Р.С.	с. 213	MASHUP ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО УЖИТКУ
		с. 262	ВИКОРИСТАННЯ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ENTERPRISE СИСТЕМ
175.	Мацюк О.В.	с. 157	BIG DATA: КОНЦЕПЦІЇ, ТЕРМІНИ ТА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ
		с. 159	МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ BIG DATA
176.	Машков О.А.	с. 32	НАУКОВІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМ МОНІТОРИНГОМ
		с. 77	АНАЛИЗ РАДИОЛИНИЙ СВЯЗИ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ
		с. 181	ОБОСНОВАНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУПОЙ ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ
177.	Машталир С.В.	с. 83	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ
178.	Мед Ю.В.	с. 92	МОДЕЛЮВАННЯ ЛАНЦЮГІВ ЕЛЕКТРО-РАДІОЛІЗНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ СТІЙКИХ ХЛОРООРГАНІЧНИХ ТОКСИКАНТІВ
179.	Медведев Д.Г.	с. 250	ВИЗНАЧЕННЯ СОЦІАЛЬНОГО НАСТРОЮ КОРИСТУВАЧА TWITTER ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ЛАТЕНТНО-СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ
180.	Мезенцев Н.В.	с. 90	РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТА ОБНАРУЖЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТ БОКСОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ
181.	Ментинська Ю.С.	с. 222	АПРОКСИМАЦІЯ ПОЛІНОМОМ ВІНЕРА НА ОСНОВІ МЕТОДУ СТОХАСТИЧНОГО ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ
182.	Мехедов Є.В.	с. 252	ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ ЛОКАЛЬНИХ МАП РЕЛЬЄФУ ДЛЯ НАЗЕМНОЇ НАВІГАЦІЇ
183.	Минаев Ю.Н.	с. 252	НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕНЗОРНЫХ ДЕКОМПОЗИЦИЙ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕТОЧНОЙ МАТЕМАТИКИ
184.	Минаева Ю.И.	с. 252	НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕНЗОРНЫХ ДЕКОМПОЗИЦИЙ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕТОЧНОЙ МАТЕМАТИКИ
185.	Михайлуца Е.Н.	с. 85	ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ТОВАРОВ НА ОСНОВЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК
186.	Мірошник О.С.	с. 254	ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ NLP У ФОРМУВАННІ РЕКЛАМНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ СИСТЕМИ OSTOGEN
187.	Мірошніченко Н.С.	с. 270	МЕДИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ РАКУ КІСТКОВОГО МОЗКУ НА ОСНОВІ НЕЙРО-ФАЗЗИ ПІДХОДУ
188.	Міщук О.С.	с. 87	НЕЙРОПОДІБНІ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ З КОМБІНОВАНОЮ АПРОКСИМАЦІЄЮ ПОВЕРХНІ ВІДГУКУ
189.	Міюшкович Ю.Г.	с. 213	MASHUP ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО УЖИТКУ
		с. 262	ВИКОРИСТАННЯ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ENTERPRISE СИСТЕМ
190.	Мороз О.Г.	с. 256	ТЕСТУВАННЯ КОМБІНАТОРНО-ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ МОДЕЛІ

191.	Москаленко А.С.	с. 258	МЕТОД САМОНАВЧАННЯ ЗГОРТКОВОГО ЕКСТРАКТОРА ОЗНАК ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ
192.	Москаленко В.В.	с. 258	МЕТОД САМОНАВЧАННЯ ЗГОРТКОВОГО ЕКСТРАКТОРА ОЗНАК ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ
193.	Мурзенко О.І.	с. 243	ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АФІННОСТІ ЗВ'ЯЗУВАННЯ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ
194.	Мухін В.Є.	с. 89	МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ОБФУСКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВСТАВКИ ІНСТРУКЦІЙ
195.	Навроцька К.С.	с. 67	МОДЕЛЬ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ ЛЮДИНИ
196.	Наготнюк Ю.О.	с. 250	ВИЗНАЧЕННЯ СОЦІАЛЬНОГО НАСТРОЮ КОРИСТУВАЧА ТВИТТЕР ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ЛАТЕНТНО-СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ
197.	Назарук М.В.	с. 96	МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ АНАЛІЗУ ДАНИХ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ НАХИЛІВ ТА ЗДІБНОСТЕЙ ОСОБИ
198.	Носенко В.О.	с. 92	МОДЕЛЮВАННЯ ЛАНЦЮГІВ ЕЛЕКТРО-РАДІОЛІЗНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ СТІЙКИХ ХЛОРОРГАНІЧНИХ ТОКСИКАНТІВ
199.	Носков В.И.	с. 90	РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТА ОБНАРУЖЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТ БОКСОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ
200.	Оборська О.В.	с. 240	МЕТОД АНАЛІЗУ АВТОРСТВА ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СТИЛЕМЕТРІЇ
201.	Огірко І.В.	с. 51	АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЗАХИСТУ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ
		с. 169	ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ
202.	Огірко О.І.	с. 169	ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ
203.	Огурцов М.І.	с. 260	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ КРИПТОГРАФІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ АЛГОРИТМУ ШИФРУВАННЯ
204.	Окренец С.Р.	с. 113	РЕВЕРСНА ІНЖЕНЕРІЯ ГЕННОЇ РЕГУЛЯТОРНОЇ СЕТИ ГІБРИДНИМ АЛГОРИТМОМ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА
205.	Олійник Ю.О.	с. 226	АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ОДНОЧАСНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ SLAM ПРИ ФОРМУВАННІ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ
206.	Ольшевський С.В.	с. 92	МОДЕЛЮВАННЯ ЛАНЦЮГІВ ЕЛЕКТРО-РАДІОЛІЗНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ СТІЙКИХ ХЛОРОРГАНІЧНИХ ТОКСИКАНТІВ
		с. 94	МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МЕХАНІЧНИХ ДЕФЕКТІВ НА СТАН РЕЗОНАТОРНОЇ СИСТЕМИ ПОТУЖНОГО КЛІСТРОНА
207.	Опотяк Ю.В.	с. 285	СТРУКТУРА ПАРАЛЕЛЬНО-ПОТОКОВОЇ НЕЙРОПОДІБНОЇ МЕРЕЖІ ШИФРУВАННЯ-ДЕШИФРУВАННЯ ДАНИХ
208.	Ошийко Я.Р.	с. 190	ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ OSTOGEN З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ РІШЕНЬ
209.	Павленко О.С.	с. 262	ВИКОРИСТАННЯ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ENTERPRISE СИСТЕМ
210.	Павлюк О.М.	с. 192	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА УПРАВЛЯЮЧА КОМПОНЕНТА ДЛЯ ПОШУКУ ПУНКТУ ПРИЙОМУ ВТОРСИРОВИНИ
211.	Панчук Л.В.	с. 230	БОРТОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ЕКПАЖЕМ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ ОСОБЛИВОЇ СИТУАЦІЇ НА ЕТАПІ ПОСАДКИ

