

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ
«ІНДУСТРІЯ 4.0» ІМ. П.Н. ПЛАТОНОВА

**ХІІ МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019**

**INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION – 2019**

Збірник доповідей

Частина II

Одеса,
17-18 жовтня 2019

Секція 2

Наукові напрямки:

**Сучасні методи і алгоритми управління
об'єктами хіміко-технологічного типу**

**Автоматичні і автоматизовані системи
управління технологічними процесами харчової
та зернопереробної промисловості**

**Автоматизоване управління бізнес-процесами:
концепції, методи, алгоритми, системи**

**Штучний інтелект і автоматизація
робототехнічних систем**

**Нове в розвитку інформаційно-керуючих
технологій: технічна база, програмне
забезпечення, мережі.**

**Список
скорочень організацій, представники яких взяли участь у конференції**

Таблиця 1

Скорочення	Повна назва організації	Місто	Країна
BNTU	Belarusian National Technical University	Minsk	Belarus
CAFU	CRIAME of Armed Forces of Ukraine	Kyiv	Ukraine
DMTSAU	Dmutro Motornyi Tavria State Agrotechnological University	Melitopol	Україна
DNU	Vasyl' Stus Donetsk National University	Вінниця	Україна
EKSTU	East Kazakhstan State Technical University D. Serikbayev	Ust-Kamenogorsk	Kazakhstan
IAEI SB RAS	Institute of Automation and Electrometry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences	Novosibirsk	Russia
IRTC IT&S NAS AND MES	International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine	Kyiv	Ukraine
KGES	Kharkiv general education school	Kharkov	Україна
LPNUU	Lviv Polytechnic National University	Lviv	Ukraine
NTU "KhPI"	National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"	Kharkov	Україна
NTU «KPI»	National Technical University "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"	Kyiv	Ukraine
NU «OMA»	Національний університет «Одеська морська академія»	Одеса	Україна
NULESU	National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine	Kyiv	Ukraine
NUOS	NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDIN NAMED BY ADM. MAKAROV	Nikolaev	Ukraine
ONAFI	Odessa National Academy of Food Technologies	Odessa	Ukraine
ONU	Odessa I.I.Mechnikov National University	Odessa	Ukraine
SSU	Sukhumi State University	Sukhumi	Georgia
VNTU	Vinnytsia National Technical University	Vinnytsia	Ukraine
БНТУ	Белорусский национальный технический университет	Минск	Белоруссия
ВНТУ	Вінницький національний технічний університет	Вінниця	Україна
ДВНЗ «КНУ»	Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет»	Кривий Ріг	Україна
ДонНТУ	Донецький національний технічний університет	Покровськ	Україна
ІК НАН України	Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України	Київ	Україна
НТУ «ХПІ»	Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"	Харків	Україна
НТУУ "КПІ"	Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського"	Київ	Україна
НУ «ЛП»	Національний університет «Львівська політехніка»	Львів	Україна
ОДАТРА	Одеська державна академія технічного регулювання та якості	Одеса	Україна

Продовження таблиці 1

Скорочення	Повна назва організації	Місто	Країна
ОНАЗ	Одеська національна Академія зв'язку ім. О.С. Попова	Одеса	Україна
ОНАПТ	Одесская национальная академия пищевых технологий	Одесса	Украина
ОНАХТ	Одеська національна академія піщевих технологій	Одеса	Україна
ОНПУ	Одеський національний політехнічний університет	Одеса	Україна
ОНУ	Одеський національний університет імені І. І. Мечникова	Одеса	Україна
ОТК ОНАХТ	Одеський технічний коледж Одеської національної академії харчових технологій	Одеса	Україна
ПНПУ	Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського	Одеса	Україна
ХНУРЕ	Харківський національний університет радіоелектроніки	Харків	Україна
ХРТК	Харківський радіотехнічний технікум	Харків	Україна
ЦНДІ ОВТ ЗС України	Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України	Київ	Україна
ЮНПУ	Южноукраинский национальный педагогический университет им. К.Д.Ушинского	Одесса	Украина

ЗМІСТ

DOROHAN O.I., USHKARENKO O.O. THE PRINCIPLES OF USING THE THEORY OF PATTERN NETWORKS FOR DESCRIBING OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS SOFTWARE STRUCTURE (<i>NUOS, Ukraine</i>).....	8
ROMASEVYCH Y.O., LOVEIKIN V.S., KRUSHELNYTSKYI V.V. PI-CONTROLLER TUNING OPTIMIZATION (<i>NULESU, Ukraine</i>).....	11
BUHERA M.G. SOLUTION OF THE PROJECTING PROBLEM PARAMETERS OF PROTECTIVE EXPLOSIVE DEVICES (<i>CAFU, Ukraine</i>).....	13
YANAKOV V.P. INNOVATIONS IN THE DOUGH MIXING INDUSTRY (<i>DMTSAU, Ukraine</i>).....	15
РОМАНЮК О.В., КАВКА О.О. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛЕЙТНЕРА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АЛГОРИТМІЧНИХ ЗАДАЧ В ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	18
БАБИЧ М.І., КАЦУБА Я.О. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ У ЗАКЛАДАХ ХАРЧУВАННЯ (<i>ОНПУ, Україна</i>).....	20
РИХЛИК Д.Ю., КОВАЛЕВСЬКИЙ В.М. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ СУПЕРФОСФАТНОГО ДОБРИВА (<i>НТУУ "КПІ", Україна</i>) ...	23
КИРЬЯЗОВ И.Н., ШЕСТОПАЛОВ С.В., СТЕПАНОВ М.Т., ХОБИН В.А. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ АСОЗ ПТЛ НА МОРСКОМ ЗЕРНОВОМ ТЕРМИНАЛЕ КОМПАНИИ «НОВОТЕХ-ТЕРМИНАЛ» В Г. ОДЕССЕ (<i>SE Group International, ОНАПТ, Украина</i>).....	26
КАРАСЬОВА І.О. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЛЯНКИ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНУ (<i>ОНАЗ, Україна</i>).....	28
ORLOVSKYI D.L., KORP A.M., KONDRATIEV V.Y. USING DASHBOARDS FOR THE BUSINESS PROCESSES STATUS ANALYSIS (<i>NTU "KhPI", Ukraine</i>).....	31
ІВАНОВА Л.В., КРАСНІЄНКО Н.В., СУЛІМА Ю.Є. ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГІЇ (<i>ОТК ОНАХТ, Україна</i>).....	34
МУРАТОВ В.Г. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ВИНОДЕЛИЯ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	37
БАБИЧ М.І., БІЛОШИЦЬКИЙ В.В. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ (<i>ОНПУ, Україна</i>).....	40
ФЕДЮК О.П., КРИЖАНОВСЬКИЙ Є.М. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБКИ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	43
ГУРСЬКИЙ О.О., ГОНЧАРЕНКО О.Є. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ НА БАЗІ ЛАБОРАТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ТУНЕЛЬНОЮ КАМЕРОЮ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	46
СКАКОВСЬКИЙ Ю.М. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВАКУУМ-АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА З МЕТОЮ ЇЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	48
БУРДЕЙНА О.В. ТЕХНОЛОГІЯ КОГНІТИВНОГО КОНСОНАНСУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЦІЛЬОВОЮ ВЕРШИНОЮ ЗА НАЯВНОСТІ ІМПУЛЬСНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	51
КОВАЛЬЧУК Д.А., МАЗУР О.В., ГУЦАН В.В. АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ УТІЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ПАРОВОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	53
KORP A.M., ORLOVSKYI D.L. BUSINESS PROCESS MODEL OPTIMIZATION USING THE CONJUGATE GRADIENT METHOD (<i>NTU "KhPI", Ukraine</i>).....	57
ЛЮБОВИЙ Б.О., РОМАНЮК О.В. АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОРОГІВ У СУЧАСНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ІГРАХ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	60
КОРАБЛЕВ В.А., МАЗУРОК Т.І. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ.....	63

ПОВЕДЕНЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ (<i>ЮНПУ, Україна</i>)	
САКАЛЮК О.Ю., ТРИШИН Ф.А. ФУНКЦІОНАЛЬНА ТА СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ (<i>ОНАХТ, Україна</i>)	66
КУРЛЕСВ Ю.В. АЛГОРИТМИ ВИЯВЛЕННЯ ТЕКСТУ НА ВІДЕО (<i>ОНПУ, Україна</i>) ...	69
РОМАНЮК О.Н., ЧАН А.-Л. В., ПАНФІЛОВА Ю.О. ВИКОРИСТАННЯ ВІДБИВНИХ ВЛАСТИВОТЕЙ ШКІРИ ЛЮДИНИ ПРИ КОМП'ЮТЕРНІЙ ДІАГНОСТИЦІ ЗАХВОРЮВАНЬ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	71
KOTLYK S.V., SOKOLOVA O.P., KUPRIYANOV A.B. REVIEW OF THE APPLICATION OF MODERN OF 3D-PRINTERS (<i>ОНАFT, Ukraine, ВНТУ, Belarus</i>)	75
О.Д.АЗАРОВ, О.І.ЧЕРНЯК, В.В.ЗАЛІЗЕЦЬКИЙ АДАПТИВНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДИСТАНЦІЙНО-РОЗПОДІЛЕНИХ ОБ'ЄКТІВ З МОЖЛИВІСТЮ САМООРГАНІЗАЦІЇ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	79
КОТОВ І.А. ФАЗИФІКАЦІЯ ПОДАННЯ ОНТОЛОГІЇ СЕМАНТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЯК КОМПОНЕНТА ІНКОРПОРАЦІЇ ЗНАНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ (<i>ДВНЗ «КНУ», Україна</i>)	82
КИРИЧЕНКО В.І., ВОЛКОВ В.Е. ПРОБЛЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДОКУМЕНТООБІГОМ У ВНЗ (<i>ОНАХТ, ОНУ, Україна</i>)	85
ЛОБОДА Ю.Г. КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ СУПРОВІД ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ (<i>ОНАХТ, Україна</i>) ...	87
IGOR MAZUROK, YEVHEN LEONCHUK, SERHI ORLOV. THE CRYPTOGRAPHIC PROOF-OF-REPLICATION PROTOCOL FOR DISTRIBUTED FILE STORAGE (<i>ОНУ, Ukraine</i>)	89
MALYHON H.V., OREKHOV S.V. METHOD OF SEARCH ENGINE OPTIMIZATION BASED ON SEMANTIC NETS (<i>NTU «KPI», Ukraine</i>)	92
ВОЛКОВ В.Э., МАКОЕД Н.А. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ВОПРОСАМ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ И УПРАВЛЕНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫМИ ОБЪЕКТАМИ КАК СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ (<i>ОНУ, ОНАПТ, Украина</i>)	93
ПАВЛОВИЧ Р.І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	94
PROTSENKO YAROSLAV, PARAMONOV ANTON. AGENT COMMUNICATION METHOD IN COOPERATIVE ENVIRONMENT BASED ON THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS (<i>ДНУ, Ukraine</i>)	97
ROMASEVYCH Y.O., LOVEIKIN V.S., LIASHKO A.P. DEVELOPMENT A GENERAL CRITERION FOR PID-CONTROLLER TUNING (<i>NULESU, Ukraine</i>)	99
О. МІШЧУК. NEURAL NETWORK METHOD OF FORECASTING THE AIR POLLUTION TREND BY CARBON MONOXIDE (<i>LPNUU, Ukraine</i>)	101
ВОЛКОВ В.Э., КОВАЛЕНКО А.В. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ДЕТОНАЦИОННООПАСНОГО ОБЪЕКТА (<i>ОНУ, ОНАПТ, Украина</i>)	103
ГОТЬ М.Б., ЯКОВИНА В.С., КОРОТЄЄВА Т.О. СИСТЕМА ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ЕКСКУРСІЙНОГО МАРШРУТУ (<i>НУ «ЛП», Україна</i>)	106
ФЕДОРОНЧУК Б.В. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ В ВЕБ-ЗАСТОСУВАННЯХ (<i>ОНПУ, Україна</i>)	110
РОМАНЮК О.В., ЛАПКО М.С. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ФОРУМНИХ РОЛЬОВИХ ІГОР (<i>ВНТУ, Україна</i>)	113
ІВАНОВСЬКА К.А. ВИКОРИСТАННЯ «FACE ID» ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ	116
ВОЛКОВ В.Э., САВУШКИНА О.А. ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТОПОЧНОГО ГОРЕНИЯ (<i>ОНУ, ОНАПТ, Украина</i>)	117
ГУРСЬКИЙ О.О., ДУБНА С.М. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАСТРОЮВАННЯ СКЛАДНИХ БАГАТОРІВНЕВИХ СИСТЕМ КООРДИНУВАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ (<i>ОНАХТ, Україна</i>)	118
ЧЕРНОВОЛИК Г.О., КОВАЛЬ С.С. СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ГОЛОСУВАННЯ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	120
САКАЛЮК О.Ю., ОЛЬШЕВСЬКА О.В. ПРОБЛЕМИ ТРАНСЛІТЕРАЦІЇ НАУКОВОГО	122

КОНТЕНТУ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ (<i>ОНАХТ, Україна</i>)	
КОМАРОВ В.О. О ДОЦІЛЬНОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ (<i>ЦНДІ ОБТ ЗС України</i>)	124
K.V.Melnyk¹, N.V.Borysova¹, V.I.Melnyk.² AUTOMATION OF employee evaluation in educational institution (1 - NTU “KhPI”, <i>Ukraine</i> , 2 - KGES № 145 <i>Ukraine</i>)	126
КОВБАСЮК О.В., КОВАЛЕНКО О.О. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ КОЛОРИСТИЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	129

НТБ ОНАХТ

THE PRINCIPLES OF USING THE THEORY OF PATTERN NETWORKS FOR DESCRIBING OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS SOFTWARE STRUCTURE

An approach to the software structure description of the autonomous electric power plant automated control system based on the representation of the software architecture in the form of a pattern network is considered. Each generatrix is associated with a specific software object, and communication relationships represent various types of information interactions between objects. Using the pattern theory gives the opportunity to develop the algorithm of software formal reorganization in the context of reduction system's response time.

Introduction. Increasing the amount of information transferred between the system elements and the number of operator-controlled parameters of the autonomous electric power plant requires the development of new approaches to modelling and analysis of the functioning of such systems with a view to streamlining and improving efficiency. The most difficult step in the implementation of automated control systems is the development of software that meets the appropriate quality standards [1] – [3]. The top-level software task is remote monitoring and control of autonomous electric power plant. To implement the essential functions of electric power plant remote control through the network, the software must have means for the creation of electric power plant layout, for monitoring and control of autonomous electric power plant in real time, analysis of power unit operating modes and software [4]. At the same time, as noted in article [5], it is important to use a formal approach to describe the interaction of software components and automation hardware.

The aim of the research is to define pros and cons of using the theory of discrete pattern networks for developing and representing a software architecture for the autonomous electric power plant automated control system, where each element in the pattern network encapsulates a finite state machine that implements the behaviour of a particular object of the software, and relations with it constitute various types of information interactions between objects.

Using a PC with specialized software as a top-level subsystem of the automated control system (ACS) of the autonomous electric power plant (AEPP), and microcontrollers as the basis of automation hardware devices allows to present the software structure of all components of the control system in the form of a pattern network. The purposes of this are determining the composition and scheme of software objects interaction that are part of the management system, formal description of the control system structure in the form of a set of generatrix and calculation of the main indicators characterizing the information channel – system response time and the communication channel load based on the values of the generatrix attributes forming and communication relationships.

The structure of the power plant control system software in the form of a pattern network can be divided into three components: specialized software for a personal computer containing an AEPP mnemonic circuit (power plant monitoring and control mode; represented by the generatrices $g1 - g20$), software for automation tools (generatrices $g22 - g24$) and interface device software (generatrix $g21$).

The power plant generally consists of m sections of n_i ($i \in [1, m]$) blocks of diesel-generator sets, protection of diesel-generator sets (DGS), means of displaying the parameters of the diesel and the generator; n_i-1 units for monitoring and controlling the DGS synchronization process with the main switchboard; $2 \cdot n_i$ impulse control buttons to change the diesel state; k_i induction motors and loads; n_i+k_i circuit breakers and LEDs to indicate their status; 1 load sharing device between generator units (GU) running in parallel.

Each element of autonomous electric power plant corresponds to a particular software object, which implementation encapsulates the generatrices: $g1$ – Text field for displaying electrical parameters; $g2$ – Bar-graph indicator; $g3$ – Pointer indicator; $g4$ – Generator; $g5$ – Diesel (with generator unit forming the DGS set); $g6$ – Dialog box "Diesel parameters"; $g7$ – Dialog box "Oscillograms"; $g8$ – Synchronization system; $g9$ – GS protection; $g10$ – Automatic circuit breaker; $g11$ – LED; $g12$ – Loading; $g13$ – Induction motor; $g14$ – Control button; $g15$ – Load distribution system.

Generatrices $g1 - g3$ are used to designate the display units of measured electrical parameters; every diesel-generator set may be bound with arbitrary but finite number of such units (designated as l_1 , l_2 and l_3 respectively).

Electric power plant is remotely controlled and managed by means of displaying and processing the received data from particular hardware resources of automation and sending to them commands (signals for changing the state of protective relays, automatic circuit breakers and generator circuit breakers, diesel rotation speed and generator excitation). To take into account the priority of operations and control of data exchange process, it is necessary to create a common queries queues and expected responses.

The whole set of queries can be divided into two sets: information type queries (to receive the value of DGS parameters and automatic and generator circuit breakers conditions) and control type queries (commands to change the electric power station structure and / or parameters of electric energy, given up by DGS to the network). For this reason, three generators correspond to queries and responses queues formation: $g16$ – variable length queue shaper; $g17$ – constant length queue shaper; $g18$ – final queue shaper.

Functions of the higher-level software also include information flows statistical data accumulation and storage in the database of capacity values given up by DGS to the network and consumed by loading ($g20$ generator).

Considering inseparable logical connection existing between generator blocks, diesel engines, dialog windows for displaying diesel and generator parameters, protection systems, synchronization systems, diesel control buttons, generator circuit breakers (circuit breaker represented by a component) and LEDs of the states of generator, as well as of load and asynchronous engines, circuit breakers with LED-indicators of their states ($i = \text{const}, j_2 = \text{const} (j_2 \in [1, k_i])$), and conditionally inseparable connection between the groups listed, the software structure of computer for each section ($i = \text{const}$) can be written as a subset:

$$G^i = G_1^i + G_2^i + G_0^i,$$

where

$$\begin{aligned} G_1^i &= \{ [g1]^{i_1}, [g2]^{i_2}, [g3]^{i_3}, [g4]^{n_i}, [g5]^{n_i}, [g6]^{n_i}, [g7]^{n_i}, [g8]^{n_i-1}, \\ &\quad [g9]^{n_i}, [g10]^{n_i}, [g11]^{n_i}, [g14]^{2 \cdot n_i}, [g15]^1 \}, \\ G_2^i &= \{ [g12]^{k_i}, [g13]^{k_i}, [g10]^{k_i}, [g11]^{k_i} \}, \\ G_0^i &= \{ [g16]^1, [g17]^1, [g18]^1, [g19]^1, [g20]^1 \}, \end{aligned}$$

and $[g1]^{i_1}$ designation is an abbreviated notation for the number of instances in subset ($l_1^i = \#(g1, G_1^i)$).

Then, structure of the entire power plant control software is a set formed by the sum of the amounts of subsets G_1^i and G_2^i and intersection of subsets G_0^i of each section:

$$G = \sum_{i=1}^m (G_1^i + G_2^i) + \bigcap_{i=1}^m G_0^i.$$

According to discrete theory of patterns [6], each generator is characterized by certain arity. Thus, with $j1$ -th DGA in the i -th section, l_1^{i,j_1} text fields, l_2^{i,j_1} scale and l_3^{i,j_1} dial indicators can be associated, and here communication relationship ρ_1 is "one-to-many", i.e. generator $g4$ can be connected with arbitrary but finite number of generators $g1 - g3$, and generators $g1 - g3$ with only one $g4$. Hence, arities $g1 - g3$ are equal to unity:

$$\omega(g1^{i,j_1}) = \omega(g2^{i,j_1}) = \omega(g3^{i,j_1}) = 1,$$

which corresponds to the principle of realism: each indicator nit displays data obtained from only one DGS unit, while these data (electrical parameters of generator) can be displayed in various combinations by various means of indication. The generator block itself, in addition to links to

$$N = \sum_{p=1}^3 l_p^{i,j_1},$$

indicator units, should support informational connection with automation means, which is carried out by means of the queue forming unit, and is represented as communication relationship ρ_2 of multiple inclusion ("many-to-one" relationship) between generators $g4$ and $g17$: for each $j1$ -th DGS in the i -th section, values of electrical parameters of generator are interrogated. This implies arity $g4$:

$$\omega(g4^{i,j_1}) = \sum_{p=1}^3 l_p^{i,j_1} + 1.$$

Similarly to arity of generatrices $g9 - g11, g14 - g15$:

$$\begin{aligned} \omega(g10^{i,j_1}) &= \omega(g11^{i,j_1}) = \omega(g14^{i,j_1}) = 1, \\ \omega(g9^{i,j_1}) &= \omega(g15^{i,j_1}) = 2. \end{aligned}$$

Communication "one-of-many-to-one" relationship ρ_3 means possibility of the existence of connection at each moment of time of only one of the plurality of instances of corresponding generator with the other generator. For example, communication $\beta_{6,0}\rho_3\beta_{16,1}$ stands for n_i -th amount of "Diesel Parameters" blocks (generatrix $g6$) at each time only one can participate in data exchange with automation facilities by means of communication with the block of formation of queues with variable lengths (generator $g16$). Thus, the arities of generators $g16$ and $g17$ are calculated as:

$$\omega(g16^i) = 4 + 4 \cdot n_i + k_i,$$

$$\omega(g17^i) = 1 + 3 \cdot n_i + k_i,$$

i.e. arity of communication for relationships ρ_2 is equal to power of corresponding generator in the i -th subset, and for relationships ρ_3 is set to unity.

Generatrix $g18$ is unifying with respect to generators which reflect the formation of queues of constant and variable lengths ($g16$ and $g17$), and is responsible for the formation of final queues of queries and responses for the purpose of arrangement of data exchange over the physical communication channel. Since through it all information about electric power parameters and state of the circuit breakers passes, the functions of block represented by $g18$ generator include transmission of statistical data on information flows and electrical power parameters to the database to corresponding blocks (represented by $g19$ and $g20$ generators).

Therefore, communication relationships between ρ_5 and ρ_6 are "purely" informational "one-to-one" relations without direct exchange of data with automation facilities, while relationship ρ_4 , inclusion relationship (also "one-to-one") means full inclusion of data obtained from generators into other.

Conclusion. Using the theory of pattern networks for describing the interaction of special software objects allows to allocate inter-object communications involved in the formation of queuing system input flow through the introduction of communication relationships, and further for objects, integrated by dedicated communications, introduces attributes as the lengths of network data packages.

Thus, the use of pattern networks theory allows formal description of software structure of AEPP automated control system; such form of presentation makes it possible:

- take into account all possible schemes of interaction of software objects when conducting functional testing of the system;
- to make changes in the composition of software by introducing or removing generators and organizing their interaction with existing generators by means of certain communication relationships;
- to take into account behaviour of all software objects that affect the system time of response to actions of operator or changes in electromagnetic processes in control objects and affect the workload of data exchange channel with automation tools;
- to formally perform reorganization of software structure, if it is necessary to change the time of system response.

REFERENCES

1. Sylwester Filipiak, Andrzej Stobiecki, and Franciszek Strzelczyk, "Application of evolutionary programming to optimization of reliability power distribution grids", *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 2, pp. 273-281, 2017.
2. P. Palanque, S. Basnyat, and D. Navarre, "Improving interactive systems usability using formal description techniques application to HealthCare", in *Proc. HCI and Usability for Medicine and Health Care LNCS*, Graz, Austria, 2007, pp. 21-40.
3. P. Ponsa, and M. Díaz, "Creation of an ergonomic guideline for supervisory control interface design", in *Proc. 12th International Conference on Human-Computer Interaction*, Beijing, China, 2007, pp. 137-146.
4. C. Gardner, D. Johnson, and J. Provine, "Networked Intelligent Instrumentation & Control for Switchboards", in *Proc. The IEEE Electric Ship Technologies Symposium ESTS '07*, Arlington, Virginia, USA, 2007, pp. 510-518.
5. Juncao Li, Fei Xie, and V. Levin, "Formalizing hardware/software interface specifications", in *Proc. 26th IEEE Int. Conf. Automated Software Engineering (ASE)*, Lawrence, USA 2011, pp. 235-252.
6. S.P. Banks, "Pattern Theory: from Recognition to Inference by Ulf Grenander and Michael Miller", *IMA Journal of Mathematical Control and Information*, vol. 26, no.1, pp. 129-130, 2009.

PI-CONTROLLER TUNING OPTIMIZATION

Abstract. In the thesis the optimization of PI-controller tuning procedure has been conducted. It based on the proposed integral type criterion. The variation of criterion parameters has been investigated. The study covered three benchmark transfer functions. Obtained results showed high quality of controlling with tuned PI-controller.

Introduction.

Proportional-integral (PI) controllers are used in many fields of industry. Tuning of PI-controller is a very important issue, which has great influence on quantity indicators of automated technological processes. There are hundreds of tuning techniques [1]. Among them optimization-based approaches allows finding the best (in a sense) values of proportional and integral coefficients of PI-controller.

Problem statement.

One of the main elements in such optimization techniques is the criterion. Another point of the problem is optimization method. It is used for calculation of optimal values of proportional and integral coefficients of PI-controller. Successful selection of the criterion and method provide effective tuning of a PI-controller. Thus, its further exploitation will be effective.

The main part of the research.

The main purpose of the thesis is to develop the technique of calculation of PI-controller optimal parameters, which is based on metaheuristic method.

In order to achieve the stated purpose the following objectives should be accomplished: 1) to justify the optimization criterion for PI-controller tuning; 2) to conduct calculation of PI-tuning for a set of benchmark transfer functions.

One of the criteria which take into account the settling time, cost of error and control, may be presented in the following form

$$I_{IPTEC} = \int_0^T t^{\tau} \left(\sqrt{e^2} \right)^{\varepsilon} \left(\sqrt{u^2} \right)^{\nu} dt, \quad (1)$$

where e – the current error (difference of set point and controlled parameter values); u – control (out-function of PI-controller); t – time; T – settling time; τ , ε and ν – indexes of power of time, error and control.

In order to illustrate the advantages of proposed criterion the numerical experiments have been done. In the experiments we have used three benchmark transfer functions (they are proposed by K.J. Astron and T. Hagglund in the work [1]). The limits of the search domains for calculation of optimal values of PI-controller coefficients (table 1) have been stated as well.

Table 1. Conditions of the experiments

Search domain		Benchmark transfer functions	Values of indexes			Number of experiment
P	I		τ	ε	ν	
0...10	0...10	$(s+1)^{-2}$	1	2	2	1
			2	1	2	2
			2	2	1	3
0...10	0...10	$(s+1)^{-3}$	1	2	2	4
			2	1	2	5
			2	2	1	6
0...10	0...10	$(1-0,1s)(s+1)^{-3}$	1	2	2	7
			2	1	2	8
			2	2	1	9

For solving optimization problems ME-PSO [2] technique was used. The obtained results have been set in the table 2. The smallest numbers in the table 2 are in bold.

Analysis on the data, that are set in the table 2, shows that adjusting $\tau=1$, $\varepsilon=2$ and $\nu=2$ leads to high performance of control (in terms of overshoot). For the second and the third transfer functions found values of coefficients for proportional and integral terms are almost equal. Although, the values of criterion (1) are different. Thus, in the frame of the research performance of PI-controller for cases $\tau=2$, $\varepsilon=1$, $\nu=2$ and $\tau=2$, $\varepsilon=2$, $\nu=1$ is similar.

Table 2. Results of optimization of PI-controller tuning

Number of experiment	Coefficients		IPTEC value	T, sec	Overshoot, %	ISE* value	ISC** value
	P	I					
1	1,36	0,63	1,04	5,30	0,00	0,92	6,50
2	2,05	0,95	2,27	4,62	4,90	0,70	7,75
3	4,52	2,55	0,32	3,66	29,3	0,50	15,66
4	0,31	0,22	3,99	9,50	0,00	3,18	6,95
5	0,65	0,34	15,57	5,28	2,10	2,19	5,62
6	0,64	0,34	6,40	5,33	1,90	2,20	5,63
7	0,59	0,31	3,30	5,79	1,00	2,34	5,73
8	0,64	0,33	16,42	5,40	1,80	2,24	5,67
9	0,64	0,33	6,74	5,42	1,70	2,24	5,68

* Integral of the Square of the Error ($I_{ISE} = \int_0^T e^2 dt$);

** Integral of the Square of the Control ($I_{ISC} = \int_0^T u^2 dt$).

Conclusion.

In the thesis the optimization of PI-controller tuning has been carried out. Obtained results show high efficiency of developed approach which is based on novel integral type criterion and metaheuristic optimization technique. Quality indicators for three benchmark transfer functions reveal that tuned in such way PI-controllers might be exploited quite effectively.

Generalization of the developed approach for other plants (which are described with transfer functions of higher orders) is the problem for further investigations.

References:

1. O'Dwyer Handbook of PI and PID controller tuning rules (3rd edition). Ireland: Imperial College Press, 2009.
2. Yu. Romasevych, V. Loveikin, "A Novel Multi-Epoch Particle Swarm Optimization Technique", Cybernetics and Information Technologies, vol. 18(3), pp. 62-74, 2018.
3. K.J. Åström, T. Hägglund PID Controllers: Theory, Design and Tuning, Instrument Society of America NC.: Research Triangle Park, 2 edition, 1995.

SOLUTION OF THE PROJECTING PROBLEM
PARAMETERS OF PROTECTIVE EXPLOSIVE DEVICES

The technique that allows to predict (select) the optimal characteristics of the PED is considered, taking into account the patent information on the improvement elements of the PED and change of the tactical and technical characteristics of the lesions.

The methodology is based on the analysis of the characteristic parameters of modern of PED and patent information of PED the formation of a requirement for the optimal characteristics of PED, which will provide an adequate level of protection of weapons and military equipment.

Combat operations during the Joint Force Operation clearly demonstrated the need for high-security armored vehicles. In the combat zone in Donetsk and Luhansk regions, protective explosive devices (PED), as constituents of integrated tank protection, have proved their high efficiency and necessity. Therefore, equipping Ukrainian armored vehicles with dynamic and active means of defense, which not only are inferior to the current foreign counterparts in terms of basic military parameters, is extremely necessary.

One of the ways to determine the requirements for the parameters of the prospective samples of the PED is to use forecasting methods that provide scientifically sound options for the development (dependencies of change) of characteristics, indicators of the state of the PED in time and space (technical level of the sample and the level of compliance by purpose (antitrust stability)). Solving the problem of forecasting the parameters of the PED and making a significant problem is the amount and quality of processing the necessary information. Patent research can be a source of information. During the patent research on forecasting and optimal parameters describing PED proposed method using morphological analysis.

Based on the above, it is proposed to apply the methodology for the selection of patent documents in the short-term prognosis of the development of facilities of the PED. The purpose of the technique is to increase the efficiency of the process of forming tactical and technical requirements for the facilities of the PED based on the analysis of patent materials. The methodology consists of the following stage:

Stage 1: determination of the criteria for the selection of patents (patent documents belonging to the leading companies for the development of facilities of the PED on the patent fund; patents that are realized in industry; prototypes);

Stage 2: selection of patents for basic technological and design schemes in order to find out the general direction of development of the facilities of the PED;

Stage 3: selection of recent patents of facilities of the PED that have been commercially available;

Stage 4: selection of patents for detailed decisions of facilities of the PED;

Stage 5: quantify patents relating to the development of facilities of the PED;

Stage 6: apply methods for the qualitative transformation of patent information by the value of patented of facilities of the PED.

PED, which any integrated technical system, has a clear focus on the principles of operation and structure, the analysis of which allows morphologically to describe its structure and, depending on the method of its application, to be able to predict the development of its parameters of military purpose.

The scientific task is formulated as follows: on the basis of the analysis of the characteristic parameters of modern PED and patent information of PED, to formulate requirements for the optimal characteristic parameters of PED, which will provide an adequate level of armor protection.

The main stages of a methodological approach using the method of morphological analysis in predicting the development of PED should be considered:

- formulation of the task and definition of the set of PED systems (classification of means by typical principles of action or design features) necessary to perform the given functions (ensuring the security of armored vehicles);

- determination of the morphological features of the PED (the essential elements that determine its basic functions and change in which leads to the creation of a new type of PED);

- development of a morphological model (in the form of collapsed and expanded matrices), where for each morphological trait all possible alternative variants of their realization are determined;

- determining the criterion for evaluating the effectiveness of different options for the implementation of the selected characteristic parameters of the PED;

- analysis of modeling results in terms of identifying unnecessary constituents of morphological features and determining the morphological features (characteristic parameters) of the PED, which are suitable for finding new options for technical solutions of the PED;

- synthesis of possible combinations of states of the selected characteristic parameters that determine the structure of realization of the PED, by selecting one element from each row of the morphological matrix and their combinations;

- identifying and eliminating combinations of characteristic parameters not described in patent documents and technical literature;

- evaluation of the effectiveness of new combinations of characteristic parameters (to make comparisons) and the selection of those that it is expedient to develop.

In conclusion. This methodical approach allows to identify: basic functions, possible alternative options for their implementation, evaluate the effectiveness of different options, to synthesize the possible characteristic parameters.

Thus, in order to obtain scientifically sound parameters of combat missile defense, it is advisable to use a method of morphological analysis, which can be used not only to direct the search for new technical solutions to the PED, but also to predict the direction of further development of the PED for armored vehicles.

References:

1. Orlenko L.P. Explosion Physics: Textbook. manual for universities / L.P. Orlenko. - 2nd ed. - M .: FIZMATLIB, 2002. - 656 p.

2. Chepkov I.B., Lapitskiy S.V. The main directions and problems of improving explosive protective devices. // Artillery and rifle arms. - 2005. - No. 2. - P. 30-36

3. Chepkov I.B., Buhera M.G., Vaskivskiy M.I. Predicting the development of dynamic protective devices. // Collection of scientific works of the Central Research Institute of the Armed Forces and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine. - 2015. - No. 58. – P. 160-164.

INNOVATIONS IN THE DOUGH MIXING INDUSTRY

Summary: The goal of the research is to look at and analyze new directions in dough mixing industry. Additionally, the article looks at the work of test machines how they adapt to the new set of requirements. There is an effort to discuss and identify requirements for mixing processes; develop algorithm for research of the technological operation of kneading; provide an analysis of the energy impact of test machines and units on the raw materials and dough in the working chamber. Furthermore, requirements of kneading technologies have been adapted and specific conditions for operational analysis, control and adjustment of technologies determine the level of energy costs of the equipment.

Problem statement: one of the goals of the dough mixing equipment is to have a positive effect to obtain a given level of homogeneity of the final product. Achieving the specific properties of manufactured products depends on the level of energy costs of the processes used and the technological performance of the equipment. Further definition of the conditions and boundaries of the energy impact of technology leads to the definition of their functional capabilities and directions of development [1-5].

Enumeration of solved tasks: The methodology used in this research is based on the application of modern concepts of materials resistance, plasticity, mathematical modeling of production processes, hydromechanics and mechanics of complex thermodynamic systems. The material of research is a variety of components of prescription raw materials, features of the processes of mixing the dough and the period of dough preparation.

Statement of the essence of research: The research was based on the study of technological diversity, purpose, uniqueness of the physical-mechanical and structural properties of the dough. On this basis, this type of technology is developing constantly. Analysis of research in the formation of criteria for dough mixing equipment and units showed that the latter were designed and operated with the complex indicators as following:

- **K₁** optimization of the technological process. Adapting theoretical and basic approaches to the development of this type of food equipment.
- **K₂** scale of process transition and simulation (similarity theory). It is based on the application of fundamental laws, principles, methods and criteria of analysis.
- **K₃** rationality of equipment construction. Research, analysis of the design and operation of test machines and units.
- **K₄** continuous process of dough-making. Using a variety of technical, technological and consumer solutions.
- **K₅** focus of the interaction of mixed prescription raw materials and dough. Formulating the problem of this technological operation.
- **K₆** update the phase contact surface in working volume. Improving the efficiency of the equipment used.

The justification for optimizing the designs of this type of machines is impossible without a deep analysis of the specifics. A feature of the energy impact is a wide variation in the interaction of processes within original components (raw materials) of the process of cooking products. At the level of experimental implementation of the comprehensive intensification of dough preparation (K) to perform tasks (n) technology kneading test is the object of research. A methodical approach can be formulated as follows:

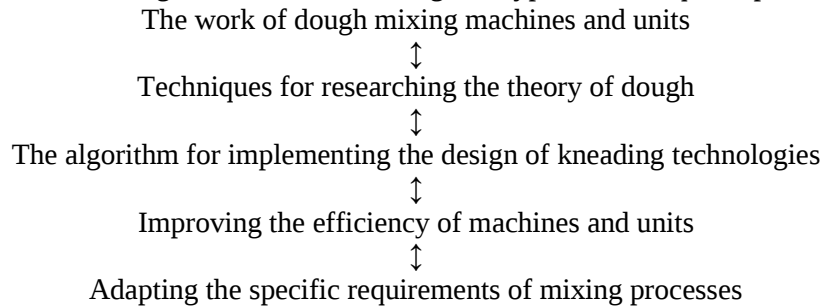
$$K = \sum_{n=1}^{\infty} n . \quad (1)$$

Attempts to improve the process of kneading and producing bread without fundamentally changing the essence of the process cannot be considered effective. To address this problem, a comprehensive analysis of how to reduce the time of preparation of the test and how to improve their quality indicators is needed. The basis for assessing energy transmission through a measurable organ and other additional energy-transmitting devices is to reduce energy costs. In general, the control of the energy costs of test machines and units looks like a comprehensive criterion (K):

$$K = f(K_1; K_2; K_3; K_4; K_5; K_6) . \quad (2)$$

Reducing the time of kneading in traditional technologies lead to a deterioration in the quality of the products produced. Therefore, the alternative is the relationship between energy expenditure and process

indicators in the control, analysis and variation. Selective use of energy in process management makes it possible to save resources. On the other hand, the identification of technical capabilities and their shortcomings in dough preparation makes it possible to determine the design features of the structure of this type of food equipment. The algorithm for researching this type of technique is presented below.



Assessing the energy impact of machines and units is fundamental in dough preparation. Forms the direction of qualitative implementation of technologies of kneading production of bakery, confectionery and pasta products. All affect a wide range of energy costs in the process of implementation of the technological operation.

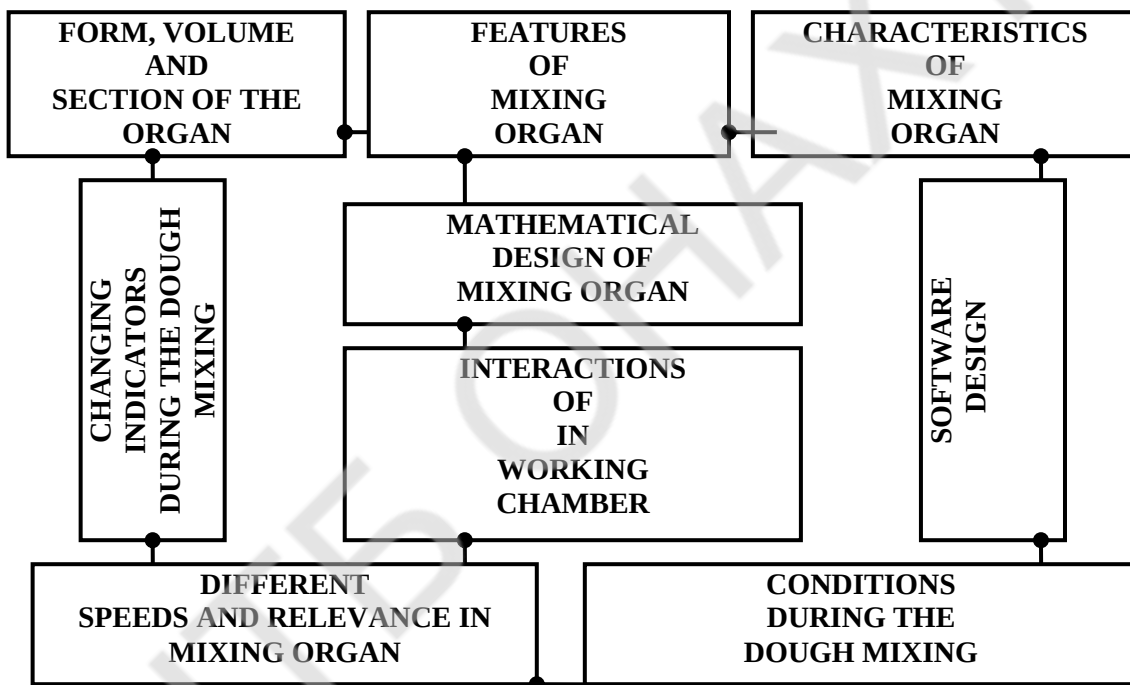


Figure 1. Analysis of the formation of energy effects of test machines and aggregates on the recipe raw materials and dough in the working chamber.

A special role in the work of dough mixing machines and units is determined by the design of the kneading organ. The purpose of the energy effect is to transfer the energy of translational and planetary rotation into the energy of kneading and to overcome the negative work in the working chamber. For this purpose, a number of programs have been adopted that allow the design and adaptation of the kneading organ to the conditions of kneading:

- mathematical simulation of the parameters of the mix of raw materials and dough;
- application of programs: MARL-8, COSMOS Works 2007, SOLID Works 2007.

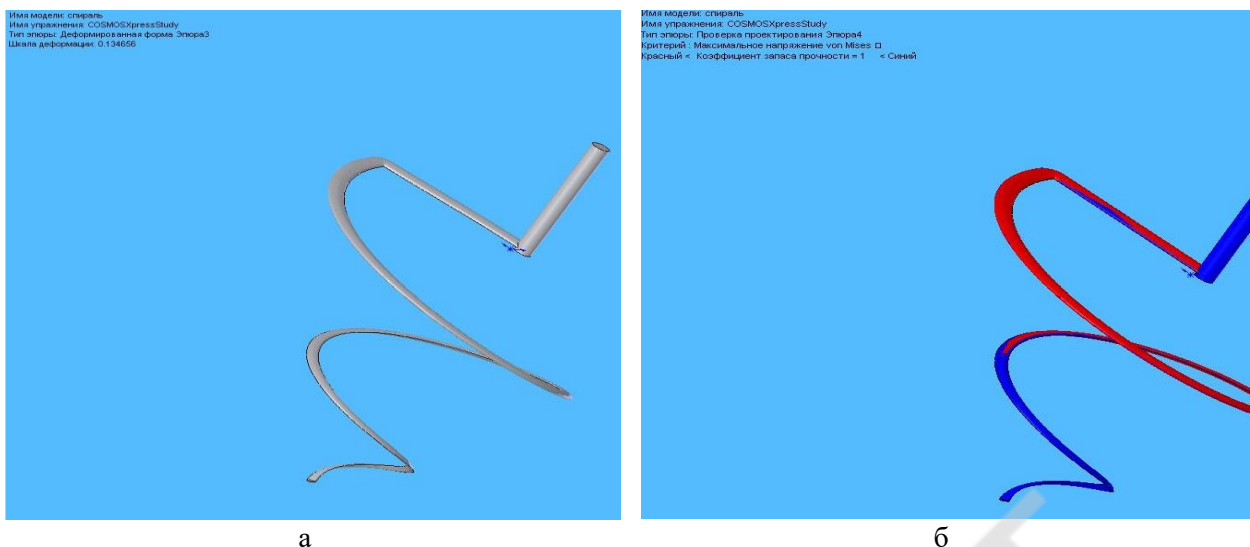


Figure 2. Representation of different types of rotation of the mixing organ (SOLID WORKS 2007):
 a - design, maximum voltage, strength factor;
 б - deformed form.

Adapting the specific requirements of mixing processes in the conditions of rapid analysis, control and adjustment of technologies determines the level of energy costs of the equipment. Finding criteria for the effectiveness of dough preparation is conditioned by the possibility of changing the parameters of the formation of the dough. At this stage there is a question of compliance with the criteria for the development of test-making machines and the tasks of production of bakery, confectionery and pasta products.

Conclusion: The theses provide justification for the conditions of implementation of the energy impact on the various recipe raw materials of bakery, pasta and confectionery production. This approach makes it possible to program quality performance of manufactured products during the implementation of dough-making technologies.

References:

1. Yanakov V.P. substantiation of parameters and modes of operation of the kneading machine of periodic action: Avtoref. Dis. for scientific research. Degree of candidate of Tech. Sciences: Special. 05.18.12. – "Processes and equipment of food, microbiological and pharmaceutical industries" / V.P. Janakov. – Donetsk: Min – In the image. And science of Ukraine, Donetsk NAC. Un-t economy and trade them. M. Tugan – Baranovsky, 2011. – 20 page.
2. Palamarchuk I.P. Scientifically and technical bases of development of equipment of mechanical action with economy of energy in food and processing productions: dissertation for the scientific degree of a doctor of technical science. 05.18.12 "Processes and equipment of food, microbiological and pharmaceutical production" / I.P. Palamarchuk. – K.: Ministry of Education and Science of Ukraine, National University of food technologies. – 2008. – 45 s.
3. Kirich N.B. The organization – economics factors that provide constant development of the society (on the example of recycling enterprise of agro–industrial complex SJSC "Bread of Ukraine"): dissertation for thr scientific degree of a doctor economics of science. 08.00.04. "Economics and Management of Enterprises" / N.B. Kirich. – K.: Ministry of Education and Science of Ukraine, National University of food technologies. – 2008. – 45 s.
4. Chalyj S.F. Automated management by business-processes (models, methods and technologies: dissertation for thr scientific degree of a doctor of technical science. 05.13.06 – "Automatic managing systems and progressive information technologies" / S.F. Chalyj. – K.: Ministry of Education and Science of Ukraine, National University of Radioelectronics, – 2007. – 32 s.
5. Patsahan O.V. Statistical theory of multicomponent mixtures: phase transitions and critical behavior): dissertation for thr scientific degree of sciences in physics and mathematics on specialization. 05.13.06 – "Theoretical Physics, Institute for Condensed Matter Physics" / O.V. Patsahan. – Lviv.: National Academy of Sciences of Ukraine, - 2007. – 32 s.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛЕЙТНЕРА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АЛГОРИТМІЧНИХ ЗАДАЧ В ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

У роботі розглядається метод Лейтнера, проблематика його застосування для формування практичних навичок розв'язування алгоритмічних задач в програмній інженерії та спосіб вирішення проблеми через формулювання критеріїв успішності засвоюваності знань та навичок.

В 1970-х роках німецький вчений та журналіст Себастьян Лейтнер запропонував метод для ефективного запам'ятовування і повторення інформації за допомогою флеш-карток. Метод базується на ідеї інтервального повторення [1] і полягає у тому, що картки з інформацією діляться на групи. Картки з першої групи демонструються учневі найчастіше, картки з другої групи – трохи рідше, і так далі. Якщо учень правильно пам'ятає інформацію з картки, вона переміщується у наступну групу. Якщо помиляється – картка переміщується у першу групу [2].

Метод Лейтнера працює для запам'ятовування інформації, яку можна поділити на фрагменти, а також однозначно визначити правильність запам'ятовування. Саме тому цей метод та різні його варіації широко застосовуються при вивченні словника іноземної мови [3] тощо. Однак, формування практичних навичок – значно складніший процес, ніж механічне запам'ятовування. Проблема полягає у тому, що на успішність розв'язання алгоритмічної задачі в області програмної інженерії впливають не лише теоретичні знання. Окрім знання алгоритмів, структур даних та обмежень у їх використанні, необхідно мати досвід розробки програмного коду для вказаних алгоритмів, розуміння типових задач і методів їх розв'язання, а також здатність звести задану задачу до типового вигляду. Для прикладу, розглянемо наступну задачу.

«Дано N міст і M доріг. Кожна дорога двостороння і з'єднує рівно два міста. Скільки нових доріг потрібно побудувати, щоб існував шлях між будь-якою парою міст?» [4].

Для розв'язання задачі необхідно помітити, що вона легко зводиться до типової задачі – підрахунку кількості компонент зв'язності. Здатність робити це залежить від досвіду розв'язування типових задач. Після цього можна підрахувати кількість компонент зв'язності за допомогою пошуку в ширину, пошуку в глибину чи іншого алгоритму обходу графа [5]. Цей етап потребує знання відповідних алгоритмів та вміння їх імплементувати.

Окрім коректності роботи розробленого програмного засобу, здатного розв'язати поставлену задачу, існує не менш важливий показник, а саме ресурси, яких потребує програма для розв'язання задачі. Якщо розроблений додаток розв'язує задачу, але потребує для цього на порядок більше часу чи оперативної пам'яті, ніж це необхідно при оптимальному виборі алгоритму, задача не може вважатись розв'язаною правильно.

Суттєвою проблемою є нерівнозначність флеш-карток і алгоритмічних задач. При традиційному застосуванні методу Лейтнера конкретна флеш-картка і є інформацією, яку потрібно засвоїти. У поточному ж випадку, конкретна алгоритмічна задача – це лише прояв інформації, яку потрібно засвоїти. Разом з тим, задачі неоднорідні за своєю складністю, що також потрібно враховувати.

Таким чином, для застосування методу Лейтнера у контексті формування навичок з розв'язання алгоритмічних задач у програмній інженерії, необхідно внести два корективи. Перший коректив – зміна механізму вибору завдання. У класичному формулюванні, учневі пропонуються одні і ті ж картки. У поточному випадку, учневі пропонуватимуться лише задачі, які він ще не розв'язав – зі зростанням складності. Другий коректив – це формулювання комплексних критеріїв успішності, що будуть застосовуватись при оцінці розв'язку задачі. Запропоновано наступні критерії успішності:

1. Коректність розв'язку – здатність розробленого додатку дати правильну відповідь при будь-яких коректних вхідних даних. Це – основний критерій успішності розв'язку.
2. Споживання системних ресурсів – процесорний час та інші ресурси системи, у якій виконується розроблений додаток. Залежно від вхідних даних, вимоги до системних ресурсів

можуть відрізнятись [6], тому при оцінці обчислювальної складності алгоритмів [7] в загальному випадку береться найгірший можливий випадок – максимальний показник використання ресурсу. Цей критерій може бути поділений на підпункти:

- а) Максимальний процесорний час, необхідний для розв’язання задачі.
- б) Максимальне одночасне споживання оперативної пам’яті.

3. Час, необхідний для вивчення проблеми, проектування рішення, проектування та відлагодження програмного рішення. Здатність швидко помітити та імплементувати правильне рішення є ознакою впевненого володіння навичками розв’язання алгоритмічних задач.

Перший критерій – коректність розв’язку – це основний критерій, на якому базується метод Лейтнера у його традиційному формулюванні. Він гарантується наявністю вичерпного набору тестів.

Другий критерій – споживання системних ресурсів – не є таким однозначним, як коректність розв’язку. Це – відносний критерій. Оптимальність використання ресурсів системи можна визначити лише спираючись на попередню статистику розв’язків задачі. У мережі Інтернет доступні десятки безкоштовних онлайн-сервісів, що містять архіви алгоритмічних задач, а також систему тестування програмних рішень – наприклад, Codeforces [8], Timus Online Judge [9], E-Olymp [10]. Використання подібних масових сервісів дає доступ до статистики розв’язків алгоритмічних задач, що у свою чергу дає змогу визначати оптимальність використання ресурсів системи відносно розв’язків інших програмістів.

Отже, визначення критеріїв успішності та використання вдосконаленого алгоритму вибору завдання зробить можливим застосування методу Лейтнера для формування практичних навичок розв’язування алгоритмічних задач в програмній інженерії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Еремеева, Г. Р. Метод интервальных повторений при изучении иностранного языка / Г. Р. Еремеева, А. Р. Баранова // Бюл. науки и практики. – 2016. – № 7. – С. 294–298.
2. Leitner system – Wikipedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Leitner_system
3. Демчук С.В. Підвищення ефективності формування словникового запасу людини на основі аналізу результатів тестування вивченого обсягу іноземних слів [Електронний ресурс] / С.В. Демчук, О.В. Романюк // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/20636/5102.pdf?sequence=3>
4. Дороги – Disjoint Set Union Data Structure – E-Olymp [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.e-olymp.com/uk/contests/8181/problems/69026>
5. Род Стивенс. Алгоритмы. Теория и практическое применение / Стивенс Род. – Москва: Издательство «Э», 2016. – 544 с.
6. Кормен Т. Глава 7. Быстрая сортировка // Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн // Под ред. И. В. Красикова. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2005. — С. 198-219.
7. Time complexity – Wikipedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Time_complexity
8. Help – Codeforces [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://codeforces.com/help>
9. Timus Online Judge [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://acm.timus.ru>
10. E-Olymp [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.e-olymp.com/uk/>

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ У ЗАКЛАДАХ ХАРЧУВАННЯ.

Проведено аналіз предметної області обслуговування клієнтів у закладах харчування, проаналізовано підходи до автоматизованого формування рекомендацій, обґрунтовано доцільність розробки інтелектуальної системи обслуговування відвідувачів у закладах харчування.

В сучасних умовах застосування нових альтернативних підходів до формування і прийняття високоякісних рішень в різних сферах суспільного життя немислиме без використання електронних інформаційних систем. Причинами повсюдного впровадження інформаційних технологій є зростаюча роль цих технологій практично в кожній галузі діяльності суспільства та зростаюча міць цих технологій. Застосування сучасних підходів на основі інформаційних технологій надає можливість використовувати обчислювальні потужності комп'ютерів для виконання розрахунків, обробки, аналізу і прогнозування даних в режимі реального часу, для допомоги у прийнятті рішень. При цьому відбувається автоматизація не стільки ручної праці, скільки інтелектуальної, більше того, в ряді задач вони виявляються ефективнішими.

Впровадження технології штучного інтелекту в галузь обслуговування клієнтів у закладах харчування є актуальною задачею у наш час. Рекомендаційні системи – програмні засоби, які будують рейтинговий перелік об'єктів (фільми, музика, книги, новини, веб-сайти), яким користувач може надати перевагу. Для цього використовується інформація з профілю користувача.

В рекомендаційних системах використовується явний і неявний збір даних. При явному зборі даних від користувача вимагається заповнити анкети для виявлення вподобань користувача, при неявному зборі для виявлення вподобань користувача і формування рейтингу виконується автоматичне запам'ятовування його дій.

Рекомендаційні механізми сортують великі об'єми даних для виявлення потенційних вподобань користувачів. Існують чотири основних типи рекомендаційних систем:

- основані на контенті (content-based);
- колаборативні;
- основані на знаннях (knowledge-based);
- гібридні.