212.	Пасічник В.В.	c. 120	ВЕБ-ДОСТУПНІСТЬ КОНТЕНТУ ІТ-СУПРОВОДУ СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ ІНКЛЮЗІЇ
		c. 174	ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЛОГІЧНОГО МІРКУВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ SOQ
		c. 20	ВІЗУАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ ДЛЯ ДІТЕЙ З АУТИЗМОМ ЯК СКЛАДОВА УНІВЕРСАЛЬНОГО ДИЗАЙНУ
		c. 41	ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ANFIS ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ РОЗРАХУНКІВ
		c. 96	МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ АНАЛІЗУ ДАНИХ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ НАХИЛІВ ТА ЗДІБНОСТЕЙ ОСОБИ
		c. 157	BIG DATA: КОНЦЕПЦІЇ, ТЕРМІНИ ТА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ
		c. 159	МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ BIG DATA
		c. 194	ПІДБІР ЕКСПЕРТІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ «РОЗУМНОСТІ» СОЦІОПОЛІСІВ
		c. 198	РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА «ВІРТУАЛЬНА ДОВІДКА» НА ПЛАТФОРМИ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
213.	Пашко А.О.	c. 264	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЕГРАДАЦІЇ
		c. 266	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗДІБНОСТЕЙ АБИТУРІЄНТІВ
214.	Пашков Д.П.	c. 32	НАУКОВІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМ МОНІТОРИНГОМ
215.	Пелешко Д.Д.	c. 232	EYES MOUSE: НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ОБРОБКА ДАНИХ ВІДЕО ПОТОКУ В ЗАДАЧАХ EYES TRACKING
		c. 218	НЕО-ФАЗЗИ АВТОЕНКОДЕР ДАНИХ В СИСТЕМАХ З ГЛИБИННИМ НАВЧАННЯМ
		c. 245	ДЕТЕКТУВАННЯ ПОЛУМ'Я У ВІДЕОПОТОЦІ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ
216.	Пелешко М.	c. 232	EYES MOUSE: НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ОБРОБКА ДАНИХ ВІДЕО ПОТОКУ В ЗАДАЧАХ EYES TRACKING
217.	Передерій В.В.	c. 196	ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ АДАПТАЦІЇ ОПР НА ПРИЙНЯТТЯ РЕЛЕВАНТНИХ РІШЕНЬ В ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМАХ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ
218.	Передерій В.І.	c. 196	ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ АДАПТАЦІЇ ОПР НА ПРИЙНЯТТЯ РЕЛЕВАНТНИХ РІШЕНЬ В ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМАХ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ
219.	Перова І.Г.	c. 268	НЕЧІТКА КЛАСТЕРИЗАЦІЯ БАГАТОВИМІРНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ДЛЯ ОНЛАЙН ДІАГНОСТУВАННЯ
		c. 270	МЕДИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ РАКУ КІСТКОВОГО МОЗКУ НА ОСНОВІ НЕЙРО-ФАЗЗИ ПІДХОДУ
220.	Піднебесна Г.А.	c. 272	ПРО ОНТОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
221.	Плебанський Н.	c. 141	АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕЗЕРВУВАННЯ СТОЛИКІВ У ЗАКЛАДАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ
222.	Плісс І.П.	c. 228	МОДИФІКОВАНА НЕЧІТКА ЙМОВІРНІСНА НЕЙРОННА МЕРЕЖА
223.	Плоска А.В.	c. 266	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗДІБНОСТЕЙ АБИТУРІЄНТІВ
224.	Побережніченко В.Ю.	c. 89	МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ОБФУСКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВСТАВКИ ІНСТРУКЦІЙ
225.	Повшук О.В.	c. 98	ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗВУКОВОГО СКАНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ
226.	Погрелюк Л.В.	c. 100	МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ VIRTUAL LIBRARY

227.	Пожуев А.В.	с. 85	ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ТОВАРОВ НА ОСНОВЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК
228.	Поліщук В.М.	с. 173	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ОБЛАДНАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ
229.	Придатко О.В.	с. 178	ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОЕКТНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
230.	Пупченко Д.В.	с. 274	ИЗУЧЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СЕТИ КОХОНЕНА В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
231.	Путятин Е.П.	с. 274	ИЗУЧЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СЕТИ КОХОНЕНА В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
		с. 279	ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕТЕКТОРА BRISK
232.	Пчелинская А.В.	с. 209	МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ РАСХОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ
233.	Рак Т.Є.	с. 245	ДЕТЕКТУВАННЯ ПОЛУМ'Я У ВІДЕОПОТОЦІ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ
234.	Ренкас А.Г.	с. 178	ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОЕКТНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
235.	Ржеуський А.В.	с. 164	МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ
		с. 198	РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА «ВІРТУАЛЬНА ДОВІДКА» НА ПЛАТФОРМІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
236.	Рись А.А.	с. 276	АНАЛІЗ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТІВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ
237.	Різник О.Я.	с. 98	ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗВУКОВОГО СКАНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ
		с. 118	МЕТОД СИНТЕЗУ ШУМОПОДІБНИХ КВАЗІБАРКЕРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ ІДЕАЛЬНИХ КІЛЬЦЕВИХ ВІДНОШЕНЬ
238.	Романюк І.С.	с. 118	МЕТОД СИНТЕЗУ ШУМОПОДІБНИХ КВАЗІБАРКЕРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ ІДЕАЛЬНИХ КІЛЬЦЕВИХ ВІДНОШЕНЬ
239.	Рудакова Г.В.	с. 50	ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ЦІНОВОЮ ПОЛІТИКОЮ НА ЕЛЕКТРОННОМУ ТОРГІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ
240.	Руденко М.М.	с. 169	ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ
241.	Русалімов І.С.	с. 215	РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИДІЛЕННЯ ОЗНАК ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ РІЗНОЇ ПРИРОДИ
242.	Русин Б.П.	с. 100	МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ VIRTUAL LIBRARY
243.	Ручинська Н.С.	с. 103	ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ В УМОВАХ ЄДИНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
244.	Рябова Н.В.	с. 200	ПОБУДОВА ОНТОЛОГІЧНИХ БАЗ ЗНАНЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТЕКСТІВ
245.	Рябчун Ю.В.	с. 266	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗДІБНОСТЕЙ АБІТУРІЄНТІВ
246.	Савченко Є.А.	с. 201	ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ
247.	Сало О.В.	с. 98	ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗВУКОВОГО СКАНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