Найоптимальнішим варіантом формування рекомендацій для системи обслуговування клієнтів в мережі закладів харчування є застосування підходу колаборативної фільтрації. Колаборативна фільтрація враховує особисті вподобань клієнта, порівнює їх з іншими клієнтами, знаходить подібні смаки, і на основі цього формує рекомендації. Особливістю ICO є впровадження її у мережі різних закладів харчування, що дозволить враховувати навіть статистичні дані, наприклад, якщо страви закладу, в якому погано готують, будуть визначатись користувачами, відповідно вони не будуть рекомендуватись клієнту. Порівняно з іншими підходами до надання рекомендації підхід з застосування колаборативної фільтрації не вимагає участі експертів, та й реалізація самого алгоритму надання рекомендацій простіша, що призводить до зниження ціни реалізації та впровадження ICO.

Основна ідея алгоритмів колаборативної фільтрації полягає в наданні пропозиції нових елементів для конкретного користувача на основі попередніх вподобань користувача чи вподобань інших схожих на даного користувачів. Існує цілий ряд алгоритмів колаборативної фільтрації, які можна розділити на три категорії:

- Memory-based, методи, основані на аналізі існуючих оцінок користувача;
- Методи, основані на аналізі моделі даних, - модельні методи (Model-based);
- Методи, основані на об'єднанні попередніх алгоритмів, - гібридні методи.

Для формування рекомендацій при обслуговуванні клієнтів в закладах харчування, обрано алгоритм RSA. Оскільки він має очевидні переваги над іншими алгоритмами. По кількості вхідних даних – у випадку невеликої кількості вхідних даних алгоритми Item/Item, User/User, SVD++ повертають від'ємні значення, при використанні алгоритму RSA навіть при використанні малої кількості вхідних даних для навчання виходять задовільні результати. По часу виконання роботи – з усіх розглянутих алгоритмів RSA є найшвидшим, при чому даний алгоритм розраховується для

кожного користувача, на відміну від SVD++, який дає результат одразу по всім користувачам. Також похибка алгоритму RNSA є найменшою, порівняно з іншими алгоритмами колаборативної фільтрації. Розглянемо детально алгоритм RNSA. За допомогою алгоритму кластеризації К-середніх створюється К кластерів, кожен з яких складається з клієнтів, що мають аналогічні переваги між собою. Спочатку вибирається один довільний клієнт, а в якості початкової точки центру кластера – k . Тоді кожному клієнту присвоюється кластер таким чином, що відстань між клієнтом і центром кластера є максимальним. Коефіцієнт кореляції Пірсона можна використовувати в якості відстані:

$$w_{u,a} = \frac{\sum_{i \in I} (r_{a,i} - \bar{r}_a)(r_{u,i} - \bar{r}_u)}{\sqrt{\sum_{i \in I} (r_{a,i} - \bar{r}_a)^2} \sqrt{\sum_{i \in I} (r_{u,i} - \bar{r}_u)^2}}$$

де $w_{u,a}$ – міра схожості користувачів a і u , I – множина об'єктів, які оцінені як користувачем a , так і користувачем u ; $r_{u,i}$, $r_{a,i}$ – оцінка об'єктів i користувачами u і a відповідно; $\bar{r}_a$, $\bar{r}_u$ – середня оцінка користувачів a і u відповідно.

Після завершення кластеризації вибирається кластер s найвищим значенням коефіцієнта кореляції Пірсона від його центру до тестового клієнту. Прогноз прораховується для всіх клієнтів в обраному кластері. На рисунку 1.1 зображено алгоритм роботи RNSA. Послідовність етапів алгоритму RNSA:

Вхід: тест-клієнт t , вхідний набір даних S .

Вихід: Сусіди.

1. Створити K кластерів з S методом кластеризації К-середніх.
2. Знайти кращий кластер C для t .
3. Додати t в кращий кластер C і розглядати його як v .
4. Додати v в список сусідів.
5. Якщо число сусідів досить, повертаємо список сусідів. Інакше, витягаємо v з C , обходимо вершини (клієнтів) пошуком в ширину. Схожість клієнта перевіряється за критерієм Пірсона, якщо вона або вище, ніж нижня порогове значення δh , або нижче, ніж верхній поріг δl , то $v = \text{клієнт}$. Перейти до кроку 4. На кроці 5 алгоритм завершує свою роботу, якщо число знайдених клієнтів при пошуку в ширину, більше якогось фіксованого значення. Ця величина може бути визначена шляхом різних експериментів. Клієнт t в список сусідів, що повертається, не входить. Формула розрахунку прогнозу:

$$P_{a,i} = A(\bar{r}_{a,l}) + \frac{\sum_k (w_{a,k} (r_{k,i} - A(\bar{r}_{a,l})))}{\sum_k |w_{a,k}|},$$

Де $P_{a,i}$ – пророкування оцінки; $w_{a,k}$ – міра близькості між користувачами a і k ;

$A(\bar{r}_{a,l})$, $A(\bar{r}_{a,l})$ – середня оцінка користувачів a і k відповідно.

Втілення інформаційних технологій дозволить не лише вирішити основні проблеми в обслуговуванні клієнтів, а й призведе до підвищення ефективності обслуговування. Рекомендаційні системи виділяються гнучкістю у прийнятті рішень порівняно з іншими технологіями штучного інтелекту. Формування рекомендацій щодо замовлення, на основі поведінки користувача та його особистих вподобань, надасть можливість якісно обслуговувати відвідувача, краще задовольняти його потреби, призведе до зменшення часу обслуговування та збільшення потоку клієнтів.

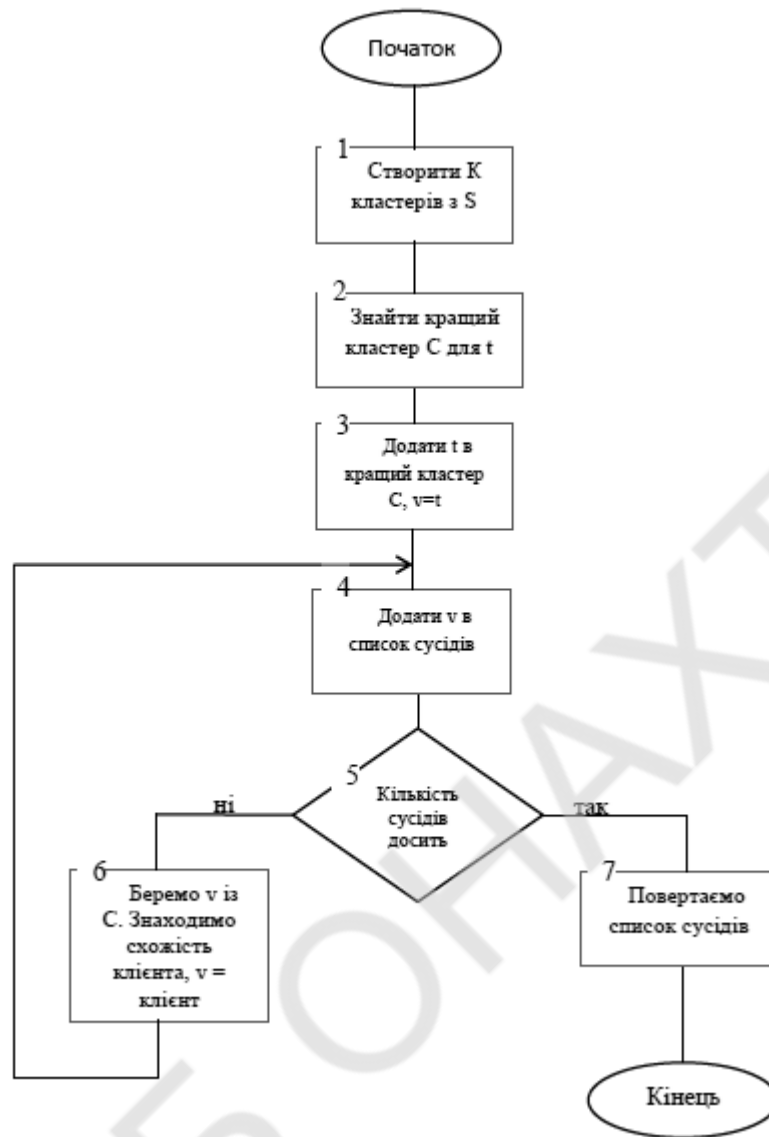


Рис. 1.1 – Алгоритм роботи RNSA

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

1. ДСТУ 3862-99 —Ресторанного господарства. Терміни та визначення.
2. Jones M. Tim Recommender systems, Part 1: Introduction to approaches and algorithms. M. Tim Jones [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ibm.com/developerworks/opensource/library/os-recommender1/index.html?S_TACT=105AGX99&S_CMP=CP
3. Xiaoyuan Su, Taghi M. Khoshgoftaar A Survey of Collaborative Filtering Techniques. Su Xiaoyuan, M. Khoshgoftaar Taghi [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.hindawi.com/journals/aai/2009/421425/>

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ
СУШІННЯ СУПЕРФОСФАТНОГО ДОБРИВА

Наведено основні етапи синтезу нейрорегулятора з використанням еталонної моделі для процесу керування сушінням суперфосфату в розпилювальній сушарці. Даний регулятор реалізовано в середовищі Simulink системи MatLAB, використовуючи вбудований пакет Neural Network Toolbox. Виконано підбір параметрів блоку Model Reference Controller нейрорегулятора та навчання нейронної мережі для моделювання роботи системи з динамічним об'єктом за контуром стабілізації температури.

Постановка проблеми. У процесі розробки систем керування для підтримання заданого рівня значень технологічних параметрів процесу, необхідно враховувати багато факторів та збурюючих впливів, які створюють нелінійність, що ускладнює розрахунок моделі об'єкта керування та синтез регулятора. В наш час, для даних проблем, широко застосовується робастне керування, яке для заданого діапазону допустимих змін параметрів процесу забезпечує необхідну стійкість, та адаптивне керування, в основі якого лежить алгоритм переналаштування регулятора за допомогою оцінки значень параметрів об'єкта керування[1].

У виробництві мінеральних добрив технологічний процес сушіння суперфосфату має фактори з нелінійними властивостями. Якщо такі невизначеності параметрів поступово не знижується в режимі керування процесом за допомогою відповідного механізму адаптації або оцінки значень параметрів, це може привести до неточності або нестабільності систем керування [2].

Застосування інтелектуальної системи керування з використанням нейрорегулятора дозволяє в певній мірі вирішити проблеми пов'язані із аналізом властивостей об'єкта керування – розпилювальної сушарки суперфосфатного добрива, та отриманням її математичної моделі. Налаштовані багатошарові нейронні мережі мають деякі переваги, які обумовлюють їх застосування при вирішенні задач керування, а саме те, що задані критерії якості та досягнення необхідних властивостей ведення процесу, більшою мірою залежать від базових властивостей нелінійних багатошарових нейронних мереж, а не від розрахованих аналітичним методом оптимальних законів керування [1].

Викладення суті дослідження, отриманих результатів. Для реалізації поставленої задачі запропоновано алгоритм з контролером на основі нейронної мережі, для цього в подальших дослідженнях використано блок Model Reference Controller із бібліотеки Neural Network Toolbox середовища Simulink структурна схема якого зображена на рис. 1.

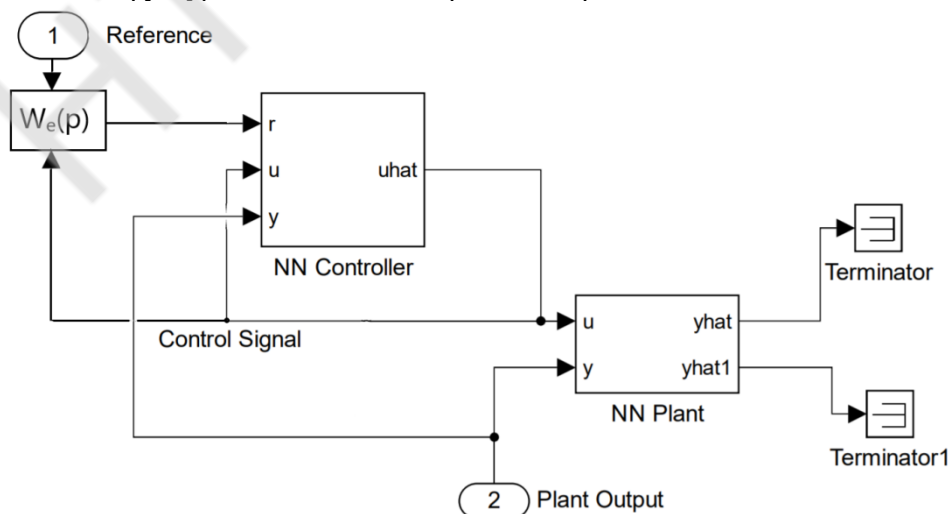


Рис. 1. Структурна схема блоку Model Reference Controller в середовищі Simulink

Дана структурна схема використовується в окремій вкладці, якщо у меню блоку Model Reference Controller обрати пункт Look Under Mask [1].

Для побудови нейромережевої системи наведення і стабілізації одним з найбільш ефективних методів є використання регулятора NN Predictive Controller, який розраховує модель нелінійного об'єкту керування у вигляді заданої нейронної мережі з подальшим передбаченням наступних параметрів та розрахунком керувального впливу який, в заданому часовому інтервалі, оптимізує динамічні характеристики об'єкта [1]. Однак, зазначений регулятор вимагає досить великих обчислювальних витрат і є складним для практичної реалізації.

Системи керування з еталонною моделлю можуть бути поділені на дві категорії: прямі та непрямі системи керування. На вхід будь якої з цих систем подається задаючий сигнал, який подається одночасно як на регулятор, так і еталонну модель розпилювальної сушарки, що показує бажану модель поведінки об'єкта. В цьому варіанті нейрокерування проходить за методом зворотної передачі похибки через прямий канал нейроемулатора, який вбудовано в схему з еталонною моделлю.

Використання блоку Model Reference Controller – є більш простим рішенням, адже особливість даної системи керування є те, що доцільно налаштовувати та навчати дві нейронні мережі [4]. В архітектурі цього блоку такі нейронні мережі представлені як мережа для контролера та моделі об'єкта керування, як показано на рис. 2.

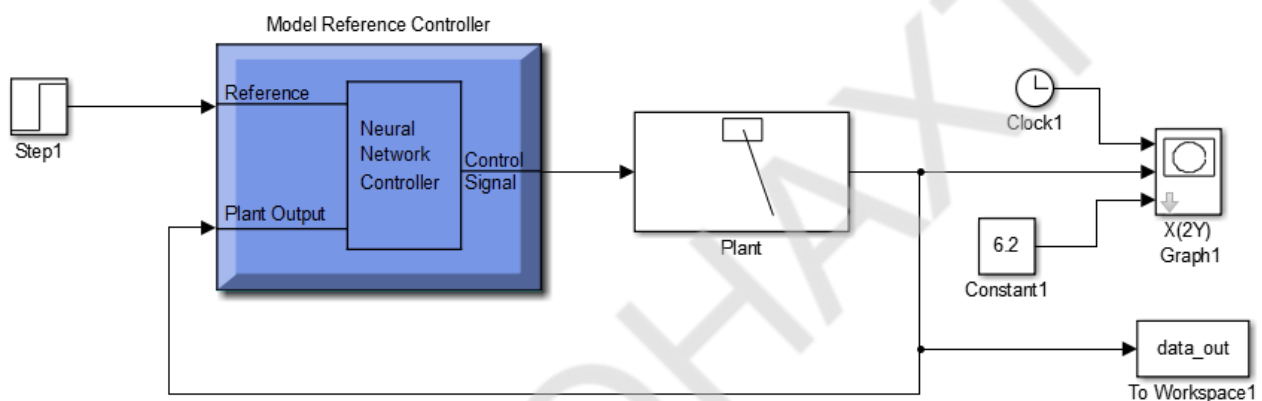


Рис. 2. Структурна модель керування з використанням нейромережевого регулятора

Описаний блок генерує сигнал керування на основі еталонної моделі сушарки та має три основні позиції необхідних налаштувань: у Network Architecture визначено структуру нейромережі, яка має 13 прихованих шарів, 2 входи та 1 вихід; в позиції Training Data задано вигляд тренувальної моделі та сформовано вибірку даних; в Training Parameters – параметри безпосередньо навчання мережі. Отримана нейронна мережа, навчена керувати об'єктом так, щоб вона відстежувала поведінку еталонної моделі. [3]

Спочатку було виконано побудову моделі розпилювальної сушарки активізацією підпрограми Plant Identification. У відкритому вікні задаються параметри та виконується побудова нейромережі для отримання набору даних моделі об'єкту керування. Дана процедура має передувати розрахунку нейромережі регулятора, оскільки саме дана модель використовується при налаштуванні нейрорегулятора. Після завершення даного етапу обрано процедуру Generate Training Data [1]. Обрана підпрограма виконує генерацію навчальної послідовності з заданим інтервалом ідентифікації шляхом подачі випадкових сигналів на задану модель керованого об'єкту. Задовільний результат навчання нейромережі в значній мірі залежить кількості даних в навчальній вибірці та від вибору кроку дискретності який визначає інтервал між двома послідовними моментами зчитування цих даних. В реалізованій задачі дана вибірка склала $N = 40000$ елементів при $t = 0,1$ с. Якщо збільшувати час t то значно збільшується похибка навчання і це призводить до зниження точності обчислення. Але при обранні досить великого інтервалу t , час тренування мережі значно зростає, що є не оптимальним.

Наступним етапом виконується процес навчання нейромережі регулятора. Якщо точність спостереження за еталонною моделлю є незадовільною, то одним із способів буде продовжити навчання регулятора за допомогою попередньо отриманої вибірки даних для цього слід натиснути кнопку Train Controller. Якщо для перенавчання необхідно використовувати нову вибірку даних, то слід заново провести ідентифікацію та отримати нову модель об'єкта керування [1].

Кількість циклів навчання нейрорегулятора склала $n = 16$, після завершення яких значення помилки навчання склало менше заданого рівня у параметрах навчання.

В результаті вищенаведених досліджень було отримано систему для нейромережевого керування, яка забезпечує перехідний процес сушіння суперфосфату такий, як зображено на рис. 3.

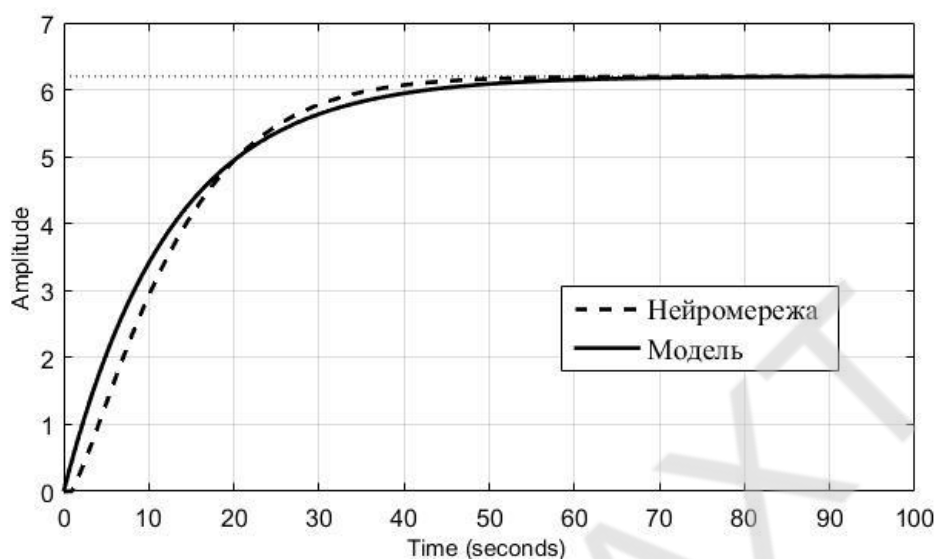


Рис. 3. Результат синтезу нейромережевого регулятора в середовищі Simulink

Висновки. Використання нейронних мереж у середовищі Simulink дозволило не тільки прогнозувати стан технологічного об'єкту керування – розпилювальна сушарка, але й розв'язувати задачу оптимального управління процесом сушіння подвійного суперфосфату шляхом створення адаптивної системи керування на основі нейроконтролера зі здатністю до адаптації [3].

У даній роботі виконаний синтез нейрорегулятора на основі еталонної моделі Model Reference Controller для забезпечення заданих показників якості функціонування системи стабілізації температури сушильного агента на виході з розпилювальної сушарки. У результаті дослідження було обрано структура нейронної мережі та визначено її параметри шляхом безпосереднього навчання нейронної мережі, яка здатна адекватно відтворювати поведінку моделі процесу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

- [1] Кузнецов Б. І. Синтез нейрорегулятора Model Reference Controller для системи наведення і стабілізації / Б. І. Кузнецов, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв // Електротехніка і електромеханіка. - 2015. - № 5. - С. 47-54. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/elem_2015_5_8, вільний. – Заголовок з екрана. – Мова укр.
- [2] A. Errachdi, and M. Benrejeb, "Model reference adaptive control based-on neural networks for nonlinear time-varying system," Proceedings of the International Conference on Systems, Control and Informatics, Italy, pp. 73-77, 2013.
- [3] Рихлик Д. Ю. Моделювання динаміки процесу сушіння подвійного суперфосфату [Текст] / Д. Ю. Рихлик, В. М. Ковалевський // V Міжнар. науково-практична конф. молодих учених, студентів та аспірантів «АКІТ-2018»: Матеріали конференції. Київ, 11–12 квітня 2018 р. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 168 с. – ISBN 978-966-622-884-3.
- [4] Кузнецов Б. І. Нейромережева система наведення і стабілізації з регулятором на основі еталонної моделі Model Reference Controller / Б. І. Кузнецов, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв // Електротехніка і електромеханіка. – 2015. – № 4. – С. 35-39. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/elem_2015_4_8, вільний. – Заголовок з екрана. – Мова укр.

КИРЬЯЗОВ И.Н., ШЕСТОПАЛОВ С.В., СТЕПАНОВ М.Т., ХОБИН В.А.
SE Group International, ОНАПТ (Украина)

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ АСОЗ ПТЛ НА МОРСКОМ ЗЕРНОВОМ ТЕРМИНАЛЕ КОМПАНИИ «НОВОТЕХ-ТЕРМИНАЛ» В Г. ОДЕССЕ

Рассматриваются результаты тестирования в производственных условиях автоматизированной системы оптимизации загрузки зерном поточно-транспортных линий элеватора.

Автоматизированная система оптимизации загрузки (АСОЗ) зерном поточно-транспортных линий (ПТЛ) перегрузки зерна, внедренная на зерновом терминале компании «Новотех-Терминал» является инновационной разработкой. Ее цель – формирование потока зерна одновременно из нескольких источников, повышение производительности ПТЛ, снижение энергозатрат на перегрузку, предотвращение аварийных ситуаций, связанных с завалами зерна в башмаках норий и надвесом бункере весов из-за перегрузки ПТЛ. АСОЗ реализует технологии Leffol & Senumac, запатентованные SE Group International [1–2].

Детально функции АСОЗ ПТЛ иллюстрируются окном графического интерфейса оператора центрального диспетчерского пункта, см. рис.1, которое предназначено для активации им этих функций, необходимых для управления процессом отгрузки зерна в сложившейся производственной ситуации.

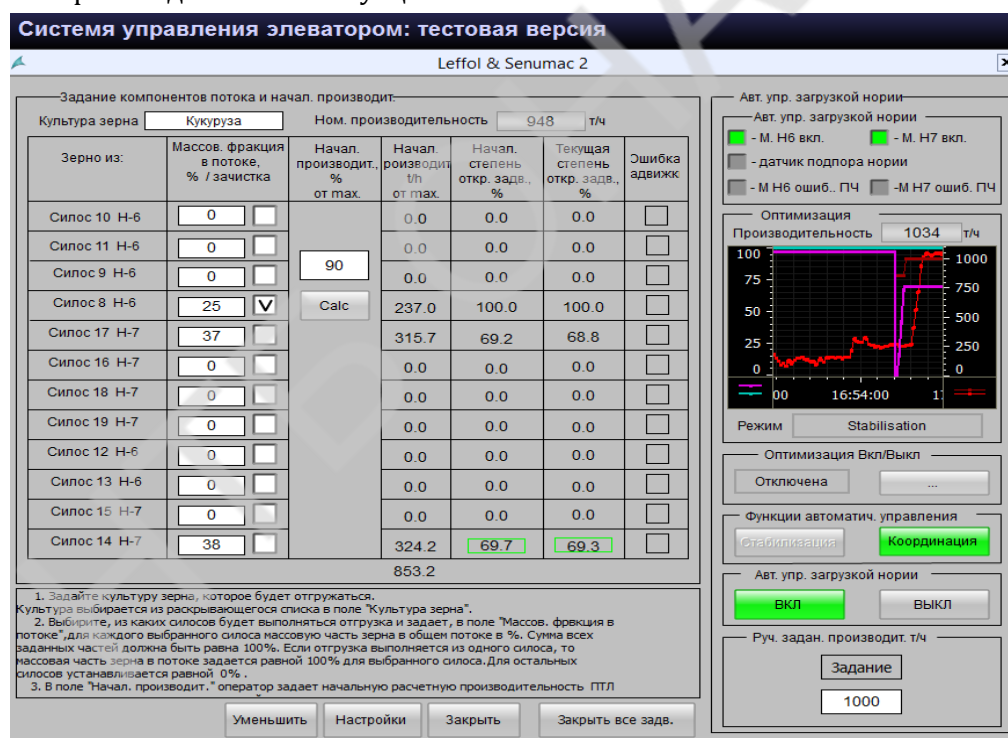


Рис. 1. Вид окна графического интерфейса оператора для его работы с АСОЗ.

Результаты тестирования показали, что АСОЗ обеспечивает достаточно высокую точность расчета производительности ПТЛ (в сравнении с показаниями бункерных весов погрешность расчета составила менее 2.5%), быстрый перевод ПТЛ с начальной производительности на номинальную, стабилизацию производительности ПТЛ на высоких уровнях, близких к режимам завала норий, при формировании потока зерна одновременно из нескольких источников с крайне неравномерным характером истечением. При этом АСОЗ эффективно предотвращает возникновение аварийных ситуаций, связанных с завалами зерна в башмаках норий и надвесом бункере весов из-за перегрузки ПТЛ. При погрузке на судно кукурузы в установившихся режимах АСОЗ обеспечивает среднюю производительность около 1050 т/час, что увеличивает среднюю производительность отгрузки примерно на (10-11)% по сравнению с номинальной.

Источники повышения эффективности работы ПТЛ при применении АСОЗ:

- сокращение времени работы ПТЛ со сниженной производительностью, особенно в режимах неравномерного истечения зерна из силосов и в режимах параллельной отгрузки зерна из нескольких источников, за счет непрерывного управления положением подсилосных задвижек, стабилизирующем загрузку ПТЛ;
- максимизация (оптимизация) производительности ПТЛ до ее предельно допустимых значений определяемых: а) положением выпускной задвижки подвесового бункера проточных весов ПТЛ (ее положение задается оператором исходя из условия предотвращения завала судопогрузочной машины); б) началом развития завала зерна в башмаке нории ПТЛ; в) началом развития завала зерна в надвесовом бункере весов;
- сокращение времени работы ПТЛ со сниженной производительностью в режимах пуска ПТЛ и целенаправленного изменения ее производительности за счет значительного сокращения времени переходных процессов;
- гарантированное предотвращение аварийных остановов ПТЛ из-за их перегрузки зерном и их негативных последствий.

Фрагмент диаграммы (рис. 2) изменения производительности ПТЛ и других координат АСОЗ в условиях загрузки зерном судна, иллюстрирует реальную производственную ситуацию, когда из-за не равномерного истечения зерна на ленту подсилосного транспортера возникали резкие колебания производительности ПТЛ с ее увеличением до верхних границ близким к аварийным, приводящим к завалу нории и останову ПТЛ. В этих условиях АСОЗ эффективно компенсировала действия возмущений изменяя скорость подсилосных транспортеров и положение задвижек, стабилизируя производительность ПТЛ на уровне 1050 т/ч, что на 11% больше номинальной производительности ПТЛ по данному виду культуры.

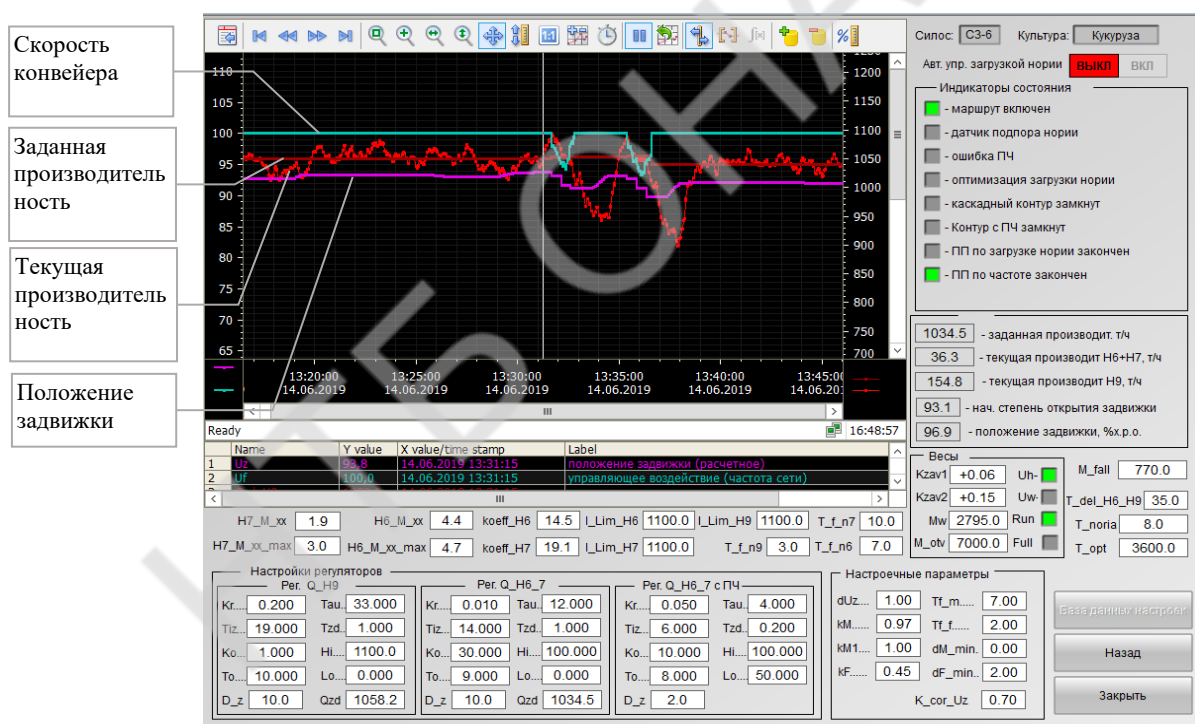


Рис. 2. Вид окна настройки АСОЗ с диаграммой изменения производительности ПТЛ при отгрузке кукурузы из силоса С3-6 на судно 14.06.2019.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. на винахід 99525 Україна, МПК (2011.01), B65G 17/00, G01R 29/00. Спосіб контролю ступеня завантаження конвеєра / Аннаев Б. С., Герасимов В. В., Хобин В. А., Кирьязов И.Н., Шестопапов С. В. и др. – № а201014455; заявл. 03.12.10; опубл. 25.05.12, Бюл. № 10. – 14 с.
2. Пат. на винахід 95887 Україна, МПК (2011.01), B65G 17/00, B65G 47/46 (2006.01), B65G 65/42 (2006.01), G01G 11/12 (2006.01). Спосіб автоматичного управління завантаженням потоково-транспортної лінії сипких матеріалів / Аннаев Б. С., Герасимов В. В., Хобин В. А., Кирьязов И.Н., Шестопапов С.В. и др. – № а201015861; заявл. 29.12.10; опубл. 12.09.11, Бюл. № 17. – 24 с.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЛЯНКИ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНУ

До числа найважливіших завдань автоматизації підприємств будівельної індустрії відноситься задача автоматизації бетонних заводів, що постачають для будівництва в великих масштабах бетон і вироби з нього. Причому найбільш гостро стоїть проблема автоматизації процесів дозування вихідних компонентів бетонних сумішей, тобто автоматизація дозувальних відділень [1].

Досягнення необхідної точності дозування визначається в значній мірі якістю готової суміші. Зростаючі вимоги до обсягу випуску сумішей вимагають істотного підвищення якості та надійності проведення технологічного процесу, що можливо шляхом вдосконалення існуючих систем управління дозуванням за допомогою впровадження комп'ютерних систем керування технологічним процесом з сучасними високоточними та надійними засобами автоматизації. Способи регулювання водо-цементного відношення або рухливості бетонної суміші та проблеми автоматизації дозування, що дозволяють забезпечити можливість автоматичного приготування (формування) будь-якого рецепту в межах робочих діапазонів дозаторів з необхідною точністю розглянуті в роботі [2].

Приготування бетонної суміші складається з наступних операцій: прийом складових матеріалів (цементу, наповнювачів), зважування (дозування) і перемішування їх з водою та видачі готової бетонної суміші на транспортні засоби. Бетонну суміш готують за закінченою або розчленованою технологією. При закінченій технології в якості продукту отримують готову бетонну суміш, при розчленованій - дозовані складові або суху бетонну суміш [3].

Оптимальна технологічна схема процесу показана на рис. 1

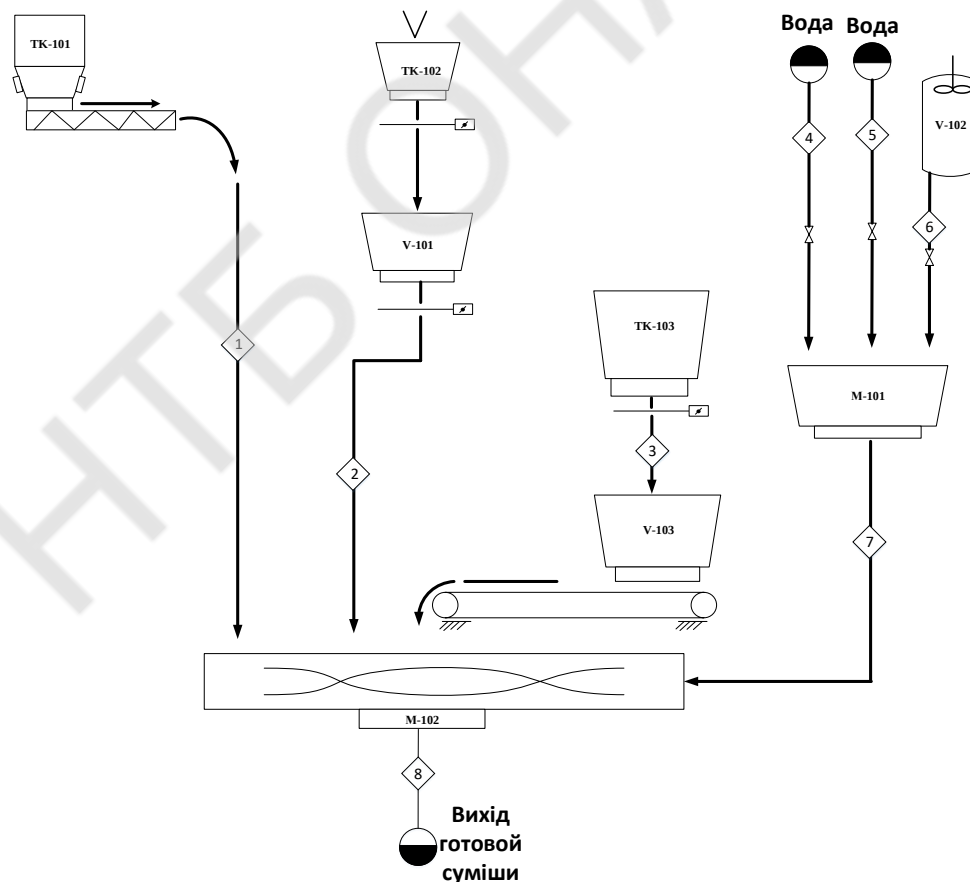


Рисунок 1 – Технологічна схема процесу ділянки дозування компонентів у виробництві бетону: ТК-101 – бункер цементу, ТК-102 – бункер піску, ТК-103 – бункер щебню, V-101 – дозатор піску, V-102 – бак хімічних добавок, V-103 – стрічковий дозатор щебню, M-101 – проміжний змішувач рідких компонентів, M-102 – змішувач

Основними технічними засобами для випуску бетонної суміші є витратні бункери з розподільними пристроями, дозатори, бетонозмішувачі, системи внутрішніх транспортних засобів і комунікацій, роздатковий бункер.

Технологічне обладнання стаціонарного типу для приготування бетонної суміші може бути розроблено по одноступеневій і двоступеневій схемам. Для виготовлення бетонної суміші більш зручно і економічно застосовувати одноступінчасту схему.

Технологічний процес дозування компонентів протікає таким чином: пісок, щебень з бункерів (ТК-102 і ТК-103) надходять до відповідних дозаторів (V-101 і V-103), в кількості визначеному за рецептом (1Ц: 3П: 5Щ). Для запобігання зависання продукту в бункерах піску (ТК-102) і цементу (ТК-101) передбачені електромагнітні вібратори для цементу та пневматичний вібратор для піску.

Цемент в змішувач (М-102) подається шнеком. Дозування приводу шнекових живильників управляються перетворювачем частоти (ПЧ). З дозаторів (V-101 і V-103) продукти надходять на змішувач (М-102).

Щебінь надходить в дозатор (V-103), після чого на стрічковий конвеєр. Вивантаженням / завантаженням компонентів виконується шляхом зміни стану засувки під бункером піску (ТК-102). Над змішувачем розташовані вода, яка надходить з магістральної мережі і бак запасу хімічних добавок (V-102). Рідкі компоненти (вода і хімічні добавки) надходять в проміжний змішувач (М-101) в заданому за рецептом обсязі, після потрапляють в змішувач (М-102). У змішувачі відбувається змішування матеріалів протягом заданого оператором часу. Відкриваємо спочатку потік 4 з першого трубопроводу, заповнюємо М-101 до погребного рівня. Після закриваємо потік 4, та відкриваємо потік 5 та 6 одночасно та заповнюємо останні відсотки рідких компонентів для вологості в змішувачі кінцевого продукту.

Параметричний аналіз модернізованої системи автоматизації дозування бетону показано на рис.2.

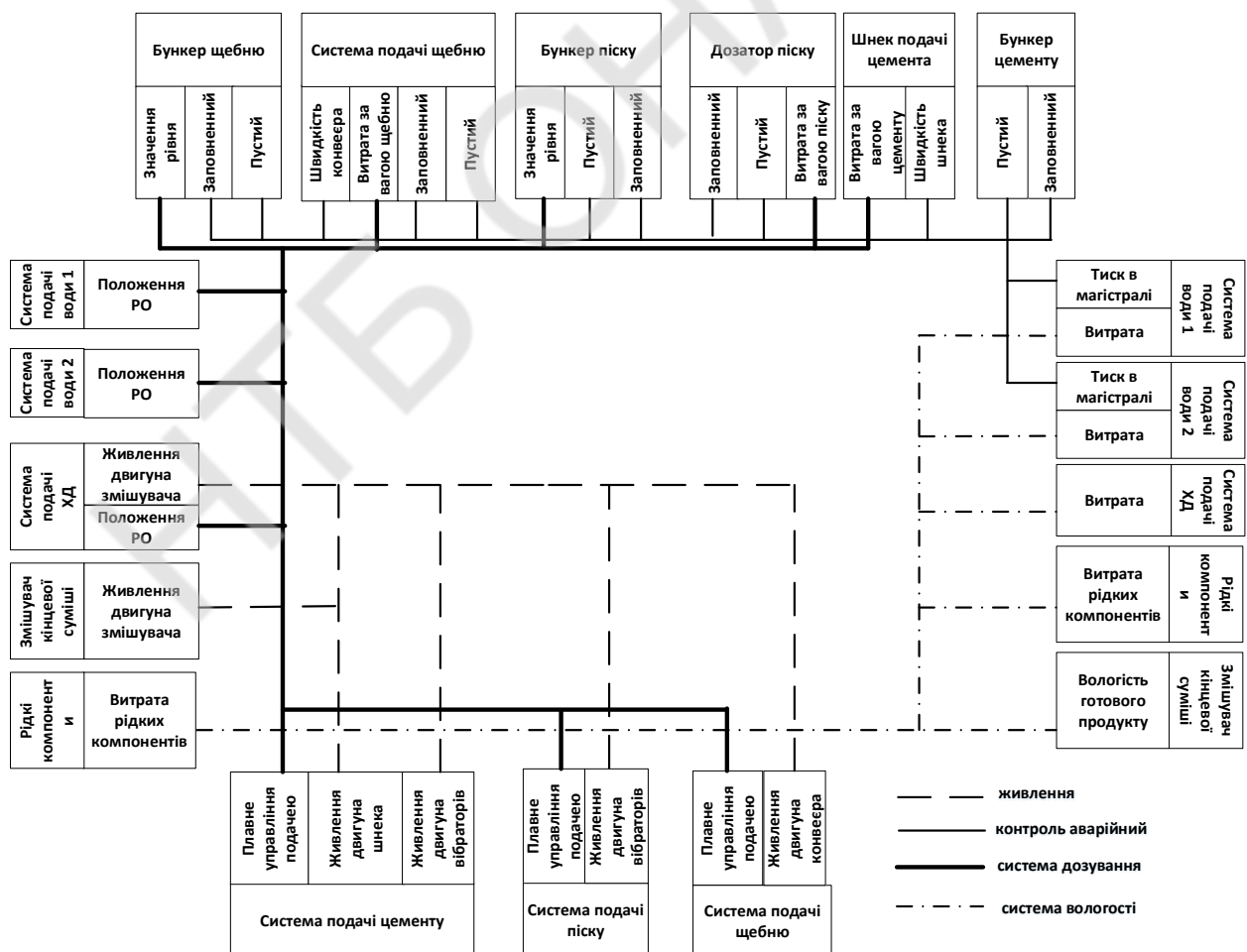


Рисунок 2 – Параметричний аналіз системи автоматизації дозування бетону

Параметричний аналіз системи автоматизації процесом показує зв'язок між елементами основних підсистем автоматизації: системи аварійного контролю, системи дискретного управління процесом дозування, системи автоматичного керування вологістю суміші в змішувачі. Пунктирною лінією показана необхідність забезпечення елементів системи автоматизації електроенергією. Вмикається двигун змішувача для подачі хімічних добавок та двигун змішувача кінцевої суміші. Також вмикається двигун шнека для цементу, двигун вібраторів для бункера цементу, двигун вібратора для піску та двигун конвеєра для щебеню.

Цілою лінією показано контроль аварії, наприклад, якщо бункер з щебенем буде заповнений або пустий, тоді відпрацює сигнал аварії та треба зупинити роботу системи. Та так само з бункером піску, цементом, дозатором піску, швидкістю конвеєра для щебеню, швидкістю шнека для цементу та тиском в магістралі для подачі води.

Цілою товстою лінією показана система дозування значення рівня у бункеру щебеню та піску, дозування витрати подачі щебеню та витрату за вагою цементу. Також положення регулюючих органів в подачі води та хімічних добавок та плавне управління подачі щебеню, піску та цементу.

Лінією крапка-тире показана система вологості готового продукту та витрати рідких компонентів.

Для покращення перехідних процесів в системі керування була проведена побудова аналітичної математичної моделі регулюючих органів та змішувачів. Використання математичних моделей и програмних алгоритмів синтезу регуляторів дозволило отримати оптимальні налаштування для процесу, що задовольняють критеріям робастності і забезпечують необхідну швидкодію для регулювання вологості згідно з технологічним регламентом.

В комп'ютерному інтерфейсі оператора модернізованої системи автоматизації використовується підхід, запропонований в роботі [4].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. С.В. Шилкина, А.Ю. Филатова «Автоматизация процесса приготовления бетонной смеси как средство повышения эффективности производства бетона». *Вестник МГСУ*. 2011. №6. С. 248-251.
2. С. И. Поляков «Автоматизация дозирования и учета расхода компонентов бетонных смесей»: дис. к.т.н. 05.13.07, Воронеж, Российская Федерация, 1994.
3. Ю. М. Баженов. *Технология бетона*. Москва : Высш. шк., 1987.
4. А.Ф. Арабаджи, А.А. Стопакевич, «Разработка современного человекомашинного интерфейса в асуп на основе международных стандартов». *Automation of technological and business processes*, т. 9, № 4, с.37-46, 2017.

USING DASHBOARDS FOR THE BUSINESS PROCESSES STATUS ANALYSIS

This paper describes business process status analysis using the dashboards. The dashboards are considered as those, which belong to the most preferred Business Intelligence tools nowadays, which are used by both higher managers and ordinary employees. Existing software tools for dashboard design were reviewed, as well as the most popular visualization charts were outlined. The place and role of analytical dashboards as part of business process management is described.

Introduction

In today's business environment, the tendency is towards more data – so much so that information technology researchers and practitioners have come up with a new term to accurately describe it: Big Data. Managing and extracting real value from all that data is a key challenge facing modern businesses. In seeking a way to simplify data analysis and distribution, organizations often find themselves quickly dealing with the dashboards. Dashboards simplify complex processes into manageable, digestible chunks of information so companies can focus on the day to day operation of the business.

Problem statement

Decision makers always have a crucial role to play in any form of business. They have to prove their judgment ability and Intelligent Quotient (IQ) with relevant facts and figures. A tool that actually transforms data into information and information into presentable business format can help them to do so. Implementation of the PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle is one of the main requirements for the development and use of business processes in companies, and also it is one of the important conditions of the certified quality management system implementation.

Dashboards undoubtedly belong to the most preferred Business Intelligence (BI) tools these days. Such a popularity is not because implementing business dashboards has become cheaper and easier than ever before. Rather it is the efficiency, usability, and decisive nature of a dashboard that counts the most. With customized dashboards data analysis and interpretation become easier, quicker and relevant [1].

The concept of using dashboards based on user roles or hierarchy has changed now. Employees at each level of their jobs and job positions need to measure their Key Performance Indicators (KPI) [2] and other performance metrics related to the company's goals. This activity involves both qualitative and quantitative measurement of data coming from diverse resources.

The object of research is the process of business processes status analysis. The subject of research includes recommendations on how to build dashboards for the business processes status analysis. The aim of research is to investigate usage of dashboards for the business processes status analysis.

Review of existing software tools

There is a growing demand for data visualization tools which can allow business owners to visualize complex data and discover relevant trends and patterns within the industry. There is a range of tools available which display statistical data through bar charts, pie charts, infographics and more. But, assessing different sets of visualized data separately does not provide the required competitive edge for businesses. Hence, what they are looking for is a platform which allows combining the results of different data analytics tools on a custom dashboard. When looking at the different data analysis and dashboard tools, there are two solutions that really resonate with the current topic. Let us go through and take a deeper look at each of these tools and we have identified key features, the advantages and their USPs (Unique Selling Proposition).

DashThis is an automated marketing reporting tool that enables users to create great visual and easy-to-understand dashboards quickly and easily (see Fig. 1). The software is known for being very easy-to-use with its drag-and-drop interface, as well as for having a great customer service [3]. DashThis supports more than 34 integrations including Google Analytics, Google Ads, Facebook, Instagram, LinkedIn and Twitter, and offers many time-saving features like report templates, preset widgets and cloning options. The pricing starts at 33\$/month for 3 dashboards, including all features and unlimited users and data sources.

USPs of DashThis tool [3]:

1. The tool is easy-to-use with a drag and drop interface.
2. All the features are included: preset widgets, templates, cloning options, widget merging.
3. CSV (Comma Separated Values) files import.
4. All data sources can be visualized in the same dashboard.
5. Support of unlimited users for each account.

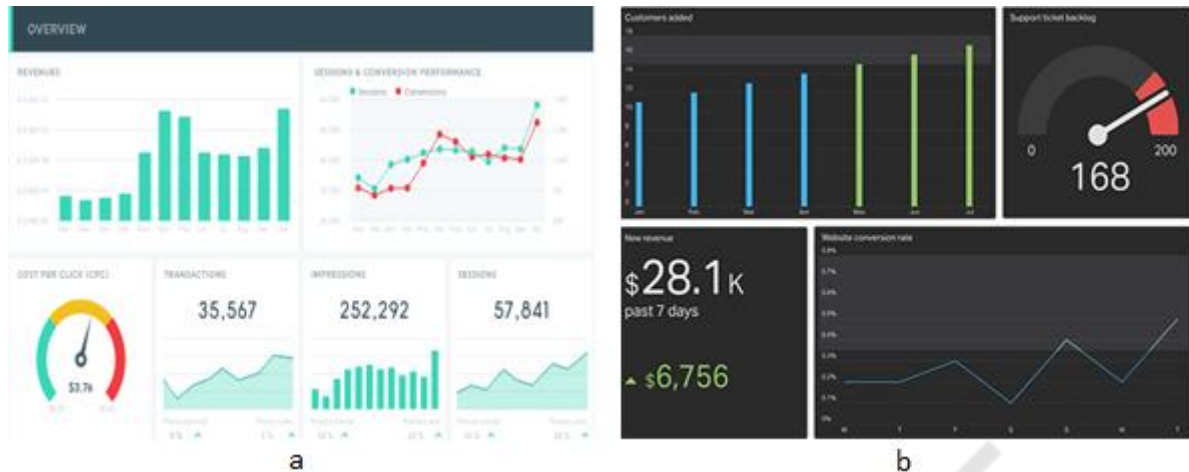


Figure 1 – Platforms which allow generating custom analytics dashboards:
a – DashThis; b – Geckoboard

Geckoboard is a tool for collecting, visualizing and sharing important information within a company. The Geckoboard dashboard platform allows users to track important information in real-time from one place. With more than 80 integration options, there is always at least one option for a particular company [3]. And if not, users can also implement their own data by linking their dashboard to a database API (Application Programming Interface). With the Geckoboard mobile app, users can access their dashboards wherever and whenever they like. The mobile app is only available for iPhone users. Interested parties can use Geckoboard for \$25 a month.

USPs of Geckoboard tool [3]:

1. Dashboard gives a good overview.
2. Lots of useful features, such as the ability to share read-only versions of user's dashboard, or to show the dashboard under user's own domain name.
3. Raw data can easily be converted into simple and understandable visualizations.

But despite all the advantages both solutions are not free and do not take into account the importance of KPIs data.

Research materials

Dashboard is a tool that offers a visual representation of business organization's real time performance. Making valuable decisions has always been one of the most important things in business and those decisions are made based on numbers an analysis that similar tools offer. A dashboard also a tool that gives business leaders valuable information, and it provides a quick outlook of all the most valuable numbers, which allows business leaders to perform an accurate business analysis. It is possible to use business dashboards at any level of business operations; however, most dashboards are used by higher managers, CEOs (Chief Executive Officer) or business leaders, and therefore they are also called executive dashboards.

Another thing that is slowly starting to change is the fact that there are more and more people who are not senior executives or managers that use dashboards during their everyday work. The role of dashboards in Business Intelligence not so limited to big roles and large companies as the methods of using dashboards based on hierarchy or user roles has changed. Today, employees working at every single level of their job positions have the need for measuring valuable performance metrics that are related to the goals of the company and measure KPIs.

Each of the KPI should be visualized. The most popular visualization tools are shown in Table 1. Values in a second column are based on survey [4] results according to respondents' answers. These values demonstrate how well a certain visualization tool helps users glean insights and make decisions.

Table 1 – The most popular visualization tools survey results

Visualization tool	Bar chart	Line chart	Bullet graph	Scatter chart	Sparkline	Gauge	Pie chart
Value	53%	46%	25%	23%	22%	12%	10%

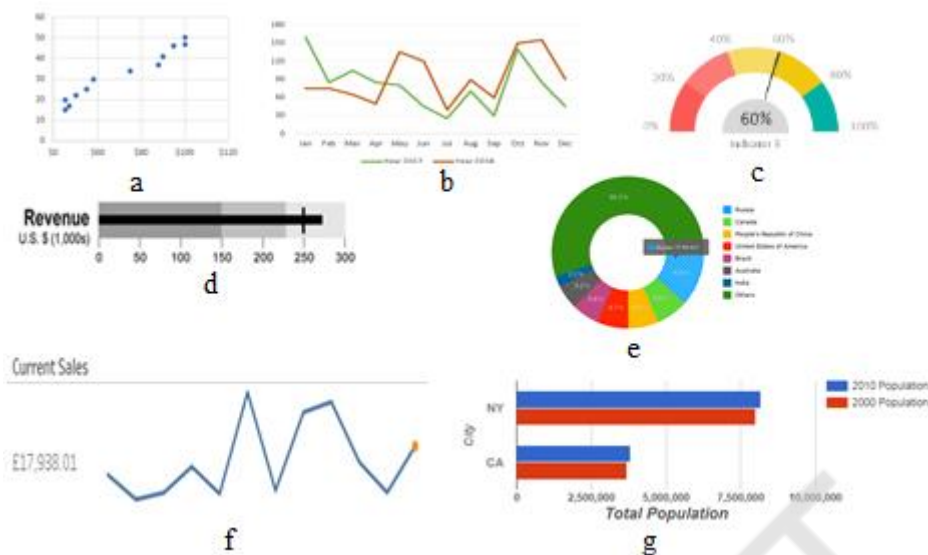


Figure 2 - Platforms which allow generating custom analytics dashboards:

a – Scatter chart; b – Line chart; c – Gauge; d – Bullet graph; e – Pie chart; f – Scatter chart; g – Bar chart

PDCA is a four-step iterative process applied in business management for the control of processes and continuous quality improvement of products [5]. The method's name Plan-Do-Check-Act clearly defines the logical sequence of four stages that must be realized:

1. On the Plan stage manager defines a problem and compose the plan of measures on its elimination.
2. On the Do stage developed solutions are applied in a real work and their correctness is tested.
3. The Check stage includes verification whether the problem is really solved; the results are measured and compared with planned objectives.
4. On the Act stage is realized a work with identified problems by determining their root causes and implementing the countermeasures, if the results suit requirements, the new concept is standardized, documented and implemented [5].

With help of applying the regular verifications before, during and after the manufacturing process, as well as with introduction the liability for quality, can be detected the weaknesses in different processes on the enterprise. PDCA serves exactly for detection the causes of defects and supports the whole process until to elimination these defects. Dashboards usage allows users to implement comprehensive support for the requirements of the PDCA cycle in the management of business processes.

Conclusion and future work

The reason why dashboards belong to the most popular business intelligence software solutions out there is not because they are easier to implement or cheaper than they were before. The main reasons why so many people use them are because of their usability, efficiency and the fact that they can help users make actionable decisions. Future work in this research field includes:

1. Identification of mapping between KPIs, their types, and possible visualization charts.
2. Implementation of intelligent support for the inference of recommendations which visual charts should be used to display KPIs of certain types.
3. Development of the corresponding software tool and its usage to solve the considered problem.