248.	Самойленко О.М.	с. 103	ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ В УМОВАХ ЄДИНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
249.	Самохвалов Ю.Я.	с. 203	РАНЖИРОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВ НА ОСНОВЕ ИХ БИНАРНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
250.	Сантюрова М.В.	с. 30	ПЕДАГОГІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ КОНФЕРЕНЦІЙ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АНГЛОМОВНИХ МЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
251.	Сапунов С.В.	с. 104	ПРО МІНІМАЛЬНУ РОЗМІТКУ ДИСКРЕТНОГО ОПЕРАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА, ЯКА ДОПУСКАЄ СПРЯМОВАНЕ ПЕРЕСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ АГЕНТІВ БЕЗ КОМПАСА
252.	Сарычев А.П.	с. 278	ОБНАРУЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ В ВИДЕ СИСТЕМ АВТОРЕГРЕССИОННЫХ УРАВНЕНИЙ СО СЛУЧАЙНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ
253.	Сельменська З.М.	с. 51	АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЗАХИСТУ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ
254.	Сениський О.Ю.	с. 204	РОЗРОБЛЕННЯ МАСОВОЇ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОЇ РОЛЬОВОЇ ОНЛАЙН-ГРИ
255.	Сидор П.О.	с. 41	ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ANFIS ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ РОЗРАХУНКІВ
256.	Сидоренко Р.В.	с. 192	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА УПРАВЛЯЮЧА КОМПОНЕНТА ДЛЯ ПОШУКУ ПУНКТУ ПРИЙОМУ ВТОРСИРОВИНИ
257.	Скорохода О.В.	с. 285	СТРУКТУРА ПАРАЛЕЛЬНО-ПОТІКОВОЇ НЕЙРОПОДІБНОЇ МЕРЕЖІ ШИФРУВАННЯ-ДЕШИФРУВАННЯ ДАНИХ
258.	Сметанин К.В.	с. 77	АНАЛІЗ РАДИОЛІНІЙ СВ'ЯЗИ С БЕСПІЛОТНИМИ ЛЕТАТЕЛЬНИМИ АППАРАТАМИ ПРИ ЕКОЛОГІЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ
259.	Смотр О.О.	с. 176	ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ MICROSOFT OFFICE 365 ДЛЯ МОТИВАЦІЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ
260.	Соловйов М.В.	с. 26	ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА СЕРЕНДИПОВОЇ АПРОКСИМАЦІЇ НА ЕЛЕМЕНТИ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКУ
261.	Соловьев Д.Н.	с. 234	ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИММУННОЙ МОДЕЛИ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
262.	Солодченко К.Г.	с. 279	ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕТЕКТОРА BRISK
263.	Солотвінський І.В.	с. 178	ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОЄКТНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
264.	Стеля І.О.	с. 238	ДО ВИЗНАЧЕННЯ СМИСЛОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПЕРЕКЛАДУ НА ЖЕСТОВІ АНАЛОГИ
265.	Степанченко О.Н.	с. 113	РЕВЕРСНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ГЕННОЙ РЕГУЛЯТОРНОЙ СЕТИ ГИБРИДНЫМ АЛГОРИТМОМ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА
266.	Степашко В.С.	с. 256	ТЕСТУВАННЯ КОМБІНАТОРНО-ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ МОДЕЛІ
267.	Степашко П.В.	с. 272	ПРО ОНТОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
268.	Столбовой М.И.	с. 83	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ
269.	Субботіна О.В.	с. 207	СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ В БЕЗПЕЦІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
270.	Сьоміна Л.П.	с. 201	ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ
271.	Табачишин Д.Р.	с. 194	ПІДБІР ЕКСПЕРТІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ «РОЗУМНОСТІ» СОЦІОПОЛІСІВ

272.	Таиф М.А.	с. 113	РЕВЕРСНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ГЕННОЙ РЕГУЛЯТОРНОЙ СЕТИ ГИБРИДНЫМ АЛГОРИТМОМ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА
		с. 283	КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ГЕНОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СЕТЕЙ
273.	Таку С.О.	с. 55	СИНТЕЗ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО РЕГУЛЯТОРА АВИАЦИЙНОГО ДВИГУНА
274.	Танасійчук Я.В.	с. 94	МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МЕХАНІЧНИХ ДЕФЕКТІВ НА СТАН РЕЗОНАТОРНОЇ СИСТЕМИ ПОТУЖНОГО КЛІСТРОНА
275.	Тарасюк Т.С.	с. 52	СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У РОЗДРІБНІЙ ТОРГІВЛІ
276.	Геренчук С.А.	с. 264	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЕГРАДАЦІЇ
277.	Тимофієва Н.К.	с. 106	КОМБІНАТОРНА ПРИРОДА СИМЕТРІЇ В БІОЛОГІЇ
278.	Титова А.А.	с. 64	ОЦЕНИВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ НА БАЗЕ МЕТОДОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
279.	Тищенко В.В.	с. 85	ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ТОВАРОВ НА ОСНОВЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК
280.	Ткаченко Р.О.	с. 222	АПРОКСИМАЦІЯ ПОЛІНОМОМ ВІНЕРА НА ОСНОВІ МЕТОДУ СТОХАСТИЧНОГО ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ
281.	Товкач С.С.	с. 108	ГЕНЕТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ РОЗПОДІЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ВУЗЛАМИ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ
282.	Томчук О.П.	с. 192	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА УПРАВЛЯЮЧА КОМПОНЕНТА ДЛЯ ПОШУКУ ПУНКТУ ПРИЙОМУ ВТОРСИРОВИНИ
283.	Триснюк В.М.	с. 110	АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ГІДРОРЕСУРСІВ ТА ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПАВОДКІВ
284.	Тутова О.В.	с. 201	ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ
285.	Уалханова А.Т.	с. 112	РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ
286.	Удовенко С.Г.	с. 281	КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА ЦИФРОВИХ СТАТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МАРКОВСЬКИХ МОДЕЛЕЙ
287.	Фефелов А.А.	с. 113	РЕВЕРСНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ГЕННОЙ РЕГУЛЯТОРНОЙ СЕТИ ГИБРИДНЫМ АЛГОРИТМОМ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА
		с. 283	КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ГЕНОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СЕТЕЙ
288.	Филимонов Г.А.	с. 252	НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕНЗОРНЫХ ДЕКОМПОЗИЦИЙ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕТОЧНОЙ МАТЕМАТИКИ
289.	Филимонова О.Ю.	с. 252	НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕНЗОРНЫХ ДЕКОМПОЗИЦИЙ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕТОЧНОЙ МАТЕМАТИКИ
290.	Філоненко К.М.	с. 116	РЕАЛІЗАЦІЯ КАСКАДНОГО ПІДХОДУ ПРИ РОЗРОБЦІ ЕЛЕКТРОНИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ У КОНТЕКСТІ ЗМІЩАНОГО НАВЧАННЯ
291.	Фомичев А.А.	с. 234	ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИММУННОЙ МОДЕЛИ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
292.	Фомін О.О.	с. 116	РЕАЛІЗАЦІЯ КАСКАДНОГО ПІДХОДУ ПРИ РОЗРОБЦІ ЕЛЕКТРОНИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ У КОНТЕКСТІ ЗМІЩАНОГО НАВЧАННЯ
293.	Хавалко В.М.	с. 285	СТРУКТУРА ПАРАЛЕЛЬНО-ПОТОКОВОЇ НЕЙРОПОДІБНОЇ МЕРЕЖІ ШИФРУВАННЯ-ДЕШИФРУВАННЯ ДАНИХ
294.	Хорунжий Т.Ю.	с. 205	ЗАХИЩЕНИЙ IOT ДЛЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ RASPBERRY PI

295.	Цебренько А.С.	с. 209	МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ РАСХОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ
296.	Цмоць І.Г.	с. 118	МЕТОД СИНТЕЗУ ШУМОПОДІБНИХ КВАЗІБАРКЕРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ ІДЕАЛЬНИХ КІЛЬЦЕВИХ ВІДНОШЕНЬ
		с. 285	СТРУКТУРА ПАРАЛЕЛЬНО-ПОТОКОВОЇ НЕЙРОПОДІБНОЇ МЕРЕЖІ ШИФРУВАННЯ-ДЕШИФРУВАННЯ ДАНИХ
297.	Чала Л.Е.	с. 281	КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА ЦИФРОВИХ СТАТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МАРКОВСЬКИХ МОДЕЛЕЙ
298.	Чала О.С.	с. 228	МОДИФІКОВАНА НЕЧІТКА ЙМОВІРНІСНА НЕЙРОННА МЕРЕЖА
299.	Чаплінський Ю.П.	с. 207	СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ В БЕЗПЕЦІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
300.	Чигирь Р.Р.	с. 289	КОНСТРУКТИВНО-ПРОДУКЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛОВ
301.	Чирун Л.Б.	с. 287	МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ АВТОРСТВА ТЕКСТОВОГО УКРАЇНОМОВНОГО КОНТЕНТУ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ НА ОСНОВІ ЛІНГВОМЕТРІЇ
302.	Чирун Л.В.	с. 287	МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ АВТОРСТВА ТЕКСТОВОГО УКРАЇНОМОВНОГО КОНТЕНТУ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ НА ОСНОВІ ЛІНГВОМЕТРІЇ
303.	Шарко М.В.	с. 293	МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ РАНЖУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ПРИЙНЯТТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ
304.	Шарко О.В.	с. 293	МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ РАНЖУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ПРИЙНЯТТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ
305.	Шевченко Г.Я.	с. 122	ПРО РОЗВИТОК ОНЛАЙН-НАВЧАННЯ
306.	Шевченко Р.Ю.	с. 32	НАУКОВІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМ МОНІТОРИНГОМ
307.	Шевчук Д.О.	с. 230	БОРТОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ЕКІПАЖЕМ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ ОСОБЛИВОЇ СИТУАЦІЇ НА ЕТАПІ ПОСАДКИ
308.	Шергін В.Л.	с. 281	КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА ЦИФРОВИХ СТАТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МАРКОВСЬКИХ МОДЕЛЕЙ
309.	Шерстюк В.Г.	с. 28	ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ОЦІНОК РИЗИКУ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ В ГІС-ОРІЄНТОВАНИХ СППР
310.	Шестакевич Т.В.	с. 120	ВЕБ-ДОСТУПНІСТЬ КОНТЕНТУ ІТ-СУПРОВОДУ СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ ІНКЛЮЗІЇ
		с. 20	ВІЗУАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ ДЛЯ ДІТЕЙ З АУТИЗМОМ ЯК СКЛАДОВА УНІВЕРСАЛЬНОГО ДИЗАЙНУ
311.	Шинкаренко В.И.	с. 289	КОНСТРУКТИВНО-ПРОДУКЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛОВ
312.	Ширій В.В.	с. 38	КОНЦЕПЦІЯ СКРИПТОВО-ДЕКЛАРАТИВНОЇ ЙМОВІРНІСНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ
313.	Штофель Д.Х.	с. 67	МОДЕЛЬ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ ЛЮДИНИ
314.	Шуляк С.М.	с. 291	ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТА
315.	Шумейко А.А.	с. 122	ПРО РОЗВИТОК ОНЛАЙН-НАВЧАННЯ
316.	Шумова Л.А.	с. 209	МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ РАСХОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ
317.	Щербина І.В.	с. 31	ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ



318.	Щербина Ю.М.	с. 174	ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЛОГІЧНОГО МІРКУВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ COQ
319.	Ядуха Д.В.	с. 123	УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО ДЕШИФРУВАННЯ ПОВІДОМЛЕНЬ У КРИПТОСИСТЕМІ AJPB
320.	Якимов Ю.В.	с. 125	МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНОГО РУХУ ЗМІЙКИ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБАМИ БІБЛІОТЕКИ THREE.JS
321.	Яковлева А.П.	с. 89	МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ОБФУСКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВСТАВКИ ІНСТРУКЦІЙ
322.	Яременко М.М.	с. 83	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ
323.	Яремко С.А.	с. 74	МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІТ-РІШЕНЬ У ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ

## ЗМІСТ

## СЕКЦІЯ

## „АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ”

Anatoliy Batyuk, Volodymyr Voityshyn REAL-TIME PROCESS MONITORING PLATFORM BASED ON STREAMING PROCESS DISCOVERY TECHNIQUES .....	7
Maksym Korobchynskyi, Oleksandr Mishkov INVESTIGATION OF STRUCTURAL MODELS OF THE CONTROL SYSTEM OF A GROUP OF UNMANNED AERIAL VEHICLES .....	8
Pankratova N.D., Pankratov V.A. CREATION OF COMPLEX HIERARCHICAL SYSTEMS BASED AT THE SYNTHESIS OF METHODOLOGIES FORESIGHT AND COGNITIVE MODELLING .....	11
Valentina K. Serkova, Sergey V. Pavlov, Valentina A. Romanava, Yuriy I. Monastyrskiy, Waldemar Wójcik, Róża Dzierzak, Sergey M. Ziepkko, Nanaliya V. Kuzminova INFORMATION MODELS FOR ASSESSMENT OF CORONARY HEART DISEASE DESTABILIZATION, BASED ON THE ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOLUBLE VASCULAR ADHESION MOLECULES .....	12
Sushchenko O.A. FEATURES OF INERTIALLY STABILIZED PLATFORMS MODELING .....	14
Tereshchenko G.U. BLOCKCHAIN IN EDUCATION .....	16
Sergey I. Vyatkin, Olexander N. Romanyuk, Sergii V. Pavlov, Waldemar Wójcik INFORMATION TECHNOLOGY FOR USING LIGHTS IN A VOLUME-ORIENTED RENDERING .....	18
Андруник В.А., Пасічник В.В., Шестакевич Т.В. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ ДЛЯ ДІТЕЙ З АУТИЗМОМ ЯК СКЛАДОВА УНІВЕРСАЛЬНОГО ДИЗАЙНУ .....	20
Андрющенко Я.Е. АКТУАЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ КОМПЕТЕНТІСНО ОРІЄНТОВАНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ФІЛОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ .....	22
Архипов А.Е. ПРИМЕНЕНИЕ РЕФЛЕКСИВНЫХ МОДЕЛЕЙ РИСКОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ .....	23
Астіоненко І.О., Литвиненко О.І., Соловйов М.В. ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА СЕРЕНДИПОВОЇ АПРОКСИМАЦІЇ НА ЕЛЕМЕНТИ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКУ .....	26
Бардачов Ю.М., Жарікова М.В., Шерстюк В.Г. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ОЦІНОК РИЗИКУ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО- ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ В ГІС-ОРІЄНТОВАНИХ СППР .....	28
Бацуровська І.В., Сантюрора М. В. ПЕДАГОГІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ КОНФЕРЕНЦІЙ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АНГЛОМОВНИХ МЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ .....	30
Білова О.В., Щербина І.В. ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ .....	31
Бондар О.І., Машков О.А., Пашков Д.П., Шевченко Р.Ю. НАУКОВІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМ МОНІТОРИНГОМ .....	32