References

1. 10 Data Analysis and Dashboarding tools used in Digital Marketing – Mopinion [Online]. Available: <https://mopinion.com/10-data-analysis-and-dashboarding-tools-used-in-digital-marketing/>. [Accessed Oct. 01, 2019].
2. KPI – Key Performance Indicators [Online]. Available: <http://www.pnmssoft.com/resources/bpm-tutorial/key-performance-indicators/>. [Accessed Oct. 05, 2019].
3. Best KPI Dashboard Software & Tools. [Online]. Available: <https://www.scoro.com/blog/best-kpi-dashboard-software-tools-reviewed/>. [Accessed Oct. 03, 2019].
4. Visual reporting and analysis [Online]. Available: <https://www.domo.com/assets/downloads/resources/TDWI-Visual-Reporting-and-Analysis-Report.pdf>. [Accessed Oct. 05, 2019].
5. Plan-Do-Check-Act (PDCA) [Online]. Available: <https://www.conceptdraw.com/solution-park/management-plan-do-check-act/>. [Accessed Oct. 05, 2019].

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА
СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГІЇ

Анотація: Впровадження альтернативних джерел живлення в системи теплопостачання навчальних закладів є важливою складовою їх енергонезалежності. Досліджені можливості використання сонячної енергії в системі гарячого водопостачання на прикладі гуртожитку Одеського технічного коледжу Одеської національної академії харчових технологій та реалізовано програмно-апаратний комплекс для визначення параметрів системи гарячого водопостачання на сонячній енергії.

Збільшення використання енергії з відновлюваних джерел та альтернативних видів палива вважається важливою частиною стратегії України щодо збереження традиційних паливно-енергетичних ресурсів та скорочення пов'язаного з ними негативного впливу на навколишнє середовище. Прийнятий Закон України «Про альтернативні джерела енергії» визначає правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії, а також стимулювання збільшення їхнього використання [1].

Метою роботи є дослідження можливості використання сонячної енергії в системі гарячого водопостачання на прикладі гуртожитку Одеського технічного коледжу Одеської національної академії харчових технологій.

Максимально ефективно використовувати сонячну енергію можливо при використанні сонячних колекторів. Саме в поглинаючій панелі геліоколектора під впливом сонячного випромінювання (інфрачервоної складової) відбувається перетворення сонячної енергії в теплову, для подальшого нагріву побутової води. Сучасні геліосистеми дозволяють заощаджувати до 60% енергії, необхідної для нагріву води в рік. У конструкції геліосистеми основним елементом є сонячний колектор. Саме в складовій, що поглинає сонячну енергію, і відбувається перетворення сонячної енергії в теплову. В результаті панель розігрівається, а рідкий теплоносій, що прокачується через неї, відбирає отримане тепло. Тепло передається теплоносієм в бак-акумулятор і далі по контуру нагріву води, потім охолоджений теплоносій повертається в колектор і знову нагрівається, і таким чином цикл замикається, як показано на рис.1.

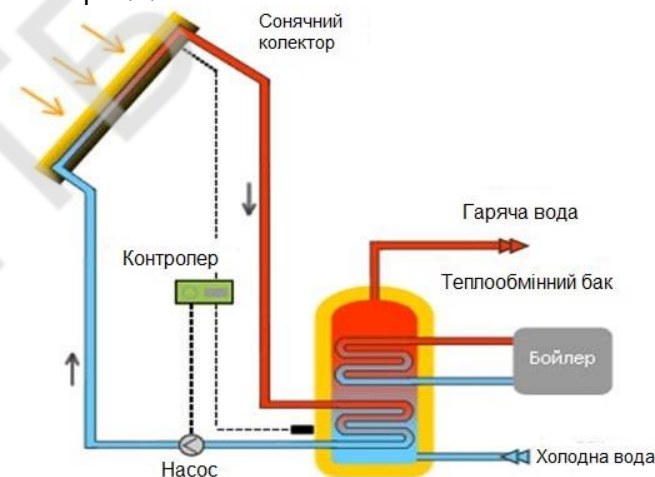


Рисунок 1- Апаратна складова системи теплопостачання на сонячній енергії

Найбільш ефективний колектор в південному регіоні України влітку при гарній сонячній погоді, але може з успіхом працювати і в сонячні зимові дні. Наприклад, ККД вакуумних колекторів в середньому становить 65-70%. При цьому слід враховувати, що вакуумний колектор поглинає не тільки прямі, але і розсіяні сонячні промені, і з успіхом працює навіть при негативних температурах зовнішнього повітря.

Після аналізу нашого об'єкта дослідження, його діючої системи гарячого водопостачання, а також можливих варіантів нової системи, на базі використання відновлюваних джерел енергії, раціональним і ефективнішим буде вибір вакуумного сонячного колектора ATMOSFERA CBK-A 30 трубок, сертифікованого в Україні.

Для апаратно-програмного комплексу були проведені розрахунки параметрів вакуумних сонячних колекторів, а саме навантаження гарячого водопостачання для кожного місяця, теплопродуктивності сонячного колектора, об'єму бака-акумулятора та його вибір.

Оптимальний варіант параметрів системи гарячого (побутового) водопостачання був розрахований у відповідності моделі теплового балансу системи сонячного теплопостачання на основі розрахункових таблиць в програмі Excel. Розрахунок виконано по даним 2018 року.

Система сонячного нагріву води для побутових потреб планується в Одеському технічному коледжі, який розташований на широті 46,47 пн.ш. Система має забезпечити потреби $N=38$ споживачів, кожен з яких щоденно використовує $V=30$ літрів гарячої води при температурі $T_{г.в.}=55^{\circ}\text{C}$. Температура холодної води в системі водопостачання м. Одеса $T_{х.в.}=10^{\circ}\text{C}$. Колектори встановлюються під кутом 45° до горизонту та орієнтовані на південь. Об'єм води у баку-акумуляторі $V_{б.а.}=300$ літрів.

Для розрахунку теплопродуктивності сонячного колектора потрібно визначити середньомісячну денну кількість сонячної енергії, $\text{МДж}/(\text{м}^2/\text{день})$, яка надходить на поверхню колектора, визначається за формулою

$$E_k = E \cdot R$$

де E – середньомісячна кількість сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню, R – відношення середньомісячних денних кількостей сонячної радіації, що надходять на поверхню під нахилом та горизонтальну поверхню.

$$R = \left(1 - \frac{E_d}{E}\right) \cdot R_n + \frac{1 + \cos \beta}{2} \cdot \frac{E_d}{E} + \rho \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2}$$

де E_d – середньомісячна денна кількість сонячної енергії, яка розсіюється (дифузна), що надходить на горизонтальну поверхню, $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{добу})$, R_n – коефіцієнт перерахунку прямого випромінювання з горизонтальної на поверхню під нахилом, β – кут нахилу колектора до горизонту, град.; ρ – коефіцієнт відбивання для поверхні землі, влітку дорівнює 0,2, а взимку при наявності снігу – 0,7.

Середньомісячна величина коефіцієнту визначається за формулою

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega'_3 + \frac{\pi}{180} \cdot \omega'_3 \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_3 + \sin \varphi \cdot \sin \delta \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \omega_3}$$

де φ – широта місцевості, град.; δ – схилення Сонця, град.; ω_3 та ω'_3 – часовий кут заходу Сонця на горизонтальній та схилених поверхнях, град.

Кут схилення Сонця в кожний день n дорівнює

$$\delta = 23,45 \cdot \sin \left(360 \cdot \frac{284 + n}{365} \right)$$

Навантаження гарячого водопостачання визначаємо за формулою:

$$L_{гв} = M \cdot N \cdot 1000 \cdot (T_{сер} - T_{хол}) \cdot \rho \cdot C_p$$

де M – число днів місяця, N – кількість людей – 38, $T_{сер}$ – середня температура гарячої води – 55°C , $T_{хол}$ – температура холодної води – 10°C , ρ – щільність води – 1 кг/л , C_p – теплоємність – $4190 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$.

Кількість теплоти, що надходить з теплоприймача на 1 сонячного колектора визначаємо за формулою:

$$Q_{кор} = F'_R \cdot [E_k \cdot (\tau \alpha) - U_L \cdot (T_T - T_a)]$$

де $Q_{кор}$ – корисна теплова потужність СВК-А, Вт/м^2 , E_k – щільність потоку сумарної сонячної радіації в площині колектора, $\text{кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{день})$, τ – пропускна здатність прозорої ізоляції, α – поглинаюча здатність панелі колектора, U_L – загальний коефіцієнт теплових втрат, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, T_T – середня температура теплоносія в колекторі К, T_a – температура навколишнього повітря К, F'_R – коефіцієнт ефективності поглинаючої панелі, що враховує ту обставину, що середня температура панелі завжди вище середньої температури рідини.

Розрахунок ведеться для СК марки СВК-А (30 трубок), з наступними характеристиками:

- коефіцієнт ефективності поглинаючої панелі $F'_R = 0,77$
- загальний коефіцієнт теплових втрат $U_L = 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
- $(\tau \alpha) = 1,08$;
- середня температура теплоносія в колекторі $T_T = 328 \text{ К}$.

Потрібну площу колекторів A (м^2) вибираємо по ясному дню найтеплішого місяця року (серпень):

$$A = \frac{V_{\text{б.а.}}}{Q_{\text{доб.}}}$$

де $V_{\text{г.в.}}$ – добова витрата гарячої води, л.; $Q_{\text{доб.}}$ – добова продуктивність 1м^2 сонячного колектора, яка визначається за формулою, л/ м^2 ·добу:

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{Q_{\text{кор}}}{m \cdot c \cdot (T_{\text{сер}} - T_{\text{хол}})}$$

де, $Q_{\text{кор}}$ – кількість корисного тепла, що виробляється колектором, кВт год/ м^2 ·добу; m – питома вага води, кг/л.; $m = 1$ кг/л.; c – теплоємність води, кВт·ч/ м^2 ·°C; $c = 0,001$ кВт·ч/ м^2 ·°C; $T_{\text{сер}}$ – середня температура гарячої води – 55°C , $T_{\text{хол}}$ – температура холодної води – 10°C .

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{4752}{1 \cdot 0,001 \cdot (55 - 10)} = 105,6 \text{ (л/м}^2\text{·добу)}$$

Потрібна площа сонячного колектора

$$A = \frac{1710}{11,63} = 16,2 \text{ м}^2$$

Кількість вакуумних колекторів

$$K_{\text{ск}} = \frac{A}{S_{\text{абсорб.}}}$$

де $S_{\text{абсорб.}}$ – площа абсорбера, визначена в технічних характеристиках СК – $2,41 \text{ м}^2$.

Таблиця 1- Результати розрахунку параметрів системи гарячого водопостачання на сонячній енергії для гуртожитку Одеського технічного коледжу ОНАХТ

№ п/п	Місяць	Кількість теплоти, що надходить з теплоприймача на 1м ² сонячного колектора, $Q_{\text{кор}}$	Добова продуктивність 1 м ² сонячного колектора	Потрібна площа сонячних колекторів	Кількість вакуумних колекторів
		Вт·год	л/м ² ·добу	м ²	
1	Січень	1261	28,0	61,0	26
2	Лютий	1831	40,7	42,0	18
3	Березень	3005	66,8	25,6	11
4	Квітень	3995	88,8	19,3	8
5	Травень	4546	101,0	16,9	8
6	Червень	4736	105,2	16,2	7
7	Липень	4678	104,0	16,4	7
8	Серпень	4752	105,6	16,2	7
9	Вересень	4352	96,7	17,7	8
10	Жовтень	3009	66,9	25,6	11
11	Листопад	1475	32,8	52,2	22
12	Грудень	1156	25,7	66,6	28

Таким чином за результатами дослідження розраховано оптимальні варіанти кількості вакуумних сонячних колекторів на об'єкті впровадження, що істотно відрізняються за порами року. Варіант «чим більше, тим краще» в даному випадку не підходить, тому що влітку потрібно скидати невитрачену гарячу воду в каналізацію. З огляду на нерівномірність використання гарячої води в гуртожитку по місяцях для реалізації апаратної частини рекомендується 8 геліосистем ATMOSFERA продуктивністю 300 літри/добу [2].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, № 24, ст.155)
2. Атмосфера. Технологии природы. <https://www.atmosfera.ua/> [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.atmosfera.ua/>

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ВИНODEЛИЯ

В статье рассмотрены результаты работы над грантовым проектом ЕС № 83263440 «Развитие украинско-молдавского трансграничного производственно-научно-образовательного кластера по переработке вторичных продуктов виноделия». Целью работы было создание автоматизированной линии по переработке вторичного сырья виноделия для получения ряда ценных продуктов, в том числе, этилового спирта, биоконцентратов, витаминов, виноградного масла, абразивных материалов и т.д., что позволяет снизить себестоимость и повысить качество продукции винодельческой отрасли.

Интеграция Украины и Молдовы в мировое экономическое пространство сопровождается жесткой конкуренцией на рынке вина, обуславливающей необходимость повышения качества винодельческой продукции и снижение ее себестоимости [1]. При переработке винограда на виноматериалы образуется 15...20% вторичного сырья, рациональная переработка которого дает возможность получать продукты, представляющие значительную ценность для ряда отраслей народного хозяйства. К ним относятся: этиловый спирт, винная кислота, энотанин, виноградное масло, биоконцентраты витаминов группы В, витамин D, фуражные корма, абразивные материалы и множество других.

С целью решения существующих проблем, связанных с переработкой вторичного сырья виноделия в Украине начался процесс объединения винодельческих предприятий на основе кластерной идеологии, проведены разносторонние исследования в рамках грантового проекта ЕС № 83263440 «Развитие украинско-молдавского трансграничного производственно-научно-образовательного кластера по переработке вторичных продуктов виноделия».

Наибольшую долю и значимость среди вторичного сырья виноделия составляют виноградные выжимки, глубокая переработка которых является не решенной задачей, над которой мы работаем.

Выжимкой называют все то, что остается после отжатия сока из свежего винограда или вина из перебродившей мезги. Это остатки жидкости (сусло, вино) и используемые в дальнейшей переработке семена, кожица и гребни.

В связи с быстрым окислением и порчей этого сырья требуется его разделение и сушка, обеспечивающая длительное хранение, часто - до одного года.

Зарубежное технологическое оборудование для этой цели достаточно затратное в приобретении и обслуживании. Это ограничивает его применение и ставит задачу разработки бюджетного отечественного автоматизированного оборудования, не уступающего по качеству существующим зарубежным аналогам.

На первом этапе для Одесского региона нами была предложена рациональная схема автоматизированной переработки виноградных выжимок, представленная на рис.1.

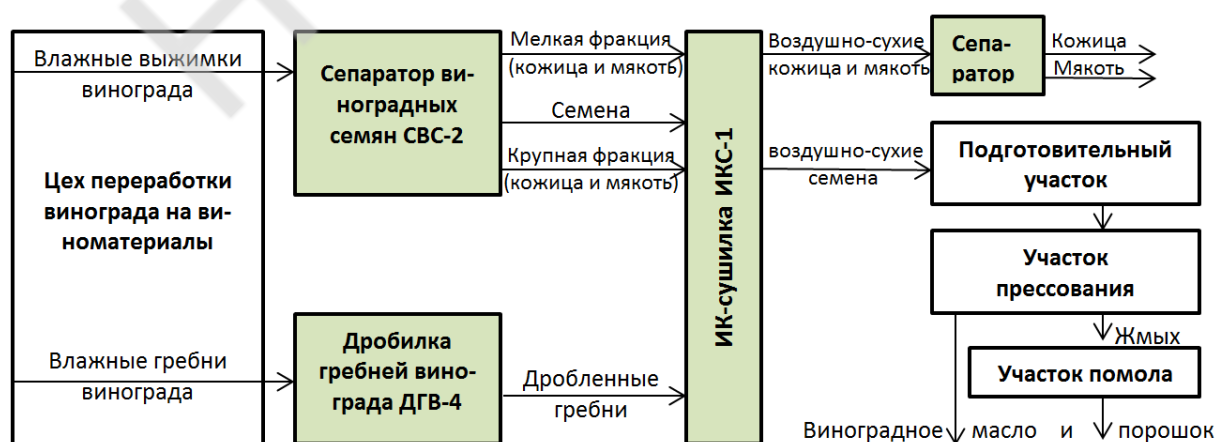


Рис.1 Технологическая схема 1-го этапа переработки виноградных выжимок

Влажные виноградные выжимки после пресса винзавода направляют в приемный бункер разработанного нами сепаратора виноградной семечки СВС-2, в котором они разделяется на три

потока – кожицы с мякотью (крупная и мелкая фракции), а также на семена винограда. Влажные гребни винограда при помощи дробилки гребней ДГВ-4 нашей разработки [5] подготавливаются для 2-го этапа переработки (здесь не рассматривается). Часть полученной кожицы с мякотью также отправляют на дальнейшую переработку 2-го этапа, остальную их часть и семена сушат в экологически чистой инфракрасной сушилке ИКС-1 нашей разработки [2, 3, 4]. При этом оставшаяся часть кожицы удаляется аэросепаратором-охладителем сушилки, на выходе которой получают чистые сухие семена винограда и сухую кожуцу. Эти семена подготавливают и прессуют при помощи шнекового пресса, получая виноградное масло и жмых, который затем измельчают на участке помола и вместе с маслом отправляют на 2-й этап переработки.

Схема автоматизации предусматривает управление указанным на рис.1 оборудованием, транспортерами, задвижками и т.д.

Наиболее сложным из этих объектов управления является сушилка ИКС-1, структурная схема системы автоматического регулирования (САР) которой показана на рис.2.

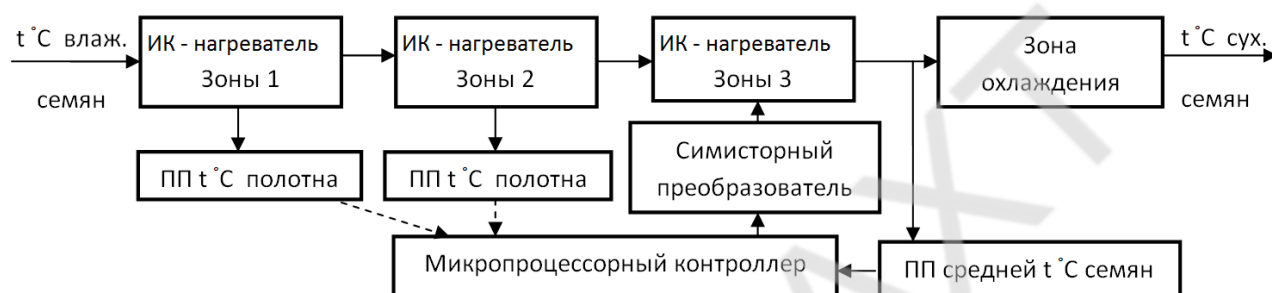


Рис.2 Структурная схема САР инфракрасной сушилки ИКС-1

Влажные виноградные семена из приемного бункера равномерным слоем поступают на вибротранспортер, перемещающий семена сквозь три зоны инфракрасного (ИК) нагрева и одну охлаждения/аэросепарирования. Первая и вторая зоны нагрева не регулируемые, обеспечивающие максимальную передачу тепла ядрам виноградных семян за счет инфракрасного излучения нижней части ИК-спектра. Третья зона ИК-нагрева управляется 3-х фазным симисторным преобразователем по сигналу микропроцессорного контроллера. Информацию о температуре полотна вибротранспортера в первой и второй зонах нагрева, а также о средней температуре семян после третьей зоны контроллер получает от термометров сопротивления градуировки 100П. Специальное устройство, установленное после третьей зоны нагрева обеспечивает усреднение и надежную информацию о средней температуре семян, являющейся главной регулируемой координатой. При помощи вентилятора поток воздуха в зоне охлаждения отделяет оставшееся количество сухой кожицы, обеспечивая на выходе сушилки ИКС-1 поток чистых сухих семян.

В процессе функционирования на САР сушилки воздействуют возмущения отклонением температур окружающей среды и влажных семян на входе в сушилку, массы и скорости перемещения семян по вибротранспортеру, колебания напряжения сети и другие внешние факторы. Это может увеличивать время сушки, ухудшить качество стабилизации температуры и, соответственно, конечной влажности семян на выходе сушилки.

Частично компенсировать влияние первых двух зон нагрева на регулируемую координату – температуру семян после третьей зоны можно при использовании САР с компенсацией возмущения.

Поскольку температура полотна вибротранспортера на выходе из первой зоны измеряется, то можно при этом построить дополнительный канал связи, который будет корректировать управляющее воздействие регулятора, улучшая качество регулирования.

Это определило необходимость исследования и разработки рациональных алгоритмов регулирования. Исследование системы проводилось путём компьютерного имитационного моделирования САР в среде Simulink пакета программ Matlab. Предварительно на опытно-промышленном образце сушилки ИКС-1 были определены переходные характеристики зон ИК-нагрева и построены модели, адекватные их реальным динамическим свойствам.

При параметрическом синтезе САР сушилки было проведено компьютерное моделирование системы в различных режимах ее работы. Сравнение различных рассмотренных структур САР показало эффективность предложенной системы, которая была реализована с помощью микроконтроллерной системы управления.

Осенью 2018 года в хозяйстве Фрумушика-Нова одесской области были проведены успешные испытания опытно-промышленных образцов разработанного нами автоматизированного оборудования, составляющего автоматизированную линию 1-го этапа переработки виноградных выжимок. Испытания показали высокую эффективность принятых нами решений.

Летом 2019 г. в с. Фрумушика-Нова началась опытно-промышленная эксплуатация предложенной линии, один из рабочих моментов которой показан на рис.3



Рис.3 Инфракрасная сушиллка ИКС-1 в работе

Предложенная автоматизированная линия может быть использована при создании кластерных центров переработки вторичного сырья виноделия, поступающего от близлежащих винзаводов.

В настоящее время идет активная работа по созданию автоматизированной линии для второго этапа переработки виноградных выжимок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Муратов, В., Левінський, В., Осипова, Л., & Осипов, В. (2018). АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ВИНОРІБСТВА. *Automation of Technological and Business Processes*, 10(4), 19-28. <https://doi.org/10.15673/atbp.v10i4.1227>
- [2] Спосіб автоматично керованої термообробки зерна: пат. 89433 Україна: МПК(2009) B02B 1/00, B02B 5/00, F26B 3/28, F26B 3/32, F26B 17/18. № a200804758; заявл. 14.04.2008; опубл. 26.10.2009, Бюл. №2.
- [3] Спосіб автоматично керованого сушіння насіння: пат. 113670 Україна: МПК(2016) A23N 12/00, A23B 9/02 (2006), F26B 3/30 (2006), F26B 3/22 (2006). № a201505514; заявл. 04.06.2015; опубл. 27.02.2017, Бюл. № 4.
- [4] Автоматична сушарка насіння: пат. 115077 Україна: МПК(2017) F26B 3/30 (2006), F26B 3/22 (2006), F26B 11/00, A23N 12/08 (2016), A23B 9/02 (2006). № a201505499; заявл. 04.06.2015; опубл. 11.09.2017, Бюл. № 17.
- [5] Спосіб безперервного подрібнення гребенів винограду у потоці: пат. 134863 Україна: МПК (2019.01) B02C 18/00, H02C 18/06 (2006.01). № u 201812651; завл. 19.12.2018; опубл. 10.06.2019, Бюл. № 11.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Для вирішення задачі управління запасами використано дві моделі: з детермінованим динамічним попитом та з вірогідним нестационарним попитом. Прогнозування попиту робиться за допомогою методології Бокса-Дженкінса.

Вступ. Постіндустріальний етап розвитку економіки України та необхідність побудови інтелектуального суспільства в умовах інтеграції, інформатизації та глобалізації світогосподарських процесів потребують істотних змін в організації та управлінні ієрархічними рівнями господарювання на основі інноваційно-інвестиційної моделі сталого розвитку економіки країни. З огляду на це, принципово значущим стає застосування інноваційної моделі управління, яка зможе “вдихнути” нові імпульси у розвиток економіки і забезпечити підвищення ефективності кожного суб’єкта підприємницької діяльності. Основоположним підходом до розробки такої моделі виступає логістизація економіки загалом і управління зокрема, яка неможлива без трансформування існуючої системи менеджменту й опанування прогресивними методами управління підприємницькою діяльністю на засадах логістики.

Логістика – відносно нова і молода область економіки і людської діяльності. Логістика охоплює такі види діяльності як планування, контроль і управління транспортуванням, складування

Поняття матеріального запасу є одним з ключових в логістиці. Узятя з природи сировина, перш ніж у вигляді готового виробу потрапити до кінцевого споживача, переміщається, з’єднується з іншими матеріалами, піддається виробничій обробці. Просуваючись по ланцюгу матеріального потоку сировина (а згодом напівфабрикат і готовий продукт) періодично затримується, чекаючи своєї черги вступу до тієї або іншої виробничої або логістичної операції.

Загальноприйняте формулювання свідчить: матеріальні запаси – це продукція, що знаходиться на різних стадіях виробництва, продукція виробничо-технічного призначення, вироби народного споживання і інші товари, що чекають вступу до процесу виробничого або особистого споживання.[2]

Актуальність. Якби весь ланцюг учасників, що забезпечують перетворення первинної сировини на вироби народного споживання і просування цих виробів, працював як єдиний механічний конвеєр, час очікування можна було б практично звести до нуля. Проте в реальному житті обійтися без такого очікування не можна. Створення запасів завжди зв’язане з витратами. Зведення до мінімуму простоїв виробництва через відсутність запасних частин. Поломки устаткування та різноманітні аварії можуть привести, за відсутності запасів деталей, до зупинки виробничого процесу. Особливо це важливо для підприємств з безперервним процесом виробництва, оскільки в цьому випадку зупинка виробництва може обійтися дуже дорого.

Спрощення процесу управління виробництвом. Мова йде про створенні запасів напівфабрикатів на різних стадіях виробничого процесу усередині підприємства. Наявність цих запасів дозволяє понизити вимоги до ступеня узгодженості виробничих процесів на різних ділянках, а отже і відповідні витрати на організацію управління цими процесами. Перераховані причини свідчать про те, що підприємці, як в торгівлі так і в промисловості, вимушені створювати запаси, оскільки інакше збільшуються витрати на постачання, тобто зменшується прибуток. В той же час, запас не повинен перевищувати деякої оптимальної величини.

Управління запасами полягає у вирішенні двох основних завдань:

- визначення розміру необхідного запасу, тобто норми запасу;
- створення системи контролю за фактичним розміром запасу і своєчасним його поповненням відповідно до встановленої норми.

Актуальність даної роботи обумовлена тим, що без розробки адекватних сучасним умовам моделей управління запасами і прогнозування вірогідного попиту неможлива ефективна робота підприємств.

Запропоновані рішення. В рамках даної науково-дослідницької роботи необхідно розробити моделі прогнозування попиту для ефективної роботи розподільної логістики.

Для цього необхідно розглянути існуючі математичні моделі управління запасами, і визначити, які з них найдоцільніше використовувати для управління запасами в умовах централізованої системи

постачання. Під централізованою системою постачання слід розуміти систему, в якій товари від виробників постачаються на центральний склад, і з центрального складу до пунктів роздрібно торгівлі. Вхідними даними для моделей управління запасами є прогноз попиту на товари. Отже, необхідно розглянути існуючі методи прогнозування і визначити такі, що найдоцільніше використовувати для середньострокового прогнозування попиту на велику кількість видів товарів. Необхідно розробити алгоритмічне забезпечення для процесу прогнозування попиту і процесу управління запасами відповідно до обраних математичних моделей. На основі розробленого алгоритмічного забезпечення необхідно розробити програмне рішення процесу управління запасами в умовах централізованої системи постачання.

В даній роботі було проаналізовано декілька моделей управління запасами, але враховуючи поставлені задачі, а саме поєднання процесу прогнозування попиту і процесу управління запасами, було обрано дві математичні моделі: модель управління запасами з детермінованим динамічним попитом та модель управління запасами з випадковим нестационарним попитом.

Часто попит задається як послідовність розрахованих заздалегідь на підставі яких-небудь емпіричних даних величин. Якщо позначити: z_k – залишок товару на складі від $(k-1)$ -ого періоду; x_k – попит у k -ий період; S_k – запас створюваний на k -ий період; $h_k(S_k - x_k)$ – витрати на зберігання надлишкового запасу k -ий період; $c_k(S_k - z_k)$ – витрати на доведення запасу до величини S_k ; n – кількість періодів.

Тоді сумарні витрати можна записати у наступному вигляді:

$$L(S) = \sum_{k=1}^n [c_k(S_k - z_k) + h_k(S_k - x_k)]$$

При цьому, завдання керування запасами повинно вирішуватися незалежно для кожного періоду.

При випадковому нестационарному дискретному попиті функція витрат за один період має вигляд:

$$L(S) = h \sum_{x=0}^{S-1} (S - x)p(x) + d \sum_{x=S+1}^{\infty} (x - S)p(x) + c(S - z)$$

де z – залишок від попереднього періоду;

x – попит в даний період;

$p(x)$ – ймовірність того, що попит дорівнюватиме x ;

S – запас, який необхідно створити в k -й період;

$h(S - x)$ – витрати на зберігання надлишкового запасу;

$d(x - S)$ – втрати від нестачі одиниці товару;

$c(S - z)$ – витрати на доведення запасу до величини S .

На величину запасу S_k в кожний період накладені обмеження: ця величина має бути більшою, або дорівнювати попиту x_k в цей період, і вона має бути меншою за сумарний попит у всі наступні періоди.

Для вирішення задачі прогнозування попиту було обрано декілька основних існуючих моделей та методів, які було поєднано в одну модель (в основу закладено основи методології Бокса-Дженкінса).

Для кожного виду товарів при кожному прогнозуванні розроблена модель серед перерахованих моделей визначає найбільш адекватну. Ступінь неадекватності моделі визначається як сума квадратів різниць між прогнозом і статистичними значеннями. Визначення найбільш адекватної моделі представлено на рис. 1.

Відповідно до обраних математичних моделей розроблено алгоритмічне забезпечення і на його основі розроблено програмне рішення. Для визначення найбільш доцільної моделі управління запасами для даної предметної області, були проведені чисельні розрахунки. За допомогою розробленого програмного рішення були визначені терміни та обсяги замовлень. Потім були розраховані сумарні витрати підприємства, при використанні кожної із моделей. На основі розрахунків зроблено висновок, що, при описаних вхідних даних і описаних методах прогнозування, використання моделі із вірогідним нестационарним попитом є більш доцільним, ніж використання моделі із детермінованим динамічним попитом.

Найбільший економічний ефект від реалізації розглянутих моделей і підходів може бути досягнутий за наявності своєчасної і достовірної інформації про поточний рівень наявного запасу по кожній товарній позиції (бажано в масштабі реального часу), що забезпечується сучасними

інформаційними технологіями. Витрати на створення відповідної комп'ютерної інформаційної системи виправдовуються вже тільки за рахунок впорядкування обліку товарних ресурсів, а оптимізація управлінських рішень по постачаннях і запасах значно знижує термін її окупності.

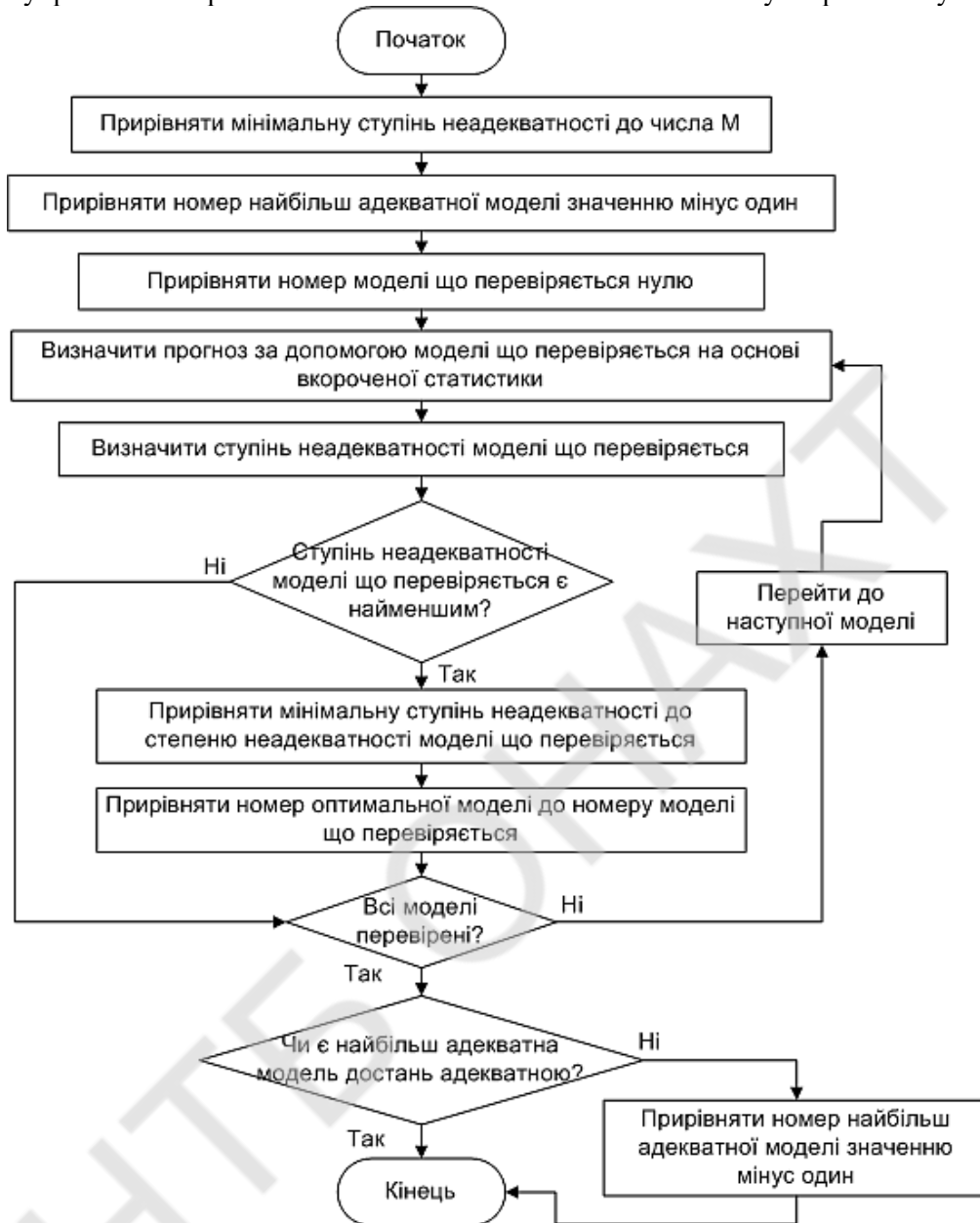


Рис.1 – Схема визначення найбільш адекватної моделі прогнозування

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

1. Скоробогатова Т.Н. Логистика: Учебное пособие: 2-е изд.–Симферополь: ООО «ДиАйПи», 2005.
2. Григорьев М.Н., Долгов А.П., Уваров С.А. Управление запасами в логистике: методы, модели, информационные технологии: Учебное пособие. – СПб.: Изд. Дом «Бизнес-пресса», 2006.
3. Рижиков Ю. И. Теория очередей и управление запасами.–СПб.: Питер, 2001.
4. Стерлигова А. Н. Управление запасами в цепях поставок: Учебник.–М.: ИНФРА-М, 2008.
5. Нефьодов Л.І., Овчаренко В.Є., Маркозов Д.О. Математичні моделі управління запасами різного ступеню визначеності попиту // Технологія приборостроєння. – Д.: ДПІ. – 2007. – №21. – Т.1. – с.31-36.
6. Ханк Д.Э., Уичерн Д.У., Райтс А.Дж. Бизнес прогнозирование, 7-е издание.: Пер. с англ.–М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
7. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. Изд. 2-е, перераб. и доп.–М., «Статистика», 1977.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБКИ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ

Розглядається задача створення оптимального розкладу занять з використанням суб'єктивних переваг за допомогою програмного модуля, що базується на генетичних алгоритмів. Було вибрано еволюційний генетичний алгоритм на основі цільової функції з фітнес-функцією оцінки якості розкладу, як найбільш прогресивний алгоритм сьогодення.

Постановка проблеми

Складання розкладу є важливим завданням університету. Задача складання розкладу розв'язується у багатьох галузях. Насамперед, при плануванні дискретного виробництва, організації пасажирських та товарних перевезень, проектуванні та проведенні навчальних занять у середній, професійно-технічній та вищій школі. В її основу покладено необхідність забезпечення оптимального розподілу робіт серед виконавців, враховуючи просторові та часові обмеження.

Звісно ж, у кожному навчальному є людина, яка відповідає за організацію навчального процесу, але дана робота є складною для однієї особи. Велика кількість інформації, яку необхідно зібрати, багато різних умов, яких треба досягти та відповідальність, яка лежить на відповідальній людині є занадто важкими факторами для однієї особи, яка виконує це завдання паралельно з основними обов'язками. А враховуючи велику кількість аудиторій, предметів, викладачів, це завдання стає складнішим з розширенням навчального закладу. Це завдання є складним і відповідальним для людини, але може бути виконане комп'ютером набагато простіше і швидше.

Розклад сам по собі залежить від багатьох факторів. Їх можна розділити на об'єктивні(жорсткі) та суб'єктивні(непостійні) параметри. Об'єктивні – це база даних університету, в якій зберігається інформація про аудиторії та предмети. Суб'єктивні – це побажання студентів та викладачів.

Якщо ретельно оцінити проблематику, можна помітити, що завдання складання розкладу є складним для людини, бо треба тримати в голові всі аудиторії, при тому, що є різні види аудиторій, всі побажання студентів та викладачів, що означає необхідність цю інформацію і особистій формі зібрати, та необхідність з'єднати всі ці дані в розклад так, щоб всі були задоволені, але, як відомо, це майже ніколи не можливо досягти.

З іншого боку комп'ютер з цим завданням може легко впоратись. Зберігати інформацію про аудиторії в базі даних, застосувати певну функцію до бази, яка побудує розклад та оцінити даний розклад відносно побажань людей – проста задача для машини. Задача складання розкладів викликає значний інтерес серед науковців, які працюють в університетах. Оскільки вони особисто зацікавлені в її розв'язанні та їх кількість є порівняно значною, то розроблена потужна множина відповідних моделей і методів.

Оптимальність у даному контексті визначає ефективність виробничих процесів. Якщо для промислового виробництва – це максимальна кількість виробленої продукції за одиницю часу, економія матеріалів та енергетичних ресурсів, зменшення собівартості продукції, підвищення продуктивності праці, то для процесів організації навчання – це деякий розподіл занять по аудиторіях з урахуванням обмежень на спеціалізацію лабораторій та час роботи викладачів.

Метою розробки є реалізація і вивчення процесу оптимального складання розкладу, що відповідає сучасним стандартам та забезпечує високу швидкість та стабільність роботи системи.

Об'єктом дослідження постає процес складання розкладу занять.

Предметом дослідження є методи і інструменти складання оптимального розкладу занять, технології програмування SQL .

Головною задачею є розробка програмного продукту для створення оптимального розкладу занять.

Результати дослідження

Однією з таких схожих систем є система розроблена Вінницьким університетом для формування розкладу магістрів та сесії описана в джерелах [1-2]. Схема будується на основі трьох важливих таблиць: магістранти, викладачі та дисципліни. Також ця схема враховує всі вимоги Болонського процесу та регулює їх виконання. Але є свої недоліки, такі як: неможливість формування розкладу з вимогами не тільки викладачів, але і студентів, та оптимізація і формування буде відрізнятись. Згідно з цією вимогами було створено додаток формування розкладу (рис.1). За

допомогою такого інтерфейсу користувач може додавати нового викладача чи студента чи нову аудиторію чи новий предмет для того щоб створити новий розклад.

Предмет	Група	Лекції	Практичні	Лабораторні
Math	11	2	1	1
Physics	12	2	2	1
Math	12	2	2	1
Physics	11	2	2	1

Рисунок 1 – Головне вікно додатку

Було вибрано середовище програмування MS VS 2015 та мова C# для реалізації цього завдання. Після чого було написано готовий додаток з графічним інтерфейсом, який дозволяє адміністратору зі зручністю користуватись базою даних та адмініструвати її. База даних була організована завдяки MS SQL Server, який зберігає в собі всі важливі для обрахунків дані. Архітектура бази даних добре відображає зв'язки між різними даними про навчальний процес і зручно зберігає інформацію в розроблених таблицях. Було реалізовано всі розроблені методи на сові програмування C# і SQL. Повна архітектура повністю задовольняє всім вимогам алгоритму, реалізовує всі структури та гарантує виконання поставлених задач. Також ця реалізація є оптимізовано та швидкою. Надійність гарантується методами, які перевіряються розклад на адекватність. А збіжність цільової функції гарантує сам алгоритм. І зібрано їх всіх в один додаток

Було розглянуто різні варіанти вирішення поставленої задачі і вибрано остаточний алгоритм, за яким буде формуватися розклад, а саме еволюційний алгоритм, на основі цільової функції, в якості фітнес функції оцінки якості розкладу. Було розроблено саму цільову функцію, яка відображає побажання як і викладачів так і студентів, враховує пріоритети та побажання. Також було розроблено кроки генетичного алгоритму, які повинні вирішити задачу. Було розроблено та реалізовано математичну модель розкладу, яка близько відображає суть фізичного розпорядку роботи навчального закладу.

Принцип роботи додатку

Загальні кроки, які треба буде реалізувати алгоритмом такі: створення першої генерації розкладів випадковим чином, оцінка цих розкладів цільовою функцією, генерація нового "потомства" з минулої ітерації, відкидання гірших розкладів, повторювати кроки 2-4 до тих пір, поки не буде отримана задана точність, або кількість кроків перебільшить допустиму.

Для зручності також алгоритм показаний на рисунку 2:

Звісно ж, це більш загальний і не конкретний опис алгоритму, але він показує основну ідею, яка полягає в тому, що розклади будуть генеруватись випадково, змішуватись випадково, проте невипадково відбиратись. Це означає, що шанс відібрати хороший розклад буде зростати. І завдяки сучасним технологіям такі обрахунки будуть відбуватись швидко, на відміну від старих машин [3].

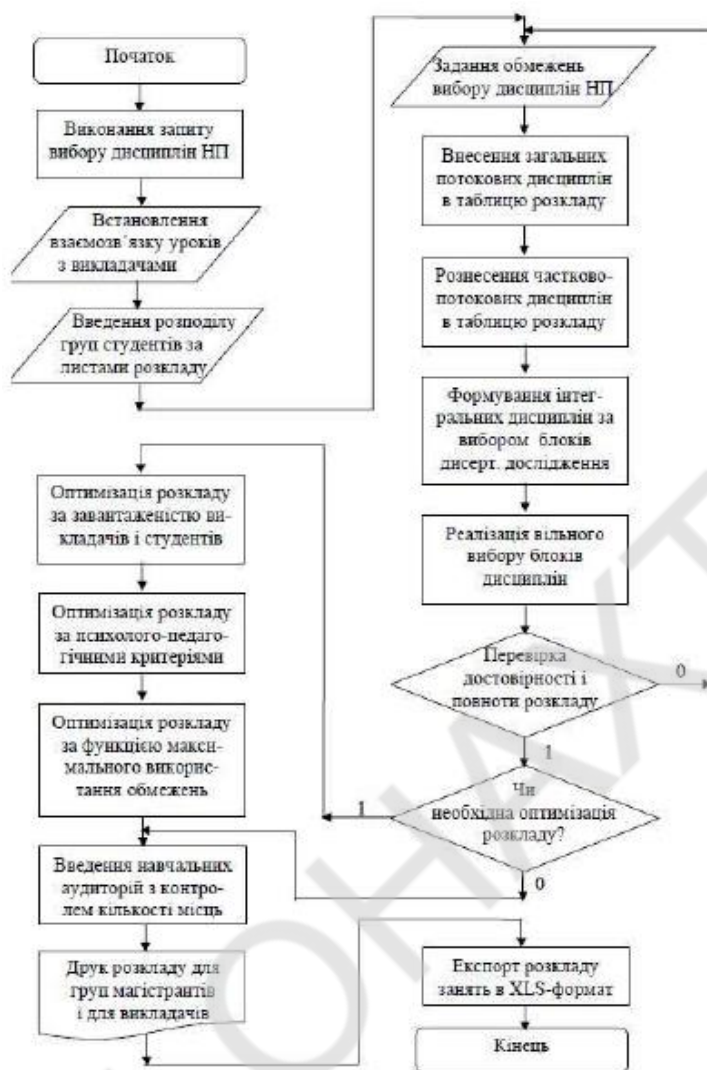


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму формування розкладу

Висновки

Таким чином, було розглянуто різні варіанти вирішення поставленої задачі і вибрано остаточний алгоритм, за яким буде формуватися розклад, а саме еволюційний алгоритм, на основі цільової функції, в якості фітнес функції оцінки якості розкладу. Було розроблено саму цільову функцію, яка відображає побажання як і викладачів так і студентів, враховує пріоритети та побажання. Також було розроблено кроки генетичного алгоритму, які повинні вирішити задачу. Було розроблено та реалізовано математичну модель розкладу, яка близько відображає суть фізичного розпорядку роботи навчального закладу. Швидкість і зручність алгоритму є його суттєвою перевагою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Бевз С. В. Розробка автоматизованої системи формування розкладу магістратури / Бевз С. В., Войтко В. В., Бурбело С. М., Шоботенко А. М. // Інформаційні технології та комп'ютерна техніка – 2009 - №4 – С. 30-65.
- [2] Бевз С. В. Автоматизація процесу формування розкладу сесії. / Бевз С.В., Войтко В.В., Бурбело С.М., Куба Т.О., Сухонос О.О.// Принципові концепції та структурування різних рівнів освіти з оптико-електронних інформаційно-енергетичних технологій – 2009 - №4 – С.25-36
- [3] Верьовкін В.И. Автоматизоване створення розкладів навчальних занять вишу с урахуванням складності дисциплін і втомленості студентів / Верьовкін В.И., Ісмагілова О.М., Атавін Т.А. // Доповіді ТУСУР. – 2009. – №1 (19), частина 1. – С. 221-225.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ НА БАЗІ ЛАБОРАТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ТУНЕЛЬНОЮ КАМЕРОЮ

У роботі розглядається лабораторна холодильна установка з тунельною холодильною камерою, яка дає можливість провести необхідні експерименти з розробкою різних систем управління. Аналізується принципова придатність визначеної багаторівневої системи автоматичного управління систем

Підвищення ефективності управління з метою зменшення енергоспоживання технологічних установок завжди було актуальною задачею. Холодильні установки у харчовій промисловості теж відносяться до об'єктів, у яких важливе значення має зменшення енергоспоживання. Таким чином, розробка фізичної моделі холодильної промислової установки та дослідження на базі цієї моделі різних систем енергоефективного управління є важливою задачею [1, 2].

Для синтезу ефективних систем управління в лабораторії автоматизації холодильних машин та установок ОНАХТ була розроблена лабораторна холодильна установка з тунельною холодильною камерою. Дана холодильна установка була розроблена під управлінням віртуальної лабораторії LabView, що забезпечує «завантаження» складних алгоритмів управління до контролеру та відображення різних технологічних параметрів на розробленому віртуальному стенді (рисунк 1).

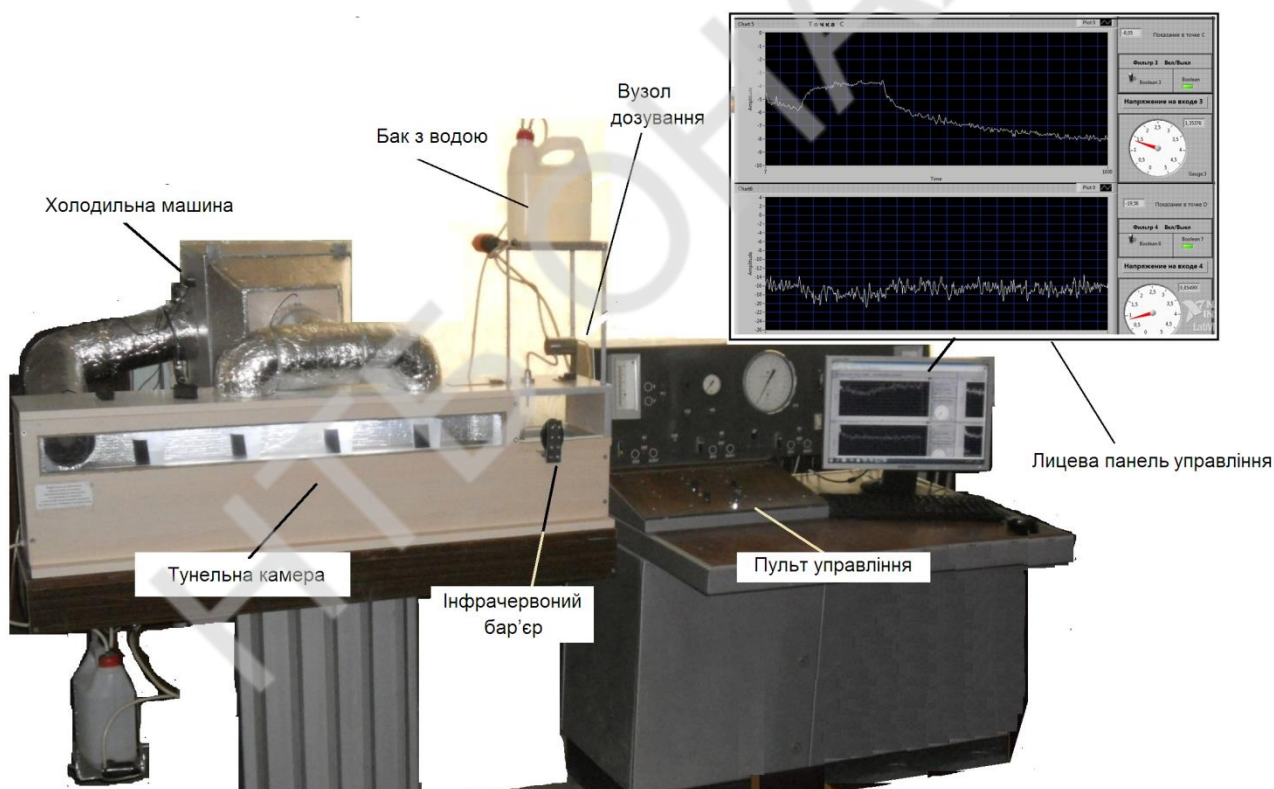


Рисунок 1. Загальний вигляд лабораторної холодильної установки з тунельною камерою та лицева панель віртуального стенду для дослідження систем управління

Проведені дослідження на базі лабораторної установки підтвердили принципову придатність використання багаторівневої автоматичної системи координувального управління для забезпечення погодження процесів регулювання. Таким чином, з метою зниження енергоспоживання завдяки використанню одночасно різних керуючих дій можливо погоджувати різні перехідні процеси в холодильній установці при регулюванні температури продукту, що охолоджується [2, 3]. Подальші дослідження можуть бути пов'язані з автоматизацією процесу настроювання розглянутої багаторівневої автоматичної системи на основі середовища моделювання MATLAB\Simulink.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурский А.А. Система управления, обеспечивающая энергоэффективное функционирование холодильной турбокомпрессорной установки [Текст] / А.А. Гурский, В.А. Денисенко, А.Е. Гончаренко // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2015. – Т. 21. – №. 21.- С. 62–67.
2. Гурский А.А. Системы автоматического регулирования производительности холодильных центробежных компрессоров [Текст] / А.А. Гурский, В.А. Денисенко, А.Е. Гончаренко // Холодильная техника и технология. – 2013. – № 5 – С. 72 – 76.
3. Филимонов, А. Б. О проблематике синтеза координирующих систем автоматического управления [Текст] / А. Б. Филимонов, Н. Б. Филимонов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2012. – Т. 128. – №. 3.– С. 172–180.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВАКУУМ-АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА З МЕТОЮ ЇЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ

Розглянуто питання з розробки системи автоматизованого керування (САК) вакуум-апаратом (ВА) періодичної дії цукрового виробництва. Наведений аналіз відомих рішень із розробки аналогічних систем. Проведені лабораторні дослідження програми керування варкою цукрового утфелю у ВА, що була складена FBD подібною мовою програмування контролера МІК52 українського виробництва. Складена спрощена модель ВА як об'єкта керування. Імітаційне моделювання САК проводилось на спеціалізованому стенді із застосуванням промислових контролерів та програмних засобів українського виробництва, в тому числі SCADA-системи «ІНДЕЛ». За результатами лабораторних досліджень було створено промисловий варіант автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора ВА, із пультом дистанційного керування для реалізації деяких функцій. Остаточний промисловий варіант АРМ був впроваджений на діючому цукровому заводі.

Постановка проблеми

В Одеській національній академії харчових технологій в межах госпдоговірної тематики виконуються роботи із надання науково-технічної допомоги при модернізації систем автоматизації для підвищення ефективності їх функціонування на Красилівському бурякоцукровому заводі (Хмельницької області). На теперешній час, в зв'язку із реконструкцією технологічної схеми продуктового відділення з додаванням нового вакуум-апарата періодичної дії (ВА) до складу групи відповідних апаратів, котрі уварюють утфель першого продукту, виконуються роботи з модернізації системи автоматизації вакуум-апарата періодичної дії, що базується на використанні технічних і програмних засобів українського виробництва. Процес отримання утфелю першого продукту (кристалізації) традиційно розділяють на наступні етапи (стадії): набір (наповнення) ВА сиропом (вище рівня розташування гріючої камери), згущення його до певного стану, коли потрібно заводити у ВА цукрову пудру для створення центрів кристалізації; нарощування кристалів, згущення утфелю, вилучення звареної маси в мішалку та пропарювання ВА [1]. Найбільш поширений метод проведення всіх етапів отримання утфелю є робота з періодичним введенням у ВА сиропу (вихідного розчину) – так звані «підкачки», що викликані високою густиною вихідних розчинів та утрудненням використання виконавчих механізмів із неперервно діючими регулюючими органами.

Аналіз відомих розробок аналогічних САК дозволив обрати комплекс технічних рішень, що базуються на досвіді НВО «Харчопромавтоматика», а саме використання нових конструкцій ротаційного віскозиметра (розробки Вітвицького В. Д.), що, на нашу думку, має суттєву перевагу над іншими методами контролю консистенції продукту в циклі його варки.

Таким чином, для створення модернізованої САК процесом варки утфелю потрібно було, використовуючи досвід останніх розробок, враховуючи досвід робітників служби КВП і А заводу з роботи і обслуговування мікропроцесорних контролерів та регуляторів фірми «МІКРОЛ» (м. Івано-Франківськ), а також SCADA-системи «ІНДЕЛ», котра також являє собою сучасний програмний засіб вітчизняного виробництва, створений на підприємстві «Інфотехпром» (м. Полтава), який використано в більшості АРМ операторів на інших ділянках заводу, розробити АРМ оператора-варщика для нового ВА.

Основні задачі та їх рішення, щодо дослідження САК процесом варки утфелю у ВА

Основним завданням дослідження було розробити алгоритм і програму варки утфелю, що базується на інформації від датчиків рівня H та констенції утфелю M (сигнал з ротаційного віскозиметра) у ВА, з використанням мови програмування для мікропроцесорного контролера МІК52 та дослідити її роботу в лабораторних умовах, і за отриманням успішного результату, на базі зазначеного контролера створити АРМ оператора з використанням SCADA-системи «ІНДЕЛ», що дозволить у подальшому включити цей АРМ у склад АСКТП, тобто підключити до існуючої заводської інформаційної мережі.