Борзенкова С.В., Ладієва Л.Р. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ ТА ГРАНУЛЮВАННЯ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ .....	35
Бхушан Ш.Ш., Антошук С.Г., Лобачев И.М. ЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ .....	37
Василенко В. Г., Ширій В. В., Баклан І. В. КОНЦЕПЦІЯ СКРИПТОВО-ДЕКЛАРАТИВНОЇ ЙМОВІРНІСНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ .....	38
Вергун В.Р., Батюк А.С. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ .....	39
Виклюк Я.І., Сидор П.О., Кунанець Н. Е., Пасічник В.В. ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ANFIS ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ РОЗРАХУНКІВ .....	41
Волков В.Э., Макоед Н.А. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АСУ ПОТЕНЦИАЛЬНО ВЗРЫВООПАСНЫМИ ОБЪЕКТАМИ .....	42
Вус А.Я., Маєвський В.О. ІДЕНТИФІКАЦІЯ РОЗМІРНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ФОРМИ СУЧКІВ У КОЛОДІ .....	45
Гожий В.О. МОДЕЛЮВАННЯ WEB-ДОДАТКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКИХ СИТУАЦІЙНИХ МЕРЕЖ .....	46
Гожий О.П., Калініна І.О. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СТОХАСТИЧНОЇ ВОЛАТИЛЬНОСТІ .....	47
Григоров А.Г., Рудакова Г.В., Кондратьєва І.Ю. ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ЦІНОВОЮ ПОЛІТИКОЮ НА ЕЛЕКТРОННОМУ ТОРГІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ .....	50
Грик Ю.В., Сельменська З.М., Огірко І.В. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЗАХИСТУ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ .....	51
Данилов В.Я., Тарасюк Т.С. СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У РОЗДРІБНІЙ ТОРГІВЛІ .....	52
Доценко Н.А. ЗАСТОСУВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ТРЕНАЖЕРІВ В ІНЖЕНЕРНІЙ ОСВІТІ .....	53
Єнчев С.В., Таку С.О. СИНТЕЗ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО РЕГУЛЯТОРА АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА .....	55
Єрмолаєва О. В., Марцинюк О. Я. СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ МАЛОГАБАРИТНОЇ ГІРОВЕРТИКАЛІ ПО КАНАЛУ КРЕНА .....	57
Жиров Г.Б., Ленков Є.С. УЗАГАЛЬНЕНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПЛАНОВОГО РЕМОНТУ .....	59
Жукаускас С.В. ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ .....	60
Заводник В.В., Титова А.А. ОЦЕНИВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ НА БАЗЕ МЕТОДОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ .....	64
Злепко С.М., Вирозуб Р.М., Костішин С.В. СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СІМЕЙНОГО ЛІКАРЯ .....	66

Злепко С.М., Штофель Д. Х., Навроцька К. С. МОДЕЛЬ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ ЛЮДИНИ .....	67
Карымсакова И.Б., Крак Ю.В., Денисова Н.Ф. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛИ ИМПЛАНТА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В GEOMAGIC DESIGN X .....	68
Корнієнко Б.Я., Галата Л.П., Борисенко О. В. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ .....	69
Котенко С.В. ОПТИМИЗАЦІЯ ЗАПРОСОВ К РЕЛЯЦІОННИМ БАЗАМ ДАНИХ ПУТЕМ МИНІМІЗАЦІЇ СУММИ ПРОМЕЖУТОЧНИХ РЕЗУЛЬТАТОВ СОЄДИНЕНІЙ ОТНОШЕНІЙ БАЗИ ДАНИХ .....	71
Кузьмін О.В. ПОЗИЦІОНУВАННЯ НОДІВ В МЕРЕЖАХ МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	72
Кузьміна О.М., Яремко С.А. МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІТ-РІШЕНЬ У ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ .....	74
Малець Р.Б., Малець І.О. ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОПРУЖНИХ ТОНКИХ ОБОЛОНОК .....	75
Машков О.А., Косенко В.Р., Сметанин К.В. АНАЛІЗ РАДІОЛІНІЙ СВ'ЯЗИ С БЕСПІЛОТНИМИ ЛІТАТЕЛЬНИМИ АППАРАТАМИ ПРИ ЕКОЛОГІЧЕСКОМ МОНІТОРИНГЕ .....	77
Машталір С.В., Столбовой М.И., Яременко М.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ .....	83
Михайлуца Е.Н., Пожуев А.В., Тищенко В.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ТОВАРОВ НА ОСНОВЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК .....	85
Міщук О. С. НЕЙРОПОДІБНІ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ З КОМБІНОВАНОЮ АПРОКСИМАЦІЄЮ ПОВЕРХНІ ВІДГУКУ .....	87
Мухін В.Є., Корнага Я.І., Яковлева А.П., Базалій М.Ю., Базака Ю.А., Побережніченко В.Ю. МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ОБФУСКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВСТАВКИ ІНСТРУКЦІЙ .....	89
Носков В.И., Мезенцев Н.В., Гейко Г.В. РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТА ОБНАРУЖЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТ БОКСОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ .....	90
Ольшевський С.В., Мед Ю.В., Носенко В.О. МОДЕЛЮВАННЯ ЛАНЦЮГІВ ЕЛЕКТРО-РАДІОЛІЗНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ СТІЙКИХ ХЛОРООРГАНІЧНИХ ТОКСИКАНТІВ .....	92
Ольшевський С.В., Танасійчук Я.В. МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МЕХАНІЧНИХ ДЕФЕКТІВ НА СТАН РЕЗОНАТОРНОЇ СИСТЕМИ ПОТУЖНОГО КЛІСТРОНА .....	94
Пасічник В.В., Кунанець Н.Е., Назарук М.В. МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ АНАЛІЗУ ДАНИХ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ НАХИЛІВ ТА ЗДІБНОСТЕЙ ОСОБИ .....	96
Різник О.Я., Зербіно Д.Д., Повшук О.В., Балич Б.І., Сало О.В. ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗВУКОВОГО СКАНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ .....	98