За результатами передпроектних досліджень була запропонована й узгоджена із ЗАМОВНИКОМ програма варки у вигляді залежності $H = H(M)$, методика отримання котрої традиційно використовується в САК варкою утфелів. Побудова такої програми, оптимальної з точки зору якості отриманих кристалів цукру та мінімального часу циклу уварювання аналітичними методами стикається із проблемою багатofакторності збуджуючих впливів, автоматичний контроль значної кількості котрих є дуже утрудненим. Тому традиційно використовуються експериментальні

експертні методи. Вид розглянутої залежності визначають за результатами попередніх уварювань продуктів в аналогічних ВА, а опорні точки визначають та уточнюють за результатами декількох варок, що проводить найдосвідчений оператор-варщик, за успішністю отриманих кінцевих результатів. Таким чином, програма варки для нового ВА була розроблена у вигляді допоміжної форми для налаштування, в складі АРМ оператора-варщика (рис. 1).

Режим керування подачею вихідного розчину U_1 у ВА є двохпозиційним: за відкриттям РО (100%) – порція вихідного розчину подається у ВА, за закриттям РО (0%) – провадиться згущення розчину в ВА внаслідок випаровування вологості з нього. При цьому, пара подається в гріючу камеру за повністю відкритою паровою засувкою впродовж всього циклу варки. Використання інших режимів керування нею недоцільно, внаслідок відносно невеликого тиску зазначеної пари, що гріє, із ВС.

Серед органів дистанційного керування, котрі розміщено на пульті ВА, слід виділити насамперед тумблери Т1 (НАБІР) та Т2 (ПІДКАЧКА), а також тумблери, котрі формують склад вихідного розчину, що подається через гребінку (колектор вихідних розчинів) та РО (U_1) в ВА.

Дії оператора під час керування циклом варки полягають у наступному. Після пропарювання апарата й виконання допоміжних операцій із включення ВА у роботу в дистанційному режимі, варщик включає тумблер Т1. Після цього, програма автоматичної варки здійснює керування РО (U_1). На етапі НАБІР апарат наповнюється вихідним розчином до рівня h_1 , після чого здійснюється згущення продукту у ВА, зі стабілізацією рівня h_1 , шляхом підкачки порцій свіжого розчину. Консистенція продукту зростає після закриття РО (внаслідок випаровування вологості) і зменшується під час відкриття РО. Протилежні зміни, вочевидь, здійснюються відносно рівня продукту у ВА. За досягненням консистенції продукту $M = M_{зав}$, оператор отримує звуковий, світловий сигнали, а також повідомлення на екрані комп'ютера про необхідність перевірки стану готовності ВА до «заправки» пудри (центрів кристалізації). Оператор вимикає Т1 і вводить в ВА цукрову пудру. Після перевірки стану продукту, в тому числі з використанням органолептичних методів, вмикає Т2 (ПІДКАЧКА). Програма, що функціонує в контролері, керує РО і забезпечує реалізацію процесу так званої першої глибокої підкачки, що призводить до збільшення рівня у ВА та зменшення консистенції до точки М2, після чого реалізується режим стабілізації консистенції зі зростанням рівня у ВА до значення h_2 . На цьому етапі починають формуватися кристали цукру навколо дрібнодисперсних кристалічних центрів, тобто окремих часток попередньо «заведеної» цукрової пудри. Далі починається стадія «зростання кристалу», відображення котрої наведено на рис. 1 від точки з координатами (x_1 , y_1) до точки (x_5 , y_5), програма реалізує керування процесом із використанням кусочно-лінійної функції. Після досягнення точки (x_5 , y_5), що відповідає готовності апарату, тобто стан апарату відповідає повному робочому рівню готового продукту (уфелю) у ВА, оператор отримує звуковий та світловий сигнали, а також повідомлення про закінчення варки на екрані АРМ. Оператор перевіряє стан продукту у ВА, і, за підтвердженням готовності, здійснює вивантаження уфелю в мішалку, виконує необхідні допоміжні операції та пропарює апарат для початку наступного циклу варки.

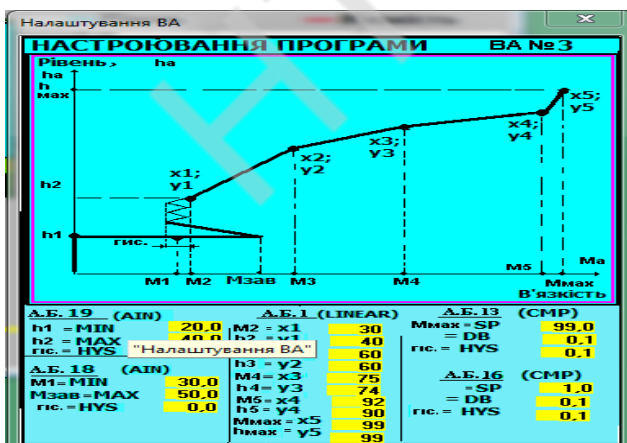


Рис. 1 – Допоміжна екранна форма для налаштування програми варки уфелю

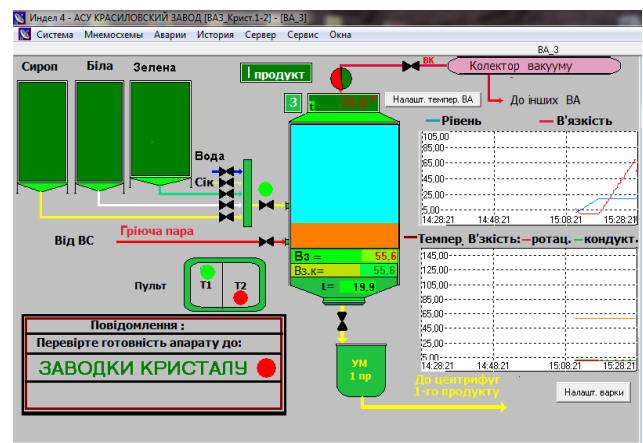


Рис. 2 – Основна екранна форма АРМ оператора-варщика на стадії «заправка» пудри в ВА

Кожна з наведених на екранній формі, призначений для налаштування програми варки уфелю, (див. рис. 1) опорних точок, може бути уточнена в процесі налаштування відповідної програми,

шляхом введення скоригованих значень. На рис. 2 наведена основна екранна форма АРМ оператора-варщика на стадії «заводка» пудри в ВА.

Реалізація керуючої програми в контролері МІК52 виконана FBD подібною мовою «α», призначеною для програмованих контролерів фірми «МІКРОЛ». Імітаційне моделювання для перевірки працездатності складеної програми, виконувалося також у середовищі програмування відповідного контролера, при цьому канали ОК: $U_1 \rightarrow H$; $U_1 \rightarrow M$ можна розглядати як інтегруючі ланцюги із різними знаками та чисельними коефіцієнтами, котрі відповідають процесам підкачки порції «свіжого» розчину та випарюванню вологості з розчину у ВА.

Структура програми, котра була розроблена для дослідження, наведена на рис. 3, та включає в себе фрагмент керуючої програми (зверху) і програму моделі (знизу), що імітує наведені вище канали ОК. Масштаб часу в моделі ОК та реальному ОК має співвідношення 1:3.

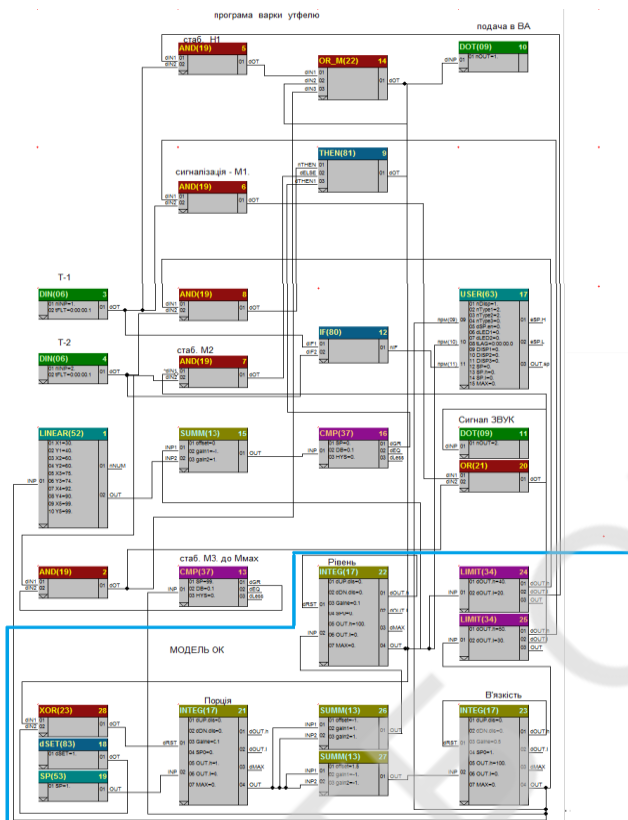


Рис. 3 – Програма, що складена мовою «α», для імітаційного моделювання поведінки САК процесу уварювання утфелю у ВА

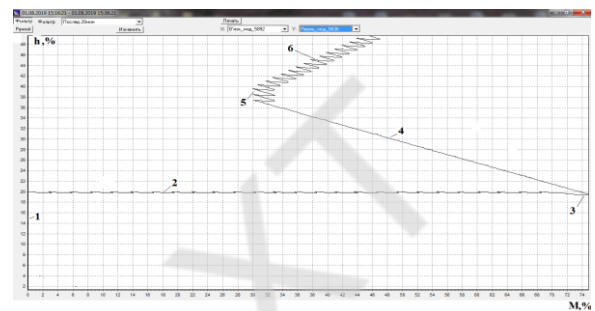


Рис. 4 – Діаграма процесу варки продукту у ВА на стадіях: 1 – набір ВА; 2 – згущення; 3 – «заводка» цукрової пудри; 4 – перша глибока підкачка; 5 – формування кристалу; 6 – початок зростання кристалу

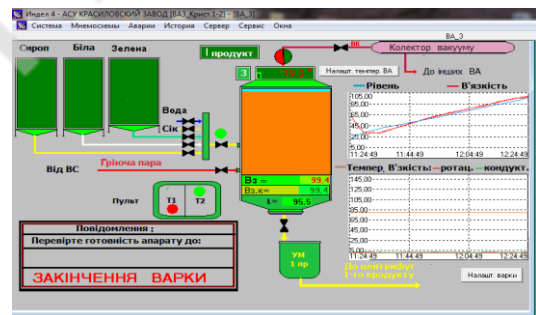


Рис. 5 – Основна екранна форма АРМ оператора-варщика на стадіях: закінчення зростання кристалу у ВА та закінчення варки

Найбільш зручною формою для аналізу отриманих результатів роботи моделі САК уварювання утфелю та порівняння із заданою програмою є параметричний графік (діаграма), котрій можна отримати за моделюванням у налагодженій SCADA-системі «ІНДЕЛ». Відтак для етапів набору у ВА, «заводки» цукрової пудри, формування та початку зростання кристалу – отримана діаграма має вигляд як на рис. 4. На рис. 5 наведена основна екранна форма АРМ оператора-варщика на стадіях: закінчення зростання кристалу у ВА та закінчення варки.

Висновки

За результатами дослідження були сформульовані рекомендації щодо доцільності використання розробленої програми варки утфелю в промисловій реалізації АРМ оператора-варщика на базі технічних і програмних засобів вітчизняного виробництва. Промислова САК була реалізована в складі автоматизованої системи керування продуктового відділення Красилівського цукрового заводу, де були проведені її виробничі випробування в сезон 2018/2019 років.

Література

1. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В двух частях. Часть 2/ В.О. Штангеев, В.Т. Кобер, Л.Г. Белостоцкий, Н.И. Штангеева и др. – Киев: Цукор України, 2004. – 320 с.

ТЕХНОЛОГІЯ КОГНІТИВНОГО КОНСОНАНСУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЦІЛЬОВОЮ ВЕРШИНОЮ ЗА НАЯВНОСТІ ІМПУЛЬСНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ

Принципи та методи керування імпульсними процесами у складних системах доповнено технологією когнітивного консонансу, що уможлиблює керування системами, які мають вершини з автокореляцією, та дає можливість не вводити додаткових керуючих вершин, що ускладнює моделювання.

Для синтезу моделі керування складними системами існує математичний апарат, запропонований академіком М. З. Згуровським, професором В. Д. Романенком та іншими вченими, які працюють для розвитку даного наукового напрямку. Зокрема, їхні напрацювання викладені у статтях [1, 2]. Група авторів у статті [3] та у даних тезах, ґрунтуючись на вищевказаному математичному апараті, пропонує поглянути на технологію створення когнітивних карт під децю іншим кутом зору.

Згідно з [3] для створення когнітивної карти (далі - КК) складного процесу можна застосувати технологію когнітивного консонансу, яка полягає у тому, що кожній спостережуваній, але прямо некерованій, вершині ставиться у відповідність керована вершина. Також не всі вершини є рівнозначними, оскільки є одна – цільова – керування станом якої і є метою моделювання. Описана технологія доповнює та розширює методи керування імпульсними процесами у складних системах, викладеними колективом авторів у статтях [1, 2], що і буде описано математично нижче.

Згідно з [1] керуючі впливи, які є зовнішніми відносно складної системи, діють двома способами залежно від фізичної природи керованого процесу: або через вершини, які не мають зворотних зв'язків з іншими вершинами і не мають петель автокореляції, або через додаткові спеціально введені вершини. Між тим існують складні системи, у яких усі вершини мають прямі та зворотні зв'язки і частина з них мають петлі автокореляції, що стабілізують систему.

Те, що вершини у складі когнітивної карти можуть бути вимірюваними і не вимірюваними, враховується у четвертому принципі, викладеному у [1] – принципі декомпозиції. Застосуємо його до КК, збудованої за принципом когнітивного консонансу, при чому декомпозицію застосуємо для поділу вершин на спостережувані та керовані. У наступних кроках моделювання необхідно буде врахувати невимірювані впливи, які не представлені у КК, але однаково впливають на стан цільової вершини.

У загальному випадку правило зміни стану системи у векторному форматі можна записати формулою [1]:

$$\Delta \bar{V}(k+1) = W \Delta \bar{V}(k) + B \Delta \bar{Z}(k), \quad (1)$$

де $\Delta \bar{V}(k+1)$ – вектор зміни стану вершин КК у кожен наступний дискретний момент часу, $\Delta \bar{V}(k)$ – вектор зміни стану у k -ий момент часу, W – матриця суміжності, яка містить ваги зв'язків між вершинами, B – матриця суміжності для керуючих впливів, $\Delta \bar{Z}(k)$ – вектор зміни стану керуючих сигналів.

Застосуємо до (1) принцип декомпозиції, враховуючи технологію когнітивного консонансу. У підсумку отримуємо:

$$\Delta \bar{V}_1(k+2) = W_{11} \Delta \bar{V}_1(k+1) + W_{12} \Delta \bar{V}_2(k+1), \quad (2)$$

$$\Delta \bar{V}_2(k+1) = W_{21} \Delta \bar{V}_1(k) + W_{22} \Delta \bar{V}_2(k) + B_2 \Delta \bar{Z}(k), \quad (3)$$

де $\Delta \bar{V}_1(k+2)$ – вектор зміни стану p спостережуваних вершин у $k+2$ момент часу, $\Delta \bar{V}_1(k+1)$ – вектор зміни стану p спостережуваних вершин у $k+1$ момент часу, $\Delta \bar{V}_2(k+1)$ – вектор зміни стану n керованих вершин у $k+1$ момент часу, $\Delta \bar{V}_2(k)$ – вектор зміни стану n керованих вершин у k -ий момент часу, W_{11} – вагова матриця суміжності розмірністю $p \times p$, W_{12} – вагова матриця суміжності розмірністю $p \times n$, W_{21} – вагова матриця суміжності розмірністю $n \times p$, W_{22} – вагова матриця суміжності розмірністю $n \times n$, $B_2 \Delta \bar{Z}(k)$ – вектор керування (з n рядків), який означає зовнішній вплив

на керуючі вершини.

Формули (2) та (3) показують, що керуючий імпульс стартує на керованих вершинах в умовний момент часу k , поширюється на інші керуючі вершини в умовний момент часу $k+1$ і врешті в умовний момент часу $k+2$ досягає спостережуваних вершин, серед яких – і цільова. Під умовним моментом часу мається на увазі те, що у загальному випадку імпульс від стартової керуючої вершини до цільової поширюється за деяку кількість тактів, яка залежить від кількості вершин у КК та зв'язків прямих/зворотних/автокореляції, які існують у системі.

Виділимо цільову вершину з множини спостережуваних у формулі (2):

$$\Delta\bar{J}(k+2) \cup \Delta\bar{Y}(k+2) = W_{11}(\Delta\bar{J}(k+1) \cup \Delta\bar{Y}(k+1)) + W_{12}\Delta\bar{V}_2(k+1), \quad (4)$$

де $\Delta\bar{J}(k+2)$ та $\Delta\bar{Y}(k+1)$ – зміна стану цільової вершини у момент часу $k+2$ та $k+1$, $\Delta\bar{Y}(k+2)$ та $\Delta\bar{Y}(k+1)$ – зміна стану спостережуваних вершин у момент часу $k+2$ та $k+1$; знак $\cup$ означає у даному контексті об'єднання цільової вершини і спостережуваних вершин у єдину множину, яка у (3) було позначено як $\Delta\bar{V}_1(k+2)$.

Підставимо (3) в (4):

$$\Delta\bar{J}(k+2) \cup \Delta\bar{Y}(k+2) = W_{11}(\Delta\bar{J}(k+1) \cup \Delta\bar{Y}(k+1)) + W_{12}(W_{21}\Delta\bar{V}_1(k) + W_{22}\Delta\bar{V}_2(k) + B_2\Delta\bar{Z}(k)),$$

Звідси стан цільової вершини описується формулою:

$$\Delta\bar{J}(k+2) = (\Delta\bar{J}(k+2) \cup \Delta\bar{Y}(k+2)) \setminus \Delta\bar{Y}(k+2) = \Delta\bar{V}_1(k+2) \setminus \Delta\bar{Y}(k+2), \quad (5)$$

де знак $\setminus$ означає у даному контексті виключення зміни стану цільової вершини з вектору зміни станів елементів єдиної множини $\Delta\bar{V}_1(k+2)$.

Висновок

У роботі показано, як технологія когнітивного консонансу реалізовується для керування імпульсними процесами у складних системах. Виведена вище формула зміни стану цільової вершини ґрунтується на математичному апараті, запропонованому науковим колективом у складі М. З. Згуровського, В. Д. Романенка та ін. у статтях [1, 2]. При цьому підкреслено, що технологію когнітивного консонансу доречно використовувати для керування системами, які у своєму складі мають вершини з автокореляцією і не мають вершин без зворотних зв'язків, та які не варто ускладнювати введенням додаткових керуючих вершин, котрі можуть дестабілізувати систему.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Згуровский, М. З. Принципы и методы управления импульсными процессами в когнитивных картах сложных систем. Часть 1 / М. З. Згуровский, В. Д. Романенко, Ю. Л. Милявский // Проблемы управления и информатики. – 2016. – № 2. – С. 21–29. – Режим доступа: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19155>
2. Згуровский, М. З. Принципы и методы управления импульсными процессами в когнитивных картах сложных систем. Часть 2 / М. З. Згуровский, В. Д. Романенко, Ю. Л. Милявский // Проблемы управления и информатики. – 2016. – № 4. – С. 7–17. – Режим доступа: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19156>
3. Мокін В.Б. Метод проектування когнітивної карти для оптимізації профорієнтаційної діяльності ЗВО [Текст] / В. Б. Мокін, О. В. Бурдейна, К. О. Коваль, А. Р. Ящолт // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 3. – С. 89–99. – Режим доступа: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2238>

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ПАРОВОПІТРЯНИХ СУМІШЕЙ

В доповіді розглянуті питання побудови автоматизованого робочого місця (АРМ) для дослідження процесів утилізації тепла пароповітряних сумішей. з застосуванням парокомпресійних теплових насосів. Представлені деякі результати експериментів з дослідження цих процесів як об'єктів управління.

Постановка проблеми

Багато технологічних процесів супроводжуються утворенням великої кількості енергетичних відходів, які в більшості випадків просто викидаються в навколишнє середовище. енергією [1, 3]. Одним з видів енергетичних відходів, що найбільш часто зустрічаються, є пароповітряні суміші (ППС) з різними домішками, які використовуються для ведення технологічного процесу, або утворені в його ході.

Доцільність застосування системи утилізації тепла пароповітряної суміші на конкретному технологічному процесі потрібно аналізувати, виходячи з таких параметрів, як: кількість утвореної ППС, її температура, вологість, забрудненість домішками

Основна частина.

Для оцінки можливості ефективного використання енергії пароповітряних сумішей (ППС), дослідження процесів утилізації тепла ППС як об'єктів управління, синтезу і налагодження енергоефективних алгоритмів керування авторами створено автоматизоване робоче місце (АРМ) дослідника процесів утилізації тепла ППС.

АРМ включає в себе технологічну систему, вимірювальні пристрої, виконавчі механізми, електронну систему збору даних та управління, персональний комп'ютер.

Схема технологічної системи показана на рисунку 1. Вона складається з наступних основних вузлів: генератора пароповітряної суміші (ГППС), конденсаційного утилізатора тепла (КУТ), теплового насосу (ТН) класу «вода-вода» та допоміжного обладнання. На схемі показано взаємозв'язок між технологічними вузлами установки, розташування всіх датчиків і виконавчих механізмів.

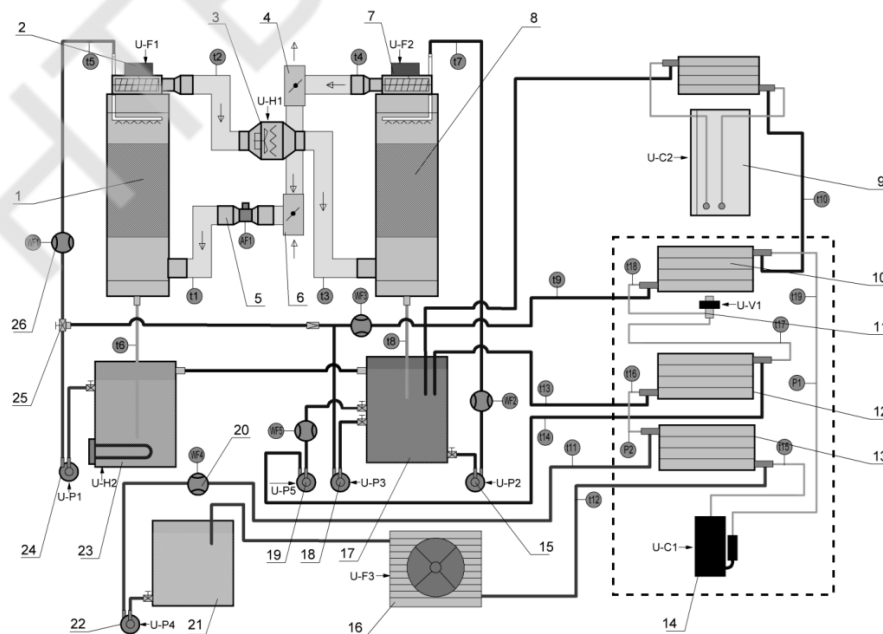
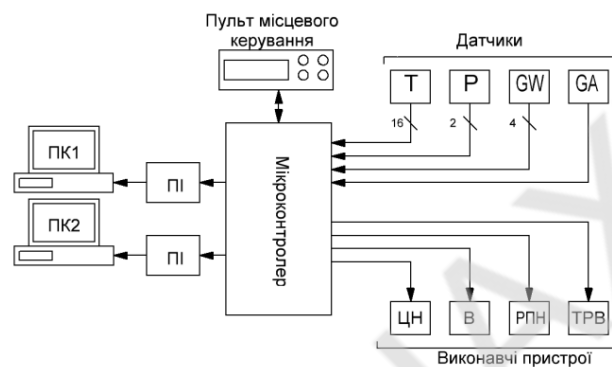


Рисунок 1. Схема технологічної системи АРМ.

ГППС емітує пароповітряну суміш, з заданою температурою та вологістю. До його складу входять: теплообмінник-зволожувач контактного типу (1), ємність з гарячою водою (23), що підігрівається ТН та електричним нагрівачем, циркуляційний насос (24) зі змінною продуктивністю, електричний перегрівач ППС(3). До складу КУТ входить конденсаційний теплообмінник (8), ємність водою (17), що охолоджується ТН, циркуляційний насос зі змінною продуктивністю (15). До складу ТН входять: компресор (14), конденсатор (13), переохолоджувач холодоагенту (12), випарник (10), електронний розширювальний клапан (ЕРВ) з електроприводом (11). Циркуляційні насоси зі змінною продуктивністю забезпечують циркуляцію теплоносія через теплообмінники. Компресор живиться від перетворювача частоти (ПЧ).

Електронна система збору даних та управління (СЗДУ) складається з керуючого мікроконтролера, датчиків для вимірювання технологічних параметрів та виконавчих пристроїв. Структурна схема СЗДУ показана на рисунку 2.



АРМ включає декілька контурів регулювання, завданнями яким можливо стабілізувати умови проведення експерименту. До них відносяться: контур стабілізації вмісту води ППС, температури ППС на виході ГППС, температури охолоджуючої води на вході в теплоутилизатор, температури води на вході до випарника ТН, температури води на вході в конденсатор ТН, температури води на вході у випарник ТН, температури перегріву парів холодоагенту у випарнику ТН, контури стабілізації витрат води у всіх трубопроводах,

СЗДУ з'єднана з двома персональними комп'ютерами (ПК1 та ПК2) SCADA на ПК1 забезпечує збір даних та управління. Регіструє усі виміряні сигнали, відображує їх у вигляді графіків, при поведінні досліджень дозволяє керувати усіма виконавчими пристроями як в ручному, так і в автоматичному режимі. На рисунках 3 та 4 показано головне та графічне вікно SCADA відповідно.



Рисунок 3. Головне вікно SCADA

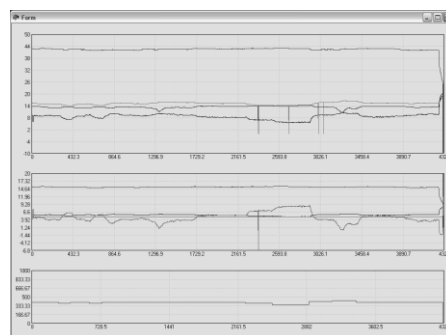


Рисунок 4. Графічне вікно SCADA

На рисунку 5 показані квазістатичні залежності деяких параметрів ТН від положення ЕРВ в діапазоні від 350 до 470 кроків (з 2400 можливих) отримані в ході автоматизованого експерименту, при цьому були стабілізовані на рівні 25 °С і 35 °С температури води на вході у випарник і конденсатор відповідно, частота обертання компресора на рівні 3000 об/хв, а витрати води через випарник і конденсатор - 300 л/год.

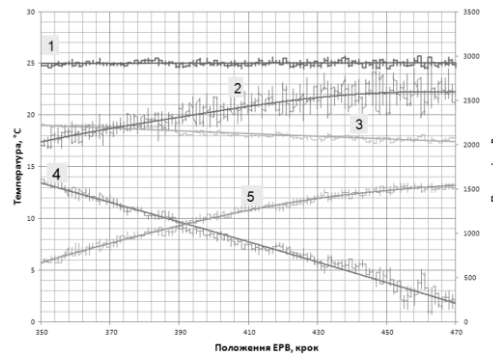


Рисунок 5. Квазістатичні залежності деяких параметрів ТН від положення ЕРВ.

На рисунку 6 представлено сімейство квазістатичних залежностей по каналу «Положення ЕРВ - перегрів холодоагенту у випарнику ТН» при постійній температурі води на вході у випарник 20°C при трьох різних температурах води на вході в конденсатор (30°C , 35°C , 40°C).

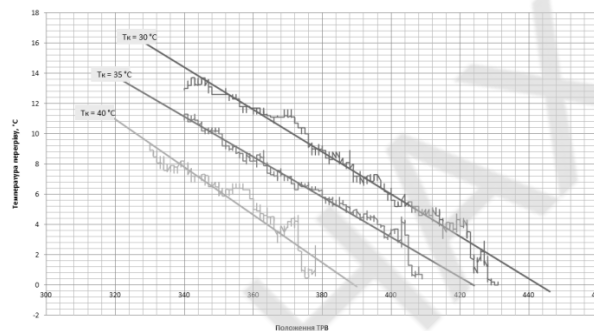


Рисунок 6. Смейство квазістатичних залежностей по каналу «Положення ЕРВ - перегрів холодоагенту у випарнику ТН»

Висновки

Розроблене АРМ дослідника дозволяє оперативно дослідити процеси утилізації тепла пароповітряних сумішей з широким діапазоном параметрів, таких як вміст вологи, температура витрата. Є можливість дослідження як системи в цілому, так і окремих апаратів входять до її складу, таких як тепловий насос або теплоутилізатор. АРМ дозволяє проводити дослідження в автоматичному режимі, що вимагає від дослідника тільки налаштування коректних умов експерименту і його запуск. Результати експерименту будуть автоматично збережені на жорсткому диску комп'ютера

Аналіз результатів експериментів показує, що скоріш за все САР традиційної структури не зможе забезпечити стабільну і безаварійну роботу ТН в широкому діапазоні робочих температур і з максимальною ефективністю. Для забезпечення роботи в таких режимах необхідно розробити САР підвищеної динамічної точності, яка повинна відповідати таким вимогам:

1. Бути інваріантною до збурень у вигляді зміни температури охолоджуючої води на вході випарника і конденсатора і продуктивності компресора. Це завдання може бути реалізована за рахунок введення до складу САР коригувальних зв'язків, що виконують зсув керуючого впливу.
2. Мати можливість адаптації до зміни коефіцієнта передачі по каналу керуючого впливу, при зміні температури води на вході випарника [10].

Після рішення цих задач для стабілізації рівня перегріву на мінімально можливому рівні, що відповідає найбільш ефективному режиму доцільно реалізувати в складі САУ функцію гарантування мінімально можливого перегріву, тобто гарантованого, з наперед заданою вірогідністю дотримання обмежень, встановлених регламентами [8].

Ці висновки необхідно враховувати при розробці системи автоматичного управління (САУ) тепловим насосом і системою утилізації тепла ПВС в цілому. Звичайно, для розробки повноцінної САУ необхідно провести ще додаткові дослідження, зокрема дослідження режимів роботи теплоутилізатора

Перелік використаних джерел

- [1] Сухоцкий А. Б. Вторичные энергетические ресурсы. – 2014.
- [2] Жовмір М.М. Утилізація низькотемпературної теплоти продуктів згорання палив за допомогою теплових насосів // Промышленная теплотехника. — 2008. — Т. 30, № 2. — С. 90-98. — Бібліогр.: 10 назв. — укр.
- [3] Использование теплоты конденсата «глухого» пара и теплоты паровоздушной смеси [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://studbooks.net/1897332/>
- [4] Ефимов А. В., Гончаренко А. Л., Гончаренко А. В. Система глубокой утилизации теплоты газов, уходящих из котельных агрегатов. – 2013.
- [5] Kovalchuk D., Mazur A., Hudz S. The model for power efficiency assessment of condensation heating installations //Автоматизація технологічних та бізнес-процесів. – 2017. – Т. 9. – №. 3.
- [6] Ковальчук Д. А., Мазур О. В., Гудзь С. С. Оценка энергетической эффективности газового конденсационного водогрейного котла как объекта управления //Наукові праці ОНАХТ. – 2017. – Т. 80. – №. 2.
- [7] Ротов П. В. и др. Повышение эффективности работы централизованных систем теплоснабжения за счет применения теплонасосных установок //Промышленная энергетика. – 2014. – №. 7. – С. 27-31.
- [8] Петрикеева Н. А. и др. Использование полной теплоты сгорания топлива в котельных установках //Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2014. – Т. 2. – №. 4. – С. 76.

BUSINESS PROCESS MODEL OPTIMIZATION USING THE CONJUGATE GRADIENT METHOD

This paper describes a model and a procedure of business process model optimization using the nonlinear conjugate gradient method. The research is based on business process modeling rules for BPMN (Business Process Model and Notation) as the de-facto standard for business process diagrams. Essential errors of business process modeling are outlined, as well as the metric used to define these shortcomings is denoted. Obtained results of business process model optimization are demonstrated.

Introduction

Today Business Process Management (BPM) is the most popular management concept. It is based on methods and tools for modeling, analysis, improvement, and automation of business processes. A business process is considered as the set of activities that takes resources as input and produces products or services valuable for customers. Business process modeling is the fundamental technique of BPM. The purpose of business process modeling is to understand boundaries of business processes, document business processes for instructing employees, analyze business processes to find errors (so called “bottlenecks”, deadlocks, etc.) and measure performance, and improve business processes to eliminate found errors [1].

Problem statement

Thus, the problem of analysis and improvement of business process models becomes relevant, since early detection and correction of design errors saves costs of business process implementation and execution. The object of research is the procedure of business process design using BPMN notation, which nowadays is the standard of business process modeling. The subject of research is a model and a procedure of business process model optimization. The aim of research is to detect and correct errors of business process modeling.

Related work

According to the business process modeling guidelines [2], degrees of business process model elements should be as minimal as possible. Practical implementation of this requirement means using explicit split or join connectors (gateways in terms of BPMN notation) instead of modeling multiple outgoing sequence flows or multiple incoming sequence flows for tasks respectively (Fig. 1, c, d) [3]. At the same time, the absence of incoming or outgoing sequence flows might be related to missing start or end events (Fig. 1, a, b) or, even worse, to the gaps in a business process structure [3].

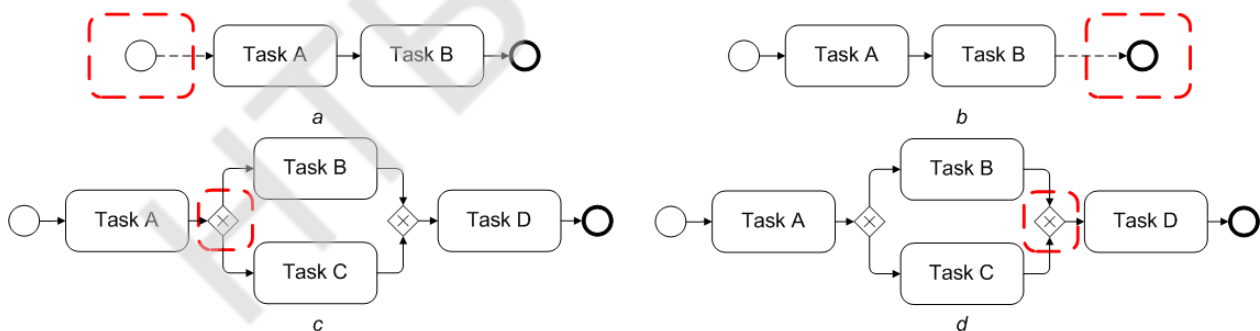


Figure 1 – Essential errors of the control-flow of the business process model:

a – missing start event; b – missing end event; c – missing split connector; d – missing join connector

An activity should have only one incoming and only one outgoing sequence flow. By modeling more than one incoming or outgoing sequence flow to or from an element, the diagram may become harder to read. This is why gateways should be used. It is important to split sequence flows only by using gateways, as well as joins should be modeled explicitly using gateways. Failure to do so can result in errors such as multi-merges or deadlocks [4].

Therefore, earlier we have proposed a method for business process model analysis and improvement, which is based on the modified balance coefficient used to detect the redundant sequence flows connected to activities or, vice versa, the missing sequence flows [1]. This metric is shown below:

$$K_b^F = \frac{1}{|F|} \sum_{q=1}^{|F|} \sum_{t \in \{in, out\}} |d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q)|.$$

Where:

- f_q is the q -th task of the business process model $f_q \in F$, while F is the set of models' tasks;
- in means the incoming sequence flow, while out means the outgoing sequence flow;
- $d^t(f_q)$ is the number of sequence flows of t -th type, $t \in \{in, out\}$, connected to the q -th task;
- $\delta_F^t(f_q)$ is the recommended number of sequence flows of t -th type, $t \in \{in, out\}$, that should be connected to the q -th task (since BPMN diagrams are considered, $\forall t \in \{in, out\}: \delta_F^t(f_q) = 1$).

The smaller this coefficient is, the less error-prone the analyzed business process model is [4]. The perfect situation is when the $K_b^F = 0$, which means that business process model does not have any of the mistakes shown in Fig. 1.

Research materials

Hence, to define the required changes in order to eliminate possible errors within the business process model structure, the following optimization problem was formulated. The mathematical model, described by the quadratic loss function, demonstrates the minimization of deviations of the actual numbers of sequence flows connected to the tasks of the business process model ($d^t(f_q) + r_q^t$) from the desired numbers of sequence flows connected to the tasks of the business process model $\delta_F^t(f_q)$:

$$\Phi(r_q^t) = \sum_{q=1}^{|F|} \sum_{t \in \{in, out\}} [(d^t(f_q) + r_q^t) - \delta_F^t(f_q)]^2 \rightarrow \min_{\{r_q^t\}}.$$

Where r_q^t is the integer change of the number of sequence flows of t -th type, $t \in \{in, out\}$, connected to the q -th task, required to obtain the desired value for the K_b^F coefficient.

We came up with the idea to use the nonlinear conjugate gradient method in order to minimize the proposed loss function, since with a pure quadratic function on n variables the minimum is reached within at most n iterations [5]. Since the number of activities in the business process model might not exceed 50 [1], the total number of iterations required to find the best values of r_q^t might not exceed 100 iterations because there will be a goal function of $(\max\{|F|\} \cdot |\{in, out\}|) = 50 \cdot 2 = 100$ variables to minimize.

According to the nonlinear conjugate gradient method, we need to define the initial point r_q^{t0} and the tolerance value ε :

$$r_q^{t0} = 0, q = \overline{1, |F|}, t \in \{in, out\}; \quad \varepsilon = 10^{-6}.$$

The steepest direction is the following:

$$\nabla \Phi(r_q^{t0}) = 2 \cdot (d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q) + r_q^{t0}), q = \overline{1, |F|}, t \in \{in, out\}.$$

So it is required to perform a line search in this direction until it reaches the minimum of Φ in order to find the step length λ_q^t :

$$\lambda_q^t = \arg \min_{\lambda_q^t} \Phi(r_q^{t0} - \lambda_q^t \cdot [2 \cdot (d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q) + r_q^{t0})]), q = \overline{1, |F|}, t \in \{in, out\}.$$

The minimum of Φ is obtained when the gradient is 0:

$$\nabla \Phi(\lambda_q^t) = 2 \cdot (d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q) - \lambda_q^t \cdot [2 \cdot (d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q))]) = 0, q = \overline{1, |F|}, t \in \{in, out\},$$

$$d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q) = \lambda_q^t \cdot [2 \cdot (d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q))], q = \overline{1, |F|}, t \in \{in, out\},$$

$$\lambda_q^t = \frac{d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q)}{2 \cdot (d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q))} = \frac{1}{2}, q = \overline{1, |F|}, t \in \{in, out\}.$$

Then the position should be updated:

$$r_q^t = r_q^{t0} - \lambda_q^t \cdot \nabla \Phi(r_q^{t0}), q = \overline{1, |F|}, t \in \{in, out\},$$

$$r_q^t = r_q^{t0} - \frac{1}{2} \cdot [2 \cdot (d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q) + r_q^{t0})] = \delta_F^t(f_q) - d^t(f_q), q = \overline{1, |F|}, t \in \{in, out\}.$$

The equation below demonstrates that the tolerance criterion ε is reached:

$$\|\nabla \Phi(r_q^t)\| = \sqrt{\sum_{q=1}^{|F|} \sum_{t \in \{in, out\}} (2 \cdot (d^t(f_q) - \delta_F^t(f_q) + \delta_F^t(f_q) - d^t(f_q)))^2} = \sqrt{\sum_{q=1}^{|F|} \sum_{t \in \{in, out\}} 0^2} = 0 < \varepsilon.$$

Thus, it is required to perform $|F| \cdot |\{in, out\}|$ iterations to find values r_q^t that minimize the introduced loss function Φ :

$$r_q^t = \delta_F^t(f_q) - d^t(f_q), q = \overline{1, |F|}, t \in \{in, out\}.$$

Proposed procedure of business process model optimization based on the nonlinear conjugate gradient method is shown in Fig. 2.

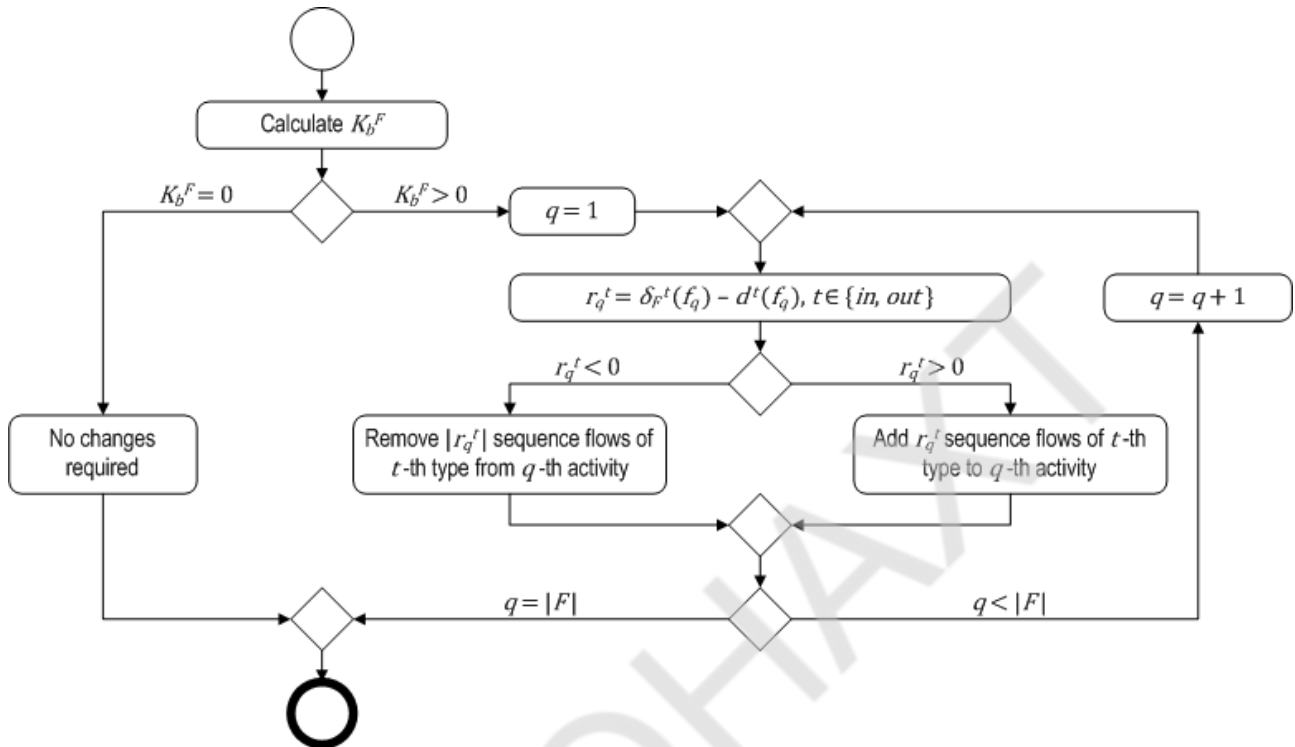


Figure 2 – Procedure of business process model optimization

Outlined procedure was applied to analyze sample business process models provided at [3]. Obtained results that describe structure of input models and the required changes are shown in Tab. 1. Generated recommendations were used to improve quality of the considered business process models.

Table 1 – Obtained results of business process model analysis and optimization

Model name	K_b^F	Input model's tasks $\{(f_q, d^{in}(f_q), d^{out}(f_q)) \mid f_q \in F\}$	Required changes $\{(f_q, r_q^{in}, r_q^{out}) \mid f_q \in F\}$
Multi-merges negative 2	1	$\{(f_1, 1, 2), (f_2, 2, 1)\}$	$\{(f_1, 0, -1), (f_2, -1, 0)\}$
Multi-merges positive 2	0.5	$\{(f_1, 1, 1), (f_2, 2, 1)\}$	$\{(f_1, 0, 0), (f_2, -1, 0)\}$
Explicit joins negative	0.5	$\{(f_1, 1, 1), (f_2, 1, 1), (f_3, 2, 1)\}$	$\{(f_1, 0, 0), (f_2, 0, 0), (f_3, -1, 0)\}$

Conclusion

In this paper we have proposed the model and the procedure of business process model optimization based on the nonlinear conjugate gradient method. Future research includes extension of the proposed solution, so it will be possible to detect and correct another types of business process modeling errors.

References

1. A. Kopp and D. Orlovskiy, "A Method for Business Process Model Analysis and Improvement," In ICTERI 2019 PhD Symposium, Kherson, Ukraine, 2019, pp. 1-10.
2. J. Krogstie, "Quality of business process models," In IFIP Working Conference on The Practice of Enterprise Modeling, Springer, Berlin, Heidelberg, 2012, pp. 76-90.
3. А. Копп и Д. Орловский, "Анализ и оптимизация моделей бизнес-процессов в нотациях EPC и BPMN," *Технічні науки та технології*, Т. 14, № 4, С. 145-152, 2018.
4. Process structure – BPMN modelling guidelines. [Online]. Available: <https://www.modeling-guidelines.org/categories/process-structure/>. [Accessed Sept. 28, 2019].
5. R. W. Cottle, M. N. Thapa, *Linear and Nonlinear Optimization*. Springer, 2017.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОРОГІВ У СУЧАСНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ІГРАХ

У даній роботі проаналізовано методи керування поведінкою ворогів у тактично-стратегічних іграх. Запропоновано удосконалення методу знаходження шляху «flocking AI» за рахунок використання «карти небезпеки» з метою підвищення рівня інтелектуальної поведінки ворогів.

Тактична рольова гра (англ. tactical role-playing game) — жанр відеоігор, що поєднує елементи рольових і стратегічних відеоігор [1]. Основний акцент ігрового процесу в тактичних рольових іграх робиться на прийнятті тактичних рішень під час бою. У тактичних рольових іграх гравець управляє групою персонажів, які володіють набором певних характеристик, обстежує ігровий світ, виконує завдання, вступає в бої з різного роду противниками [2].

Сьогодні жанр тактично-рольових ігор має значну популярність на ринку [3] (рис. 1), зокрема й через те, що дозволяє гравцю удосконалювати корисні навички, а саме аналізувати загальну ситуацію, що в цілому розвиває аналітичне мислення, а також приймати рішення в короткі терміни та в стресовій ситуації [4].

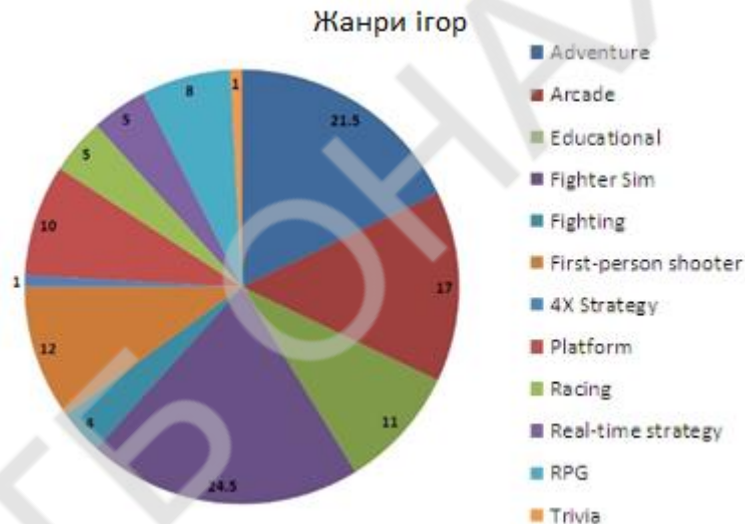


Рисунок 1 – Аналіз популярності жанрів

Одним із найбільш важливих аспектів стратегічної гри, який має сильний вплив на гравця є штучний інтелект ворогів. Саме він, в поєднанні з алгоритмами знаходження шляху впливає на рівень задоволеності гравця та складність гри. Вороги повинні бути швидкими і хижими, або налаштованими і добре захищеними, щоб гравець справді відчув складність гри та мав шанс перевірити свої навички і навчитись чомусь.

Умовно «інтелект» ворога визначається двома частинами: що він робить і як він це робить. Згідно з цим методи керування поведінкою ворожими військами в стратегіях можна поділити на два основних види: механіки руху і взаємодії окремих юнітів (юніт – окрема бойова одиниця, складова частина війська) з іншими об'єктами у грі, та штучний інтелект, що стоїть за цими діями ворогів.

Механіки руху включають в себе алгоритми знаходження шляху, організації руху юнітів в групах, динамічної зміни руху при появі нових перешкод, при цьому використовуючи мінімально можливу кількість обчислювальних ресурсів комп'ютера.

Штучний інтелект натомість є нейронною мережею, що основана на нечіткій логіці і обраховує параметри конкретної ситуації в конкретний момент часу для прийняття оптимального рішення. Нейронні мережі зазвичай мають декілька шарів обчислювальних блоків-нейронів. Деякі з них приховані від користувача, щоб проводити потрібні обчислення, а деякі навпаки виводять свої результати прямо до користувача [5].

Такі мережі можуть приймати короткострокові рішення в бойових сутичках за допомогою відповідних формул. Наприклад, критично важливе рішення: «нападати чи відступати?». Для цього використовуються поняття відносної сили атаки та відносної швидкості (табл. 1).

Таблиця 1 – Опис комплексних атрибутів військ

Відносна сила атаки	$\frac{\sum_{i=1}^k OAS_i \times OAP_i}{EAr_1} \times 50$ $\frac{\sum_{j=1}^m EAS_j \times EAP_j}{OAr_1}$	OAS – Власна швидкість атаки EAS – Швидкість атаки ворога $\sum_{i=1}^k OAS_i \times OAP_i$ – Сума повноважень військ, що атакують цільовий загін EAr₁ – Броня цільового війська $\sum_{j=1}^m EAS_j \times EAP_j$ – Сума повноважень військ противника, що атакують війська OAr₁ – Броня війська. Ця змінна нормалізується шляхом множення на 50. Результат 50 означає рівність.
Відносна швидкість	$\frac{\sum_{i=1}^k OS_i}{k} \times 50$ $\frac{\sum_{j=1}^l ES_j}{l}$	OS – Власна швидкість руху ES – Швидкість руху ворога $\frac{\sum_{i=1}^k OS_i}{k}$ – Середнє значення швидкості атакуючого війська до цільової частини. $\frac{\sum_{j=1}^l ES_j}{l}$ – Середня швидкість наступу військ противника, що нападають на війська. Ця змінна нормалізується шляхом множення на 50. Результат 50 означає рівність.

В такому випадку кожна армія гравця чи ворога може мати різні стани, що будуть залежати від різної комбінації станів їх атрибутів. Варіанти останніх подані в табл. 2.

Таблиця 2 – Атрибути війська і різні їх стани

Власне здоров'я	Здоров'я ворога	Відносна сила атаки	Відносна швидкість
Майже мертві	Майже мертві	Менша	Повільніша
Травмовані	Травмовані	Рівна	Рівна
Нормальний стан	Нормальний стан	Більша	Швидша

В залежності від стану військ супротивників, штучний інтелект буде вирішувати чи продовжувати бій, чи потрібно відступити і оновити сили. Зазвичай, якщо військо не має важких поранень, воно повинно продовжувати атаку і не повинно тікати. Проблема з'являється в стані «Майже мертві», який необхідний як умова для всіх можливостей втечі. В такій ситуації, навіть якщо військо має важкі поранення, але повільніше ніж ворог, воно все рівно повинно атакувати, тому що можливості врятуватися втечею немає.

При цьому, у подібного алгоритму дій є свої недоліки. Одним із них є відсутність спроб отримати додаткову перевагу над противником, або зменшити небезпеку для своїх військ завдяки маневрам по місцевості. Таким чином, актуальною задачею є удосконалення алгоритмів вибору шляху руху з урахуванням фактору небезпеки.

У стандартному штучному інтелекті гри «Starcraft 2» використовується техніка знаходження шляху під назвою «flocking AI» або «рій», завдяки якій створюється ефект координованого руху як зі зграєю риб чи ключем птахів. Двигун використовує вдосконалений алгоритм, що знаходить найменшу кількість точок, дозволяючи групі юнітів проходити через вузькі проходи та обходити інші групи юнітів [6]. Запропоновано удосконалити поведінку ворожих військ на базі цього алгоритму з урахуванням додаткової матриці небезпеки.

Для відображення небезпеки в певних обставинах, було створено поле видимості/активності юніта. Всередині цього поля ворожі юніти можуть помічати юнітів гравця і атакувати. Також це поле відображає зону, в якій юніт може використовувати свої спеціальні уміння. Схематичне зображення цього поля видимості наведено на рис. 2.

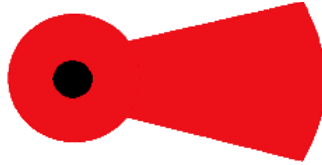


Рисунок 2 – Поле видимості юніту

Це поле враховується як важко прохідна та небезпечна місцевість, додаючи додатковий шар обчислень у алгоритм під назвою «матриця небезпеки». Цей шар динамічно змінюється з рухом та поворотом юнітів гравця. Це буде сприяти тому, що ворожі війська будуть намагатись не потрапляти в зону видимості юнітів гравця і фланкувати їх зі сторін для отримання тактичної переваги та уникнення ліній вогню. На рис.3 наведено два сценарії обчислення шляху. Перший полягає в тому, що ворог знаходиться на лінії його шляху переміщення і тому юніт буде намагатись обійти його без особливих втрат часу. Другий – де ворог і є кінцевим пунктом руху. В такому випадку юніт буде намагатись обійти його зліва чи справа і атакувати збоку.