Русин Б.П., Висоцька В.А., Погрелюк Л.В. МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ VIRTUAL LIBRARY .....	100
Самойленко О.М., Ручинська Н.С. ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ В УМОВАХ ЄДИНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	103
Сапунов С. В. ПРО МІНІМАЛЬНУ РОЗМІТКУ ДИСКРЕТНОГО ОПЕРАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА, ЯКА ДОПУСКАЄ СПРЯМОВАНЕ ПЕРЕСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ АГЕНТІВ БЕЗ КОМПАСА .....	104
Тимофієва Н.К. КОМБІНАТОРНА ПРИРОДА СИМЕТРІЇ В БІОЛОГІЇ .....	106
Товкач С.С. ГЕНЕТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ РОЗПОДІЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ВУЗЛАМИ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ .....	108
Триснюк В. М. АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ГІДРОРЕСУРСІВ ТА ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПАВОДКІВ .....	110
Уалханова А.Т., Денисова Н.Ф., Крак Ю.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО- АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ .....	112
Фефелов А.А., Таиф М. А., Окренец С.Р., Дробот Д.С., Степанченко О.Н., Литвиненко В.И. РЕВЕРСНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ГЕННОЙ РЕГУЛЯТОРНОЙ СЕТИ ГИБРИДНЫМ АЛГОРИТМОМ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА .....	113
Філоненко К. М., Фомін О.О. РЕАЛІЗАЦІЯ КАСКАДНОГО ПІДХОДУ ПРИ РОЗРОБЦІ ЕЛЕКТРОНИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ У КОНТЕКСТІ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ .....	116
Цмоць І.Г., Різник О.Я., Кинаш Ю.Є., Венжега О.Р., Романюк І.С. МЕТОД СИНТЕЗУ ШУМОПОДІБНИХ КВАЗІБАРКЕРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ ІДЕАЛЬНИХ КІЛЬЦЕВИХ ВІДНОШЕНЬ .....	118
Шестакевич Т. В., Пасічник В. В. ВЕБ-ДОСТУПНІСТЬ КОНТЕНТУ ІТ-СУПРОВОДУ СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ ІНКЛЮЗІЇ .....	120
Шумейко А.А., Шевченко Г.Я. ПРО РОЗВИТОК ОНЛАЙН-НАВЧАННЯ .....	122
Ядуга Д.В. УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО ДЕШИФРУВАННЯ ПОВІДОМЛЕНЬ У КРИПТОСИСТЕМІ AJPS .....	123
Якимов Ю. В. МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНОГО РУХУ ЗМІЙКИ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБАМИ БІБЛІОТЕКИ THREE.JS .....	125

## СЕКЦІЯ

### „ТЕОРЕТИЧНІ І ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ”

Bublii N., Vasilyuk A., Kunanets N. EFFICIENT ORGANIZER FOR STUDENTS “POLYTECHNIC” .....	127
Honcharova-Ilina T., Ohnieva A., Ohnieva O., Prymachenko O. DEVELOPMENT OF THE PROTOTYPE OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CHRONIC PYLEONEFRIT MEDICAL DIAGNOSTICS BY USING BAYESIAN NETWORKS .....	128
Lebedenko Yu., Revenko S., Tchoufack E. APPLICATION OF FUZZY LOGIC TO CONTROL STEPPER MOTORS OF THE MULTI-DRIVE SYSTEM OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF WIREFRAME ARRANGEMENT .....	130

Mashkov Oleg, Mamchur Julius SIMULATOR OF A REMOTELY PILOTED AIRCRAFT OF ENVIRONMENTAL MONITORING AS AN INTELLECTUAL DECISION-MAKING SYSTEM .....	132
Sloboda Kh-M., Vasilyuk A., Kunanets N. DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION FOR STUDYING ENGLISH LANGUAGE FOR AGED PEOPLE .....	138
Аксак Н.Г., Кораблев Н.М. СОГЛАСОВАНИЕ МНОГОАГЕНТНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В СИСТЕМЕ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА .....	139
Ананевич Я., Плебанський Н., Кунанець Н.Е. АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕЗЕРВУВАННЯ СТОЛИКІВ У ЗАКЛАДАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ .....	141
Аршинский В.Л., Аршинский Л.В., Dorjsuren Khishigsuren ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ БАЗ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....	143
Берко А. Ю., Литвин В. В. ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ .....	145
Воробей В.И. САМООБУЧАЮЩИЙСЯ КЛАССИФИКАТОР РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ, ОТРАЖЕННЫХ ОТ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	147
Григорович В.Г. КЛАСИ ДЛЯ ОНТОЛОГІЇ КОНТЕНТ-СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	149
Грицик В.В. ОПИС СПОСОБУ ВИДІЛЕННЯ КЛАСУ ЕВРИСТИК З МОЖЛИВІСТЮ ПОПОВНЕННЯ ДО ПОВНОЇ МНОЖИНИ .....	151
Доронін В. В., Алейніков М. В., Алейніков В. М. БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА МОДЕЛЬ ОБРОБКИ НАВІГАЦІЙНИХ ДАНИХ В РІЧКОВИХ ЕЛЕКТРОННО-КАРТОГРАФІЧНИХ СИСТЕМАХ .....	152
Дуб'як І. А., Кунанець Н. Е. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ БАЙЕСА ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОВЕДЕННЯ МЕДИЧНОГО КОНСУЛЬТУВАННЯ .....	154
Дубан Р.М., Дубан А.О. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ГРОШОВИХ ПОТОКІВ КЛІЄНТІВ В МОБІЛЬНОМУ БАНКІНГУ .....	156
Дуда О.М., Кунанець Н.Е., Мацюк О.В., Пасічник В.В. BIG DATA: КОНЦЕПЦІЇ, ТЕРМІНИ ТА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ .....	157
Дуда О.М., Кунанець Н.Е., Мацюк О.В., Пасічник В.В. МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ BIG DATA .....	159
Кваша Т.К. ФОРСАЙТ У ПРОЦЕСІ ПРИЙНЯТТЯ СТРАТЕГІЧНИХ РІШЕНЬ В УКРАЇНІ .....	160
Кіндзерський О.В. РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ C-MEANS НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ NVIDIA CUDA .....	162
Кириченко О., Кунанець Н. Е., Ржеуський А. В. МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ .....	164
Козина Ю.Ю., Вербицкая Е.В., Гуляева Д.С. АНАЛИЗ СРЕДСТВ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА .....	166