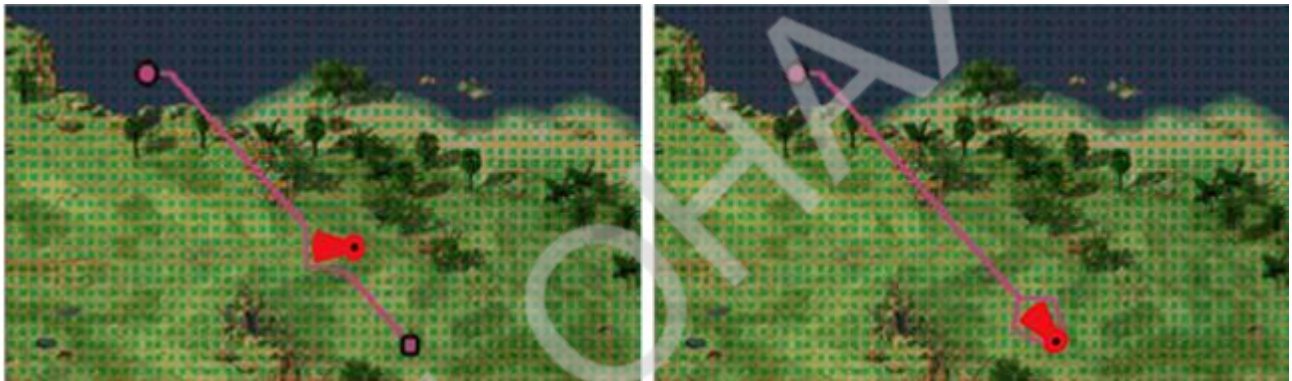


Рисунок 3 – Результат роботи алгоритму знаходження маршруту з матрицею небезпеки

Таким чином, було запропоноване удосконалення алгоритму розрахунку шляху «flocking AI», яке дозволило підвищити рівень інтелектуальної поведінки ворогів та складність гри для гравця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тактична рольова гра: матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://goo.gl/98NDWZ>
2. Тактическая ролевая игра: материал из Википедии – свободной энциклопедии: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://goo.gl/M4JHE1>
3. The Star Wars Dissection – Video Games [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eucantina.net/archives/12380>
4. Game Genre Map: The Cognitive Threshold in Strategy Games [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://quanticfoundry.com/2016/01/20/game-genre-map-the-cognitive-threshold-in-strategy-games/>
5. Short Term Decision Making with Fuzzy Logic And Long Term Decision Making with Neural Networks In Real-Time Strategy Games: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://hevi.info/tag/artificial-intelligence-in-real-time-strategy-games/>
6. Mechanics of Starcraft 2: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tl.net/forum/starcraft-2/132171-the-mechanics-of-sc2-part-1>.

КОРАБЛЕВ В.А., МАЗУРОК Т.Л.
ЮЖНОУКРАИНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
К.Д. УШИНСКОГО, ОДЕССА, УКРАИНА

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Данное исследование имеет целью выведение комплекса задач и систематизацию подходящих для их решения методологий в ходе выработки единого теоретического базиса для моделирования мультиагентных роботизированных систем (МАРС). Таким образом тут будут описаны как оптимальные, для внедрения в будущий производственный процесс, существующие теоретические наработки внутри дисциплины, так и рекомендуемые направления для исследовательских работ. По итогу данного наблюдения будет выработано следующее направление для дальнейшей деятельности по стандартизации моделей МАРС.

Термин «агент» встречается практически повсеместно, если говорить о научных, либо прикладных дисциплинах. Также, как различны методы этих родов деятельности, так в них различается и значение термина «агент», кроме следующих моментов: способность к реакции на факторы среды, возможность влияния, изменяющего среду, возможность взаимодействия с прочими агентами. Эта основа переключалась и в агентно-ориентированный подход в программировании, где дополнилась спецификами, детерминированными этой дисциплиной.

Любой подобный переход обязательно сопровождается рядом ограничений, вызванным свойствами среды, как известными, так и скрытыми, как условными, так и безусловными. Это приводит к сужению спектра методик реализации данного подхода. Так, в нашем случае, из среды, где единственным ограничением является время, мы переходим в реальный мир с реальными проблемами.

Данное исследование постарается учесть стремящееся к полноте количество «реальных» факторов, для создания актуальной технологии построения поведенческих моделей МАРС.

Для начала следует определиться со спектром проблем на котором стоит заострить внимание. В каждый условный момент формируется некое множество задач, решения которых еще не сформированы, а решения, что не теряют актуальности для уже известных задач являются традиционными конструктами. Удобство последних поясняется лишь за счет привычки. То есть необходимо бороться с неопределенностью, в прочем, как и с традицией, хоть последнее – заранее проигрышный вариант, что ведет к необходимости компромисса.

Для примера рассмотрим актуальный вариант решения проблем, что подразумевает некий синтез между навыками, безусловно квалифицированными рабочим таких отраслей, как: армия, полиция, МЧС, медицина, тяжелое сырьевое производство и т.д.; и мощностями, коими владеет роботизированное устройство по определению.

Его то и стоит рассматривать в первую очередь. Для удобства, далее подобная система будет упоминаться, как автономный роботизированный инструментарий (АРИ).

В нашем случае мы также имеем штат квалифицированных сотрудников, что могут взаимодействовать со сложными компьютерными системами, что позволяет пойти на риск и перенести значительную часть высокоуровневой обработки данных в некий центральный контролирующий блок (ЦКБ). Такое решение налагает большие требования к системам связи между агентами, но также дает возможность виртуального моделирования среды и хода выполнения заданий, что сводит к минимуму количество «полевых» ошибок.

Вывосвобожденный полезный объем внутри конструкции физического агента следует применить для установки более эффективных сенсоров и средств быстрого (реактивного) реагирования на угрозы, как для робота, так и для людей в непосредственной близости.

Следовательно, в этом случае модель более склонна к централизации, что позволяет удешевить производство и облегчить ремонт роботов, что полезно, учитывая специфику кризисов в описанных выше отраслях. Этого направления и будем придерживаться далее.

Переходя к конкретике, следует выбрать отдельный случай внедрения подобной МАРС. Тут будет рассматриваться система, содействующая сотрудникам МЧС для разрешения кризисов в высотных зданиях, где количество этажей делает пожарные рукава и лестницы неэффективными, учитывая их максимальную длину. А также прочие трудности, возникающие в связи с нестандартными архитектурными решениями.

В такой ситуации, инструментом решения которой рассмотрим рой роботов, существенно расширяются возможности сотрудников МЧС. Унифицированные роботизированные единицы способны переносить снаряжение, а в случае необходимости объединяться в жесткие конструкции (предотвращающие обрушение подпорки, мосты, лестницы, пандусы и даже импровизированные тоннели, защищающие от огня и обломков). Все это позволяет значительно снизить смертность, как среди пострадавших, так и сотрудников службы спасения.

Как известно, мультиагентную роботизированную систему (МАРС) можно рассматривать как один из вариантов реализации МАС, так что каждый робот-агент имеет все известные свойства агентов [1]. Системы управления такими сложными комплексами должны обеспечивать адаптивность робототехнических устройств к кругу решаемых задач, согласование выработки траекторий движения и др. Поэтому актуальной проблемой является повышение адаптивных свойств системы управления сложными робототехническими комплексами (СРК). Для полноценного функционирования таких систем необходимо совершенствование информационного обеспечения системы управления [2].

Итак, предлагается разработка специальной информационной технологии, что интегрируется в робототехнический комплекс, и предназначена для выполнения задач автоматизации, направленных на повышение эффективности функционирования СРК.

Такая информационная технология позволяет автоматизировать процесс построения поведенческих моделей мультиагентной системы, основанные на использовании принципов централизации процессов анализа и управления, как составляющей виртуальной симуляции (рис.1).

Так, в информационной технологии, разрабатываемой предлагается расположить ЦКБ на удаленном сервере, и проводить стратегическое планирование внутри виртуальной среды, имитирующей реальное пространство (стратегический уровень).

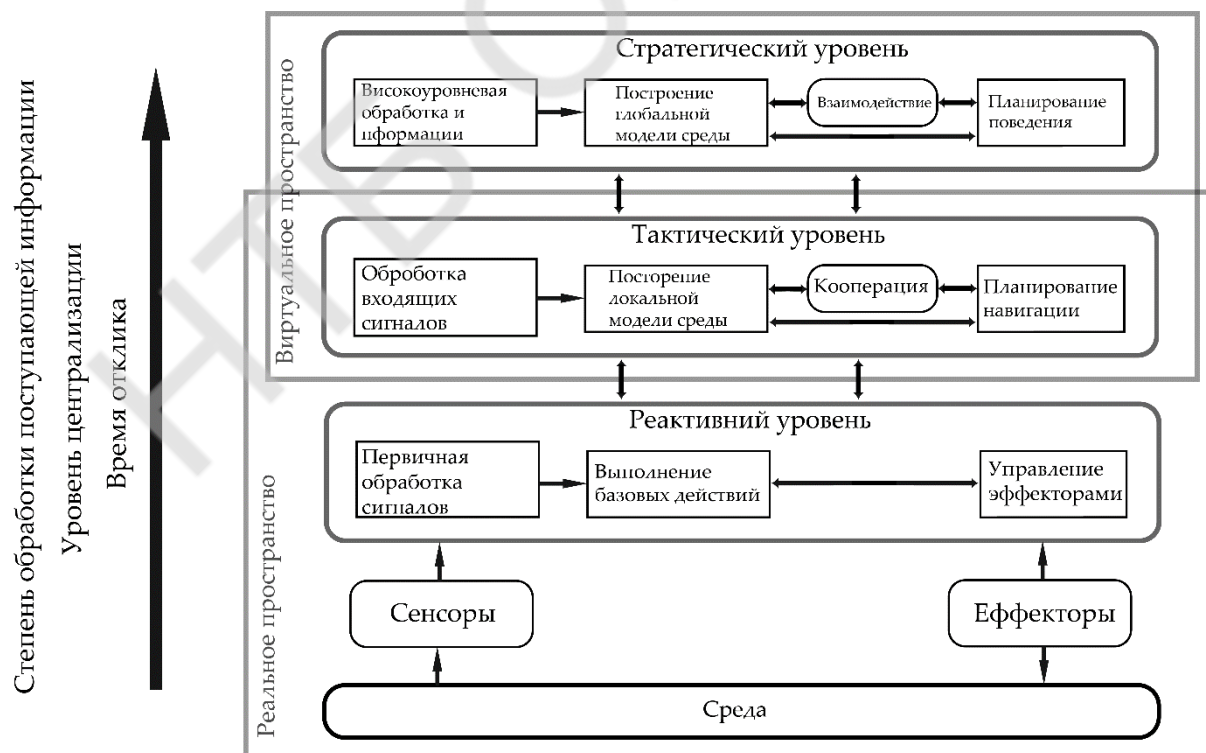


Рисунок 1. Структурная схема системы управления агента МАРС

Такой подход целесообразен при выполнении задач в среде с высокой степенью изучения, например, при наличии виртуализированных планов здания со всеми показателями (пути эвакуации, характеристики материалов, слабые и сильные элементы конструкции).

ЦКБ, благодаря высоким мощностям, может быстрее производить алгоритм решения задачи. Или же, если необходимо нестандартное решение, требующее эвристического подхода, есть возможность проработать с максимальной скоростью необходимое количество симуляций для получения решения приближенного к оптимальному, еще до непосредственного эмпирического эксперимента на местности [3].

Когда задача сформирована, она делится на подзадачи (тактический уровень) для каждой группировки роботов. Подзадачи имеют динамический характер, и они в значительной степени зависят от локальной модели пространства, сложившейся в реальном времени на основе данных сенсоров каждого агента, и предназначена для оперирования по обстоятельствам. На этом этапе происходит распределение задач навигации и манипуляции эффекторами агентов.

Для реализации подобного модуля необходимо интегрированное, как на уровне командного центра, так и отдельного агента, программное обеспечение, осуществляющее мягкие вычисления, и набор нестандартных для подобных систем датчиков, содержащих инклинометрические приборы высокой точности и скорости сбора данных [4].

Остается открытым вопрос организации реакционного поведения отдельного агента (реактивный уровень). Предполагается, что оптимально корректное выполнение задания агентом все время находится под угрозой, как внешней (механические препятствия, непосредственные угрозы и т.п.), так и внутренней (ошибка в навигации, повреждения самой единицы и т.п.). Эти факторы обуславливают необходимость определенного уровня автономности агента, что требует реализации малой когнитивной системы (МКС).

Здесь МКС будет ответственна за разработку всех возможных вариантов действий, которые должны быть сформированными в случае опасности для агента, оператора или постороннего человека, если нет соответствующей инструкции с более высокого уровня командной иерархии. Также во внекризисное время данная система будет отвечать за реактивное маневрирование агента, что необходимо для корректировки его положения в пространстве в соответствии с траекторией движения, отвечающей заданию с более высокого уровня [5].

Подводя черту под всем вышесказанным, можно утверждать, что, учитывая сегодняшний технологический уровень (Так как элементом «прогресса» в науке должно пренебрегать из-за того, что следует рассматривать те факты, что есть, а не те, что должны быть.) модели МАРС направленные на решение специализированных под групповую робототехнику задач все еще стремятся в централизации.

Список литературы:

1. Schelling T.C. Dynamic models of segregation // The Journal of Mathematical Sociology. — 1971. — Vol. 1, № 2. — P. 143—186.
2. Wooldridge M. An introduction to multiagent systems. — JOHN WILEY & SONS, LTD, 2002. — 484 p.
3. Sarkar A., Debnath N. Measuring complexity of Multi-Agent System architecture // IEEE 10th International Conference on Industrial Informatics. — 2012. — P. 998—1003.
4. Рыжков И.В. Инклинометрические приборы. Конструкции и способы повышения точности / И.В. Рыжков // Saarbrücken, Deutschland: LAPLAMBERT Academic Publishing, 2016. — 274 с.
5. Прокопчук Ю.А. набросок формальной теории творчества. - Днепр: Изд-во ПГАСА, 2017. — 452 с.

ФУНКЦІОНАЛЬНА ТА СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО
КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Проблема формування розкладу навчальних занять закладу вищої освіти є предметом дослідження в роботах багатьох авторів. Завдання формування розкладів є предметом наукових досліджень з середини ХХ століття. Перші дослідження даної проблеми були представлені в 60-х роках ХХ століття. Проводились спроби визначити та систематизувати задачі складання розкладу, а також підходи до їх автоматизації. На даний момент проблема залишається відкритою, вона відноситься до загальної теорії розкладів [1]. Розділ теорії розкладів до якого відноситься задача формування розкладу навчальних занять називається «Складання часових таблиць».

Задачу складання часових таблиць можна охарактеризувати як проблему розміщення деяких ресурсів, з врахуванням детермінованих обмежень, в обмеженні часові інтервали і місця з метою задовільнити цілий ряд критеріїв оптимальності, в даному випадку потрібно виконати навчальний план – розмістити в часові інтервали навчальні заняття студентських груп та потоків з дотриманням обмежень. Система обмежень складається із формалізованих жорстких обмежень, які повинні бути виконанні обов'язково.

Цільовою функцією задачі формування розкладу навчальних занять є мінімізація суми штрафів за порушення м'яких обмежень, що накладаються на розклад навчальних занять [2].

Розглянуто велику кількість моделей задачі формування розкладу навчальних занять закладу вищої освіти, серед яких модель авторів; Е. Бурк і С. Петровик, що розроблено в Ноттінгемському університеті, Англія; Д. Лак та М. Любек, що розроблено в Берлінському технічному університеті, Німеччина та інші [3]. Якщо проаналізувати дії людини-оператора при вирішенні задачі формування розкладу навчальних занять, то із загальної задачі можна виділити окремі задачі або системоутворюючі функції, серед яких такі:

- обробка поточних значень – людина-оператор отримує інформацію для управління процесом;
- стеження за даними – сканування поточних значень змінних процесу;
- безпосереднє управління – виконання деякої послідовності процедур і керуючих впливів;
- оптимальне управління – забезпечення найкращого контролю якості готового продукту, в даному випадку розкладу навчальних занять.

До основних робочих функцій систем керування процесом формування розкладу навчальних занять можна віднести наступні:

- формування розкладу навчальних занять;
- дотримання жорстких вимог на відсутність накладок в розкладі;
- дотримання вимог пов'язаних з «вікнами» (це службовий термін, що використовується диспетчерами навчального відділу, який означає вільний часовий інтервал між заняттями більший ніж перерва) в розкладі;
- дотримання обмежень на мінімальне та максимальне денне/тижневе навантаження;
- аналіз вхідних, поточних та вихідних даних;
- врахування вимог до технічної оснащеності аудиторій;
- врахування вподобань на побажань викладачів;
- врахування географічної віддаленості корпусів та аудиторій;
- врахування закріпленості аудиторій за підрозділами, дисциплінами;
- виведення готового розкладу навчальних занять;
- врахування вимог щодо послідовності викладання дисциплін та кількості годин одночасно.

При формуванні розкладу навчальних занять виникає проблема оптимального управління ресурсами: учасниками освітнього процесу, аудиторним фондом, студентськими групами тощо. В процесі вирішення задачі потрібно враховувати обов'язкові обмеження та вимоги, що можуть бути порушені.

Як описано в роботі [4], формування розкладу навчальних занять починається з вводу даних про навчальне навантаження, аудиторний фонд, студентські групи та потоки, та викладацький склад. В результаті обробки даних навчального навантаження формується список занять.

В процесі перебору варіанту розміщення заняття відбувається перевірка за трьома умовами:

- накладки занять відсутні, якщо відбулась накладка, то заняття не може бути проведеним;
- аудиторія оснащена всім необхідним обладнанням;
- кількість робочих місць в аудиторії не менше кількості студентів, що навчаються в групі.

В випадку, якщо обов'язкові умови виконуються – відбувається оцінка якості розміщення занять за наступними критеріями:

- наявність «вікон» між заняттями у студентів та викладачів;
- побажання викладачів;
- кількість занять в день та на тиждень;
- кількість лекцій в день;
- відстань між аудиторіями.

Після розміщення всіх занять в розкладі проводиться оцінка якості сформованого розкладу. Отримані результати роботи алгоритму передаються диспетчеру, який вирішує, чи варто провести повторну генерацію розкладу, або модифікувати отриманий розклад вручну з метою подальшого використання.

Задача формування розкладу навчальних занять може бути сформована в термінах лінійного цілочисельного програмування. Описується система із робіт, що складається з операцій і машин, що виконують конкретні операції. В вигляді нерівностей представлена система обмежень. Також вводяться додаткові цілочисельні змінні для описання обмежень типу «або-або», які неможливо описати в рамках звичайного лінійного програмування. Далі записується сама система і формується цільова функція. Цільові функції можуть бути різними, конкретний вид цільової функції залежить від того, що нам потрібно мінімізувати [2].

Існує два критерія пошуку цільової функції: мінімізація затрат і максимізація ефективності складеного розкладу навчальних занять. Для вирішення задачі формування ефективного розкладу навчальних занять запропоновано наступну цільову функцію системи автоматичного керування:

$$1. \quad r \in \begin{cases} \Omega(A, S_S, D, P), & m = start \\ [(u_1(t)) \cap (\Omega(A, S_S, D, P))], & m = work \end{cases}$$

Де r – розклад навчальних занять, Ω – область обмежень, A, P_{EP}, S_S, D, P – множина аудиторій, учасників освітнього процесу, студентських груп, дисциплін та навчальних планів відповідно, $u_1(t)$ – управління розкладом в реальному часі, m – режим роботи системи, який може бути пусковим (start) та робочим (work). На відміну від багатьох оптимізаційних задач, розрахунок значень цільової функції, так як і перевірка обмежень є трудомістким і затратним процесом. Цільова функція враховує побажання викладачів та дотримання м'яких вимог. Враховуючи природу вимог суб'єктів навчального процесу, використання елементів нечіткої логіки є очевидним.

Для перевірки того, чи іншого розкладу навчальних занять на адекватність потрібно перевірити виконання обмежень (1). Дана цільова функція відповідає двом режимам роботи системи автоматичного керування, та має дві умови, при виконанні першої з них – система працює в пусковому режимі, де формується розклад навчальних занять з дотриманням обмежень. В іншому випадку система працює в робочому режимі, де можливе управління готовим розкладом в реальному часі з дотриманням обмежень.

Проаналізувавши представлену цільову функцію (1), її можна розділити на такі системоутворюючі функції:

- обробка та стеження за даними – отримання інформації для управління процесом та сканування поточних та вихідних даних людиною-оператором;
- програмне управління – виконання алгоритмів пускового та робочого режиму за допомогою логіки та алгоритмів на ЕОМ;
- оптимальне управління – забезпечення найкращого значення критерію оптимальності для розкладу навчальних занять;;
- оперативне управління – управління розкладом навчальних занять в реальному часі безпосередньо учасниками освітнього процесу з дотриманням всіх обмежень і вимог.

Розвиток обчислювальної техніки привів до розширення практичного застосування алгоритмів, що раніше було неможливим через велику трудомісткість розрахунків. Алгоритмічний процес завжди починається з деяких вхідних даних і направлений на отримання результату.

Кожен алгоритм можна охарактеризувати наступними параметрами:

- множина вхідних даних;
- множина можливих результатів;
- множина допустимих проміжних результатів і правил;

- початок і кінець алгоритму;
- безпосередньої переробки;
- виведення результату.

Алгоритм повинен відповідати таким вимогам:

1. Бути визначеним, однозначним (детермінованим), результат його роботи однозначно визначається вихідними даними.
2. Бути результативним, тобто для заданих значень вихідних даних повинно бути отримано рішення або повідомлення про неможливість його отримати.
3. Бути масовим, тобто з його допомогою можна вирішити будь-яке завдання з деякого класу задач.
4. Бути дискретним, тобто повинен являти собою послідовність окремих кроків, які зрозумілі виконавцю і можуть бути ним виконані.
5. Бути кінцевим, тобто послідовність кроків алгоритму є кінцевою. Кожне з дій і весь алгоритм в цілому обов'язково завершуються.
6. Бути коректним, тобто для всіх допустимих значень вихідних даних розглянутої задачі він повинен давати правильний результат або повідомлення про неможливість отримати рішення.

При розробці алгоритмів для виконавця-комп'ютера знання і врахування властивостей 1-6 є необхідними. Оскільки комп'ютер не має інтелекту і його можливості завжди обмежені, алгоритм, що розробляється для виконавця-комп'ютера повинен задовольняти цим властивостям алгоритму.

Для реалізації функції керування розкладом в реальному часі потрібно вдосконалити існуючі алгоритми, так як потрібно дотримати основні жорсткі обмеження в реальному часі, щоб не було накладок в розкладі та навантаження залишалось рівномірним, а саме головне виконувався навчальний план. Використання комп'ютера дозволяє розглянути і проаналізувати дуже велику кількість варіантів розкладу, що не може зробити людина.

Однією із складових системи автоматичного керування є її технічна структура. І саме від технічної структури та оснащеності залежить на скільки і в якій мірі буде реалізовано функціональну та алгоритмічну складову системи автоматичного керування. Тому доцільно вдосконалити існуючі системи керування процесом формування розкладу навчальних занять. Крім відомих засобів реалізації технічної структури потрібно реалізувати зв'язок через мережу Ethernet системи формування розкладу навчальних занять з мобільними пристроями, планшетами чи персональними комп'ютерами учасників освітнього процесу.

В результаті зробленої роботи можна зробити наступні висновки: розклад навчальних занять – це є основа якісної організації освітнього процесу будь-якого навчального закладу. Було проведено опис існуючих цільових, системоутворюючих, робочих функцій, та розроблено функціональну структуру. Описано алгоритмічну систему керування процесом формування розкладу навчальних занять після чого було обґрунтовано та проаналізовано доцільність розробки перспективної системи керування розкладом навчальних занять, а саме опис цільової функції, декомпозиція її до системоутворюючих та робочих функцій, а також доцільність розробки алгоритмічної та технічної структури.

Результати даної роботи будуть використані при розробці моделі та алгоритму процесу формування розкладу навчальних занять.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Sakaliuk, O., Trishyn, F. (2019). ANALYSIS OF PROCESS CREATION OF THE COURSES TIMETABLING. *Automation of technological and business processes*, 11(2), pp.30-35.
- [2] Барбаков, О., Гаврин, А. (2014). *Целевая функция в системе управления*. №24. [ebook] Челябинск: Вестник Челябинского государственного университета, С.39-43. Доступно через: <http://www.lib.csu.ru/vch/353/009.pdf>.
- [3] Ячменев, Е. *Анализ проблемы составления расписания занятий в вузе*. [ebook] ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ, С.193-197. Доступно через: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/94816/49-Jachmenev.pdf>.
- [4] Береговых, Ю., Васильев, Б., Володин, Н. (2009). Алгоритм составления расписания занятий. [ebook] Искусственный интеллект, С.50-56. Доступно через: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/7897/06-Beregovykh.pdf>.

АЛГОРИТМИ ВИЯВЛЕННЯ ТЕКСТУ НА ВІДЕО

В роботі виконано порівняння алгоритмів виявлення тексту на зображенні для знаходження найбільш відповідного для обробки відео потоку. В якості метрик для порівняння використано точність роботи моделі, а також швидкість її навчання та роботи. Також розглянуто загальний принцип роботи кожного з цих алгоритмів.

На сьогодні велику популярність набирають засоби комп'ютерного бачення. Однією із важливих складових цієї дисципліни є виявлення об'єктів на зображенні. Лише після цього об'єкт може бути проаналізований та класифікований. На даний момент існує багато рішень, але такі моделі, як R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO – одні з найбільш відомих.

В даній роботі вирішується проблема пошуку достатньо швидкого для аналізу відео та у той самий час точного (не нижче 80%) алгоритму розпізнавання тексту на зображенні. Для цього буде проаналізовано зазначені алгоритми з метою виявлення найбільш відповідного.

R-CNN [1] – метод виявлення тексту на зображенні, який в своїй основі містить механізм локалізації регіонів. Спочатку, за допомогою селективного алгоритму, виділяються початкові сегменти на зображенні, які потенційно можуть містити текст. Потім, ці регіони рекурсивно поєднуються у більші та на їх основі локалізуються остаточні регіони зображення, які з високою ймовірністю містять текст. Ці регіони подаються на вхід згорткової нейронної мережі, яка виділяє ключові ознаки та продукує 4096-мірний вектор ознак. Цей результуючий вектор ознак подається на вхід Support Vector Machine, яка визначає результуючий регіон із текстом. Це непоганий алгоритм пошуку об'єктів на зображенні, проте він містить ряд недоліків. По-перше, багато часу займає навчання самої моделі, оскільки необхідно класифікувати велику кількість регіонів-кандидатів (близько 2000) на кожному зображенні. Також він не може бути використаний у якості алгоритму для обробки відео даних, оскільки обробка одного зображення займає близько 47 секунд.

Подальшим розвитком цього алгоритму є Fast R-CNN [2]. В даному випадку, замість того щоб подавати на вхід згорткової нейронної мережі регіони-кандидати, зображення до неї подається напряму, в результаті чого будується згорткова структура ознак. На основі цієї структури визначаються регіони-кандидати, які згодом у шарі Region of Interest (RoI) переформатовуються у фіксований розмір і можуть бути передані до повнозв'язного шару. В результаті, отриманий вектор ознак передається до шару Softmax, який визначає, чи містить регіон текст. Цей метод дозволяє не передавати для кожного зображення 2000 регіонів-кандидатів, за рахунок чого значно збільшується швидкість навчання моделі та її роботи без втрати точності.

Однак вузьким місцем такого рішення залишається селективний алгоритм для пошуку регіонів-кандидатів. Faster R-CNN вирішує цю проблему [3]. Так само як і в попередньому алгоритмі, все зображення подається на вхід згорткової нейронної мережі, яка продукує згорткову структуру ознак. Однак замість використання селективного алгоритму для виявлення регіонів-кандидатів, використовують окрему мережу для передбачення цих регіонів. Виявлені регіони переформатовуються у Region of Interest (RoI) шарі та використовуються для визначення наявності тексту у даній області зображення. Середня точність роботи даної моделі складає близько 70%. На рис. 1 наведено результати порівняння швидкості роботи усіх 3 моделей.

Усі попередні алгоритми містили в своїй основі механізм пропонування регіонів. Нейронна мережа не бачить все зображення, а лише його частини із високою вірогідністю наявності тексту. YOLO є концептуально іншим алгоритмом [4]. Він має єдину згорткову мережу, що прогнозує місцезнаходження об'єкту на зображенні. Спочатку, вхідне зображення ділиться на сітку розміром $S \times S$, беремо m комірок сітки. Для кожного

отриманого вікна мережа виводить значення ймовірності класу та зсуву для обмежувального поля.

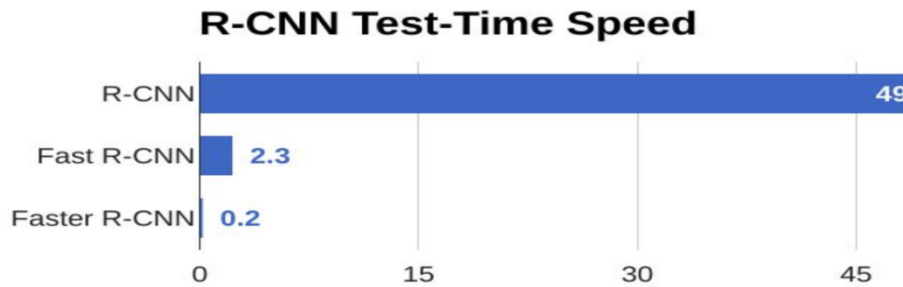


Рисунок 1 – Порівняльна характеристика швидкості роботи алгоритмів R-CNN, Fast R-CNN та Faster R-CNN

Обмежувальні поля, що мають ймовірність класу вище порогового значення обираються та використовуються для пошуку об'єкта на зображенні. YOLO на порядок швидший, ніж інші алгоритми та здатний забезпечувати швидкість роботи до 45 кадрів на секунду (деякі із модифікацій цієї мережі дають швидкість у 155 кадрів на секунду). Обмеження даного алгоритму полягає в тому, що він погано знаходить дуже дрібні предмети на зображеннях. Середня точність роботи даної моделі складає близько 78-81%. На рис. 2 наведено результати порівняння точності роботи усіх 4 моделей

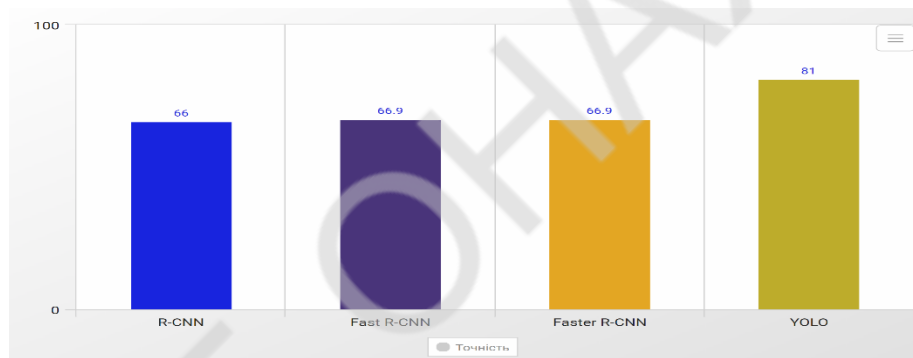


Рисунок 2 – Порівняльна характеристика точності роботи алгоритмів R-CNN, Fast R-CNN та Faster R-CNN

Зробимо висновок. Виходячи з вищезазначеного, можна стверджувати, що YOLO є найкращим алгоритмом для задачі обробки відео та пошуку тексту на його кадрах. Цьому сприяють одночасно прийнятна точність (близько 80%) та дуже висока швидкість роботи моделі (від 45 кадрів на секунду). В подальшому, даний алгоритм пошуку тексту буде використано у поєднанні із засобом для розпізнавання тексту на зображенні під назвою Tesseract, що дасть змогу реалізувати точну та швидку систему виявлення та розпізнавання тексту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell and J. Malik, "Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation", UC Berkeley, Berkeley, USA, Tech. Report v5, 22 Oct. 2014.
- [2] R. Girshick, "Fast R-CNN", Microsoft, USA, Tech. Report, 27 Sep. 2015.
- [3] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks", Microsoft, USA, Tech. Report, 6 Jan. 2016.
- [4] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection", In Proc. IEEE Conference on CVPR, 2016

РОМАНЮК О. Н., ЧАН А. Л. В., ПАНФІЛОВА Ю. О.
Вінницький національний технічний університет (Україна)

ВИКОРИСТАННЯ ВІДБИВНИХ ВЛАСТИВОТЕЙ ШКІРИ ЛЮДИНИ ПРИ КОМП'ЮТЕРНІЙ ДІАГНОСТИЦІ ЗАХВОРЮВАНЬ

Проаналізовано основні властивості шкіри відбивати та поглинати світлові частки, за рахунок чого реалізовується спектральне виявлення патологій в оптичній діагностиці.

Сьогодні комп'ютерні технології широко використовуються для діагностування різних хвороб. При цьому високу інформативність має шкіра людини, оскільки характеризується великою площею, колірними особливостями та широким спектром біологічних даних, які містять інформацію про стан усього організму.

Діагностика здоров'я людини з використанням оптичних методів набуває широкого застосування в різних галузях: онкології, хірургії, дерматології, офтальмології та ін. Інформація про колір біотканин, який визначається їх структурою, біохімічним складом, використовується в багатьох діагностичних приладах у медицині для аналізу вмісту різних пігментів тканини, таких як меланін, гемоглобін, а також води та інших складових, їх структури та патологічних змін [1]. Особливо важливим у сфері діагностики онкологічних захворювань є виявлення первинних, найменших колірних змін шкіри чи слизової оболонки. В дерматології інформація про колір шкіри часто використовується для кількісної характеристики пігментних порушень і призначення ефективного курсу лікування. Сукупність методів діагностики стану здоров'я людини за кольором її шкіри шляхом використання оптичних методів відкриває широкий спектр можливостей у ранньому виявленні небезпечних недуг завдяки тому, що в структурі шкіри зберігаються усі оптичні закони. Однак на сьогоднішній день оптичні методи діагностики залишаються недостатньо вивченими, потребують досліджень [2].

Шкіра людини має неоднорідну структуру. Це багат шарове середовище, що містить велику кількість різноманітних включень, таких як, наприклад, кровоносні судини, жирові залози. Водночас при оцінці відбиття світла від шкіри враховуються такі фактори, як ступінь пігментації, зморшкуватість шкіри, наявність вологи та жиру (тобто, стать, раса, вік шкіри). Поглинання світла біотканинами зумовлене наявністю в них води, яка є однією з основних її складових, а також меланіном, основним пігментом шкіри. Зі збільшенням кількості меланіну та зі зменшенням довжини хвилі зростає і поглинання світла. При цьому коефіцієнт відбивання світла від шкіри коливається від 10 до 55% [3].

Під час обчислень важливою є величина оптичної густини шкіри, яка визначається за формулою:

$$OD = \mu_a \cdot h_e$$

де μ_a – коефіцієнт поглинання меланіну, h_e – товщина шару епідермісу.

Серед методів оптичної діагностики тканин людини найбільш простими та ефективними є методи дифузійної відбивної спектрофотометрії, засновані на вимірах спектра світла, відбитого від тканини при наявності бази між освітлюваною і приймальною площадками на її поверхні. Виявлені оптичні сигнали несуть важливу інформацію про біофізичні параметри (БФП) тканини, що впливають на світлове поле в середовищі, – коефіцієнт розсіювання, діаметр капілярів, концентрацію основних хромофорів тканини [4]. Проходження світла через шкіру людини схематично відображено на рисунку 1.

Вплив на розсіювальну здатність шкіри зумовлений з такими біологічними факторами, як старіння та гідратація. Роговий шар у силу малої оптичної товщини грає вкрай незначну роль у дифузному віддзеркаленні світла, тому він умовно включений до складу епідермісу.

Більш глибокі шари шкіри (жировий шар і м'язова тканина) практично не беруть участь у процесі відбиття світла через його сильного ослаблення розташованими вище шарами. Анатомічні області дерми не мають ні чітких фізичних кордонів, ні принципових морфологічних відмінностей, тому всі вони замінені одним однорідним шаром.

Дистрибутивна функція відбивної здатності поверхні розподілу (BRDF) використовується для опису взаємодії світла з поверхнями та показує розподіл відбитого світла, оскільки напрямок падаючого освітлення змінюється залежно від орієнтації поверхні. BRDF описує, як поверхня відбиває світло при освітленні з різних напрямків. У своєму найпростішому вигляді BRDF описується за допомогою 5 змінних: падіння та напрямку відбитого світла, визначений у кутах нахилу та азимуту та термін довжини хвилі.

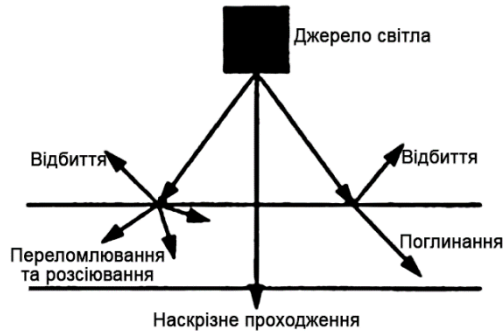


Рисунок 1. – Проходження світла через шкіру

Коли промінь світла потрапить на поверхню шкіри, він буде або дзеркально відбиватися поверхнею епідермісу, або заломлюватися та передаватися у шкіру. Поверхнєве дзеркальне відбиття становить приблизно 5% падаючого світла, яке регулюється рівняннями Френеля [5].

Кількість дзеркального відбиття змінюється залежно від кількості шкірного сала і не залежить від довжини хвилі. Коефіцієнти відбиття Френеля (F) для показника заломлення $n = 1.43$ показано на рисунку 2.

Правильність вимірювань і величини відбитого та поглинутого світла залежать від кута падіння променя, який освітлює ділянку шкіри. На рисунку 3 показано приклад устаткування для реалізації правильного освітлення шкіри при її оптичному аналізі.

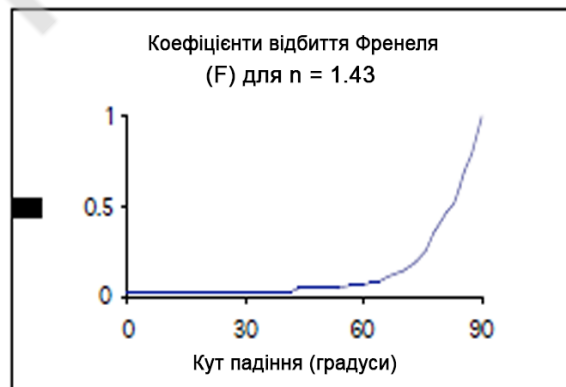


Рисунок 2. – Коефіцієнти відбиття

У середньому, приблизно 5-7% світла, що падає (по всьому спектру) на зроговілий шар, відбивається назад у навколишнє середовище. Інше світло, що залишається, потрапляє до тканин, де воно ослаблене всмоктуванням і розсіюванням.

Окрім рефлекторно заломлюючого розсіювання, що виникає внаслідок відбиття та заломлення світла на клітинних стінках, у внутрішніх шарах під поверхнею шкіри людини відбувається ще два типи розсіювання – Релеївське та Мі (аерозольне). Перше пов'язане із вирівнюванням елементів у молекулах шкірних клітин. Аерозольне розсіювання викликане частинками, приблизно такого ж розміру, як довжина хвилі світла (органели клітин, включення міжклітинної речовини тощо). Розсіяні фотони поширюються у довільних напрямках. Ці фотони сприяють дифузному розподілу світла у тканині, який виходить за межі колімованого падаючого променя. Внутрішнє відбиття відбувається, коли при зворотному розбитті фотони досягають кордону тканина-повітря під кутом, більшим від критичного кута відбиття.



**Джерело
освітлення
шкіри**

**Сенсор для
вимірювання
відбитого світла**

*Рисунок 3. – Пристрої освітлення та
вимірювання
відбиття шкіри*

Процеси розсіювання тим ширші, чим коротші довжини хвиль. У дермі циліндричні колагенові речовини діаметром приблизно 2,8 мкм відповідають за аерозольне розсіювання, тоді як менші за масштабом колагенові виробники та інші мікроструктури відповідають за Релеївське розсіювання. Світло багаторазово розсіюється всередині дерми, перш ніж воно або поширюється на інший шар, або поглинається. Це означає, що просторове розподілення світла, розсіяного всередині дерми, швидко стає дифузним. Фактично, заднє розсіяне світло від дерми є дифузним.

Водночас аерозольне розсіювання створює зміни на обох кінцях видимої ділянки спектра світла, розсіювання Релея, обернено пропорційне довжині хвилі світла ($\approx \lambda^{-4}$), створює більші зміни у нижньому кінці спектру світла. Світло відбивається від зроговілої поверхні, а внутрішні шари дерми більше поглинають світло. За спектром поглинутих і відбитих часток і проводиться діагностика на наявність різних дефектів і патологій.

Одним з підходів неінвазивної оптичної діагностики таких хвороб, як рак шкіри, є спектроскопія комбінаційного розсіювання. Комбінаційне розсіювання (КР) відстежує зміну довжини хвилі падаючого світла після обміну енергією кванта світла з розсіюючими молекулами. Принцип КР для дослідження раку заснований на тому, що розвиток пухлини супроводжується хімічними і структурними змінами тканин шкіри на молекулярному рівні. Ці зміни відображаються в спектрах КР, які є унікальними для кожного молекулярного з'єднання. Порівняння спектрів КР нормальної шкіри, а також різних типів пухлин показало можливості їх диференціальної діагностики. Крім КР розсіяне світло у ближній інфрачервоній області після взаємодії з тканинами шкіри містить автофлуоресцентний (АФ) сигнал, характер якого також залежить від біохімічного складу досліджуваної біотканини. Автофлуоресценція є перевипромінювання світла ендегенними флуорофорами (нуклеїнові кислоти, порфірини, білки, ліпіди) [6].

Основними проблемами, пов'язані з надійністю виявлення кольору шкіри є:

- залежність щодо кольору освітленості;
- він різниться між окремими особами;
- багато предметів побуту мають колір шкіри, тобто він не є унікальним [7].

Для того, щоб відстежувати ділянки шкіри за допомогою зміни умов освітлення та відрізнити їх від інших кольорів шкіри, пропонується унімодальний метод Гаусса моделювання розподілу кольору шкіри. Параметри Гаусса можна вибірково моделювати для довільного освітлення, використовуючи підхід, заснований на фізиці. Досліджуються характеристики відносної шкіри у ближньому інфрачервоному (NIR) спектрі. Пропонується комбінація стандартних смуг RGB з трьома вузькими смугами NIR для надійного виявлення шкіри при зміні освітленості та відмежування її від інших об'єктів, що нагадують колір шкіри [8].

За останні 30 років було представлено багато підходів до моделювання оптики шкіри та її відношення, особливо мотивовані біомедичними програмами. Найбільш поширені біомедичні підходи до імітації поширення світла у шкірі, засновані на моделях Бера-Ламберта, Кубелка-Мунка, Монте-Карло та радіаційно-транспортній [7].

Виходячи з наведеного, можна зробити висновок, що розрахунок спектра відбиття шкірної тканини потрібно здійснювати в рамках моделі, яка описує шкіру у вигляді двошарового середовища (епідерміс і дерма) з однаковими параметрами світлорозсіювання і різними коефіцієнтами поглинання шарів. При комп'ютерній діагностиці широко використовується відбивні особливості шкіри, аналізу, чому й присвячена тема статті.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] С. О. Романюк, “Діагностичні ознаки для морфологічного аналізу зображень обличчя людини для проведення пластичних і реконструктивних операцій”, на *Міжнарод. наук.-техн. конф. Комп'ютерна графіка та розпізнавання зображень*, Вінниця, 2018, с. 211–215.
- [2] О. Романюк, та С. В. Павлов, “Використання тривимірної графіки в медицині”, на *Міжнарод. наук.-практич. конф. Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи*, м. Вінниця, 2015, с. 54-56.
- [3] С. І. Вяткін, О. Н. Романюк, М. Л. Нечипорук, “Обработка медичних даних при об'ємній візуалізації”, *Матеріали міжнародного наукового симпозиуму Big Data Analytics «Моделювання та інформаційні технології»*, 2019, с. 49-52.
- [4] Е. А. Левитская, “Способ бесконтактного обнаружения лица субъекта в реальном времени”, *Безопасность информационного пространства: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*, Екатеринбург, 2-4 декабря 2013 г. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – С.25-29.
- [5] Ling Li, Carmen So-ling Ng, “A Physically-based Human Skin Reflection Model”, *Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on AUTOMATION & INFORMATION*, 2009.
- [6] Ю. А. Христофорова, И. А. Братченко, Д. Н. Артемьев, О. О. Мякинин, А. А. Морятов, О. И. Каганов, С. В. Козлов, В. П. Захаров, “Оптическая диагностика злокачественных и доброкачественных новообразований кожи”, *Сборник трудов III международной конференции и молодежной школы «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2017)* - Самара: Новая техника, 2017. - С. 265-268.
- [7] Moritz Störring, “Computer Vision and Human Skin Colour”, Ph.D. dissertation, Computer Vision & Media Technology Laboratory, Faculty of Engineering and Science, Aalborg University, Denmark, August 2004.
- [8] О. Н. Романюк, та А. В. Чорний, “Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів”, м. Вінниця, Україна: УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006.

REVIEW OF THE APPLICATION OF MODERN OF 3D-PRINTERS

Abstract

3D-printers are becoming more common in recent years. The use of lower-cost technologies, common materials to create patterns, developing appropriate software has led to the appearance on the market a large variety of 3D-printers. The article provides an overview of the most common printers for plastic, and made recommendations on their use for different purposes.

Introduction

At present, the concept of “3D” has become a firmly established part of everyday life. First of all, it is associated with game consoles, the film industry, photography or animation. But now it’s hardly possible to find a person who at least once in his life has not heard of such a novelty as.

Three-dimensional printing (3D printing) turns a computer model of an object into a real-life object. This is due to the application of many of the thinnest layers programmed in a computer program. There are a large number of 3D printing technologies, however, FDM (Fused Deposition Modeling) is the most widespread application, a three-dimensional printing technology in which the construction of an object is due to the melting of the plastic filament, which is fed through the extruder to the work surface. Modern 3D printers are capable of printing from a variety of materials, but the use of ABS and PLA plastic has become most common.

With the production of 3D printers in human life comes the opportunity to use them in education, science, as well as for doing business. Technological progress opens up more and more new opportunities for opening your own, albeit small, business. Such a small business can be the production of plastic products at home using a 3D printer. It can be small elements of old equipment, car accessories, pens for household appliances, business card holders, coasters for tablets, cases for smartphones and much more. Such little things can not be found in stores and the Internet, so manufacturers will always have orders.

Progress in this area has long been constrained by the relative high cost of products obtained by 3D printing. And only in recent years, after the expiration of a number of patents on FDM technology, it became possible to produce inexpensive 3D printers for mass use. Many companies produce such printers for printing with plastic, but their characteristics and cost vary widely, so making recommendations for their use for various purposes is an urgent task.

Research methods. At present, the concept of “3D” has become a firmly established part of everyday life. First of all, it is associated with game consoles, the film industry, photography or animation. But now it’s hardly possible to find a person who at least once in his life has not heard of such a novelty as.

Three-dimensional printing (3D printing) turns a computer model of an object into a real-life object. This is due to the application of many of the thinnest layers programmed in a computer program. There are a large number of 3D printing technologies, however, FDM (Fused Deposition Modeling) is the most widespread application, a three-dimensional printing technology in which the construction of an object is due to the melting of the plastic filament, which is fed through the extruder to the work surface. Modern 3D printers are capable of printing from a variety of materials, but the use of ABS and PLA plastic has become most common.

With the production of 3D printers in human life comes the opportunity to use them in education, science, as well as for doing business. Technological progress opens up more and more new opportunities for opening your own, albeit small, business. Such a small business can be the production of plastic products at home using a 3D printer. It can be small elements of old equipment, car accessories, pens for household appliances, business card holders, coasters for tablets, cases for smartphones and much more. Such little things can not be found in stores and the Internet, so manufacturers will always have orders.

Progress in this area has long been constrained by the relative high cost of products obtained by 3D printing. And only in recent years, after the expiration of a number of patents on FDM technology, it became possible to produce inexpensive 3D printers for mass use. Many companies produce such printers for printing with plastic, but their characteristics and cost vary widely, so making recommendations for their use for various purposes is an urgent task.

3D printing is the reproduction of a real object according to a 3D model created on a computer. Then the digital three-dimensional model is saved in the format of the STL file, after which the 3D printer, on which the file for printing is output, forms a real three-dimensional product.

The printing process is a series of continuously repeating cycles associated with the creation of three-dimensional models, applying a layer of supplies on the printer desktop, moving the desktop down to the level of the finished layer and removing waste from the surface of the table.

The advantages of 3D printing over the usual, manual methods of model building are its high speed, simplicity and relatively low cost, associated mainly with the cost of consumables. 3D printers can work with various types of colored plastic filament, which can be combined in the process, ceramic powder, photopolymer resins, metal, etc. Currently, the range of possibilities and applications of 3D printing is constantly expanding and changing. Everything turned out to be subject to these technologies - from medical products, for example, human organs - to high-tech objects, for example, a car on the Formula 1 track. However, in the mass consciousness, 3D printers are strongly associated with plastic printing, as This technology is accessible, visual, and can be used for various purposes.

Many companies are currently engaged in the production and promotion of 3D printers of various models and types oriented to printing with plastic. An urgent task is a comparative analysis of their characteristics and development of recommendations for use in various industries. Further in the article, the main printer models that exist in today's market are considered.

MakerBot is one of the main manufacturers of 3D printers [1]. The main model of the company was constantly subjected to changes, both in appearance and in functional features. Figure 1 shows the printer, the widely used MakerBot Replicator 2, which is a device for fairly advanced users and allows you to get products of very high quality and wide functionality. The case of this printer is made with cutouts in the facing panels, which make access to the work platform easy from all sides, provide ventilation of the work area and quick cooling of the products when working with plastic. The frame of the printer is metal, which makes it quite durable. Replicator 2 uses only one extruder, but the size of the working area is significantly increased and amounts to 285 x 153 x 155 mm, but since the printer works almost with PLA plastic, the working area is not equipped with a heated platform.

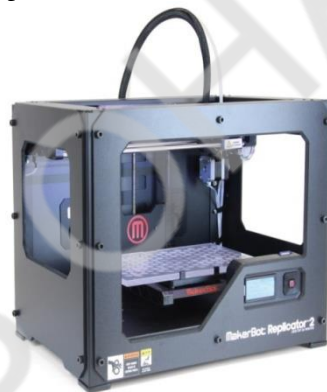


Fig. 1. 3-D Printer MakerBot Replicator 2

Printing is carried out using one extruder and a nozzle with a diameter of 0.4 mm. With a minimum thickness of the applied layer of 100 μm and an accuracy of positioning of 11 μm along the X and Y axes and 2.5 μm along the Z axis, very high-quality models are obtained that make it possible to put Replicator 2 in the class of semi-professional printers. There are also printer options called Replicator 2X (experimental), in which the company has added a heated platform, another extruder and removable panels to close the openings in the trim panels if necessary.

Depending on what materials the printer works with (and Replicator 2 successfully prints with polymer simulators of wood and sandstone from a German manufacturer), the necessary changes are made to its operation mode, such as the nozzle temperature and fan on / off operation.

A proprietary program that works with Replicator 2 is called MakerWare. The program is compatible with Windows 7 and 8, Mac OSX and Linux and is able to work with STL, OBJ and THING files.

One of the significant drawbacks of this printer is its relatively high cost (up to 10 thousand dollars).

3D Systems company offers Cubify Cube 3d printers (Fig. 2), which so far can print in only one color, which is not included in the advantages of the printer, but these printers are very easy to use.



Fig. 2. 3-D Cubify Cube Printer

For printing, all the same popular PLA and ABS plastic are used, which are environmentally friendly materials. The color palette of these plastics is quite rich, has up to 26 shades, so each user will find exactly what he needs. The Cube cooking chamber can handle objects up to 140 x 140 x 140 mm.

When creating models, the printer connects to the computer using Wi-Fi. The software platform that comes with the printer supports many operating systems, such as Windows XP Professional, Windows 7, Mac OSX. Also provided and battery life. In this case, flash drives are used to which boot files are transferred. The advantages of the Cubify Cube printer include the fact that it is a budget printer, which at the price managed to skip ahead even Chinese models. The basic model will cost the buyer 1-2 thousand dollars.

Ultimaker 3D printer Ultimaker 2 (Fig. 3) is a successfully improved Ultimaker Original [2]. It is equipped with a heated platform, a closed housing and an enlarged working chamber measuring 230 x 225 x 205 mm.

The device is equipped with an LCD display and a slot for an SD memory card, which allows you to work offline. Printing is carried out by deposition. The device is characterized by low noise, not more than 49dB - an excellent indicator for domestic or office use.



Fig. 3. 3D Printer Ultimaker 2

The features of this printer include gear feed and a powerful feeder design, which improves print quality and reliability, and also allows the user to change the thread and easily select the optimal thread installation tension. A well-thought-out design allows quick and easy replacement of the nozzles of the print head, the user can select the preferred nozzle to achieve the desired result. Thus, you can print either in great detail or extremely fast. Optimized airflow. The fan will direct the airflow exactly where it should be in order to improve print results.

Recommended materials: PLA and ABS plastic. For battery life, there is an SD card.

Ultimaker 2 is an easy-to-use, high-speed, accurate and reliable 3D desktop printer. Thanks to the beautiful design and very quiet operation (noise within only 49 dB), it is perfect for both work at home and for the office. The print quality of this printer is considered one of the best on the market. Cost - up to 5-7 thousand dollars.

The Malyan Desktop HD 3D printer is a modified design of the Malyan Desktop model (Fig. 4). This model is marketed by the Chinese company Malyan and is an adapted analogue of the famous 3D printer

MakerBot Replicator 2 (they are even very similar in appearance) [3]. The cost of the base model is in the range of 1,5-2 thousand dollars.

To increase the reliability and speed of printing, a high-quality dual-zone airflow is installed on the extruder, the housing is reinforced with metal inserts.

At the same time, it remained inexpensive, since wood is used to make the case. The ability to "change the speed and temperature of printing" on the fly "during printing allows you to improve the quality of the work performed. All fans are fixed on 4 bolts and have a more rigid body. As a result, the printer is much quieter; the aluminum platform has been replaced with a larger interchangeable glass one.



Fig. 4. 3D Printer Malyan Desktop

The dimensions of the print area are 225 x 145 x 150 mm. Interaction interface - SD card or USB cable. The following materials are used for printing: ABS, PLA-plastic, PVA, HIPS, Nylon, etc. The printer can work simultaneously with two extruders, which allows you to make objects in two colors. Supported operating systems - Windows, Linux, Mac. For printing without connecting to a computer, SD cards, X3G format are used.

Results and discussion. Most 3D printers creating plastic models are quite versatile and interchangeable. When choosing an apparatus for working with specific models, you can give the following recommendations.

If high accuracy is required and ABS plastic of the original manufacturer is available, you can safely choose the traditional MakerBot Replicator 2, guaranteed to give a good result when used correctly. However, in the case of plastic from a Chinese or Ukrainian manufacturer, such a choice is not justified, because high precision will not be achieved. When printing household models, where high accuracy is not important, but a budget approach is important, Malyan Desktop, which can work with not very high-quality plastic, will be an indispensable assistant. In the middle price range it is better to choose Ultimaker 2, because it allows you to get a plastic model of sufficient quality, numerous computer programs have been developed for it, and it has been on the market for a long time, it has established itself well.

References:

- [1] Replicator 2: самый совершенный десктопный 3D-принтер. [Electronic resource]. - Access mode: <http://habrahabr.ru/post/151885/>.
- [2] Сравнение FDM 3D принтеров на основе особенностей конструкций. [Electronic resource]. - Access mode: http://3dprinter.org.ua/comparison_of_3d_printers/.
- [3] Энрике Канесса, Карло Фонда, Марко Зеннаро. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития. Международный центр теоретической физики Абдус Салам – МЦТФ, 2013, 186 с.

АДАПТИВНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДИСТАНЦІЙНО-РОЗПОДІЛЕНИХ
ОБ'ЄКТІВ З МОЖЛИВІСТЮ САМООРГАНІЗАЦІЇ

Авторами пропонується адаптивна система визначення координат дистанційно-розподілених об'єктів з можливістю самоорганізації, яка може використовуватись у сейсморозвідці для контролю в реальному покритті сейсмографами території. В публікації описано алгоритмічну та структурну реалізацію системи.

Постановка проблеми. Геофізика – одна з самих наукоємних і високотехнологічних областей в дослідженні родовищ. Сейсморозвідка займає провідне місце серед геофізичних методів пошуку родовищ нафти та газу і базується на вивченні поширення в земній корі пружних хвиль, викликаних вибуховими чи невибуховими імпульсами або віброджерелами. Проникаючи в геологічне середовище, хвилі відбиваються, переломлюються, поглинаються, розсіюються і лиш невелика частина повертається до поверхні землі. Хвилі на поверхні реєструються сейсмографами, всі дані збираються і записуються станцією сейсморозвідки. Час розповсюдження хвиль і характер їх коливань дозволяє судити про склад породи, глибину залягання і форму геологічних меж.

Аналіз контрольно-вимірювальних приладів для ведення сейсморозвідки показує, що кількість таких приладів значна, принципи дії різні, проте їх доступність і можливість широкого використання обмежені. Це пов'язано з особливістю побудови приладів, з проблемами їх експлуатації на об'єктах контролю (складні методики виконання вимірювань, калібрування, повірки) так і з їх значною вартістю.

Реєстрація вимірювань на приладах старшого покоління здійснювалася візуально, а запис проводився вручну - в спеціальних журналах спостережень. Сучасні геофізичні прилади виконують цифрову реєстрацію вимірюваного параметра в автоматичному режимі у вигляді послідовності цифрових кодів. Сучасні прилади все в більшій мірі комплектуються супутниковими навігаційними системами ГЛОНАСС (Росія) і GPS (США), що реалізують можливості високоточного і оперативного визначення координат точки спостережень. Геофізичні прилади стають все більш компактними, універсальними і інтегруються комп'ютерними модулями [1].

Незалежно від умов, комбінації джерел і приймачів, а також геофізичних методів, використання навігаційних систем значно підвищує достовірність інформації і знижує ризик буріння порожніх пошукових свердловин [2]. Оскільки, не всі прилади мають вбудовані GPS/ГЛОНАСС приймачі, пропонується розширення їх функціональних можливостей завдяки впровадженню самоорганізованої адаптивної системи визначення координат дистанційно-розподілених об'єктів.

Виклад основного матеріалу. Запропонована система може використовуватись для визначення координат розміщення сейсмографів, контролю в реальному часі покриття території та визначення координат де потрібно встановити наступний сенсор. Основна ідея полягає в оперативній передачі даних (ідентифікатор модуля, інформація з серійним або інвентарним номером сейсмографу, точний час та географічні координати) на сервер за допомогою GSM-мереж стільникового зв'язку. Враховуючи вимоги, щодо щільності покриття території можна розмістити сейсмографи з використанням одного із запропонованих авторами режимів реалізації методу координатного покриття картографічних регіонів на основі пилкоподібної двонаправленої розгортки [3]. Програмна реалізація серверної частини та методи опрацювання даних описані в [4] та інших публікаціях авторів.

Для реалізації ідеї потрібно обладнати сейсмографи навігаційними системами і через певний канал зв'язку передавати дані про їх позицію на сервер. Сейсмографи можна умовно вважати статичними об'єктами, оскільки під час польових досліджень їх не часто переміщують. Це означає, що постійно відслідковувати позицію не обов'язково і для встановлення можна використовувати смартфон чи планшет з вбудованим GPS. Розроблене програмне забезпечення підтримує такий варіант використання, проте не дозволяє забезпечити ту ж саму точність визначення координат, хоча це дієвий спосіб для значного зменшення витрат обладнання.

Це означає, що при встановленні сейсмографу з використанням спеціального програмного забезпечення на екрані телефону, планшета чи ноутбука буде відображено поточну позицію і напрямок куди потрібно рухатись для встановлення сенсору. Після досягнення потрібної позиції

пристрій встановлюється і на сервер передається інформація про це. Далі програмним забезпеченням буде запропоновано розмістити наступний сейсмограф.

Якщо після встановлення, прилад потрібно перемістити, то достатньо до нього підійти і програмне забезпечення автоматично визначить де знаходиться користувач. На екрані з'явиться кнопка перемістити і після її натиснення значок успішно встановленого сенсору пропаде і з'явиться у новій позиції після встановлення.

Апаратну реалізацію можна представити загальною структурною схемою, яку запропоновано використовувати в якості основи для подальших вдосконалень та оптимізації системи (рис 1).

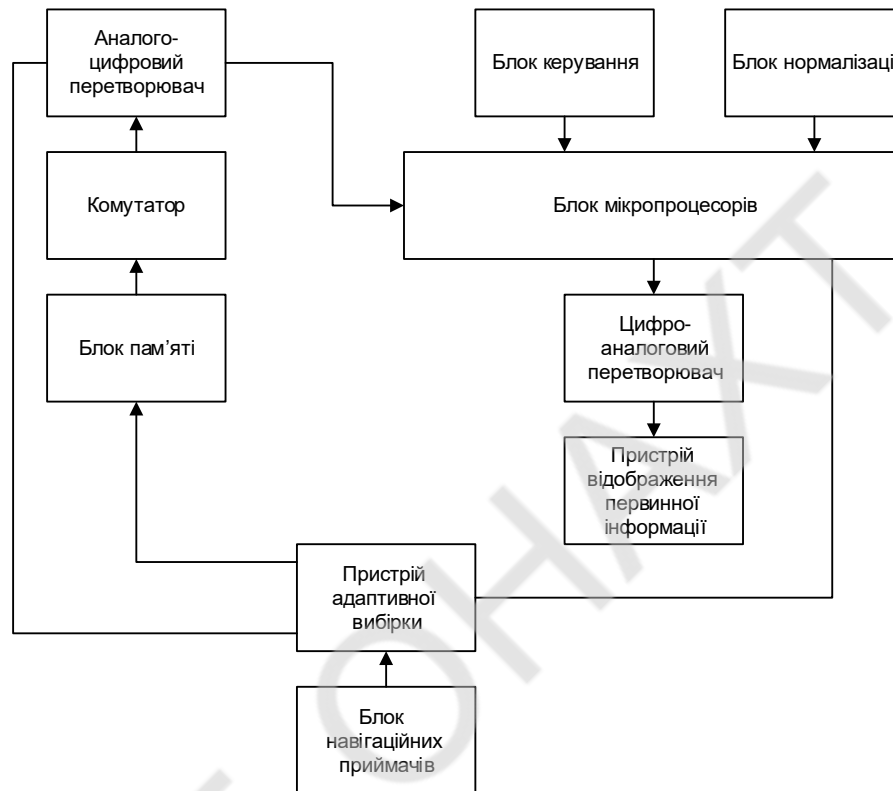


Рисунок 1 – Загальна структурна схема адаптивної системи визначення координат дистанційно-розподілених об'єктів

Під адаптивністю даної системи мається на увазі, можливість вибірки даних з навігаційних приймачів в залежності від якості сигналу. В умовах слабкого сигналу з навігаційних приймачів робиться запис про відсутність сигналу та при можливості передається на сервер. Блок керування дозволяє вмикати пристрій, активувати відправку даних на сервер, задавати інформацію з серійним або інвентарним номером сейсмографу і т.д. Налаштування зберігаються в пам'яті пристрою, доки користувач не вирішить скинути налаштування. На дисплеї пристрою відображається встановлений ідентифікатор сейсмографу, поточний час, що синхронізується по супутникам, а також поточні координати. Блок нормалізації дозволяє частково відсіювати "простріли" навігаційних пристроїв.

Для покриття певної території та здійснення точніших вимірів потрібно більше як один сейсмограф. Обладнувати кожен сейсмограф GSM/GPRS модемом та оплачувати тарифні плани для кожної SIM карти досить дорого. Тому пропонується використовувати локальну цифрову радіомережу між радіомодулями і базовою станцією. Мережа може бути побудована за технологією 6LoWPAN (Low power Wireless Personal Area Networks), застосування якої не вимагає ліцензування, а мала потужність передавача (до 15 мВт) дозволяє вільно використовувати частоти 433, 868 або 915 МГц. Відстань між окремими радіомодулями для впевненого передавання IP-пакетів в умовах міста - до 250 м, передавання на більшу відстань і до базовою станції – за рахунок алгоритму ланцюжка [5].

Завдяки відсутності кабелів, час на розміщення обладнання значно скорочується, що особливо важливо коли мова йде про масштабні проекти, а архітектура з можливістю самоорганізації робить систему не гіршою від кабельно-зв'язаних систем та при цьому вона позбавлена помилок топології і зчитування даних.

Рисунок 2 детальніше демонструє номенклатуру та взаємодію необхідних структурних елементів у вигляді блоків.

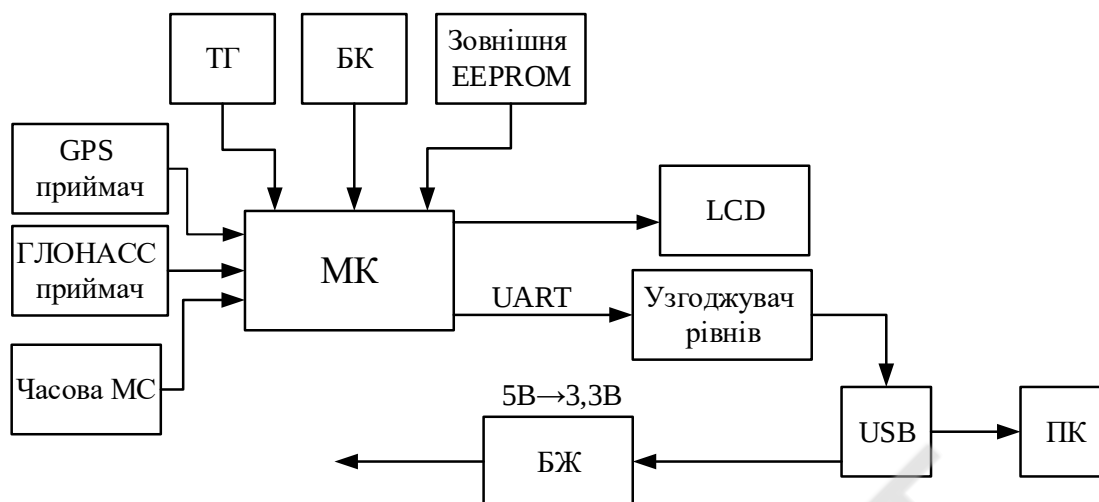


Рисунок 2 – Структурна схема мікропроцесорного пристрою

Основним компонентом функціональної схеми є мікроконтролер, що взаємодіє з навігаційними приймачами, а також отримує інформацію з часової мікросхеми. Також функціональна схема містить:

- блок живлення (БЖ);
- блок керування (БК) пристрою, що керує режимами роботи;
- тактовий генератор (ТГ) потрібний для синхронізації виконання команд мікроконтролером;
- зовнішня EEPROM - забезпечує тривале зберігання отриманої інформації;
- UART – вузол пристрою, призначений для зв'язку з іншими цифровими пристроями;
- для реалізації можливості з'єднання з персональним комп'ютером, слід використати USB.
- рідкокристалічний дисплей (LCD) – пристрій для відображення інформації.

Висновки. Запропонована система розширює функціональні можливості пристроїв для ведення сейсморозвідки та знижує ризик буріння порожніх пошукових свердловин. Основні переваги запропонованого апаратно-програмного рішення полягають в таких принципах побудови та особливостях використання:

- відсутні кабельні з'єднання, що спрощує розгортання та використання системи;
- самоорганізована архітектура системи позбавлена помилок топології і зчитування даних;
- швидке покриття території за рахунок використання авторського програмного забезпечення та методу;
- адаптивна вибірка даних від навігаційних приймачів в залежності від якості сигналу.

Література

- [1] Основы геофизических методов. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ppt-online.org/326613>. Дата звернення: Бер. 16, 2019.
- [2] Сейсморазведка. МОГТ 2D - 3D. Изучение ВЧР (МСК, МПВ). [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://azimut-geology.kz/geophysics_all/61-seismorazvedka.html. Дата звернення: Бер. 16, 2019.
- [3] О. Д. Азаров, О. І. Черняк, В. В. Залізецький, “Метод координатного покриття картографічних регіонів на основі пилкоподібної двонаправленої розгортки”, *ІТКІ*, vol 43, № 3, с. 10-15. 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://itce.vntu.edu.ua/index.php/itce/article/view/716>.
- [4] О. Д. Азаров, О. І. Черняк, В. В. Залізецький, “Програмне забезпечення для опрацювання даних дистанційно-розподілених систем та пошуку об'єктів на місцевості”, *ІТКІ*, vol 42, № 2, с. 10-15. 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://itce.vntu.edu.ua/index.php/itce/article/view/706>.
- [5] В. Алексеев, Д. Моисеенко, “GSM/GPRS – модемы WAVECOM и пакетная передача данных в системах GSM/GPRS телеметрии. Компоненты и технологии”, М.: РадиоМир, с. 48. 2007.

ФАЗИФІКАЦІЯ ПОДАННЯ ОНТОЛОГІЇ СЕМАНТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЯК КОМПОНЕНТА ІНКОРПОРАЦІЇ ЗНАНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Наведені основні формально-лінгвістичні концепції фазифікації подання онтологій семантичних мереж в умовах невизначеності семантичних концептів. Отримані формально-лінгвістичні моделі нечіткості концептів відповідають структурам форм репрезентації знань. Реалізовані принципи врахування фазифікації при виконанні операцій на концептах бази знань (БЗ). Розроблені моделі онтологій рівнів бази знань з урахуванням нечіткості подання семантики концептів.

Постановка проблеми. Подання знань в більшості випадків реалізується в лінгвістично вільних формах і конче пов'язано з необхідністю врахування суб'єктивізму джерел цих знань [1], [2]. Результат суб'єктивізму джерел (або умов отримання) знань проявляється у вигляді їх імовірнісного характеру, ненадійності, недостовірності, нечіткості. Тому для систем подання і використання знань є актуальною проблемою включення їх нечіткості в структурно-логічні моделі баз знань інтелектуальних систем.

Завдання роботи. У зв'язку з актуальністю проблеми в роботі були поставлені наступні завдання:

- розробити основні концепції і формально-лінгвістичні моделі фазифікації подання інкорпорації онтологій БЗ в умовах невизначеності семантичних концептів;
- розробити принципи врахування фазифікації при виконанні операцій на концептах БЗ;
- розробити моделі онтологій рівнів БЗ з урахуванням нечіткості подання семантики концептів;
- обґрунтувати необхідність застосування формальної моделі контексту в онтологіях репрезентації знань у вигляді семантичних мереж.

Результати дослідження. Еволюція онтологій спирається на модель нижнього рівня атомарних висловлювань, що утворюють концептуальний тезаурус. У зв'язку з цим, врахування невизначеності семантичних концептів є базовим завданням при формуванні моделей нечіткості всіх рівнів ієрархії онтологій.

Відповідно до отриманих математичних моделей тезаурус атомарних концептів являє собою безліч ізольованих текстових висловлювань, що описують деяку професійну область. Пропонується розглядати дані концепти як лінгвістичні змінні, значеннями яких є терми нечітких значень з характеристиками їх недостовірності [3] – [5].

На основі моделі фазифікації тезауруса атомарних концептів представимо форму онтології рівня еволюції знань.

Універсум функції інтерпретації нечітких концептів може бути представлений як бінарне відношення концептів, що інтерпретують і інтерпретованих концептів.

$$\tilde{F}^A : R \subseteq \{(s_{T2j}^{C_i} | \mu_X(s_{T2j}^{C_i})) | j = 1, n\} \times \{(s_{T1k}^{C_i} | \mu_X(s_{T1k}^{C_i})) | k = 1, m\},$$

$$\tilde{F}^A : \tilde{S}_{T2}^{C_i} R \tilde{S}_{T1}^{C_i}.$$

Для конкретної k -ої функції інтерпретації рівня атомарних концептів

$$\tilde{f}_k : Op(\{(\tilde{s}_{2j}^{C_0}, I_j)\}) \rightarrow (\tilde{s}_{1j}^{C_0}, I_j),$$

$$\tilde{f}_k : r^A \subseteq \{(\tilde{s}_{T2j}^{C_i} | \mu_X(s_{T2j}^{C_i})) | j = 1, n\} \times (\tilde{s}_{T1}^{C_i} | \mu_X(s_{T1}^{C_i})),$$

$$\tilde{f}_k : \tilde{S}_{T2}^{C_i} r^A \tilde{S}_{T1}^{C_i}.$$

З урахуванням невизначеності атомарних концептів формальна модель інкорпорації онтології рівня атомарних концептів еволюції знань матиме такий вигляд

$$O_{KB_S} = \langle \bigcup_{j=1}^N \{(\tilde{s}_{T1j}^{C_i} | \mu_X(s_{T1j}^{C_i})) | j = 1, n\} \cup \{(\tilde{s}_{T2k}^{C_i} | \mu_X(s_{T2k}^{C_i})) | k = 1, m\}, \emptyset, \tilde{F}^A : \tilde{S}_{T2}^{C_i} R \tilde{S}_{T1}^{C_i} \rangle.$$

Виходячи з прийнятих моделей нечіткості тезауруса атомарних концептів можна узагальнити облік невизначеності на всі верстви ієрархії представлення знань.

Згідно запропонованої моделі утворення семантичної мережі, її вузлами є факти, пов'язані між собою спільними концептами. При цьому, зв'язки між фактами не розглядаються як дуги графа, а показують ідентичність концептів пов'язаних фактів

$$\exists(f_k, f_{k+1})(f_k \cap f_{k+1} = s_s) \vee (f_k \cap f_{k+1} = s_a) \rightarrow (f_k, f_{k+1} \in N_s).$$

Отже, при фазифікації контекстних кластерів семантичної мережі необхідно розглядати врахування невизначеності фактів і схему їх з'єднання в межах кластеру, як показано на рис. 1.

$$N_s^{C_i} = \{\{N_1^{C_i}\}, \{N_2^{C_i}\}, \dots, \{N_m^{C_i}\}, \dots, \{N_n^{C_i}\}\}$$

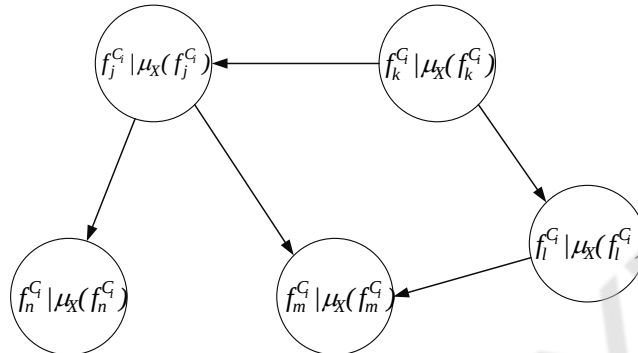


Рис. 1. Приклад схеми кластера нечіткої семантичної мережі

Для нечітких фактів

$$\exists(\tilde{f}_k, \tilde{f}_{k+1})(\tilde{f}_k \cap \tilde{f}_{k+1} = \tilde{s}_s) \vee (\tilde{f}_k \cap \tilde{f}_{k+1} = \tilde{s}_a) \rightarrow (\tilde{f}_k, \tilde{f}_{k+1} \in \tilde{N}_s),$$

контекстний граф нечіткої семантичної мережі визначиться таким чином

$$\tilde{N}_s^{C_i} = \tilde{G}_s^{C_i} = \{\tilde{V}(G_s^{C_i}), A(G_s^{C_i})\}, \tilde{N}_s^{C_i} \subset \tilde{N}.$$

Операції на семантичній мережі визначаються набором елементарних дій на сигнальному графі цієї мережі. Результатом операцій є підмножина кластера мережі з конкретизацією вибірки. Тому дефазифікація результату залежить від його структури. В якості приватного прикладу можна вказати три варіанти вибірки, як показано на рис. 2.

$$\tilde{N}_s^{C_i} = \tilde{G}_s^{C_i} = \{\tilde{V}(G_s^{C_i}), A(G_s^{C_i})\}, \tilde{N}_s^{C_i} \subset \tilde{N}$$

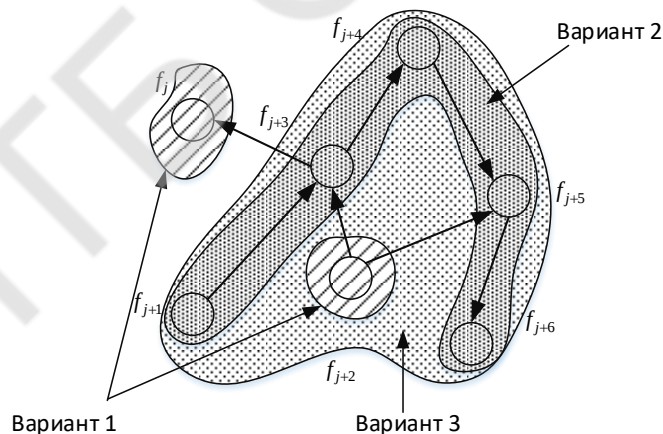


Рис. 2. Деякі результати вибірки на семантичній мережі

Варіант 1 – результатом вибірки є набір ізольованих фактів. У цьому випадку проводиться дефазифікація кожного факту окремо. Методи дефазифікації визначаються специфікою цілей дослідження.

Варіант 2 – результатом вибірки є шлях між парами фактів. В даному випадку вирішується завдання проходження шляху на сигнальному графі. Кожен факт в шляху враховується його агрегатним концептом. Після цього проводиться агрегування фактів в шляху і дефазифікація результату.

Варіант 3 – результатом вибірки є підмножина семантичної мережі. У цьому випадку проводиться згортка графа для паралельних і послідовних ділянок до виду, що задовольняє вимоги

завдання. Потім підсумкова структура розглядається як єдиний факт або набір фактів, по відношенню до яких проводиться дефазифікація.

На основі розробленої моделі фазифікації семантичних мереж представимо форму онтології відповідного рівня еволюції знань.

Універсум функції інтерпретації нечітких кластерів семантичних мереж може бути представлений як бінарне відношення кластерів, які інтерпретують і інтерпретованих кластерів

$$\tilde{F}^N : R \subseteq \{(N_{2j}^{C_i} | \mu_X(N_{2j}^{C_i})) | j=1, n\} \times \{(N_{1k}^{C_i} | \mu_X(N_{1k}^{C_i})) | k=1, m\}, \quad \tilde{F}^N : \tilde{N}_2^{C_i} R \tilde{N}_1^{C_i}.$$

Для конкретної k -ої функції інтерпретації рівня кластерів семантичних мереж

$$\tilde{f}_k : Op(\{(\tilde{N}_{2j}^{C_0}, I_j)\}) \rightarrow (\tilde{N}_{1j}^{C_0}, I_j),$$

$$\tilde{f}_k : r^N \subseteq \{(\tilde{N}_{2j}^{C_i} | \mu_X(\tilde{N}_{2j}^{C_i})) | j=1, n\} \times (\tilde{N}_1^{C_i} | \mu_X(\tilde{N}_1^{C_i})), \quad \tilde{f}_k : \tilde{N}_2^{C_i} r^N \tilde{N}_1^{C_i}.$$

З урахуванням невизначеності кластерів $\tilde{N}^{C_i}$ формальна модель інкорпорації онтології рівня семантичних мереж еволюції знань матиме такий вигляд:

$$O_{KB_N} = \bigcup_{j=1}^N \{(\tilde{N}_{1j}^{C_i} | \mu_X(N_{1j}^{C_i})) | j=1, n\} \cup \{(\tilde{N}_{2k}^{C_i} | \mu_X(N_{2k}^{C_i})) | k=1, m\}, R_N, \tilde{F}^N : \tilde{N}_2^{C_i} R \tilde{N}_1^{C_i} >.$$

Онтологія умовно поділяє семантичні кластери по їх ролі в інтерпретації, хоча в рамках конкретного завдання кластери можуть належати як підмножині $\tilde{N}_1^{C_i}$, так і $\tilde{N}_2^{C_i}$.

Висновки. В результаті виконання дослідження були досягнуті результати і зроблені наступні висновки. Розроблено основні концепції і формально-лінгвістичні моделі фазифікації подання еволюції інкорпорації онтологій в умовах невизначеності семантичних концептів. Розроблено принципи обліку фазифікації при виконанні операцій на концептах БЗ. Розроблені моделі онтологій рівнів БЗ з урахуванням нечіткості подання семантики концептів. Обґрунтована необхідність застосування формальної моделі контексту в усіх формах репрезентації знань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Асаи К., Ватада Д., Иваи С. Прикладные нечеткие системы: Пер. с япон./ К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под редакцией Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно, М.: Мир, 1993, 368 с.
- [2] Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений, М.: Мир, 1976, 167 с.
- [3] Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц., М.: Радио и связь, 1982, 432 с.
- [4] Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечеткие модели и сети, М.: Горячая линия-Телеком, 2007, 284 с.
- [5] Zadeh L. Fuzzy Sets // *Information and Control*, 1965, Vol. 8, P. 338 – 353.

ПРОБЛЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДОКУМЕНТООБІГОМ У ВНЗ

Досліджено проблеми, пов'язані з документообігом у вищих навчальних закладах. Автоматизацію вказано як один з найбільш ефективних способів розв'язання цих проблем. Не існує автоматизованих систем керування, спрямованих на оптимальне управління документообігом. Документообіг розглянуто як суто технологічний процес із застосуванням спеціальних інформаційних технологій. Належний аналіз документообігу наказів про відрахування студентів наведено як приклад. Доведено, що повна автоматизація неможлива. Доведено також, що керування документообігом має бути не лише технологічним (за сигналами), але й організаційним (за директивами).

Розгляд проблеми керування процесом документообігу потребує розгляду певних термінологічних питань. Перш за все розглянемо само поняття документообігу.

Під документообігом у вищому навчальному закладі (ВНЗ) будемо розуміти рух документів від стану їх створення або отримання відповідною структурою до завершення виконання відповідних дій та відправлення документів в архів. Під рухом окремого документу будемо розуміти шлях документу з одного підрозділу до іншого (або від одного співробітника до іншого), враховуючи усі проміжні етапи.

Документообіг на підприємстві або у ВНЗ здійснюється у вигляді потоків документів, що циркулюють між різноманітними пунктами створення (керівники установи та підрозділів, спеціалісти, службовці певної категорії або певного рівня), пунктами технічної обробки самих документів (обчислювальний центр, експедиція, «друкарське» бюро та ін.) і пунктами «прийому» та кінцевими пунктами, якими є структури, що реалізують дії, сформульовані в документах.

Інформація, відтворена в документах, є «дзеркалом» діяльності організації і являє собою непорушний базис будь-якої організації або підприємства. Основну частину інформації працівники отримують саме з документації різних видів. У будь-якому ВНЗ на формування і обробку документів (сформувати документ, перевірити зміст документу та зібрати всі необхідні підписи) йде більше ніж 70% робочого часу працівників адміністрації.

Рациональна організація документообігу сприяє оперативному проходженню документів через апарат управління, пропорційному завантаженню різних підрозділів та посадових осіб, і, таким чином, позитивно впливає на процес керування в цілому.

В кожному документообігу є декілька видів потоку документів.

Від прийнятого в установі порядку розподілу обов'язків і делегування повноважень співробітникам залежить рух документа при узгодженні і підписанні. Тобто документообіг визначається системою управління в організації.

При оптимальній організації документообігу рух документів повинен відповідати наступним умовам, які можна було б назвати «умовами нормалізації» документообігу:

- 1) бути прямоточним, тобто виключати непрямі маршрути;
- 2) відповідати принципу одноразового перебування документа в одному структурному підрозділі чи в одного виконувача;
- 3) відповідати принципу паралелізму, згідно з яким різні операції з обробки документів слід виконувати паралельно, щоб скоротити час перебування документів у сфері діловодства та підвищити оперативність виконання.

Технологічний ланцюжок руху документів включає в себе наступні елементи (етапи):

- прийом і первинну обробку документів;
- попередній розгляд і розподіл документів;
- реалізацію виконання документів;
- контроль за виконанням;
- інформаційно-довідкову (інформаційно-пошукову) роботу;
- створення нових документів – їх складання, перевірку, узгодження, оформлення;
- відправлення документів в архів.

Кожен з вищевказаних етапів може бути виконаний як в традиційній, так і в автоматизованій технології. Документообіг з використанням автоматизованої інформаційної системи є обов'язковою

складовою частиною електронного документообігу, тобто документообігу, організованого та здійснюваного за допомогою сучасних електронних (комп'ютерних) засобів, тобто з мінімізацією кількості паперових документів, або взагалі без них (систему електронного документообігу називають просто електронним документообігом).

До основних проблем, котрі існують в документообігу у ВНЗ, слід віднести наступну низку проблем:

1) надзвичайно високий ступінь централізації обробки та зберігання документів, що регулюють діяльність підрозділів або співробітників (необхідна розумна децентралізація, що знижує рівень бюрократизації);

2) низька прозорість діяльності окремих підрозділів і виконання ними своїх обов'язків;

3) відсутність історії змін в процесі виконання і руху документа з одного підрозділу до іншого;

4) низький рівень контролю якості роботи співробітників;

5) витрати великої кількості часу для підписання документу.

Можна і далі перераховувати недоліки ручного документообігу.

Наприклад підписання наказу на відрухування студентів наприкінці 1990-х років вже була надзвичайно складною. Але зараз цей процес став набагато складнішим: необхідно витратити величезну кількість часу для остаточного створення кінцевого документу (наказу).

Програми автоматизації документообігу дозволяють спростити роботу з документами і завданнями співробітникам ВНЗ, а керівництву отримати повний контроль над роботою різних відділів і їх персоналу. Застосування програм (систем) документообігу дозволяє також автоматизувати більшість (принаймні значну кількість) рутинних операцій співробітників ВНЗ.

Зараз практично у будь-якому ВНЗ зазвичай є безліч операцій, виконання яких забирає суттєву частину робочого часу. Щоб підвищити результативність та якість роботи співробітників треба впроваджувати систему електронного документообігу. Застосування комп'ютерних програм організації документообігу дозволяє не тільки значно підвищити якість роботи персоналу, а й знизити витрати часу на пошук і обробку інформації.

Проводячи аналіз документообігу, що вивчається в якості об'єкта управління (УО), необхідно розглядати рух окремого документа. Документопотік – це сукупність документів одного виду, що мають єдиний маршрут. У кожній організації, в тому числі у ВНЗ, є:

– потоки вхідних документів (документів, спрямованих з інших організацій);

– потоки внутрішньої документації (документів, що циркулюють всередині організації);

– потоки вихідних документів (документів, спрямованих в інші організації).

Як приклад розглянемо документопотік наказів на відрухування студентів у ВНЗ (один з типових потоків внутрішньої документації у ВНЗ).

Для студентів, які навчаються за бюджетною формою навчання або «на контракті» (тобто за кошти фізичних або юридичних осіб) в наказах присутні різні формулювання причин відрухування. В основному це – подання декана або невиконання навчального плану.

Процес створення наказу на відрухування студентів в теорії дуже простий. На практиці ж це досить складна процедура, що включає отримання номеру майбутнього наказу в канцелярії, збір та обробку даних екзаменаційних та залікових відомостей, формування, оформлення і роздрукування наказу, збір віз багатьох виконавців і керівників (узгодження наказу), передача наказу в канцелярію, яка й виконує його розсилку. Але майже всі ці етапи – при належній організації процесу – можуть бути автоматизовані. Отже введення системи електронного документообігу є нагальною потребою.

Висновок: зміни процесу документообігу після його часткової автоматизації ведуть до значних переваг, але потребують створення єдиної системи зберігання документів в електронному виді та наявності систематизованої інформації, що веде до підвищення рівня оперативності в ході роботи з документами, підвищення відповідальності за рух документа, а також до скорочення часу на збір необхідних підписів.

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ СУПРОВІД ПРОЦЕСУ
ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ

Сучасні темпи науково-технічного прогресу настільки високі, що за 4-5-річний період навчання майбутнього інженера зазнають значних змін технічне устаткування, програмні й апаратні засоби, розвиваються нові технологічні напрями, розширюється спектр високих технологій.

Конкурентоспроможність найбільш процвітаючих виробництв і торгівельних компаній забезпечується фундаментальними розробками, що проводять у науково-дослідних лабораторіях при провідних університетах, академіях, інститутах, науково-технічних центрах, приватних фірмах різних напрямків діяльності тощо.

На думку О.В. Співаковського "швидкість зміни освітніх технологій повинна бути досить жорстко пов'язана зі швидкістю зміни комп'ютерних технологій" [4]. Тому, ми вважаємо, що процес підготовки майбутніх інженерів має бути організований таким чином, щоб результатом була їх своєчасна адаптація до інновацій виробництва, їх готовність до використання новітніх технологій з урахуванням особового та професійного зростання. Визначну роль в цьому процесі відіграють саме сучасні комп'ютерні технології з різноманітністю їх можливостей [1].

Академік І.Д. Бех відзначає, що корінна відмінність сучасної освітньої ситуації, яка задає стратегію професійної підготовки майбутнього фахівця полягає в тому, що теперішній час вимагає іншого визначення норм щодо тієї чи іншої сфери розвитку людини [2] (раніше такі норми були статичними, виробленими у тривалому практичному досвіді).

За таких умов у процесі підготовки майбутнього інженера значно зростає роль і значення науково-методичного супроводу протягом всього періоду навчання.

Термін "супровід" згідно з тлумачним словником має декілька значень: "це дія за значенням: супроводжувати, супроводити разом із ким-, чим-небудь", або "те, що супроводить яку-небудь дію, явище".

Ідеї супроводу людини ґрунтуються на гуманістичній теорії, що розглядає унікальність, неповторність кожної людини як умову розкриття його особового потенціалу та творчих можливостей [5].

Використання інформаційних технологій в процесі навчання сприяє (як не дивно) розвитку творчих можливостей людини, бо застосування будь-якої інформаційної технології – на відміну від технології виробничої, коли вимагається максимально точне дотримання норм технологічного регламенту, – потребує від людини певної творчості.

На думку багатьох вчених, використання результатів наукових досліджень вищих навчальних закладів у навчальному процесі має містити:

- нормативне закріплення обов'язкового оновлення змісту навчальних програм з урахуванням новітніх наукових і технологічних досягнень шляхом ознайомлення студентів з результатами власних наукових досліджень викладача, наукових колективів вищих навчальних закладів, відображення здобутків у навчально-методичній літературі, здійснення відповідного аудиту;
- розширення партнерських зв'язків вищих навчальних закладів з роботодавцями із залученням останніх до формування змісту освіти, тематики науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт студентів.

Науково-методичний супровід визначається:

- узгодженням зовнішніх чинників (освітні стандарти, вимоги до професійної підготовки майбутнього інженера) і внутрішніх чинників (потреби, інтереси, можливості суб'єктів освітнього процесу), наявність яких зумовлює реалізацію професійно-освітньої програми, що неможливо без використання комп'ютерних технологій;
- узгодженням норм та вибором індивідуальної траєкторії навчання, яка забезпечує досягнення рівня готовності до використання комп'ютерно-інтегрованих технологій, засобів управління і організаційних форм навчання майбутніх інженерів, і передбачає широке використання сучасних комп'ютерних технологій, зокрема – Internet- технологій;
- розробкою навчально-методичного забезпечення, що має спиратися на інтеграцію науки та освіти, а також на використання сучасних інформаційних технологій.

В результаті роботи викладачів різних спеціальностей над науково-дослідними проектами у співпраці із студентами, магістрантами та аспірантами, матеріали, опубліковані за результатами виконання таких проектів, будуть більш затребуваними та актуальними.

Але потрібно враховувати, що:

по-перше, помітним є рівень зниження шкільних знань студентів, а рівень їх володіння сучасними інформаційними технологіями в цілому залишається невисоким;

по-друге, необхідно активізувати управління пізнавальною діяльністю студентів для формування у майбутніх інженерів потрібних знань, умінь і навичок;

по-третє, протягом багатьох років навчальні плани та програми зазнавали різних змін: зменшувалась кількість аудиторних годин, відведених на вивчення загальноосвітніх, в тому числі "комп'ютерних" дисциплін, відмінялися іспити та заліки, які інколи бездумно і безцільно замінювали різноманітними формами тестування (в тому числі й комп'ютерного), дисципліни переносили з одного року навчання на інший тощо.

Для того, щоб науково-методичний супровід та інновації були адекватними їхньої сутності, необхідно дотримуватися дидактичних принципів: скерованості, науковості навчання, систематичності та послідовності, що становлять основу організації навчального процесу загалом.

Спираючись на вищезазначене, можна стверджувати, що науково-методичний супровід підготовки майбутніх інженерів до використання новітніх технологій забезпечує:

- створення нової наукової інформації;
- збагачення змісту освіти новими науковими ідеями та відкриттями;
- формування у розробників користувачів нових наукових знань, дослідної культури, а отже, і культури професійної діяльності;
- розвиток професійної майстерності викладача вузу;
- активізацію пізнавальної діяльності майбутніх інженерів завдяки об'єднанню дослідною діяльністю викладачів і студентів;
- забезпеченням індивідуалізації вузівської освіти, що враховую неповторну людську сутність, талант, обдарованість, можливості та здібності індивіда;
- забезпеченням цілісності вузівської освіти завдяки єдиному процесу отримання, засвоєння, обробки та використання професійно необхідної наукової інформації;
- підвищенням якості навчальної інформації новими ідеями, концепціями, педагогічним досвідом.

Розв'язання всіх цих проблем є неможливим без впровадження в науково-методичний супровід процесу підготовки майбутніх інженерів – в усі його елементи і на всіх етапах – сучасних комп'ютерних технологій і досягнень педагогічної інформатики.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия): учеб.-метод. пособие / В.П. Беспалько. – М.: Издательство Московского Психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО "МОДЭК", 2002. – 352 с. – (Серия "Библиотека педагога-практика").
2. Бех І.Д. Готовність педагога до інноваційної виховної діяльності / І.Д. Бех // Вісник СевДТУ: Зб. наук. пр. – Серія: "Педагогіка". – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2009. – Вип. 96. – С. 3-9.
3. Павлова В.В. Підготовка магістрантів і аспірантів гуманітарних спеціальностей до застосування засобів математичної статистики: дис... канд. пед. наук: 13.00.04 / Павлова Валерія Валеріївна. – Одеса, 2007. – 229 с.
4. Співаковський О.В. Впровадження концептуальних питань інтеграційних технологій у молодшу ланку освіти / О.В. Співаковський // Початкова школа. – 2002. – № 3. – С. 22-23.
5. Третяк О. Психологічна клініка у вищому навчальному закладі / О. Третяк // Український науковий журнал "Соціальна психологія": Фахове видання з психологічних і соціологічних наук. – К: Український центр політичного менеджменту, 2008. – Вип. №4 (30). – С. 144-151.

THE CRYPTOGRAPHIC PROOF-OF-REPLICATION PROTOCOL FOR DISTRIBUTED FILE STORAGE

This paper decides a problem of proving existence given number of unique replicas of the data file which are stored by the nodes of the distributed storage. Usually, proof-of-replication is a proving protocol in which a prover defends a publicly verifiable claim that it is dedicating unique resources to storing several retrievable replicas of a data file. We are considering this problem in the distributed system context of autonomous replicators.

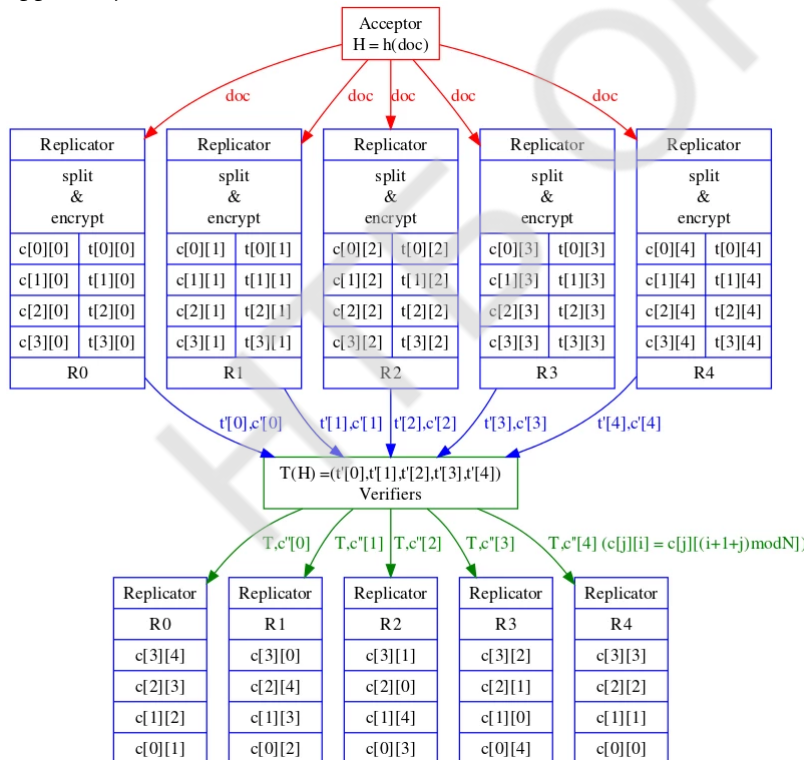
Consider a distributed system of autonomous nodes that must be guaranteed to store their replica of a file [1]. The nodes of such a system will be called replicators. Each node should be able to verify that any other node stores its replica of the file. The node that is currently performing such verification will be called a verifier. A method for generating unique copies, proof of possession of the copy, and proof of the data file possession protocol will be proposed next. Each Replicator plays a Verifier role. We suppose that Storage contract was created before.

All N Replicators receive a file for storage via BitSwap protocol (via Client and Replicators that have already downloaded this file). The file hash is in the corresponding transaction and each replicator can make sure it gets the same copy.

Each Replicator splits the file into $N-1$ part.

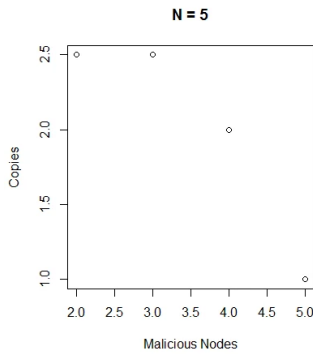
Replicators are sorted by reputation and get their numbers in the contract.

Replicators encode the file parts by their secret key and prepare metadata for verifying (CPOR [2] or another approach).

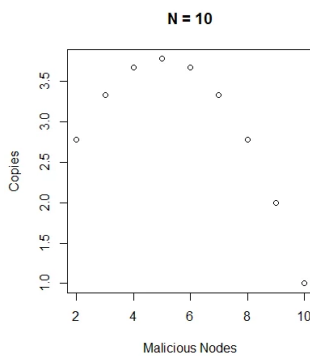


Each Replicator requests the file parts from the other Replicators and sends the file parts with encrypted relevant metadata to the other Replicators. Replicator R_k requests from Replicator R_i the file part number $k - i \bmod N$. R_i sends the j -th part to the Replicator $R_{(i+j) \bmod N}$ responding to the request this node had sent. Thus, each Replicator has all parts of the file but each encrypted by own secure key. Such an approach does not allow to generate information for storage by itself. Here file streaming is not paid. Each Replicator can open and check received parts with metadata. If all is OK and Replicator agrees to be checked with the metadata, it encrypts the metadata with its secure key too. Then it sends metadata to all Replicators. They get encrypted metadata with both secure keys and can check this part of the file.

If there is a mismatch between the file part and its metadata, it starts a retransmitting protocol: a Replicator creates a multi-signed transaction to ban the bad Replicator and asks one of the other Replicators (who can sign the multisig transactions) to request needed part of the file from the suspicious node. If it also fails, such Replicator signs the ban multisig transaction and asks another to request that part. If the required number of Verifiers fail to get the part of the file, the bad Replicator is banished by multisig of Replicators. If one of the Replicator succeeds, it sends the data to the initiator of the process.

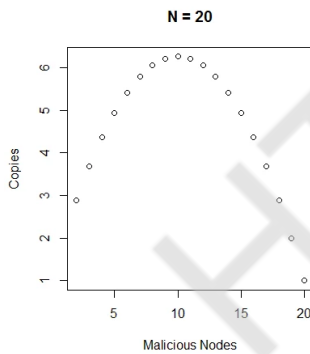


store. The Replicators send the



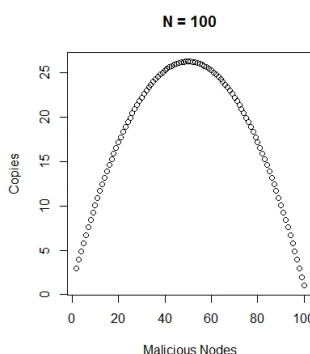
appropriate part with his own key and sends this part to the Replicator R_i^1 and so on.

Extra nodes. Now let there are more than N nodes would like to store the file. In any case, there are first initial N Replicators that split and encrypt the file (If there are less than N Replicators at first, they wait till there are at least N for full Cross-verification). The extra Replicators get the parts from initial Replicators. The extra Replicators are also sorted by reputation and get their number in the contract to avoid the situation when extra Replicators store the same selection of parts. The simplest way is that R_N gets part i from R_i and



to make M deposits and to store one copy. In this way, a node can get the same reward with fewer verifications legally.

Sizing of pieces. It's always more convenient to split the file in the early beginning and distribute its pieces across the system rather than the whole big piece of cake. The same principle works here. The original file is split into blocks size 256 kilobytes (= 262144 bytes). That will provide better performance during encryption



and part exchange. Then with each piece of the file, the nodes perform the procedure described above. In this case, it's much more comfortable to split the block for encryption into the number of parts which is a divisor of 262144, the only possible way to split it into whole parts. Also, we need to split the block into parts that are bigger than 32 bytes to get the correct hash. So N is desirable to be 2, 3, 5, 9, 17, 33, 65, ..., $2^k + 1$, ..., 8193.

There are then two possible ways to realize it:

- Let user choose N out of these numbers

- User freely sets the number N of desired replicas, but the number of cross-verification parts is the closest desirable number for splitting bigger than the user's set N .

The Block size isn't more than 256kb. The total number of blocks equals $K = \lceil \frac{FileSize}{256 Kb} \rceil$. The number of blocks which will be exactly transmitted by one node equals $M = \lfloor \frac{K}{2^{N-1}} \rfloor$. The rest of the blocks (0, 1, ..., N-2) are transmitted by one per node for which there will be enough blocks. For example, we have 18 blocks and 5 nodes. The first node sends 5 blocks to the second, 5 blocks to the third, 4 blocks to the fourth, 4 blocks to the fifth. Other nodes also do it this way.

The advantage of the proposed approach is the high reliability of storage evidence and the possibility of cross-verification of replicators [3, 4]. The disadvantages of the method depend on the selected asymmetric encryption system - either a low replica preparation speed either an increase of the replica size vise the original data.

References

1. M. Etemad and A. Kupcu, "Transparent, distributed, and replicated dynamic provable data possession." in Proceedings of the 11th International Conference on Applied Cryptography and Network Security. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013, pp. 1–18.
2. H. Shacham and B. Waters. "Compact Proofs of Retrievability." in Journal Cryptology 26(3):442–83, Jul. 2013
3. Yu Chen¹, Feng Wang², Liehuang Zhu¹ and Zijian Zhang. "A Survey of Remote Data Integrity Checking: Techniques and Verification Structures." in International Journal of Grid Distribution Computing Vol. 8, No.4, (2015), pp. 179-198
4. Frederik Armknecht, Ludovic Barman, Jens-Matthias Bohli, Ghassan O. Karame. "Mirror: Enabling Proofs of Data Replication and Retrievability in the Cloud" in the Proceedings of the 25th USENIX Security Symposium, August 10–12, 2016 • Austin, TX, ISBN 978-1-931971-32-4, pp. 1051-1068.

METHOD OF SEARCH ENGINE OPTIMIZATION BASED ON SEMANTIC NETS

The idea of a new approach of search engine optimization is that the search engine is intelligent machine. We build semantic net as learning model for it. This model represents semantic kernel of web site.

Problem statement. Today search engine (SE) optimization problem is one of the main part of the web-application development. The problem is to be on the first position in answer's list. The solution is hidden in SE structure and the searching algorithm like Page Rank. Actually the text from our Web page is being processed and ranged by SE. We can not influence on SE internals. But using artificial intelligence theory we can predict or propose SE behavior.

Proposed approach. If we compare the structure of SE and, for example, expert system (ES), there are absolutely the same elements: database (SE) vs knowledge base (ES), explanation (ES) vs saved copies (SE), logical inference (ES) vs requesting (SE) and knowledge acquisition (ES) vs crawler together with indexer (SE). Thus, it is possible to consider search engine as intelligent computer system, which possesses at least one property of human behavior according to theory of conventional artificial intelligence [1]. Based on this idea it is necessary to have three components for successful solution: a knowledge representation model, learning samples, and method of learning [2].

We propose to realize the model of knowledge representation as a semantic net [1]. Therefore, we believe that inside a search engine the semantic net is formed to describe predefined combination of question and answer. This combination leads us to the list of web sites, where our site is placed on the first position.

Thus, as learning samples we can apply the semantic net (keyword list or semantic kernel) of our web site(s), but as a learning method – a situation control approach [2].

The task of search engine optimization can be formulated as follows: to teach a search engine for minimal amount of learning cycles, when the keyword list of predefined web site (semantic kernel) is being synchronized with SE semantic net. In other words, the semantic net of a search engine should be changed in a such way that it included the web site keyword list within the minimal amount of iterations. The solution of formulated task might be compared with a problem of a locked door with a numeric code. We search a number combination to open a lock [2].

Task solution. Based on problem formulation the main focus of solution is forming semantic kernel of web site text. The algorithm is presented in [2]. The algorithm allows us to build a semantic net, but it does not show how select the right semantic kernel. We propose to consider as semantic kernel a part of semantic net built on web page text. But this part is being formed via special filtering. As a filter we propose to use ontology with special structure (fig. 1).

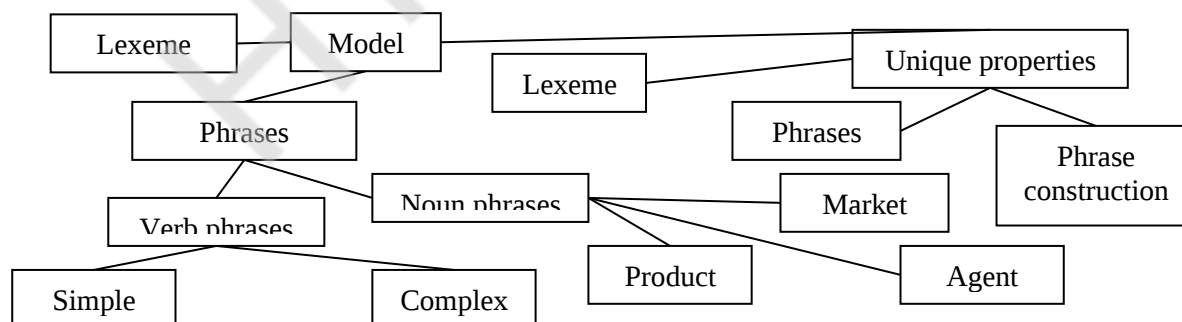


Figure 1. The example of ontology.

References:

1. Mark Stefik. Introduction to Knowledge Systems. USA: Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1995. – 853 p.
2. Michael Godlevsky, Sergey Orekhov, Elena Orekhova. Theoretical Fundamentals of Search Engine Optimization Based on Machine Learning / M. Godlevsky, S. Orekhov, E. Orekhova // Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. – 2017. – Vol-1844. – P. 23-32.

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ВОПРОСАМ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ И УПРАВЛЕНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫМИ ОБЪЕКТАМИ КАК СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ

Рассмотрены проблемы принятия решений по вопросам взрывобезопасности в условиях неопределенности. Именно такая модель принятия решений в сочетании с классической моделью лежит в основе управления потенциально взрывоопасными объектами, которые с позиций системного анализа являются сложными системами.

Все без исключения реальные потенциально взрывоопасные объекты могут быть отнесены к категории сложных систем. При управлении сложной системой лицо, принимающее решение (ЛПР), как правило, не обладает полным знанием о состояниях управляемой системы и среды (собственно говоря, наличие или отсутствие такого знания можно считать критерием сложности системы).

Принятие решений является важнейшей составляющей процесса управления. Существуют три модели принятия решения – классическая, в условиях риска и в условиях неопределенности.

Классическая модель применима лишь в тех случаях, когда лицо, принимающее решение (ЛПР), во-первых, обладает полным знанием о состояниях управляемой системы и среды, а во-вторых, это знание допускает адекватное и эффективное математическое описание. Таким образом, эта модель практически неприменима сама по себе к управлению сложными системами, в том числе – к управлению потенциально взрывоопасными объектами.

Принятие решений в условиях риска (на базе теории вероятностей и математической статистики) долгое время было единственной альтернативой классической модели принятия решений (хотя сами эти термины вошли в употребление относительно недавно). Однако, принятие решений в условиях риска при управлении сложными системами в ряде случаев не представляется возможным, так как оно ограничено применимостью вероятностных моделей. Это в полной мере относится и к управлению потенциально взрывоопасными объектами. Сам термин «вероятность взрыва» представляется не вполне корректным.

Когда знание ЛПР о состояниях управляемой сложной системы не допускает адекватное и эффективное математическое описание с позиций теории вероятностей (отсутствует надежная статистика) либо сама теория вероятностей неприменима, принятие решений вынужденно осуществляется в условиях неопределенности, на базе теории нечетких множеств и нечеткой логики. Именно такая ситуация имеет место при принятии решений по вопросам взрывобезопасности.

Проблематичность принятия решения в условиях неопределенности, однако, вполне очевидна. Корректность принятого решения во многом зависит от субъективных экспертных оценок. Единственный способ отказа от экспертов с их субъективностью, связан с «нечеткой» аппроксимацией исходной проблемы некоторой более простой проблемой, поддающейся, однако, решению методами классической математики. На базе полученного таким образом «классического» решения строятся соответствующие функции принадлежности и функции значений нечетких логических переменных, позволяющие принимать относительно объективные решения в условиях неопределенности.

Для управления взрывобезопасностью промышленных и транспортных объектов, применение теории принятия решений на основе нечеткой логики весьма эффективно именно в сочетании с классической моделью принятия решений. Результаты вычисления значений нечетких логических выражений, составленных как композиция различных конъюнктивных и дизъюнктивных форм, позволяют оценить возможность возникновения взрыва и время его развития, а также тип взрывного процесса.