Корніловська Н.В., Вишемирська С.В., Лур'є І.А. ФОРМАЛІЗОВАНІ СПІВВІДНОШЕННЯ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТРАКТІВ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ СИСТЕМ .....	167
Коробчинський М.В., Огірко І.В., Огірко О.І., Руденко М.М. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ .....	169
Кравець П.О. ІГРОВА ЗАДАЧА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІЄРАРХІЧНІЙ МУЛЬТИАГЕНТНІЙ СИСТЕМІ .....	171
Лебеденко Ю.О., Поліщук В.М., Вакаров М.М. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ОБЛАДНАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ .....	173
Ленько В. С., Пасічник В. В., Кунанець Н. Е., Щербина Ю. М. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЛОГІЧНОГО МІРКУВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ SOQ .....	174
Малець І.О., Смотр О.О. ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ MICROSOFT OFFICE 365 ДЛЯ МОТИВАЦІЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ .....	176
Малець І.О., Солотвінський І.В., Ренкас А.Г., Придатко О.В. ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОЕКТНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ .....	178
Манакова Н.О., Бельчева А.В., Макогон Н.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ОБЩЕЕВРОПЕЙСКОГО ОПРОСА ESS ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА .....	179
Машков О.А., Мамчур Ю.В. ОБОСНОВАНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУПОЙ ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ .....	181
Ошийко Я. Р. ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ АРХІТЕКТЕРИ СИСТЕМИ OSTOGEN З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ РІШЕНЬ .....	190
Павлюк О.М., Сидоренко Р.В., Томчук О.П. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА УПРАВЛЯЮЧА КОМПОНЕНТА ДЛЯ ПОШУКУ ПУНКТУ ПРИЙОМУ ВТОРСИРОВИНИ. ....	192
Пасічник В.В., Табачишин Д.Р., Кунанець Н.Е. ПІДБІР ЕКСПЕРТІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ «РОЗУМНОСТІ» СОЦІОПОЛІСІВ .....	194
Передерій В.І., Передерій В.В. ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ АДАПТАЦІЇ ОПР НА ПРИЙНЯТТЯ РЕЛЕВАНТНИХ РІШЕНЬ В ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМАХ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ .....	196
Ржеуський А. В., Кунанець Н. Е., Пасічник В.В. РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА «ВІРТУАЛЬНА ДОВІДКА» НА ПЛАТФОРМІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ .....	198
Рябова Н.В., Золотухін О.В. ПОБУДОВА ОНТОЛОГІЧНИХ БАЗ ЗНАТЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТЕКСТІВ .....	200
Савченко Є.А., Тугова О.В., Сьоміна Л.П. ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ .....	201
Самохвалов Ю. Я. РАНЖИРОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВ НА ОСНОВЕ ИХ БИНАРНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ .....	203
Сениський О. Ю., Берко А. Ю., Кунанець Н.Е. РОЗРОБЛЕННЯ МАСОВОЇ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОЇ РОЛЬОВОЇ ОНЛАЙН-ГРИ .....	204

Хорунжий Т.Ю., Жиров Г.Б. ЗАХИЩЕНИЙ ІОТ ДЛЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ RASPBERRY PI .....	205
Чаплінський Ю.П., Субботіна О.В. СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ В БЕЗПЕЦІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ .....	207
Шумова Л.А., Пчелинская А.В., Цебренько А.С. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ РАСХОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	209

### СЕКЦІЯ

### „ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ІНДУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ”

Ахметшина Л.Г., Егоров А.А. СЕГМЕНТАЦІЯ ПОЛУТОНОВИХ ІЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕННЯ КАРТЫ КОХОНЕНА И АНАЛИЗА НЕЗАВИСИМІХ КОМПОНЕНТ .....	211
Барабаш Д.О., Марцишин Р.С., Міюшкович Ю.Г. MASHUP ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО УЖИТКУ .....	213
Бардачов Ю.М., Дідик О.О., Кругла Н.А., Русалімов І.С. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИДІЛЕННЯ ОЗНАК ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ РІЗНОЇ ПРИРОДИ .....	215
Бодяньський Є. В., Жернова П.Є., Дейнеко А.О. КЛАСТЕРИЗУЮЩИЙ АНСАМБЛЬ НЕЙРОННИХ СЕТЕЙ И ЕГО ОБУЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕИЗВЕСТНОГО КОЛИЧЕСТВА КЛАССОВ .....	216
Бодяньський Є.В., Винокурова О.А., Пелешко Д.Д. НЕО-ФАЗЗИ АВТОЕНКОДЕР ДАНИХ В СИСТЕМАХ З ГЛИБИННИМ НАВЧАННЯМ .....	218
Верес О. М. ВИБІР МОДЕЛІ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ПРОЕКТУ СПІР .....	220
Вітінський П.Б., Ткаченко Р.О., Ізонін І.В., Лотошинська Н.Д., Ментинська Ю.С. АПРОКСИМАЦІЯ ПОЛІНОМОМ ВІНЕРА НА ОСНОВІ МЕТОДУ СТОХАСТИЧНОГО ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ .....	222
Гадецька С.В., Гороховатський В.О. СТАТИСТИЧНІ МІРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЛЕВАНТНОСТІ СТРУКТУРНИХ ОПИСІВ ЗОБРАЖЕНЬ .....	224
Гулак О.С., Олійник Ю.О. АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ОДНОЧАСНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ SLAM ПРИ ФОРМУВАННІ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ .....	226
Дейнеко А.О., Жернова П.Є., Плісс І.П., Чала О.С. МОДИФІКОВАНА НЕЧІТКА ЙМОВІРНІСНА НЕЙРОННА МЕРЕЖА .....	228
Казак В.М., Шевчук Д.О., Панчук Л.В. БОРТОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ЕКІПАЖЕМ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ ОСОБЛИВОЇ СИТУАЦІЇ НА ЕТАПІ ПОСАДКИ .....	230
Когут А., Пелешко Д., Винокурова О., Пелешко М. EYES MOUSE: НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ОБРОБКА ДАНИХ ВІДЕО ПОТОКУ В ЗАДАЧАХ EYES TRACKING .....	232
Кораблев Н.М., Фомичев А.А., Соловьев Д.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИММУННОЙ МОДЕЛИ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ .....	234
Коробов А. Г. АВТОНОМНА БОРТОВА СИСТЕМА ДЕТЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА МІСЦЕВОСТІ .....	236
Крак Ю.В., Бармак О.В., Куляс А.І., Касянюк В.С., Стеля І.О. ДО ВИЗНАЧЕННЯ СМИСЛОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПЕРЕКЛАДУ НА ЖЕСТОВІ АНАЛОГІ .....	238