Таким образом, корректность применения модели принятия решений в условиях неопределенности значительно повышается, если эта модель сочетается с классической моделью. Применение последней требует упрощения математической модели сложной системы.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Розглянуто 2 методи навчання нейронних мереж, такі як градієнтний спуск та метод Ньютона. Описано суть їх роботи і проаналізовано який метод підходить для навчання нейронної мережі для колоризації чорно-білих зображень.

З розвитком і поширенням нейронних мереж з'явилась проблема вибору методу навчання. Метою цього дослідження є аналіз методів навчання, для подальшого використання одного з них в дослідженнях з колоризації чорно-білих зображень.

Проблема навчання в нейронних мережах формулюється в межах мінімізації функції втрат, f . Ця функція, в загальному, складається з помилки і регуляризації умов. Помилка оцінює, як нейронна мережа відповідає набору даних. З іншого боку, регуляризація використовується для запобігання перенавчання, шляхом контролю ефективної складності нейронної мережі. Функція втрат залежить від адаптивних параметрів (зміщення і ваги синапсу) в нейронній мережі. Ми можемо легко згрупувати їх разом в один n -вимірний вектор ваг w [1].

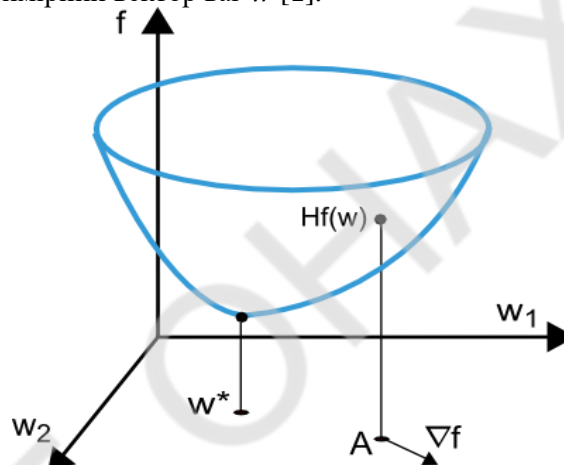


Рисунок 1 – Відображення функції втрат

Як ми можемо бачити на попередньому зображенні, мінімум функції втрат знаходиться в точці w^* . В будь якій точці A , ми можемо обрахувати першу і другу похідну функції втрат. Перші похідні групуються в градієнт, елементи якого можуть бути записані як:

$$\nabla_i f(w) = \frac{\partial f}{\partial w_i}, \quad i = 1, \dots, n$$

Функція втрат, в загальному, є нелінійною функцією параметрів. Ми розглядаємо пошук через простір параметрів, що складається з послідовності кроків. На кожному кроці, втрати зменшуються шляхом коригування параметрів нейронної мережі.

Таким чином, для навчання нейронної мережі ми починаємо з деякого вектора параметрів (часто визначений випадково). Потім, ми генеруємо ряд параметрів, так що функція втрат зменшується при кожній ітерації алгоритму. Змінна втрати між двома кроками називається зменшення втрат. Алгоритм навчання припиняється, коли виконується задана умова або критерій зупинки.

Було обрано два методи навчання, щоб протестувати їх на тестовій нейронній мережі і визначити їх плюси і мінуси: градієнтний спуск та метод Ньютона.

Градієнтний спуск, також знаний як крутий спуск, є найпростішим алгоритмом навчання.

Позначимо $f(w^{(i)}) = f^{(i)}$ і $\nabla f(w^{(i)}) = g^{(i)}$. Метод починається з точки $w^{(0)}$, і доки не буде задоволено критерій зупинки, рухається від $w^{(i)}$, до $w^{(i+1)}$ в напрямку навчання $d^{(i)} = -g^{(i)}$. Тому метод градієнтного спуску повторюється наступним чином:

$$w^{(i+1)} = w^{(i)} - g^{(i)}\eta, \quad i = 0, 1, \dots$$

Параметр η – це швидкість навчання. Це значення може бути встановлене як стала величина, або знайдене шляхом одновимірної оптимізації вздовж напрямку навчання на кожному кроці. Оптимальне значення для швидкості навчання отримане шляхом мінімізації лінії на кожному

наступному етапі є кращим. Проте, досі є багато програмних інструментів, що використовують тільки фіксовані значення для швидкості навчання [2].

Рисунок 2 показує діаграму діяльності процесу навчання за допомогою градієнтного спуску. Як ми можемо побачити, вектор параметрів покращується за два кроки: перший - обчислюється напрямок навчання градієнтного спуску; другий - знаходиться підходящий параметр навчання.

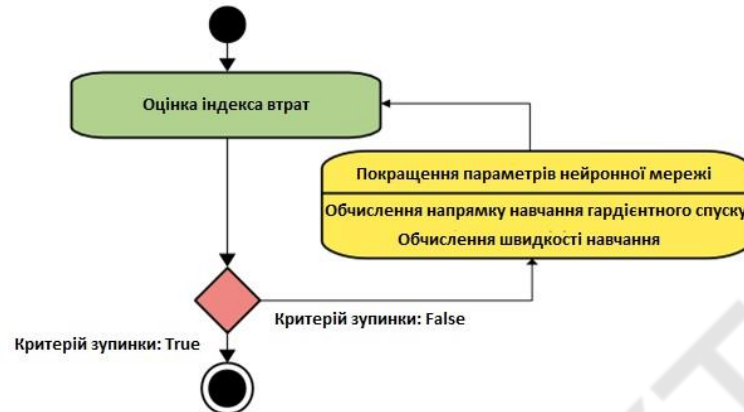


Рисунок 2 - Діаграма діяльності процесу навчання за допомогою градієнтного спуску

Алгоритм навчання градієнтний спуск має серйозний недолік – він вимагає багато ітерацій для функцій, які мають довгі широкі структури. Дійсно, градієнтний спуск – це напрямок в якому функція втрат найбільш швидко зменшується, але це не обов'язково призводить до найшвидшого наближення. Рисунок 3 ілюструє цю проблему.

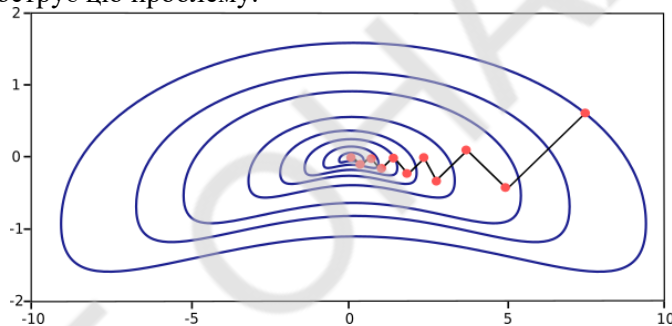


Рисунок 3 – Приклад роботи градієнтного спуску

Метод Ньютона є алгоритмом другого порядку, тому що він використовує матрицю Гессе. Мета цього методу – це знайти кращий напрямок навчання, використовуючи другу похідну функції втрат [3].

Позначимо $f(w^{(i)}) = f^{(i)}$ і $\nabla f(w^{(i)}) = g^{(i)}$ і $Hf(w^{(i)}) = H^{(i)}$. Розглянемо квадратичне наближення f і $w^{(0)}$, використовуючи розширення ряду Тейлора.

$$f = f^{(0)} + g^{(0)}(w - w^{(0)}) + 0,5(w - w^{(0)})^2 H^{(0)}$$

$H^{(0)}$ – це матриця Гессе від f оцінена в точці $w^{(0)}$. Встановивши g рівним 0 для мінімального значення $f(w)$, ми отримаємо наступне рівняння

$$g = g^{(0)} + H^{(0)}(w - w^{(0)}) = 0$$

Тому, починаючи з вектора параметрів $w^{(0)}$, метод Ньютона повторюється наступним чином

$$w^{(i+1)} = w^{(i)} - H^{(i)-1} g^{(i)}, \quad i = 0, 1, \dots$$

Вектор $H^{(i)-1} g^{(i)}$ є відомий як крок Ньютона. Зауважимо, що ця змінна параметрів може рухатися до максимуму, а не до мінімуму. Це відбувається, якщо матриця Гессе не є позитивно визначеною. Таким чином, оцінка функції не гарантується бути зниженою на кожній ітерації. Для запобігання подібних випадків, рівняння методу Ньютона зазвичай змінюється як:

$$w^{(i+1)} = w^{(i)} - H^{(i)-1} g^{(i)} \eta, \quad i = 0, 1, \dots$$

Показник навчання, η , може бути або фіксованим значенням, або знайденим шляхом лінійної мінімізації. Вектор $d^{(i)} = H^{(i)-1} g^{(i)}$ називають напрямком навчання Ньютона [4].

На Рисунку 4 зображена діаграма стану навчального процесу з методом Ньютона. Тут поліпшення параметрів здійснюється шляхом отримання спочатку напрямку навчання Ньютона, а потім відповідної швидкості навчання.

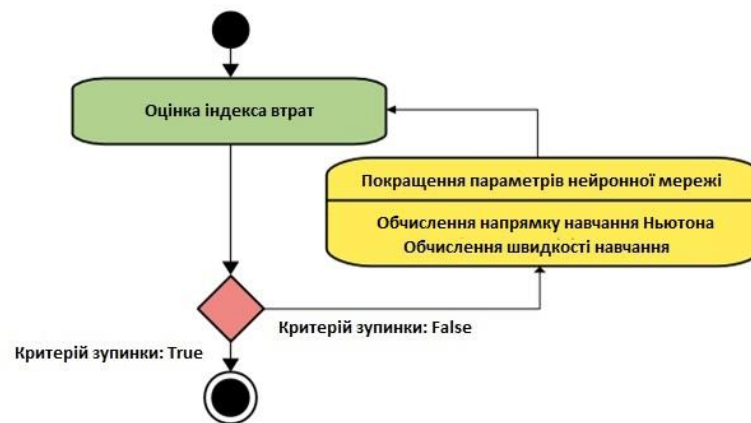


Рисунок 4 - Діаграма діяльності процесу навчання за допомогою методу Ньютона

Рисунок 5 ілюструє ефективність цього методу. Як бачимо, метод Ньютона вимагає менше кроків, ніж градієнтний спуск, щоб знайти мінімальне значення функції втрати.

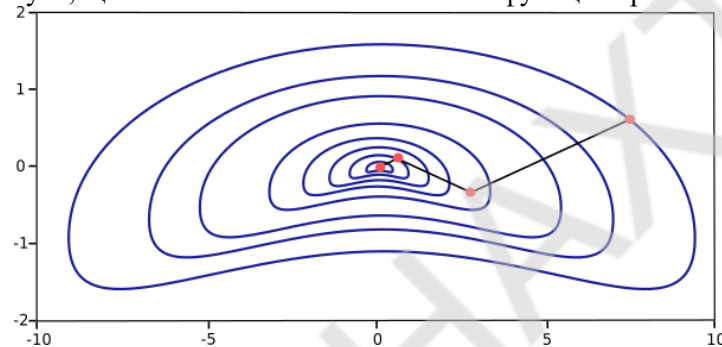


Рисунок 5 – Приклад роботи методу Ньютона

Однак метод Ньютона має труднощі з тим, що точне оцінювання Гессе і його інверсія є досить затратна в обчислювальних термінах.

Ми розглянули два методи навчання нейронних мереж. Метод градієнтного спуску є досить повільним, через велику кількість ітерацій, але він є оптимальним варіантом коли у вас обмежені обчислювальні потужності, так як він не потребує великої кількості пам'яті. Метод Ньютона є швидшим, проте він вимагає більше пам'яті для обчислень. В підсумку, було вирішено, що для задачі колоризації буде використаний метод градієнтного спуску, зважаючи на те, що немає великих обчислювальних потужностей, і наша нейронна мережа буде мати досить багато параметрів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Месюра В. І. Основи проектування систем штучного інтелекту. Навчальний посібник / В. І. Месюра, Л. М. Ваховська. – В.: ВДТУ, 2000.
2. 5 algorithms to train a neural network, 2016 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.neuraldes.com/blog/algorithms_to_train_a_neural_network
3. Тарик Рашид. Создаём нейронную сеть / Тарик Рашид. – СПб.: ООО "Альфа-книга", 2017
4. Солдатова О. П. Применение сверточной нейронной сети для распознавания рукописных цифр / О. П. Солдатова, А. А. Гаршин / Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева. – 2011.

AGENT COMMUNICATION METHOD IN COOPERATIVE ENVIRONMENT BASED ON THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

The problem of communication between cooperating agents in multiagent environments is considered in this paper. An algorithm is proposed that is based in reinforcement learning and recurrent neural networks. Main idea behind the algorithm is to use an additional recurrent network that translates information from internal state of one agent to internal state of another agent. Experimental evaluation is performed on model environment. Experimental results have shown that proposed method is potentially useful but requires additional investigation.

This paper deals with the problem of communication between cooperating agents in multi-agent environments with distributed decision making. In the last few years, the methods of creating intelligent agents that combine reinforcement learning and gradient methods have been significantly developed [1, 2], which have been successfully applied to fairly complex environments [3, 4]. A common feature of these achievements is that they use a centralized decision-making system that directly controls agents. However, there are a wide range of applications where centralized management is impractical or technically impossible. Such areas as traffic coordination, communications, trade, defense. Existing solutions to these problems now use explicitly programmed interaction protocols, sometimes in combination with some machine learning methods, to make decisions according to these protocols. This paper explores an alternative approach to building agent cooperation – the search for an effective agent communication protocol and efficient information encoding through reinforcement learning.

The proposed approach is based on application of the A3C algorithm [2], the Long Short-Term Memory recurrent neural network (LSTM) [5], which manages the agent, and an additional recurrent network which performs information exchange between agents. This additional network is also based on LSTM. Each agent in the system observes a limited part of the environment, has its own copy of the network and the internal state of the network. The exchange of information occurs when the agents are in direct contact. In this case, the network responsible for the exchange of information updates the internal state of the agent, using the internal state of another agent, and vice versa. Let's call this network as a “language” that agents create during training. Figure 1 shows the interaction of agents.

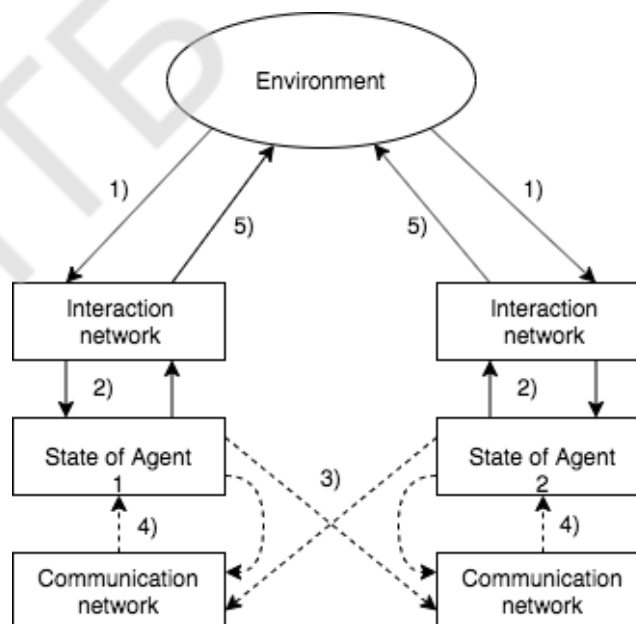


Figure 1. Diagram of interaction of agents based on recurrent neural networks

The procedure of the agent's functioning is as follows: 1) reading directly observed information about the environment (obtaining sensor data); 2) one iteration of the recurrent neural network algorithm, which is responsible for processing the sensor data (interaction network); 3, 4) a communication network is activated for each visible agent (zero or more), which is also a recurrent network that reads the agent's state and

processes the other agent's state as an input signal; 5) performing the action that was calculated by the interaction network in step 2. In this algorithm, the information obtained during communication influences the decision-making only at the next iteration. It is assumed that this does not significantly affect the long-term effectiveness of the agent, and therefore this feature of the algorithm is not fixed to keep the simplicity of the algorithm. The A3C algorithm is used to train agents.

The environment chosen as a model task for testing the approach is maze. Maze is represented as 5x5 cell field, with randomly generated walls between cells that limit movement and visibility. One of the cells is the "exit", in the other three random cells are agents. Agents observe the distance to the nearest wall in horizontal and vertical directions, the number of turns left and right in each of the four directions, and the direction and distance to the exit cell, if it is visible, and agents don't know their own coordinates. The agent's goal is to explore the maze and find the exit cell. The interaction with the environment ends when the agent is in the exit cell. Guaranteed, that there are paths between any two cells of the maze.

The aim of the experiment is to test whether a team of agents with a communications network will completely leave the maze faster than a team without such a network. Basic experimental results are presented below (tabl.1).

Table 1. Results of the experiment

Agents team	Number of training iterations and average time of time of passage of the maze by all agents		
	<i>50k iterations</i>	<i>150k iterations</i>	<i>250k iterations</i>
1 agent	55,4	52,4	51,4
3 agents w/o communication	55,3	53,5	50,9
2 agents with communication	49,3	47,9	48,0
3 agents with communication	51,2	50,2	49,7

The table shows that three agents without communications do not have a noticeable advantage over one agent – this is expected, since in the absence of communications there is no difference between the presence and absence of other agents, so the difference in the results of such commands can be explained as an accident. Obviously, a team of two agents who have communication is significantly more efficient than agents without communications, but when viewing the visualizations of the maze process, no specific patterns of agent interaction were found, that is, a team of two communication agents behaved very similarly to single agents. The results of a team of three agents are unclear – it was expected that three agents would be able to explore the maze even faster than two. There is a hypothesis that learning more complex communication between agents requires larger neural network, or more training time. This problem also needs further study and possible refinement of the algorithm.

This experiment shows that the proposed algorithm as a whole is capable of increasing the efficiency of the team of agents but needs further research to improve it. This algorithm can be used to find and explore optimal strategies in environments with further formalization and implementation in the form of an explicitly programmed algorithm. The advantage of the algorithm is that it does not require sophisticated and structured computing systems, and can potentially be implemented with very small objects, such as macromolecules.

REFERENCES

1. Playing Atari with Deep Reinforcement Learning [online] / [V. Mnih, K. Kavukcuoglu., D. Silver та ін.]. – 2013. – Available at: <https://arxiv.org/abs/1312.5602>.
2. Asynchronous Methods for Deep Reinforcement Learning [online] / Volodymyr Mnih, Adrià Puigdomènech Badia, Mehdi Mirza та ін.]. – 2016. – Available at: <https://arxiv.org/abs/1602.01783>.
3. OpenAI Five [online] – Available at: <https://openai.com/five/>.
4. AlphaStar: Mastering the Real-Time Strategy Game StarCraft II [online]. – 2019. – Available at: <https://deepmind.com/blog/article/alphastar-mastering-real-time-strategy-game-starcraft-ii>.
5. Sepp Hochreiter. Long Short-Term Memory [online] / Sepp Hochreiter, Jurgen Schmidhuber. – 1997. – Available at: <http://www.bioinf.jku.at/publications/older/2604.pdf>.

ROMASEVYCH Y.O., LOVEIKIN V.S., LIASHKO A.P.
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine)

DEVELOPMENT A GENERAL CRITERION FOR PID-CONTROLLER TUNING

Abstract. *In order to improve the performance of PID-controller, it should be properly tuned. In the research, a new criterion has been proposed for adjusting the proportional, integral and derivative coefficients of PID-controller terms. The criterion relates to the error of control, cost of control and duration of the process. It may be used as a cost function in state-of-the-art techniques of PID-controllers tuning which are based on the optimization approaches. Connection between proposed criterion and known single criteria have been revealed.*

Introduction.

Proportional-integral-derivative (PID) controllers are widely spread in many fields of industry. They are used in electrical, heat, mechanical and other processes. Note, that in order to effectively exploit a PID-controller it should be properly tuned. That problem has been attracting scientists for decades. It is still important nowadays.

In the frame of the research, we will consider PID-controller, which is connected with its simplicity, efficiency and extremely wide spreading.

Problem statement.

In order to reflect the PID-controller performance a lot of criteria have been developed. In the current research, we will focus on the time-domain criteria, more specific – on the integral type criteria. Tuning a PID-controller in relation to values of these criteria allows improve dynamical features of the PID-controller. Thus, the selection of criterion for PID-controller tuning – is a very important problem, which influences the tuned controller efficiency.

The main part of the research.

The main purpose of the thesis is to develop a novel criterion for purposes of PID-controllers tuning. Note, that proposed in the research indicator (criterion) may be used for P-, PD- or PI-controllers.

In order to achieve the stated purpose, the following objectives should be accomplished: 1) to carry out an analysis of the integral criteria that are exploited in the controllers tuning procedures; 2) proposed criterion which takes into account the values of error, control and settling time.

In many scientific researches, in order to tune coefficients of a PID-controller following values have been used:

- 1) *ITAE* (Integral of Time multiplied by Absolute Error):

$$I_{ITAE} = \int_0^T t|e|dt, \quad (1)$$

where e – the current error (difference of set point and controlled parameter values); t – time; T – settling time;

- 2) *IAE* (Integral of Absolute Magnitude of the Error):

$$I_{IAE} = \int_0^T |e|dt; \quad (2)$$

- 3) *ISE* (Integral of the Square of the Error):

$$I_{ISE} = \int_0^T e^2 dt. \quad (3)$$

- 4) *ITSE* (Integral of Time multiplied by the Square of the Error):

$$I_{ITSE} = \int_0^T te^2 dt. \quad (4)$$

Similar criteria may be designed for control estimation. In order to do this in the formulas (1)-(4) the character „ e ” should be substituted to the „ u ” (control or out-function of a PID-controller). In these cases, we will obtain the following criteria: *ITAC* (Integral of Time multiplied by Absolute Control); *IAC* (Integral of

Absolute Magnitude of the Control); *ISC* (Integral of the Square of the Control); *ITSC* (Integral of Time multiplied by the Square of the Control).

As we have seen, there is no single value which takes into account the main features of the controller performance. Such criterion may be presented as the *IPTEC* (Integral of Powered of Time multiplied by the Error multiplied by the Control) value:

$$I_{IPTEC} = \int_0^T t^{\tau} \left(\sqrt{e^2} \right)^{\varepsilon} \left(\sqrt{u^2} \right)^{\nu} dt, \quad (5)$$

where τ , ε and ν – indexes of power of time, error and control.

Note, that the proposed value (5) is a quite general criterion for PID-controller tuning. Indeed, one can state relations between *IPTEC* and known criteria. They are presented in Table 1.

Table 1. Relations between *IPTEC* and known criteria

Values of indexes τ , ε and ν in <i>IPTEC</i>			Criterion
τ	ε	ν	
1	1	0	<i>ITAE</i>
0	1	0	<i>IAE</i>
0	2	0	<i>ISE</i>
1	2	0	<i>ITSE</i>
1	0	1	<i>ITAC</i>
0	0	1	<i>IAC</i>
0	0	2	<i>ISC</i>
1	0	2	<i>ITSC</i>
0	0	0	<i>T</i>

The further directions for investigation are connected with the study of influence the values of indexes τ , ε and ν to a performance of the tuned PID-controller.

Conclusion.

Developed criterion *IPTEC* naturally takes into account the cost of the error, control, and duration of the controlling process. Thus, it is a general form of many known criteria. *IPTEC* may be used as a cost function in state-of-the-art techniques of PID-controllers tuning which are based on the optimization approaches.

NEURAL NETWORK METHOD OF FORECASTING THE AIR POLLUTION TREND BY CARBON MONOXIDE

The study describes algorithms for predicting the parameters of atmospheric air pollution monitoring based on the neural structures of the model of successive geometric transformations. A comparison of one-step prediction errors is shown.

Forecasting is used to analyze and evaluate the state of atmospheric air pollution by harmful impurities. Most forecasting problems are reduced to the prediction of time series counts by the procedure of immersing the series into a multidimensional space, that is, to solve the problem of interpolation of the function of many variables [1]. Neural networks are used to predict or restore temporal function responses based on a set of examples given by the prehistory of a specific time series. To perform the forecasting of the trend of air pollution by carbon monoxide, the neural-like structures of the sequential geometric transformations model (SGTM) were chosen. These neural-like structures are characterized by high accuracy and speed indexes and do not involve complex adjustments of the structure parameters [2].

In the research, it has used a dataset of 137 samples of the atmospheric air pollution parameter - carbon monoxide.

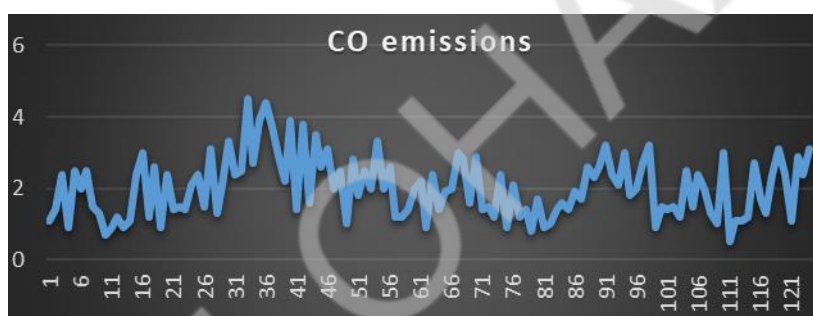


Figure 1. Carbon monoxide emissions over two months

The graph of carbon monoxide indicators measured twice a day for two months from a stationary observation post in Kyiv, Bessarabskaya Square, is shown in Figure 1. Data were taken from the official web-site of the Boris Sreznevsky Central Geophysical Observatory [3].

Searching the algorithms to perform more accurate forecasting of contamination parameters involves preliminary data preparation. Initially, the samples of the monitored carbon monoxide emission set have divided into sliding time windows. After the allocation of one principal component (PC), the linear SGTM neural-like structure has trained on a distributed sample with duplicated outputs (the last column of the matrix). Further, the data obtained during training have again distributed into sliding time windows and the training A and testing B data samples have formed. The outputs of the generated training sample are duplicated as inputs, creating a matrix C, and allocating of $PC = n - 1$ has performed, where n is the number of inputs of the matrix. After further training of the linear SGTM neural-like structure on the matrix C, distorted outputs are obtained, which replace the initial outputs of the training matrix A. The following steps for predicting atmospheric air pollution parameters are different for different algorithms.

During the implementation of Algorithm 1, the training of a linear SGTM neural-like structure occurs with the same number of PCs as the matrix of inputs. Learning error is 2.52%, and forecasting error is 3.3%. Algorithm 2, similar to the first algorithm, involves the training of an already combined SGTM neural-like structure with a radially basis function, with the same number of PCs as in the input matrices. Learning error is 2.58%, and forecasting error is 3.08%.

To improve the accuracy of forecasting the trend of air pollution by carbon monoxide, Method 3 investigates the experimental selection of PCs to find the most accurate result. Thus, the training of the combined SGTM neural-like structure with radially basis function, on the training matrix, occurs again with

PC = $n - 1$. The training error is 2,51 %, and the forecasting error for this algorithm is the smallest among all methods, 2.92%.

The result of predicting the trend of atmospheric air pollution by carbon monoxide based on the neural structures of the sequential geometric transformations model with the separation of the main components is the determination of learning and application errors. The identified errors are shown in Figure 2.



Figure 2. Errors of carbon monoxide prediction algorithms

CONCLUSIONS

Three variants of the method of forecasting the monitoring parameters of atmospheric air pollution based on the neural-like structures of the successive geometric transformations model are described. It is proved that the use of the combined SGTm neural-like structures with the separation of principal components presents more accurate errors of one-step prediction than the use of linear or combined neural-like structures of the successive geometric transformations model without separation of principal components.

REFERENCES

1. R. Kruse, C. Borgelt, F. Klawonn, C. Moewes, and M. Steinbrecher "Computational Intelligence: A Methodological Introduction", Springer, London, 2016, doi 10.1007/978-1-4471-7296-3_1
2. R. Tkachenko, "Neural network means of artificial intelligence: a tutorial", NU "LP", 2017, 207 p.
3. "Observation of air pollution in Kyiv". Accessed on: June 28, 2019. [Online]. Available: <http://cgosreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=lsza&f=lsza>

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОТЕНЦИАЛЬНО
ДЕТОНАЦИОННООПАСНОГО ОБЪЕКТА

Произвольный потенциально детонационноопасный объект – особая разновидность потенциально взрывоопасного объекта – рассматривается методами системного анализа как сложная иерархическая система. Произведены структурирование системы, идентификация концептуальных сущностей, или объектов, которые составляют подсистемы для объектно-ориентированного анализа, а также построена диаграмма информационной структуры подсистемы. При этом указаны как схожие элементы, так и различия в информационном моделировании потенциально взрывоопасных (без учета их детонационной опасности) и потенциально детонационноопасных объектов.

В ряде предшествующих работ рассмотрены информационные модели абстрактного потенциально взрывоопасного объекта (ПВОО), а также силосов и силосных корпусов зерновых предприятий – как примеров ПВОО [1-4]. Настоящее исследование посвящено проблеме информационного моделирования тех ПВОО, которые допускают не только дефлаграционные, но и детонационные взрывы. Подобные ПВОО назовем потенциально детонационноопасными объектами (ПДОО). Не всякая горючая среда является детонационноспособной [5], а потому не всякий потенциально взрывоопасный объект является одновременно детонационноопасным. Кроме того есть конденсированные взрывчатые вещества, которые детонируют (инициирование детонации в этих случаях осуществляется, как правило, ударной волной), но не подвержены дефлаграционному взрыву: примером является литой тротил.

Процесс горения является взрывным процессом, если ускоряющееся пламя порождает перед собой ударную волну – такое явление может быть названо дефлаграционным взрывом [5-7]. Появление и распространение ударной волны – основной критерий, позволяющий классифицировать процесс горения (дефлаграции) как взрывной. Явление детонации состоит в том, что порожденная турбулизированным пламенем ударная волна обладает достаточной интенсивностью, чтобы поджечь горючую смесь (или взрывчатое вещество); при этом воспламенение происходит непосредственно за ведущим ударным фронтом (если пренебречь весьма малой протяженностью зоны индукции и/или зоны экзотермических химических превращений) и образуется единый ударно-детонационный комплекс [8].

Проблема перехода горения (дефлаграции) в детонацию представляется важной в первую очередь с точки зрения минимизации разрушительных последствий действия взрыва. В самом деле, “при прочих равных условиях” детонация – ввиду существенно более высоких значений давления и температуры за ведущим ударным фронтом – представляет собой значительно более разрушительный процесс, чем дефлаграционный взрыв. Кроме того, с точки зрения организации взрывобезопасности и взрывозащиты объектов, по сравнению с дефлаграционным взрывом процесс детонации (распространения горения со сверхзвуковой скоростью) локализовать гораздо сложнее, а возможностей для локализации гораздо меньше.

Информационная модель ПДОО спроектирована нами с учетом особенностей термо- и газодинамических процессов, протекающих в детонационных волнах. Так как любой ПДОО принадлежит к числу ПВОО, то информационная модель абстрактного ПДОО формально построена так же, как и информационная модель ПВОО [1-3].

Произвольный абстрактный ПДОО с позиций системного анализа рассматривается как сложная система, архитектура которой складывается из ряда компонентов (подсистем) и из иерархических отношений между ними. На первом этапе разработки информационной модели этой сложной системы произведено ее структурирование: исходя из геометрических соображений [1] выделены элементарные потенциально детонационноопасные объекты (ЭПДОО), произведена их классификация и проанализирована полнота этой классификации. Таким образом, произведено иерархическое структурирование сложной детонационноопасной системы.

В случае моделирования ПДОО произвольной природы, в качестве ЭПДОО (модели реального объекта) рассматривается один из следующих объектов:

1) открытое пространство (которое может моделировать облако горючей газовой смеси или аэрозоли);

2) плоский канал – бесконечный (незамкнутый или полуоткрытый) либо конечной протяженности (открытый, полуоткрытый или замкнутый, т.е. закрытый с обоих концов);

3) круглая цилиндрическая труба – бесконечная (незамкнутая или полуоткрытая) либо конечной протяженности (открытая, полуоткрытая или замкнутая).

Информационная модель ПДОО и информационные модели отдельных ЭПДОО описаны в терминах объектно-ориентированного анализа [9].

Следующим после структурирования этапом в разработке информационной модели ПДОО как сложной системы является идентификация концептуальных сущностей, или объектов, которые составляют отдельные подсистемы для анализа [9]. В случае ПДОО в первую очередь необходимо идентифицировать ЭПДОО (с их атрибутами и связями).

Описанные выше ЭПДОО (точнее, их идеализированные модели) рассматриваются как объекты в смысле объектно-ориентированного анализа, исходя из следующего определения [9]: в объектно-ориентированном анализе объект есть такая абстракция множества предметов реального мира, что все предметы в этом множестве – экземпляры – имеют одни и те же характеристики и подчинены одному и тому же набору правил поведения.

Описание каждого ЭПДОО произведено исходя из того, что этот объект уже классифицирован как ЭПВОО. При этом, в отличие от описания ЭПВОО, атрибут **Наличие пламени** заменяется атрибутом **Наличие ударной волны**, атрибут **Относительная взрывоопасность** заменяется атрибутом **Относительная детонационная опасность**, а атрибут **Взрывоопасность** – атрибутом **Детонационная опасность**. При этом исключаются атрибуты **Пожароопасность** (объект априори предполагается пожароопасным в смысле возможности возгорания), **Длина преддетонационного участка** (объект априори предполагается взрывоопасным) и **Время развития возможного взрыва** (переход дефлаграционного взрыва в детонацию – если он возможен – осуществляется практически мгновенно; время такого перехода составляет не более десятых долей секунды).

Атрибут **Относительная детонационная опасность** представляет оценку возможности перехода горения или дефлаграционного взрыва в детонацию. Значением этого атрибута является значение нечеткой логической переменной $\tilde{RD}$, представляющего количественную оценку возможности возникновения детонации при наличии ударной волны. Значения нечеткой логической переменной $\tilde{RD}$ вычисляются на основе “четкой” теории [10] и находятся в диапазоне от 0 до 1 (как значения любой логической переменной).

Атрибут **Детонационная опасность** представляет собой интегрированную оценку взрывоопасности объекта в данный момент времени как следствия его взрывоопасности и возможности перехода дефлаграционного взрыва (характеризующегося наличием ударной волны) в детонацию. Значения атрибута **Детонационная опасность** вычисляются методами нечеткой логики на основе значений атрибутов **Взрывоопасность** и **Относительная детонационная опасность** и представляются нечеткой переменной $\tilde{D}$.

Для каждого класса ЭПДОО (представленного в конкретном ПДОО) определены Относительно детонационноопасный ЭПДОО (ОД_ЭПДОО) и Детонационноопасный ЭПВОО (Д_ЭПДОО).

Под ОД_ЭПДОО подразумевается тот экземпляр ЭПДОО, для которого значение логической переменной $\tilde{RD}$ из атрибута **Относительная детонационная опасность** имеет максимальное значение.

Под Д_ЭПДОО подразумевается тот экземпляр ЭПДОО, для которого значение логической переменной $\tilde{D}$ из атрибута **Детонационная опасность** имеет максимальное значение.

Между ОД_ЭПДОО и ЭПДОО установлена условная связь один-к-одному (1:1) [9], такого же типа связь установлена между Д_ЭПДОО и ЭПДОО.

Следует отметить, что ОД_ЭПДОО и ЭПДОО как объекты имеют всего по одному экземпляру.

В принципе ОД_ЭПДОО и Д_ЭПДОО можно рассматривать в некотором смысле как ассоциативные объекты, созданные для формализации связей между СПВОО и ЭПВОО – связей, в которых существует конкуренция [9]. Конкуренция состоит в том, что детонационная опасность сложного ПДОО определяется как детонационная опасность максимально детонационноопасного ЭПДОО, а относительная детонационная опасность сложного ПДОО определяется как относительная детонационная опасность наиболее относительно детонационноопасного ЭПДОО. При этом

требуется фиксировать, какой именно из ЭПДОО является максимально детонационноопасным (Д_ЭПДОО), а какой – наиболее относительно детонационноопасным (ОД_ЭПДОО).

На следующем этапе разработки информационной модели системы создано (в самом общем виде) графическое изображение сложного ПДОО (СПДОО), составленного из различных ЭПДОО.

Так как все объекты с их атрибутами и все связи между объектами описаны, то можно сформировать – естественно, в самом общем виде информационную модель произвольного СПДОО.

Для информационной модели любой подсистемы основным рабочим продуктом является диаграмма информационной структуры [9]. Диаграмма информационной структуры есть графическое представление информационной модели (иногда диаграмму информационной структуры саму по себе называют информационной моделью). Построенная диаграмма информационной структуры СПДОО по форме мало отличается от диаграммы информационной структуры сложного ПВОО (СПВОО) кроме указанных выше различий в атрибутах. При этом произведено описание всех объектов, атрибутов и связей модели.

В случае абстрактного СПДОО невозможно формализовать динамическое поведение объектов в терминах моделей состояний [9], так как невозможно сформировать полный список событий. Такая формализация и, соответственно, создание диаграммы переходов в состояния [9] требуют рассмотрения конкретного СПДОО, которым может быть как склад боеприпасов, так и зерновой элеватор.

Таким образом, создано (в самом общем виде) графическое изображение СПДОО, состоящего из различных ЭПДОО, а также построена диаграмма информационной структуры СПДОО, являющаяся графическим представлением информационной модели этого объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков В.Э., “Информационная модель потенциально взрывоопасного объекта. Часть 1”, *Автоматизация технологических и бизнес-процессов*, №№9,10, с. 3-11, 2012.
2. Волков В.Э., “Информационная модель потенциально взрывоопасного объекта. Часть 2”, *Автоматизация технологических и бизнес-процессов*, №№11,12, с. 3-9, 2012.
3. Волков В.Э., “Информационная модель потенциально взрывоопасного объекта. Часть 3”, *Автоматизация технологических и бизнес-процессов*, №№13,14, с. 3-9, 2013.
4. Волков В.Э., “Программа оценки взрывоопасности силоса”, *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*, вип. 46, т.1, с. 229-235, 2014.
5. Щелкин К.И., и Трошин Я.К., *Газодинамика горения*. Москва: Изд-во АН СССР, 1963.
6. Волков В.Э., “Неустойчивость пламени в идеальной сжимаемой среде и переход медленного горения во взрыв”, *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*, вип. 38, т.1, с. 325-332, 2010.
7. Волков В.Э., “Управление процессом перехода медленного горения во взрыв”, *Автоматизация технологических и бизнес-процессов*, №2, с. 5-13, 2010.
8. Нетлетон М., *Детонация в газах*. Москва: Мир, 1989.
9. Шлеер С., и Меллор С., *Объектно-ориентированный анализ: Моделирование мира в состояниях*. – Киев, Украина: Диалектика, 1993.
10. Волков В.Э., “Переход горения в детонацию”, *Екологічна безпека*, вип.3-4, с. 92-96, 2008.

СИСТЕМА ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ЕКСКУРСІЙНОГО МАРШРУТУ

Система пошуку оптимального екскурсійного маршруту реалізована на основі метода розв'язку задачі комівояжера, а саме, алгоритму найближчого сусіда, який на виході видає впорядковану послідовність обраних туристичних об'єктів для подальшого прокладання маршруту мінімальної довжини засобами GoogleMap. Формування послідовності передбачає багатокритеріальність задачі: врахування проміжку вільного часу, графіків роботи об'єктів та типом об'єктів. Вибір туристичних об'єктів ґрунтується на вподобаннях користувача, інформації про об'єкт та наявних відгуках і оцінках.

Туристичний бізнес України знаходиться у стані активного розвитку. В останні десятиліття наша країна стала відомою на міжнародному рівні, що дозволило архітектурним, історичним та природним пам'яткам культури нашої держави отримати популярність як в країні так і за кордоном. Країну щороку відвідують більше 20 мільйонів туристів, в першу чергу із країн східної Європи, а також західної Європи, США і Китаю. В Україні під охороною держави перебувають понад 140 тисяч нерухомих пам'яток історії та культури[1]. Багато людей надають перевагу самотужки скласти майбутній маршрут огляду туристичних об'єктів. Для цього потрібна доступна інформація про країни, міста та туристичні об'єкти, графіки їх роботи, відгуку інших туристів. При обмеженні вільного часу туристи хочуть відвідати та оглянути як найбільше цікавих місць та архітектурних пам'яток. Тому в незнайомому місті їм необхідно скласти маршрут мінімальної довжини між обраними об'єктами. Саме в цьому питанні допоможе застосування задачі комівояжера [2] з врахуванням багатокритеріальності при виборі оптимального шляху, а саме, довжина маршруту, часовий проміжок екскурсії, графіки роботи туристичних об'єктів, компонування об'єктів за типом.

Серед систем-аналогів можна відмітити такі, як сервіси Google Maps, YandexMaps, мобільний додаток Foursquare City Guide. Та всі вони мають суттєвий недолік: дозволяють будувати маршрут тільки між двома вказаними об'єктами і не дозволяють задати список об'єктів, що формується з врахуванням мінімізації довжини маршруту. Враховуючи цей недолік систем-аналогів було вирішено розробити власний програмний продукт побудови екскурсійних маршрутів для обраних туристичних об'єктів на основі методів розв'язку задачі комівояжера.

Отже, з врахуванням особливостей предметної області задачу комівояжера можна сформулювати наступним чином: на площині розташовані N туристичних об'єктів, для яких на основі їх географічних координат вираховуються відстані між кожною парою об'єктів. Потрібно знайти маршрут мінімальної довжини з відвідуванням кожного об'єкта рівно один раз і з поверненням в початкову точку. Цільовою функцією, яку треба мінімізувати, є довжина маршруту. Обмеженнями розглядаються часовий проміжок екскурсії, графіки роботи туристичних об'єктів, типи об'єктів.

Виділяють наступні групи методів розв'язку задачі комівояжера: повний перебір, випадковий перебір, жадібні алгоритми [3], метод мінімального остовного дерева, метод імітації відпалу, метод гілок і меж, алгоритми оптимізації розв'язку на основі послідовного сканування ділянок існуючого маршруту [4] та багато інших.

Виходячи з усереднених фізичних можливостей екскурсанта передбачається, що за день людина може відвідати та оглянути з користю для себе не більше 5-7 об'єктів. Тому при виборі методу розв'язку задачі комівояжера основним критерієм була простота реалізації та максимальне наближення результату до оптимального. Дослідження різних методів розв'язку задачі комівояжера показало, що, з урахуванням невеликого значення N , як кількості туристичних об'єктів на маршруті, та прокладання маршруту по існуючих вулицях

міста, для реалізації поставленої задачі достатньо обрати один з жадібних алгоритмів, що є простим в реалізації та не потребує значних комп'ютерних ресурсів, а саме, метод найближчого сусіда [5]. Алгоритм простий у реалізації, швидко виконується. Обчислювальна складність алгоритму $O(N^2)$.

Покроковий опис алгоритму найближчого сусіда виглядає так:

Вхідні дані: множина точок V розмірністю N . Вихідні дані: маршрут T , що складається з послідовності відвідування точок множини V .

1. Довільно обрати поточну точку.
2. Знайти найкоротше ребро, що сполучає поточну точку з досі ще не відвіданою точкою V .
3. Зробити точку V поточною.
4. Позначити точку V , як відвідану.
5. Коли всі точки відвідані, припинити пошук маршруту.
6. Інакше перейти до другого кроку [5].

Алгоритм найближчого сусіда був використаний при розробці системи пошуку оптимального екскурсійного маршруту з врахуванням особливостей предметної області. Також була реалізована можливість надавати користувачу рекомендації для відвідування об'єктів за вподобаннями туриста, які відслідковуються за сформованим попереднім списком об'єктів. При цьому було використано контентну фільтрацію та алгоритм кластеризації об'єктів з призначенням. Цей алгоритм заснований на ідентифікації подібності між елементами, обчислюючи їх відстань від інших елементів у просторі ознак [6]. Кількість незалежних рис визначає вимір характерного простору. Якщо елементи "близькі" один до одного, вони можуть бути об'єднані в один кластер. Для поділу елементів на K кластерів застосовується алгоритм K -середніх. Елементи спочатку розподіляються на ці кластери в довільному порядку. Потім, для кожного кластера розраховується центр маси як функція його членів. Далі перевіряється відстань кожного члена кластера від центру кластера. Якщо ця перевірка визначає, що елемент є ближчим до іншого кластера, то його буде переміщено до цього кластера. Після перевірки всіх відстаней для всіх членів, кластерні центри переобчислюються. Коли досягнуто стабільний стан (члени не були переміщені під час наступної ітерації), набір вважається кластеризованим належним чином, і алгоритм зупиняється [6].

Функціональні характеристики розробленої системи відображені в UML-діаграмі прецедентів на рис.1. Основними видами користувачів є: 1. Адміністратор БД, який має повний контроль над базою даних, доступ до редагування, видалення і додавання інформації всіх таблиць в базі, в тому числі таблиці адміністраторів. 2. Експерт – має доступ до таблиці об'єктів, розкладів роботи об'єктів, зображень, типів об'єктів. Може додавати і видаляти туристичні об'єкти. 3. Модератор – має доступ до таблиці клієнтів та клієнтських відгуків. 4. Користувач – має можливість обирати об'єкти, формувати маршрути та залишати відгуки.

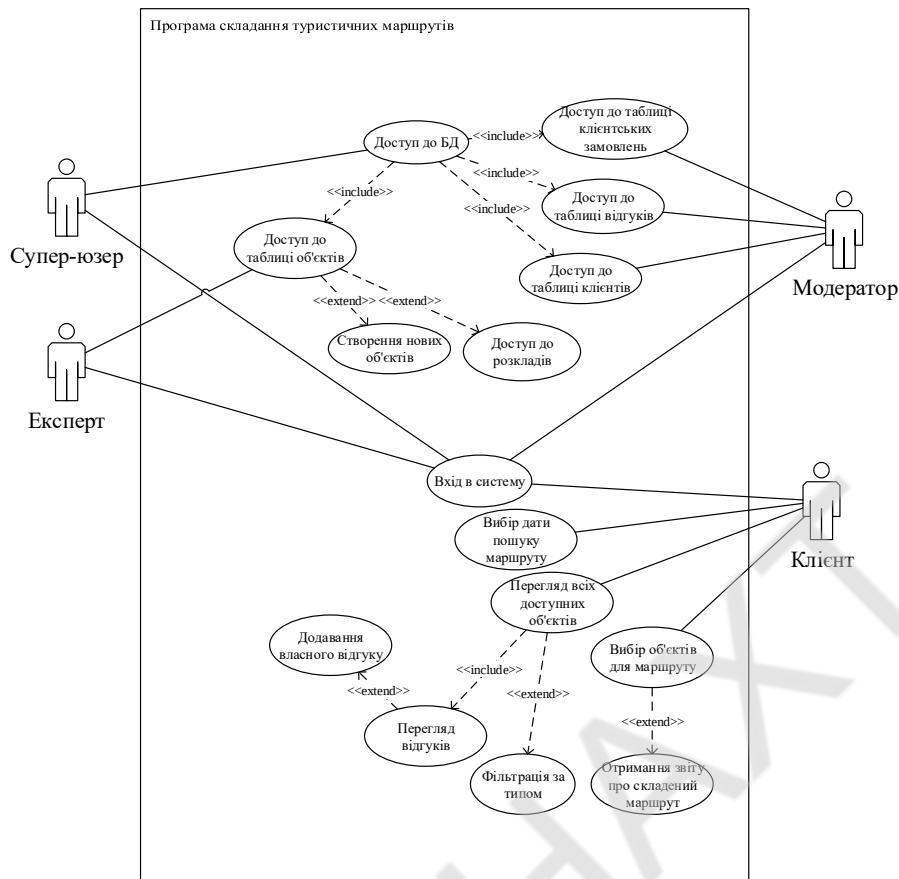


Рис. 1. Діаграма прецедентів

Для реалізації програмного продукту використані технологія ADO.NET Entity Framework, Microsoft SQL Server 2017 для роботи з базою даних та мова програмування C#. За основу візуального зображення побудованого маршруту обрано програмний сервіс Google Maps. Формування списку туристичних об'єктів майбутньої екскурсії та результат побудови маршруту представлені на рис.2, рис.3.



Рис. 2. Список туристичних об'єктів

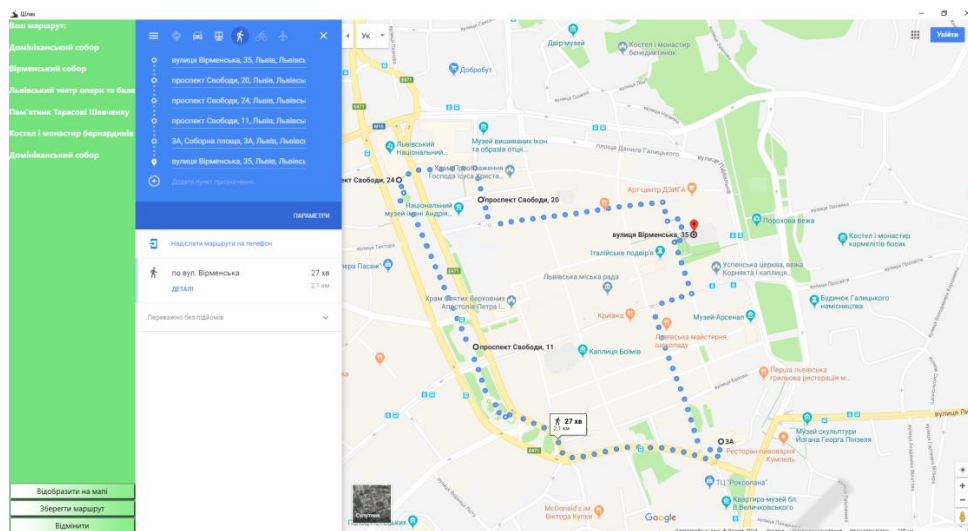


Рис. 3. Побудований маршрут

Висновки: В даній статті розглянута задача побудови оптимального екскурсійного маршруту як варіант класичної задачі комівояжера. Аналіз методів розв'язку задачі комівояжера та обмеження розглянутої предметної області показав достатність застосування методу найближчого сусіда для вирішення даної проблеми. Розроблена програмна система враховує багатокритеріальність поставленої задачі, а саме: часовий період екскурсії, графіки роботи об'єктів, тип об'єктів. Реалізація даної системи та впровадження її у туристичний бізнес дозволить збільшити потік туристів у міста України, а відповідно позитивно вплине на імідж країни.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дядечко Л.П. Економіка туристичного бізнесу / Л.П. Дядечко. — К.: ЦУЛ, 2007. - 224 с
2. Задача коммивояжера [Електронний ресурс] / електронні дані - Режим доступу: http://synset.com/ai/ru/tsp/Salesman_Intro.html
3. Т. Кормен, Ч.Лейзерсон, Р.Ривест. Алгоритмы: построение и анализ. М.: МЦНМО, 2001.- 960 с.
4. Р. Базилевич, Р. Кутельмах. Декомпозиційні алгоритми для розв'язування задачі комівояжера // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». Комп'ют. науки та інформ. технології. — 2007. — N 598. — С. 138—148.
5. Знаходження розв'язку задачі комівояжера методом найближчого сусіда [Електронний ресурс] / електронні дані - Режим доступу: <http://www.mathros.net.ua/znahodzhennja-rovzjazku-zadachi-komivojazhera-metodom-najblyzhchogo-susida.html>
6. Рекомендательные системы [Електронний ресурс] / електронні дані - Режим доступу: https://studbooks.net/2260182/informatika/istoriya_razvitiya_iskusstvennogo_intellekta

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ В ВЕБ-ЗАСТОСУВАННЯХ

В роботі обґрунтовано актуальність та розроблено архітектуру системи управління доступом в веб-застосуваннях. Завдяки цій системі розробники програмного забезпечення, DevOps інженери або інженери з безпеки зможуть управляти доступом до інтерфейсів веб-застосувань централізовано та з використанням зручного інтерфейсу.

Сучасне програмне забезпечення (ПЗ) стає все складнішим, що, зокрема, призводить до ускладнення рішень, пов'язаних із забезпеченням безпеки. Уразливості в ПЗ підривають безпеку важливих інфраструктур, таких як медицина, оборонна промисловість і фінанси. Open Web Application Security Project (OWASP) регулярно випускає документи в яких описуються найкритичніші ризики безпеки в веб-застосуваннях в рамках проекту OWASP Top Ten Project [1]. За їх дослідженнями серед найбільш критичних типів вразливостей є вразливість «Недоліки контролю доступу» [2].

Контроль доступу до сучасних веб-API здійснюється на рівні програмного коду, що істотно ускладнює його реалізацію, оскільки:

- 1) в складних застосуваннях є багато ролей і умов доступу до об'єктів;
- 2) відповідність усіх ролей, умов доступу та об'єктів доступу часто «розмита» по всій кодовій базі;
- 3) при компрометації інфраструктури, в якій міститься код застосування, буде скомпрометована і модель контролю доступу до застосування;
- 4) при зміні моделі контролю доступу змінюється код застосування, відповідно його потрібно збирати заново та перевстановлювати.

Усі перелічені вище фактори можуть привести до помилки конфігурації контролю доступу.

В цій роботі вирішується проблема складності конфігурації контролю доступу. Для цього спроектуємо систему для забезпечення централізованого управління доступом в веб-застосуваннях через призначений для користувача інтерфейс, яка дозволить:

- 1) управляти правами доступу централізовано з одного місця;
- 2) уникнути неоднозначності інтерпретації конфігурації контролю доступу завдяки користувацькому інтерфейсу;
- 3) швидше змінити модель контролю доступу;
- 4) уникнути компрометації моделі контролю доступу;
- 5) уникнути необхідності переустановлення системи після зміни моделі контролю доступу;
- 6) уникнути часу простою системи під час переустановлення після зміни моделі контролю доступу.

Загальна архітектура системи показана на рис. 1.

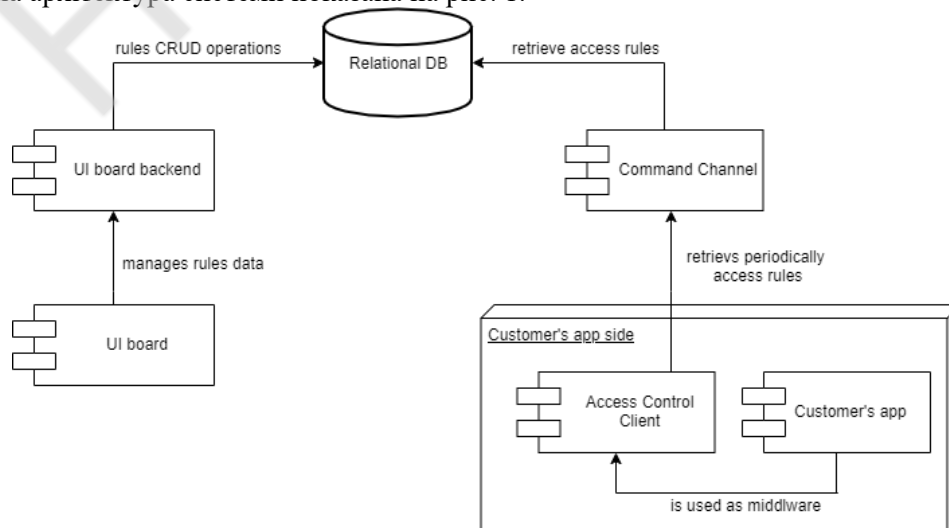


Рис. 1 – Архітектура системи

Опишемо призначення компонентів системи.