Кудін Г.І., Крак Ю.В. МЕТОДИ ПСЕВДООБЕРНЕННЯ МАТРИЦЬ ДЛЯ ШКАЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ .....	239
Литвин В.В., Оборська О.В., Висоцька В.А., Бобик І.О. МЕТОД АНАЛІЗУ АВТОРСТВА ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СТИЛЕМЕТРІЇ .....	240
Лур'є І.А., Вороненко М.О., Корніловська Н.В., Мурзенко О.І., Жмак Я.С., Кушко О. Г. ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АФІННОСТІ ЗВ'ЯЗУВАННЯ МІЖ ВЗАЄМОДІЮЧИМИ БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ .....	243
Максимів О.П., Пелешко Д.Д., Рак Т.Є. ДЕТЕКТУВАННЯ ПОЛУМ'Я У ВІДЕОПОТОЦІ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ .....	245
Марголін О.Г. РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗАТОРУ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ІНТЕРНЕТ КОРИСТУВАЧІВ .....	248
Медведев Д.Г., Наготнюк Ю.О. ВИЗНАЧЕННЯ СОЦІАЛЬНОГО НАСТРОЮ КОРИСТУВАЧА TWITTER ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ЛАТЕНТНО-СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ .....	250
Мехедов С. В. ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ ЛОКАЛЬНИХ МАП РЕЛЬЄФУ ДЛЯ НАЗЕМНОЇ НАВІГАЦІЇ .....	252
Минаев Ю.Н., Филимонова О.Ю., Минаева Ю.И., Филимонов Г.А. НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕНЗОРНЫХ ДЕКОМПОЗИЦИЙ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕТОЧНОЙ МАТЕМАТИКИ .....	252
Мірошник О.С. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ NLP У ФОРМУВАННІ РЕКЛАМНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ СИСТЕМИ OSTOGEN .....	254
Мороз О.Г., Степашко В.С. ТЕСТУВАННЯ КОМБІНАТОРНО-ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ МОДЕЛІ .....	256
Москаленко В. В., Москаленко А. С., Кудрявцев А. М. МЕТОД САМОНАВЧАННЯ ЗГОРТКОВОГО ЕКСТРАКТОРА ОЗНАК ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ .....	258
Огурцов М.І. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ КРИПТОГРАФІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ АЛГОРИТМУ ШИФРУВАННЯ .....	260
Павленко О.С., Марцишин Р.С., Міюшкович Ю.Г. ВИКОРИСТАННЯ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ENTERPRISE СИСТЕМ .....	262
Пашко А. О., Єременко Б. М., Картавих С. М., Теренчук С. А. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЕГРАДАЦІЇ .....	264
Пашко А. О., Плоска А.В., Рябчун Ю.В. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗДІБНОСТЕЙ АБІТУРІЄНТІВ .....	266
Перова І.Г., Бражникова Є.М., Літовченко О.Л. НЕЧІТКА КЛАСТЕРИЗАЦІЯ БАГАТОВИМІРНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ДЛЯ ОНЛАЙН ДІАГНОСТУВАННЯ .....	268
Перова І.Г., Мірошниченко Н.С., Бодяньський Є.В. МЕДИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ РАКУ КІСТКОВОГО МОЗКУ НА ОСНОВІ НЕЙРО-ФАЗЗИ ПІДХОДУ .....	270
Піднебесна Г.А., Степашко П.В. ПРО ОНТОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ .....	272

Пупченко Д.В., Гороховатский В.А., Путятин Е.П. ИЗУЧЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СЕТИ КОХОНЕНА В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ .....	274
Рись А.А. АНАЛІЗ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТІВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ .....	276
Сарычев А.П. ОБНАРУЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ В ВИДЕ СИСТЕМ АВТОРЕГРЕССИОННЫХ УРАВНЕНИЙ СО СЛУЧАЙНЫМИ КОЭФИЦИЕНТАМИ .....	278
Солодченко К.Г., Гороховатський В.О., Путятін Є.П. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕТЕКТОРА BRISK .....	279
Удовенко С.Г., Чала Л.Е., Шергін В.Л. КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА ЦИФРОВИХ СТАТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МАРКОВСЬКИХ МОДЕЛЕЙ .....	281
Фефелов А.А., Литвиненко В.И., Таиф М.А., Бабичев С.А., Вышемирская С.В. КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ГЕНОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СЕТЕЙ .....	283
Цмоць І.Г., Опотяк Ю.В., Скорохода О.В., Хавалко В.М. СТРУКТУРА ПАРАЛЕЛЬНО-ПОТОКОВОЇ НЕЙРОПОДІБНОЇ МЕРЕЖІ ШИФРУВАННЯ- ДЕШИФРУВАННЯ ДАНИХ .....	285
Чирун Л.Б., Чирун Л.В., Висоцька В.А. МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ АВТОРСТВА ТЕКСТОВОГО УКРАЇНОМОВНОГО КОНТЕНТУ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ НА ОСНОВІ ЛІНГВОМЕТРІЇ .....	287
Шинкаренко В.И., Литвиненко К.В., Чигирь Р.Р., Жадан А.А. КОНСТРУКТИВНО-ПРОДУКЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛОВ .....	289
Шуляк С.М., Каменев Р. В. ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТА .....	291
Шарко О.В., Шарко М.В., Гусаріна Н.В. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ РАНЖУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ПРИЙНЯТТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ .....	293
<b>СПИСОК ТЕЗ .....</b>	<b>296</b>

Наукове видання

# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ І ПРОБЛЕМИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ

## ISDMCI'2018

*Матеріали міжнародної наукової конференції.*

ISBN 978-617-7573-17-2

*Автори матеріалів несуть повну відповідальність за достовірність  
інформації, що в них висвітлюється, а також за відповідність  
матеріалів нормам законодавства, моралі та етики.*

Редактор *В. І. Литвиненко*  
Відповідальний за випуск *О. О. Дідик*  
Комп'ютерна верстка *С. В. Вишемирська*

Підписано до друку 15.05.2018. Формат 60x 84/8.  
Папір офсетний Наклад 300 примірників.  
Гарнітура Times New Roman. Друк ризографія.  
Ум. друк. арк. 30,08. Обл.-вид. арк. 32,34.  
Замовлення № 788.

Книжкове видавництво ПП Вишемирський В.С.  
Свідоцтво про внесення до державного реєстру суб'єктів видавничої справи:  
серія ХС № 48 від 14.04.2005  
видано Управлінням у справах преси та інформації  
73000, Україна, м. Херсон, вул. Соборна, 2.  
Тел. (050) 133-10-13, (050) 514-67-88  
e-mail: printvvs@gmail.com