UI board – браузерний користувацький клієнт, який надає інтерфейс для управління доступом, а саме для створення, зберігання, модифікування прав доступу.

UI board backend – сервіс, який відповідає за виконання CRUD операцій, які надходять з UI board. Має тришарову архітектуру, де перший рівень – рівень доступу до даних, другий рівень – сервісний, відповідає за обробку даних, третій рівень – рівень контролерів, відповідає за обробку HTTP запитів з UI board.

Command Channel – сервіс, який надає модулю Access Control Client дані, щодо прав доступу. Має схожу з UI board backend тришарову архітектуру, але є відповідним за обробку запитів з Access Control Client.

Access Control Client – модуль, який використовується користувацьким застосуванням, за для того щоб контролювати доступ до його API.

Оскільки система дозволяє управляти доступом до веб-застосувань втрата цілісності даних може привести до появи критичних вразливостей. У якості бази даних буде використовуватись БД реляційного типу, тому що усі РСКБД надають додатковий рівень управління цілісністю даних.

Опишемо детальніше архітектуру модуля Access Control Client, архітектура якого представлена на рис. 2.

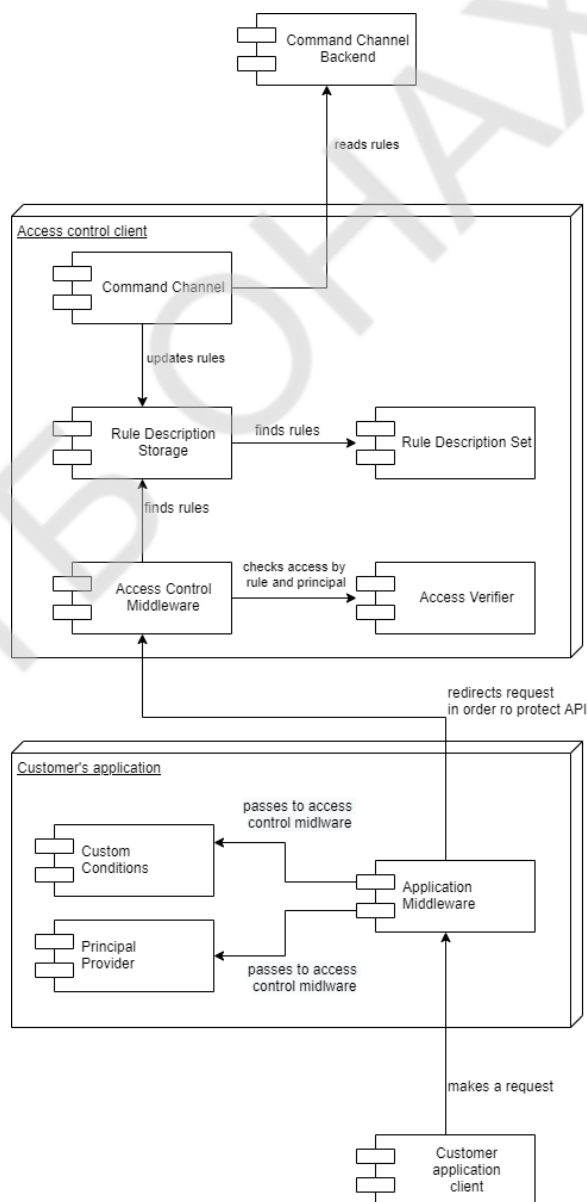


Рис. 2 – Архітектура модуля Access Control Client

Розглянемо призначення компонент.

Custom Conditions – реалізовані користувачами спеціальні умови доступу до API. Цей модуль – необов'язковий.

Principal Provider – реалізований користувачем модуль, який витягає з запита дані щодо суб'єкту доступу, а саме його ролі та додаткові дані, які можуть знадобитися у модулі Custom Conditions для реалізації спеціальних умов.

Access Control Middleware – цей модуль вбудовується у застосування користувача, як проміжне програмне забезпечення. Він є каскадом для Access Control Client, який координує дії інших модулів. Він використовує Rule Description Storage для пошуку правил за певним URL, HTTP методом та роллю суб'єкту доступу. Та передає правило та суб'єкт доступу до Access Verifier задля перевірки доступу.

Access Verifier – модуль, який завдяки переданому йому правилу та суб'єкту доступу вирішує чи має суб'єкт доступ до певного URL за певним HTTP методом.

Rule Description Storage – модуль який зберігає поточний Rule Description Set та надає можливість шукати правила доступу у Rule Description Set.

Rule Description Set – сукупність усіх правил доступу до застосування, надає можливість шукати правила доступу.

Command Channel – модуль, який регулярно витягує з серверного Command Channel поточні правила доступу та записує їх у Rule Description Storage.

Таким чином, в роботі описана архітектура системи, яка забезпечує централізоване управління доступом в веб-застосуваннях через призначений для користувача інтерфейс. Така система дозволяє запобігти помилок конфігурації контролю доступу у веб-застосуванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Open Web Application Security Project, “OWASP Top Ten Project”. [Online]. Available: https://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP_Top_Ten_Project. [Accessed: Oct. 06, 2019]
- [2] Open Web Application Security Project, “Top - 10 OWASP - 2017”. [Online]. Available: https://www.owasp.org/images/9/96/OWASP_Top_10-2017-ru.pdf. [Accessed: Oct. 06, 2019]

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ
ПРОВЕДЕННЯ ФОРУМНИХ РОЛЬОВИХ ІГОР

У роботі розглянуто проблеми сучасних форумних рольових ігор, зокрема явище годмодингу, та шляхи їх вирішення. Розглянуто особливості розробки та впровадження аналітичного модуля для вирішення актуальних проблем під час проведення форумних рольових ігор.

Рольова гра (від англ.: «Role-playing Game», далі – RPG) – вид розважальної дії, учасники якої разом створюють або слідуєть вже створеному сюжету в рамках обраних ними ролей, керуючись характером своєї ролі та внутрішньою логікою середовища [1]. На перший погляд звичайна розважальна рольова гра сьогодні вивчається освітніми установами як інструмент, що може сприяти покращенню навчального процесу. Стейнкуелер [2] стверджував, що RPG – це вивчення будь-якого середовища природнім чином, вирішення спільних проблем, що впливає на розвиток цифрової та обчислювальної грамотності як зі сторони учня, так і з боку вчителя.

Першою комерційно доступною RPG вважається Dungeons & Dragons (D&D), яка була опублікована в 1974 році компанією TSR Gygax [3]. Людям сподобався принцип інтерактивної взаємодії, тому, з появою інтернет-мережі, були створені спеціальні форуми, куди й були перенесені всі ігрові дії, замінюючи голос, папір та олівці під час взаємодії наживо на клавіатуру та художній текст. Форумна (текстова) рольова гра (далі – TRPG) – це один з напрямків RPG, який реалізується виключно у текстовому вигляді, тобто кожен гравець від імені свого персонажа пише частину історії (пост) в межах заданого сюжету, а решта гравців реагують на нього своїми постами до тих пір, поки сюжет не дійде до логічного завершення. Важко сказати, коли саме виникла перша TRPG, але останнім часом форумні рольові ігри викликали стрімке зростання інтересу до ігрових спільнот з різних точок зору, включаючи дизайн, розробку програмного забезпечення, соціологію, психологію та інтерактивну розповідь [4].

Як і будь-якої гра, формат TRPG має свої проблеми та недоліки, які жваво обговорюються дослідниками комп'ютерних рольових ігор на ресурсі «Міжнародний журнал RPG» [5], який був створений у відповідь на зростаючу потребу в місці для збереження та аналізу досліджень рольових ігор, проблем та розробок, що охоплюють наукові установи, де спільноти можуть обмінюватися знаннями. Саме там вирішуються актуальні на сьогодні питання у галузі рольових ігор, зокрема й питання присвячені культурі та взаємодії між учасниками.

Одними з таких питань є проблема годмодерства та нестача семантичної та аналітичної бази для його моніторингу. Годмодерство, або годмодинг (від англ. «god mode» – режим бога) – дратівливий стиль поведінки гравців в TRPG, який полягає в тому, що гравець наділяє свого персонажа надзвичайними і невластивими його характеру можливостями та силою, які забезпечують йому перемогу у будь-якому конфлікті, замість того, щоб шукати реалістичні шляхи подолання проблемної ситуації. Наприклад, персонаж, який є маленьким хлопчиком, стверджує, що він зламав шию кожному з чотирьох кремезних нападників. У настільних рольових іграх, подібні заяви гравців одразу відхиляються або гравець-годмодер залишає гру.

Всередині спільноти зустрічається ще один термін – Мері (Марті) Сью – архетип персонажа, якого гравець наділив гіпертрофованими, нереалістичними достоїнствами, здібностями та везінням, що стають передумовою майбутньої перемоги такого героя у грі.

Повільна реакція та написання постів із значною затримкою в часі є ще однією проблемою, яка знижує якість гри та підвищує ризик недоведення її до логічного завершення через втрату зацікавленості з боку інших учасників.

Зазначені проблеми посилюють відчуття невдоволеності грою у інших гравців, тому адміністрація рольових форумів зазвичай слідує за їх появою, так як їх існування вважається чітінгом (махлюванням) у грі. Однак має місце людських фактор, оскільки не завжди модератори фізично здатні услідкувати за усіма, особливо коли на форумі більше тисячі гравців. Тому проблема автоматизованого виявлення годмодерів та Мері (Марті) Сью із формуванням рейтингу активності гравця є досить актуальною.

Автоматизація забезпечується інтеграцією у гру аналітичного модуля, який дозволить зробити про гравця висновок без втручання людського фактору у особі адміністратора. Для цього потрібно сформувати базу знань з обраних параметрів активності гравця, тобто зібрати статистику.

Зазвичай, сучасні веб-сайти мають інструменти для побудови графіків відвідуваності користувачів, поділу на контингенти (за віком або статтю), формування рейтингу за сумарним часом, проведеним на ресурсі та інше. Це вважається основною аналітичною складовою веб-ресурсів та забезпечується спеціалізованими сервісами.

Одним з найпопулярніших сервісів у цій галузі є Google Analytics (рис. 1). Сервіс надає деякий перелік функцій по збору даних з веб-ресурсу для підвищення ефективності в роботі з ним, що більшим чином стосується корпоративної клієнтури. Такими функціями є: отримання інформації про цільову аудиторію, оцінка ефективності каналів трафіку та рекламних інструментів, виявлення сторінки з високим показником відмов, аналіз часу завантаження сайту і його окремих сторінок, відстеження динаміки припливу нових відвідувачів по IP-адресам, перегляд активності на сайті в режимі реального часу.

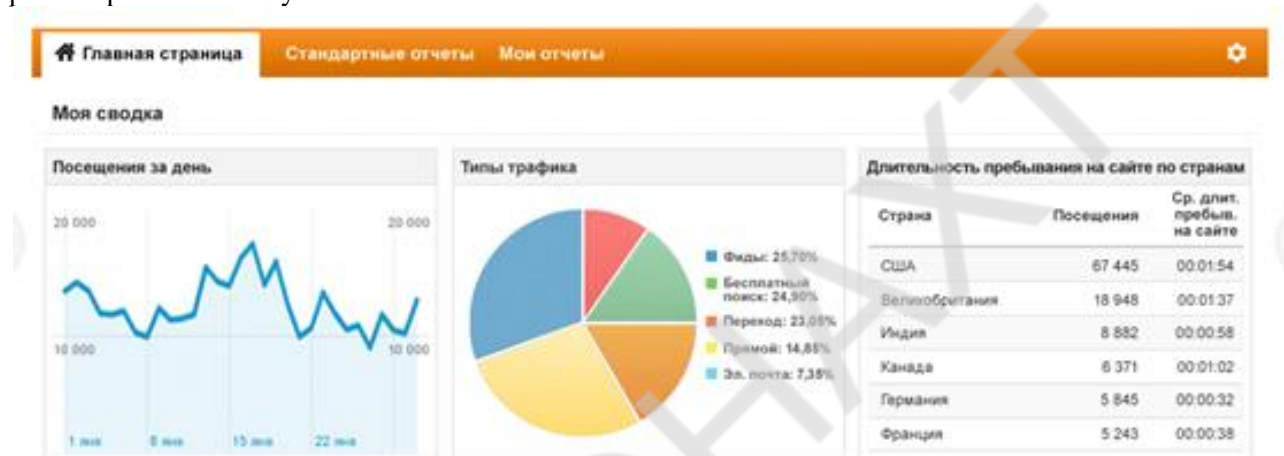


Рис. 1 – Вигляд веб-аналітики від Google Analytics

Перелік можливостей Google Analytic є корисним для розвитку веб-ресурсу в цілому, але не наближає до вирішення проблем TRPG, адже сервіс достатньо поверхнево орієнтований індивідуально на гравця. Тобто, він може відповісти на питання з якої користувач країни, але нічого не знатиме про ім'я персонажу, яким користувач грає, і скільки конкретно ігор він з ним пройшов.

У мережі є безліч ресурсів (не тільки форуми, а й щоденники, соціальні мережі, адаптовані під проведення ігор), однак вони не мають інструментів для впровадження аналітичної складової для якісного моніторингу поведінки гравців. Тому актуальною задачею є розробка програмного модуля з новою запропонованою системою показників, що забезпечить необхідний рівень покриття контролю гри, гравців, покращить якість TRPG, вирішить проблему годмодингу та підвищить активність гравців на ресурсі.

Перш за все, потрібно відповісти на два питання: що саме аналізуватиметься та яким чином. Повернемося до сервісу Google Analytics. Як метод збору статистичних даних він використовує статистичне зведення. Візьмемо його за основу та доповнимо його запропонованими критеріями оцінки активності гравця. Суть методу полягає у тому, що в результаті першої стадії статистичного дослідження – статистичного спостереження – одержують відомості про кожну одиницю сукупності (ті показники, що потрібно дізнатися про гравця). Завдання другої стадії статистичного дослідження полягає в тому, щоб упорядкувати і узагальнити первинний матеріал, звести його в групи і на цій основі дати узагальнену характеристику сукупності. Цей етап в статистиці й називається зведенням [6].

Що стосується відповіді на питання «що саме аналізувати?», модуль не обмежений у кількості параметрів, які зчитуватимуться з гравця, але з них можна виділити десять основних.

1. Кількість символів у пості. Пост – одиниця тексту за один хід гравця, яка зазвичай складає 500-2000 символів. Наданий інтервал – це середньостатистична норма у TRPG. На пости менше норми накладається ліміт у 3 в місяць.

2. Ліміт – теж показник, але вибірковий, він встає на лічильник тільки після того, як система зафіксує перший пост нижче норми. Часто, представники годмодингу пишуть мало, тому на таких користувачів варто звертати увагу.

3. Кількість повторювань, тобто відсутність синонімів та наявність тавтологій, що псує якість тексту, що є характерною рисою Мері (Марті) Сью. Також можна впровадити кількість граматичних помилок, як додатковий параметр (не враховуючи власні назви).

4. Інтервал часу між двома останніми написаними постами (у хвиликах) – дозволяє сформувати коефіцієнт частоти написання. Чим більший інтервал, тим активність нижча.

5. Швидкість написання (у хвиликах). Відлік починається від фіксування курсору у текстовому полі, до відсилання повідомлення на сервер.

6. Кількість замовлених епізодів. Епізод – одиниця сюжету, у межах якої взаємодіють гравці.

7. Кількість різних гравців, з якими грав.

8. Сумарний об'єм усього написаного за місяць. Спочатку обраховуватиметься загальне для усіх адекватне значення максимуму, норми та мінімуму, щоб на основі цих значень зробити висновок, чи достатньо написав гравець за місяць, чи недостатньо, чи вийшов за межі (багато – теж не означає «добре»). Якщо у середньому пост складає 500-2000 слів, і адміністрація наголосила, що кожен має писати мінімум 4 поста у тиждень, тоді місячна норма дорівнює 8000 – 32000 слів.

9. Яку кількість персонажів має гравець (не більше трьох) – статистичний підрахунок індивідуальний на кожного персонажа, але цей критерій враховуватиметься, як пом'якшуюча міра, якщо траплятимуться випадки, коли гравець не добере мінімум написаного за місяць через більшу кількість персонажів, за яких грає.

10. Відповідність форматування тексту. У TRPG один загальноприйнятий формат тексту для зручності читання та розуміння, що відбувається у пості. Забезпечуватиметься використанням HTML-тегів.

Після того, як усі статистичні одиниці зібрані, генеруються макети таблиць та графіків, де будуть представлені результати зведення. Результатом є рейтинг активності гравців. Топ-3 гравців нагороджуватимуться, щоб підвищити мотивацію потрапляння в рейтинг. Окремо обчисленні параметри оприлюднюються додатково. Якщо статистика занадто низька, або є регулярні недоліки та скарги, модератори нотифікуються.

Стосовно реалізації такої системи, то вона може існувати у двох виглядах: веб-версія та мобільний додаток. Так як писати пости з мобільного гаджета багатьом незручно, портативна версія може складатися лише з аналітичної сторінки, яка регулярно оновлюватиметься та повідомлятиме користувачу, коли у нього з'являтимуться проблеми та де саме (у якому епізоді чи з яким персонажем, якщо їх декілька). Додатково впроваджується функція «Як довго я не пишу свій борг у епізод», яку може налаштувати сам гравець. Якщо він не пише більше тижня – додаток дасть йому про це знати.

У портативну версію ресурсу також додається невелика база даних з переліком усіх тем, де гравець бере участь і де має борги, щоб ефективніше їх відслідковувати. Для зручності використовується система категорій.

Отже, використання аналітичного модуля та його побудова на базі вже відомого методу збору даних та логічного обґрунтування вибору одиниць даних дозволяє вивести TRPG на новий інформаційний рівень. Тепер, коли напрям прогресує, задоволення від художнього письма вже недостатньо, гравці мають потребу у новій системі моніторингу, охоплюючи не лише проблему годмодингу, а й інші актуальні питання, що й забезпечить даний модуль.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. О Ролплеє для новичков и не только:[Електронний ресурс]. – Режим доступу:<https://4gameforum.com/threads/561977/>

2. Steinkuehler, C. Massively multiplayer online gaming as a constellation of literacy practices. eLearning, 4(3) 297-318.

3. History of role-playing games:[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_role-playing_games

4. Eladhari, M. and Lindley, C. A. Narrative Structure in Trans-Reality Role-Playing Games: Integrating Story Construction from Live Action, Table Top and Computer-Based Role Playing Games. In Proceedings of the 2005 DiGRA Conference.

5. International Journal of Role-Playing:[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ijrp.subcultures.nl/>

6. Методы сбора статистической информации: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.wikiznanie.ru/ru-wz/index.php/методы_сбора_статистической_информации

ВИКОРИСТАННЯ «FACE ID» ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ

У наше століття, коли вся інформація про людину зберігається в її особистій техніці, проблема захисту персональних даних актуальна як ніколи. Наприклад, користувачі можуть надійно захистити свій телефон за допомогою технології Face ID.

Сучасне суспільство характеризується зростаючою часткою технологій, які дозволяють здійснювати платежі, укладати угоди, що вимагає проведення аутентифікації користувачів - перевірки справжності пред'явленого користувачем ідентифікатора. При позитивному результаті аутентифікації користувач авторизується в системі та отримує права доступу до певних ресурсів.

Система аутентифікації складається з наступних елементів: суб'єкту, який буде проходити процедуру; характеристики суб'єкту, тобто його відмітної риси; господаря системи аутентифікації, що несе відповідальність і контролює її роботу; самого механізму аутентифікації; механізму управління доступом, що надає певні права доступу суб'єкта.

Раніше в iPhone використовувалася досить звична технологія аутентифікації - розблокування пристрою за допомогою відбитка пальця - Touch ID, але це не завжди зручно користувачеві (адже руки можуть бути мокрими / в рукавичках та інше). Вперше інновація у вигляді Face ID з'явилася в iPhone X. Face ID – це сканер об'ємно-просторової форми обличчя людини, розроблений компанією Apple. Щоб почати використовувати Face ID спочатку необхідно створити пароль, його введення буде обов'язковим для розблокування пристрою в таких випадках: після перезавантаження смартфона або після невикористання пристрою протягом 48 годин; в разі, якщо пароль не вводився останні 156 годин і не було розблокування пристрою в останні 4 години; якщо на пристрій надійшла команда про віддалене блокування; було зроблено п'ять невдалих спроб розпізнати обличчя.

За розпізнавання особи відповідає фронтальна камера True Depth, що розташовується поруч з величезною кількістю датчиків та електроніки. Якщо користувач бере смартфон в руку, активується інфрачервоний датчик (flood illuminator), завдання якого - розпізнати, чи є перед екраном обличчя людини. Якщо особу власника розпізнано, то процесору подається команда, що пристрій можна розблокувати.

Для Face ID необхідно чітко бачити всього 3 елементи особи: рот, ніс і очі. Таким чином, якщо господар iPhone X змінить зачіску, відростить / збриє бороду або вуса, нанесе макіяж – це не стане на заваді для розблокування пристрою.

Технологія може давати збій у випадках якщо: людина носить темні окуляри, відведе погляд від камери, закриє очі або закриє ніс і рот шарфом; перед камерою дитина (бо технологія не дозволяє розпізнавати обличчя молодше 12 років); пристрій використовується близнюками або дуже схожими братами і сестрами; занадто сонячно – користувачеві потрібно потрапити в тінь або хоча б змінити кут нахилу пристрою, щоб розблокувати телефон по обличчю; пристрій повернути горизонтально – технологія працює тільки при його вертикальному положенні.

Також вона не спрацює при наведенні камери на фотографію, тому що інфрачервоні точки на звичайну 2D картинку проєктуються інакше, ніж на «живе» обличчя.

Шляхами вирішення перерахованих недоліків є додавання альтернативних способів аутентифікації, які повинні підвищити надійність аутентифікації.

Одним з таких підходів є зняття термограми особи. Дослідження показали, що термограма особи унікальна для кожної людини. Термограму отримують за допомогою камер інфрачервоного діапазону. На відміну від аутентифікації по геометрії обличчя особи, даний метод розрізняє близнят. Використання спеціальних масок, проведення пластичних операцій, старіння організму людини, температура тіла, охолодження шкіри обличчя в морозну погоду не впливають на точність термограми.

Висновки: через невисоку якість аутентифікації, термографічний метод на даний момент не має широкого поширення. Але, в сукупності з технологією Face ID, він може забезпечити досить надійну аутентифікацію користувача та допоможе захистити конфіденційну інформацію.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. А.А. Гладких, В.Е. Дементьев. Базовые принципы информационной безопасности вычислительных сетей. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – С. 156.
2. А. Зайцев, Р. Мещеряков. Технические средства и методы защиты информации. 7-е издание. – Горячая линия-Телеком, 2012. – С. 442.

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТОПОЧНОГО ГОРЕНИЯ

Рассмотрены проблемы управления процессом сжигания топлива в камере сгорания. Решение ряда проблем связано с исследованием вопросов гидродинамической устойчивости факельного горения.

Исследована математически задача о гидродинамической устойчивости пламени для факельного горения газовых смесей, т.е. для сжигания горючего в потоке. Установлены:

- 1) границы устойчивости;
- 2) условия турбулизации ламинарного факела.

На основе решения задачи об устойчивости произведена теоретическая оценка масштаба турбулентности пламени.

Формально турбулентный факел имеет такую же структуру, как ламинарный, однако принципиальное отличие ламинарного факела от турбулентного состоит в том, что из-за наличия в аэродинамической структуре потока турбулентных вихрей и пульсаций фронт пламени теряет четкие границы. Поэтому само понятие «скорость распространения фронта турбулентного горения» практически теряет смысл. Геометрическая форма и размеры турбулентного факела – в сравнении с факелом ламинарным – определяются совершенно иначе.

Процесс сжигания топлива в отдельно взятой газовой горелке представляет собой факельное горение. В камерах сгорания сжигание топлива осуществляется в нескольких горелках, которые могут иметь различные формы устья и взаимное расположение. При этом создается система взаимодействующих факельных пламен, которая, так или иначе, может быть отнесена к одному из двух (принципиально возможных) типов:

- 1) взаимодействие факелов слабое (или вообще отсутствует) – режим разомкнутого горения;
- 2) взаимодействие факелов настолько сильное, что образуется единый составной или сомкнутый факел – режим сомкнутого горения (составной факел).

В последнем случае характер течения и акустические характеристики камеры сгорания принципиально изменяются, в результате чего может возникнуть крайне нежелательный режим вибрационного горения. Таким образом, вопрос о возможности возникновения составного факела является чрезвычайно важным для технологии процесса сжигания газового топлива и управления этим процессом. Ответ на этот вопрос зависит от геометрии взаимного расположения отдельных горелок и размеров образующихся факелов.

Если все факелы ламинарные, то режим сомкнутого горения в принципе невозможен. Составной факел может быть только турбулентным факелом.

Поперечный размер турбулентного факела и его геометрическая форма определяются, в первую очередь, степенью (масштабом) турбулентности. Если турбулентность мелкомасштабная, то форма турбулентного факела напоминает тюльпановидный фронт пламени с «размытыми» границами. В противном случае форма факела примерно также тюльпановидная, но границы «четкие», а сам факел может быть существенно вытянут в высоту (в длину).

Управление отдельным факелом осуществляется путем поддержания горения в ламинарном или в турбулентном режиме (в зависимости от цели управления), при этом также регулируется максимальный поперечный размер факела. Ламинарность струи горючего может быть гарантирована либо высокой скоростью u_0 подачи горючей смеси, либо небольшим размером насадка d_0 . Скорость u_0 подачи горючей смеси может относительно легко изменяться в оперативном режиме. Размер насадка d_0 , как правило, задается на этапе проектирования горелки, хотя современные технологии допускают оперативное регулирование данной величины.

Если все горелки на передней стенке камеры сгорания одинаковы с точки зрения их геометрии и одновременно функционируют в одном и том же режиме турбулентного горения, то образующиеся факелы абсолютно идентичны. Тогда, если поперечный размер факела превосходит расстояние между соседними горелками (или очень близок к этому расстоянию), то имеет место режим сомкнутого горения, т.е. образуется составной факел.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАСТРОЮВАННЯ СКЛАДНИХ БАГАТОРІВНЕВИХ СИСТЕМ КООРДИНУВАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

У даній роботі розглядається багаторівнева автоматична система координувального управління. Представляються основні принципи автоматизації настроювання даних систем.

Настроювання багаторівневих автоматичних систем координувального управління доцільно проводити поетапно, тому що кожний рівень системи пов'язаний з певним завданням при тимчасовій співвідпорядкованості процесів регулювання [1, 2]. Автоматизація процесу настроювання таких систем припускає виконання заданих певних алгоритмів поетапного настроювання на основі функціонування інтелектуальної системи.

Актуальність даної роботи викликана розвитком складних багаторівневих систем автоматичного управління, для яких відомі методики синтезу неприйнятні, тому що вони були розроблені для класу лінійних систем [3–5]. Спрощена структурна схема багаторівневої автоматичної системи координувального управління з алгоритмом автоматичного настроювання представлена на рисунку 1.

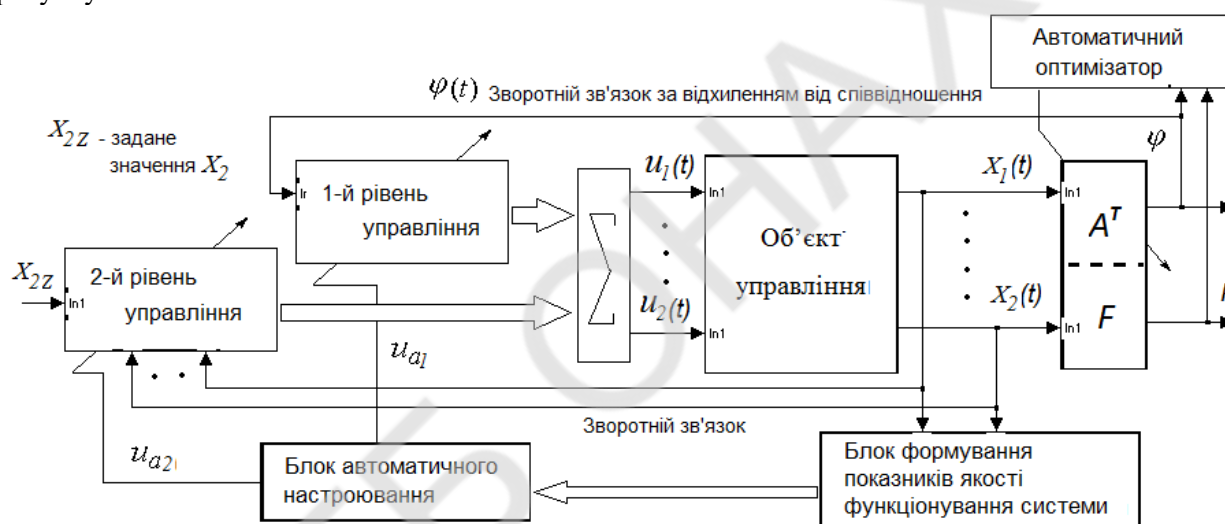


Рисунок 1. Спрощена структурна схема багаторівневої автоматичної системи координувального управління з блоком автоматичного настроювання параметрів рівнів управління, x_1, x_2 – регулюючі змінні; u_1, u_2 – управляючі впливи; P – показник енергоефективності; u_{a1}, u_{a2} – впливи, що змінюють параметри настроювання

Перші два рівня управління були відпрацьовані на базі розробленої лабораторної холодильної установки з тунельною камерою, яка розміщена у лабораторії автоматизації холодильних машин та установок ОНАХТ. Дворівневий закон управління був реалізований в програмному середовищі LabView та «завантажений» до контролеру управління лабораторною холодильною установкою (рисунок 2).



Рисунок 2. Представления дворовневого закону управління засобами середовища LabView, u_1 , u_2 – управляючі дії; u_P – управляюча дія другого рівня; u_q – управляюча дія першого рівня; v – відхилення від співвідношення значень регульованих змін; e – відхилення регульованої зміни від заданого значення

Також у програмному середовищі MATLAB\Simulink розроблялася загальна багаторівнева система, у якій блок настроювання реалізований на базі штучної нейронної мережі. Дана штучна нейронна мережа представляє алгоритм настроювання на основі синтезованої мережі Петрі, тим самим здійснюється можливість автоматизації процесу формування необхідної системи [6 – 8].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гурский А.А. Системы автоматического регулирования производительности холодильных центробежных компрессоров [Текст] / А.А. Гурский, В.А. Денисенко, А.Е. Гончаренко // Холодильная техника и технология. – 2013. – № 5 – С. 72 – 76.
2. Мирошник И.В. Согласованное управление многоканальными системами / И. В. Мирошник. – Л. : Энергоатомиздат. 1990 – 128 с.
3. Филимонов, А. Б. О проблематике синтеза координирующих систем автоматического управления [Текст] / А. Б. Филимонов, Н. Б. Филимонов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2012. – Т. 128. – № 3. – С. 172–180.
4. Соболев О.С. Методы исследования линейных многосвязных систем. М. : Энергоатомиздат, 1985. – 120 с.
5. Бойчук Л.М. Синтез координирующих систем автоматического управления – М. : Изд-во «Энергоатомиздат». – 1991. – 160 с.
6. Гурский А.А. Система управления, обеспечивающая энергоэффективное функционирование холодильной турбокомпрессорной установки [Текст] / А.А. Гурский, В.А. Денисенко, А.Е. Гончаренко // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2015. – Т. 1. – №. 1.- С. 62–67.
7. Гурский А.А. Контур самонастройки нейро-нечеткой системы управления холодильной установкой с центробежным компрессором [Текст] / А.А. Гурский, В.А. Денисенко, А.Е. Гончаренко // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2014. – Т. 6. – №. 4.- С. 95–101.
8. Гурский А.А. Генерация сети Петри на базе средств дискретно-непрерывных сетей при формировании алгоритма автоматической настройки координирующей системы управления [Текст] / А.А. Гурский, А.Е. Гончаренко, А.В. Денисенко // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса: 2017. – № 26 (102). – С. 78–87.

СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ГОЛОСУВАННЯ

Електронне голосування – концепт, який передбачає об'єднання електронних технологій збору, передачі і підрахунку голосів і є складовою системи електронного уряду. Розглядається проектування та розробка системи електронного голосування. Проаналізовано основні тенденції у розробці, розроблено структуру та алгоритми функціонування роботи системи, продемонстровано результати роботи розробленої системи.

Постановка проблеми. Особливою формою прояву політичної демократії є вибори, які формують центральні органи влади (президент, віце-президент, парламент) та органи місцевого самоврядування різних рівнів. Вони стимулюють політичну активність населення. Проте на сьогоднішній день є такі категорії населення, яким важко або неможливо прийти на виборчу дільницю, які знаходяться за межами держави тощо. Тому допомогти оптимізувати взаємодію громадян і влади, виборчий процес може е-демократія і, зокрема, е-врядування, електронне голосування. Мета даної розробки – підвищення інформативності та забезпечення анонімності електронного голосування за рахунок створення системи електронних виборів.

Питання легітимності будь-якої влади безпосередньо залежить від довіри до виборчої системи держави. Сучасна Україна, протягом багатьох років страждає від низького ступеня довіри до державних інституцій, дуже тонко реагує на будь-які інсинуації, пов'язані з чесністю і прозорістю виборчого процесу. Причиною тому є і деякий історичний досвід, і гострота політичної боротьби. Так чи інакше, з наближенням чергових виборів в країні виникає питання легітимізації їх результатів.

Важливим елементом проведення електронних виборів також є повсюдне використання апаратного і програмного забезпечення. Електронне голосування розглядається, не просто як фіксація волі виборців з використанням електронних технологій, а як процес прийняття політично, юридично і соціально значущих для держави і суспільства рішень за допомогою процедури виборів. Електронне голосування потрібно розглядати як процес прийняття політично і юридично значущих рішень, і у формальному аспекті – як процес фіксації волі виборців з використанням електронних технологій.

Структура системи електронного голосування наведена на рисунку 1.



Рис. 1 Структура системи електронного голосування

Процес голосування розділений на 4 кроки.

1. Ознайомлення із «Правами громадянина» та процесом голосування. Після ознайомлення потрібно підтвердити те, що прочитали та ознайомилися. Без підтвердження неможливо перейти до наступного етапу.

2. Підтвердження того, що виборець має право голосу відбувається шляхом введення отриманого ключа.

3. Третій крок призначений для ознайомлення із кандидатами. В даному кроці є список кандидатів, та коротка інформація про них:

4. Фінальний крок – здійснення голосування.

Після голосування отримуємо повідомлення про успішність вибору. Після того як статус голосування буде змінено із open (відкрите) до closed (закрите), виборці на тій же сторінці зможуть ознайомитися із результатами голосування (рис.2). На даній сторінці відображається переможець виборів, та інтерактивна діаграма, взаємодії з якою можна побачити і відсотковому відношенні кількість голосів за кожного кандидата.

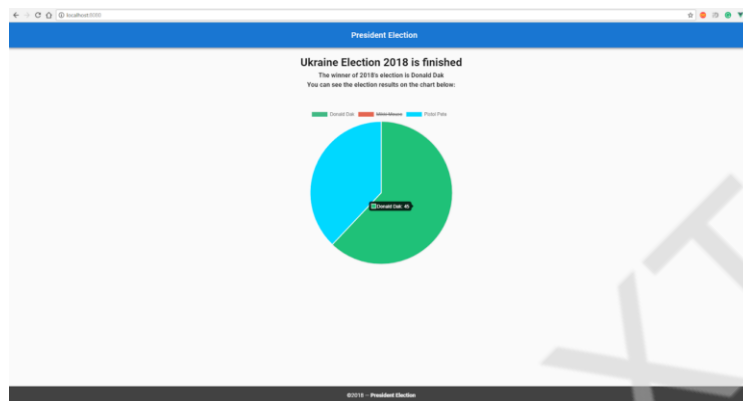


Рис. 2 Результати голосування

Отже розроблена система для електронного голосування є важливим елементом в системі електронної демократії та дає можливість ознайомитись з важливою для вибору інформацією та цілком анонімно залишити свій голос. Така система дозволить знизити рівень фальсифікації виборів, збільшити явку виборців. Кожен громадянин матиме змогу самостійно простежити чи дійшов його голос до виборця.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Хоган Б. HTML5 и CSS3. Web-разработка по стандартам нового поколения/ Б. Хоган – 4-е изд. – СПб.: Издательский дом "Питер", 2010. – 260 с.
2. Web-сайт [електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.webtec.com.ua>_ Web-сайт: визначення й застосування.
3. Інформаційний портал Vin Place [електронний ресурс] // Режим доступу: <http://vinplace.net/adresa-i-telefony/detskie-doma-i-internaty.html> – Назва з екрану.

ПРОБЛЕМИ ТРАНСЛІТЕРАЦІЇ НАУКОВОГО КОНТЕНТУ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХ
ВИРІШЕННЯ

Проаналізовано чинні в Україні системи транслітерації. Розглянуто проблеми транслітерації слів латинськими літерами, описано алгоритм роботи автоматизованої системи транслітерації.

Транслітерація – це механічна передача тексту й окремих слів, які записані однією графічною системою, засобами іншої графічної системи при другорядній ролі звукової точності, тобто передача однієї писемності літерами іншої [1]. Транслітерація здійснюється шляхом відтворення кожної літери латиницею згідно з транслітераційною таблицею (табл.1), яка складається з транслітераційних пар, де пара – це кирилична літера і відповідна до неї латинична літера, що мають однакову чи подібну вимову. Офіційна транслітерація українського алфавіту латиницею затверджена постановою Кабінету Міністрів України №55 від 27 січня 2010 р.

Таблиця 1

Таблиця транслітерації українського алфавіту латиницею

Кирилиця	Латиниця	Кирилиця	Латиниця	Кирилиця	Латиниця	Кирилиця	Латиниця
Аа	Aa	Жж	Zh zh	Мм	Mm	Фф	Ff
Бб	Bb	Зз	Zz	Нн	Nn	Хх	Kh kh
Вв	Vv	Ии	Yy	Оо	Oo	Цц	Ts ts
Гг	Hh	Іі	Ii	Пп	Pp	Чч	Ch ch
Ґґ	Gg	Її	Yi i	Рр	Rr	Шш	Sh sh
Дд	Dd	Йй	Y i	Сс	Ss	Щщ	Shch shch
Ее	Ee	Кк	Kk	Тт	Tt	Юю	Yu iu
Єє	Ye ie	Лл	Ll	Уу	Uu	Яя	Ya ia

Систем транслітерації достатньо багато, серед яких перевірка написання прізвища та імені латинськими літерами ДМСУ [2], Онлайн транслітерація прізвища та імені[3], портал Словник.ua[4] та інші. Основним недоліком даних сервісів є те, що вони вузько направлені, не гнучкі та не враховують наявність у словах омографів, що може призвести до неточностей транслітерування.

Однією із важливих транслітераційних вимог повинна бути однозначність, що забезпечує стабільність конверсії знаків, простоту, зворотність перетворення. Інколи ці вимоги порушуються через естетичні норми і традиції. У чистому вигляді транслітерація застосовується для небагатьох мов і поступається альтернативному способу передачі іншомовних слів транскрипції, що орієнтована на звуковий склад слова в донорській мові [5].

Редактори наукових журналів регулярно жалуються на те, що автори при подачі своїх рукописів часто путають літери латинського алфавіту та кирилиці. Так, наприклад, в анотації, ключових словах, бібліографічному списку та навіть в прізвищі та імені часто можна зустріти замість латинських літер «о», «а», «с», «х», «р», «е» кириличні «о», «а», «с», «х», «р», «е».

На превеликий жаль, багато авторів просто не усвідомлюють значимість правильного написання латинської версії реферату та списку використаних джерел. В печатній версії журналу цих літер ніхто не замітить, а в метаданих на сайті це може мати неприємні наслідки: некоректна обробка бібліографічних посилань різними інструментами, що призведе до зменшення академічних рейтингів як самого журналу, так і автора, що публікується в ньому[6].

Вирішенням даної проблеми є розробка автоматизованої системи транслітерації. Перевагою даного сервісу над іншим є те, що буде відбуватися перевірка символів, які отримав обробник подій keypress та та варіативність способу транслітерації за потрібним стилем. Наприклад, для латинської літери «a» код – 97, а для кириличної «а» - 1072. Помилка буде виділена на фоні інших літер і користувач буде сповіщений. Алгоритм роботи даної системи представлено на рис.1.

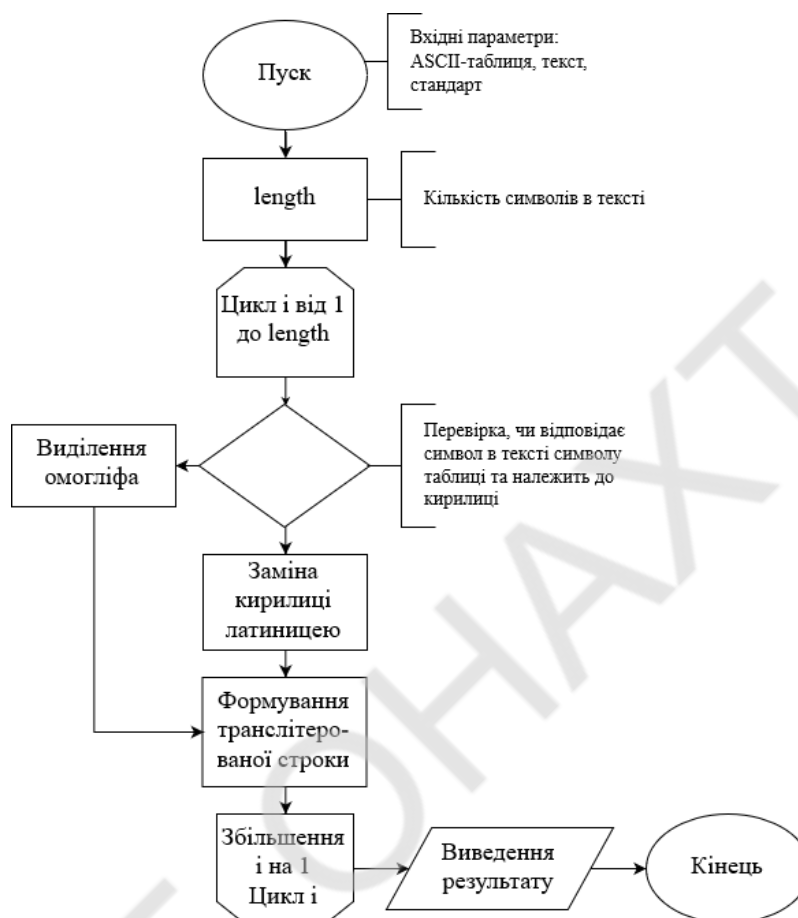


Рис.1. Алгоритм автоматизованої системи транслітерації

Отже, проблема відтворення українських слів залишається надалі актуальною і розробка системи автоматизації дасть змогу робити це швидше та якісніше. Запропонований алгоритм описує принцип роботи такої системи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1]Uk.wikipedia.org. (2019). *Транслітерація*. [online] Доступно за адресою: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Транслітерація> [Доступ 2 жовт. 2019].
- [2]Державна міграційна служба України. *Перевірка транслітерації*. [online] Доступно за адресою: <https://dmsu.gov.ua/services/transliteration.html>.
- [3]Pasport.org.ua. *Транслітерація - Паспортний сервіс*. [online] Доступно за адресою: <https://pasport.org.ua/vazhlivo/transliterationsiya>.
- [4]Slovyk.ua. *Українська транслітерація онлайн..* [online] Доступно за адресою: <https://www.slovyk.ua/translit.php>.
- [5] Костик, Є. (2016). ПРОБЛЕМИ ТРАНСЛІТЕРУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ ВЛАСНИХ НАЗВ СТУДЕНТАМИ НЕМОВНИХ ФАКУЛЬТЕТІВ. *Young Scientist*, [online] 5(32), pp.499-502. Доступно за адресою: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/5/124.pdf>.
- [6]Openscience.in.ua. (2018). *Поиск кириллицы в латинице | Open Science in Ukraine*. [online] Доступно за адресою: <https://openscience.in.ua/cyrillic-latin.html> [Доступ 18 вер. 2019].

О ДОЦІЛЬНОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

В статті розглядаються питання доцільності визначення точності побудови математичної моделі, що дозволяє визначати параметри надійності реальних складних технічних систем типу літальних апаратів. Проведено аналіз існуючих методів оцінки показників і характеристик надійності складних систем, сформульовані основні поняття і визначення складних систем, розглянуто процес надійного функціонування складних систем і доведено можливість подання будь-якої системи на етапі експлуатації.

При дослідженні надійності складних технічних систем, що складаються з послідовно з'єднаних в єдину конструкцію об'єктів, виникає необхідність проведення аналізу надійності як для всієї системи в цілому, так і для кожного об'єкта цієї системи окремо. Оцінювання параметрів цієї системи на прикладі розподілу Вейбулла описано в [1], там же наводиться порядок вибору початкового наближення. Дослідження точності оцінювання параметрів та їх дисперсій шляхом моделювання відмов систем, що складаються з N блоків, за розподілом Вейбулла з фіксованим ресурсом T_r ($\Delta=0$) показали, що похибка обчислень невелика. Однак при обробці реальних даних похибки оцінок можуть бути великими, тому, для формулювання рекомендацій, необхідно проводити додаткові інженерні аналізи на основі математичного моделювання. Само собою зрозуміло, що обсяг і глибина використання математичного апарату в теорії надійності вимагає досить точної математичної моделі реальної системи. Необхідна точність математичної моделі визначається частково точністю і достовірністю вихідних даних. Однак недостовірність вихідних статистичною та іншою інформацією ні в якому разі не може служити підставою для відмови від проведення оцінок різних показників надійності і ефективності функціонування складних технічних систем, оскільки більшість розрахунків і оцінок на ранніх стадіях проектування носить характер відносного порівняння декількох конкурентоспроможних варіантів. Оскільки реальне моделювання, будучи найбільш адекватним, вимагає великих матеріальних і тимчасових витрат, математичне моделювання залишається основним інструментом дослідження складних технічних систем. Воно поділяється на аналітичне, імітаційне і комбіноване (яке включає в себе два перших). При аналітичному моделюванні процес функціонування системи записується або у вигляді функціональних рівнянь, або у вигляді логічних умов. В основі імітаційного моделювання лежать алгоритми і програми, які відтворюють роботу системи з урахуванням реальної послідовності протікання в часі елементарних явищ і випадкових впливів на систему.

За результатами моделювання встановлюється характер зв'язків між цільовим параметром і факторами, що впливають, або вирішується завдання оптимізації цільової функції (екстремальна задача). Імітаційне моделювання використовується для структурного і параметричного синтезу технічної системи з оптимізацією її за найважливішими параметрами - надійність і економічна ефективність. Імітаційне моделювання технологічних процесів і зазначених вище складних технічних систем може проводитися із застосуванням математичних моделей і/або теорії систем масового обслуговування [2].

Природно, що та чи інша математична модель відображає ступінь пізнання технічної системи. Більш глибоке дослідження системи дозволяє будувати модель, яка більш відповідає реальній системі. Така модель виходить, як правило, більш складною. Але більш складна математична модель вимагає більш детальних вихідних даних, з одного боку, і більш тонких методів математичного дослідження - з іншого. І хоча, здавалося б, таке уточнення математичної моделі є бажаними і навіть необхідним для більш точного вивчення досліджуваного об'єкта, виникає далеко не просте запитання про доцільність точності математичної моделі досліджуваної системи.

Справа у тому, що завданням складання математичної моделі надійності є можливість визначення тих чи інших кількісних характеристик, що відображають якісну сторону функціонування реальної системи. Щоб отримати кількісні результати користуються вихідними даними, що одержуються експериментальним шляхом, не є, в силу різних причин, досить достовірними. Крім того, якщо математична модель надійності складна, то доводиться вдаватися до різних

обчислювальних методів, що призводить до неминучих похибок (наприклад, чисельні методи наближеного обчислення). Ці два фактори - недостовірність (або неточність) вихідних даних в похибки обчислювальних методів - можуть звести нанівець всі ті переваги, яких намагаються домогтися, створюючи дуже точну математичну модель [3]. Іншими словами, сама ж по собі «чиста» модель надійності не є самоціллю: тому точність її повинна визначатися конкретними умовами (точністю вихідної інформації, потрібною точністю рішення і т.і.). Очевидно, що при допуску неточностей в математичній моделі надійності, та ще приймаючи до уваги малу достовірність вихідних статистичних даних, і - як наслідок - похибки в остаточних результатах, можуть виникнути сумніви в корисності розрахунків надійності. Тому дуже важливо зрозуміти, коли і для чого потрібні розрахунки надійності.

Насамперед, розрахунки надійності функціонування таких складних технічних систем, якою є ЛА в цілому і його складові елементи, наприклад, крило, приносять велику користь на різних етапах проектування ЛА, коли виникає питання про порівняння різних можливих варіантів і виборі найкращого з них, а на більш пізніх етапах дозволяють перевірити правильність прийнятих рішень, знайти слабкі місця і виробити певні рекомендації щодо підвищення надійності.

Виходячи з вищезазначеного, розрахункові методи часто виявляються незамінними, а часом і єдиною можливими як на етапі випробування ЛА, так і при необхідності діагностування його технічного стану. У цьому випадку одним з основних способів отримати оцінку показників надійності є розрахунковий або розрахунково-експериментальний метод [4].

І, як наслідок, розрахункові методи (з проведення профілактичного обслуговування та організації контролю справності складної технічної системи) можуть забезпечити найбільш оптимальний режим експлуатації зазначених складних технічних систем. таких, наприклад, авіаційної техніки [5].

Таким чином, застосовуючи розрахункові методи і знаючи комплексні показники надійності можна продовжувати термін експлуатації об'єкта складної технічної системи доти, коли ремонт не стане недоцільним, або коли зазначений об'єкт не буде знятий з експлуатації після досягнення призначеного терміну служби чи призначеного ресурсу. Як методологічна основа комплексної автоматизації вирішення завдань моделювання надійності функціонування складних технічних систем в рамках нових інформаційних технологій, пропонується інформаційний підхід, заснований на математичних моделях, що полягає в реалізації наступних принципів: єдності процесів розпізнавання ситуацій, прогнозування їх розвитку та управління коштами добування інформації, пронізаючімі все ієрархічні рівні інформаційної системи підпорядкованості функціонування інформаційної системи поточному стану інформаційного процесу, використання інформаційного показника якості управління процесом розпізнавання представлення знань, що відображають ситуативність поведінки об'єктів; реалізації технології експертних систем, що відбиває особливості аналізуючи інформації про надійність функціонування складних технічних систем в реальному часі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрианова Р. А. Математические модели и их расчеты на ЭВМ: Учебное пособие. - Челябинск: ЧГТУ, 1992. - 47 с.
2. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1968. -356 с.
3. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьёв А. Д. Математические методы в теории надёжности. М.: Наука, 1965. - 524 с.
4. Калашников В. В. Сложные системы и методы их анализа. М.: Знание, 1980.-60 с.
5. Комаревич Л. В. Введение в теорию надёжности сложных технических систем: Учеб. пособие. Омск, 1995. - 80 с.

AUTOMATION OF EMPLOYEE EVALUATION IN EDUCATIONAL INSTITUTION

The mission statement of educational institution is considered. The business process of employee evaluation in an educational institution is investigated. Functional model of business process in the IDEF0 notation is developed. The problem statement of the evaluation task as a classification task of employee characteristics according to the degree of job correspondence is presented. An example of a job profile is shown. An algorithm for solving the problem of employee evaluation by calculating the degree of similarity is proposed.

The main mission statement of each Ukrainian educational institution is the providing of quality educational services in accordance with current Ukrainian legislation, European standards and the needs of modern Ukrainian society by improving the professional competence of the staff in the educational institution. The competence or qualification of the teaching staff should be appropriate to a job competency profile. The competencies are the employee characteristics that are important for the job effectiveness in a definite position and that can be measured through employee behavior [1]. The job profile is a document that consists of a list of competencies and functional responsibilities pertaining to a specific job, as well as a list of the employee's business and personal qualities. Thus, basis for providing of quality educational services is experienced and motivated staff. Therefore, in order to carry out the mission of the educational institution, it is necessary to evaluate the work activity of the teaching staff by time to time. To date, the employee evaluation has been resolved only by expert method, so the task of the business process automation of staff evaluation is relevant.

The first stage of automation of the existing business process is consists in TO-BE modeling. For this purpose, it is necessary to formulate the purpose of the investigated problem, to set the boundaries of the domain and the depth of detail. The process model should answer the following questions:

- Which procedures must be fulfilled for definite result and in which sequence?
- Which input documents and information each procedure use and which output documents and information the business process generate?
- Which resources are needed to implement each business process?
- Which documentation and conditions regulate the procedure?

To build a business process model of employee evaluating in the educational institution, an IDEF0 notation was selected. The context level of the business process has been created, based on IDEF0 notation (Fig. 1). The inputs for the process “conduct employee evaluation” in the educational institution are information about the staff and the job responsibilities of each position. The degree of compliance with the position is determined on the basis of the questionnaire, the job profile, the list of competencies of the educational institution and the employee evaluation method. Result allows to form personnel decisions. This process is divided into several separate functions, so to perform this business process efficiently, not only the head of the institution and the HR manager is needed, but also the IS, which will allow to automate some of the procedures.

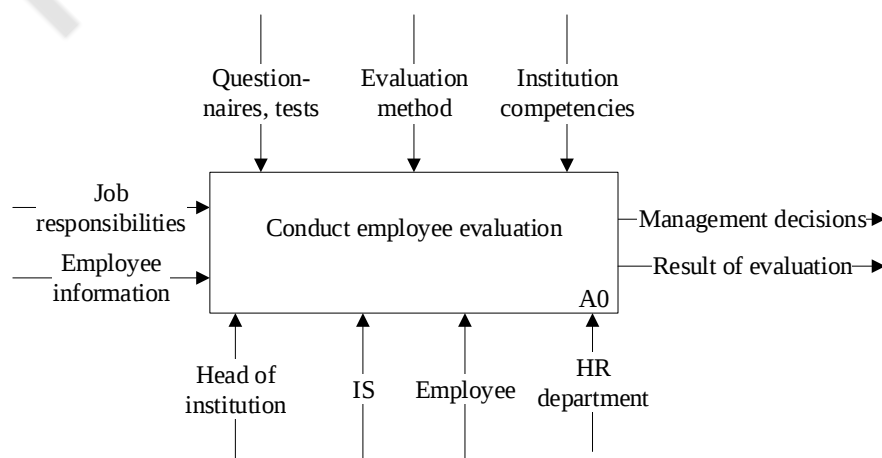


Figure 1 – Context level of evaluation process

The list of procedures for employee evaluation is presented at the next level of detail of the business process (Fig. 2).

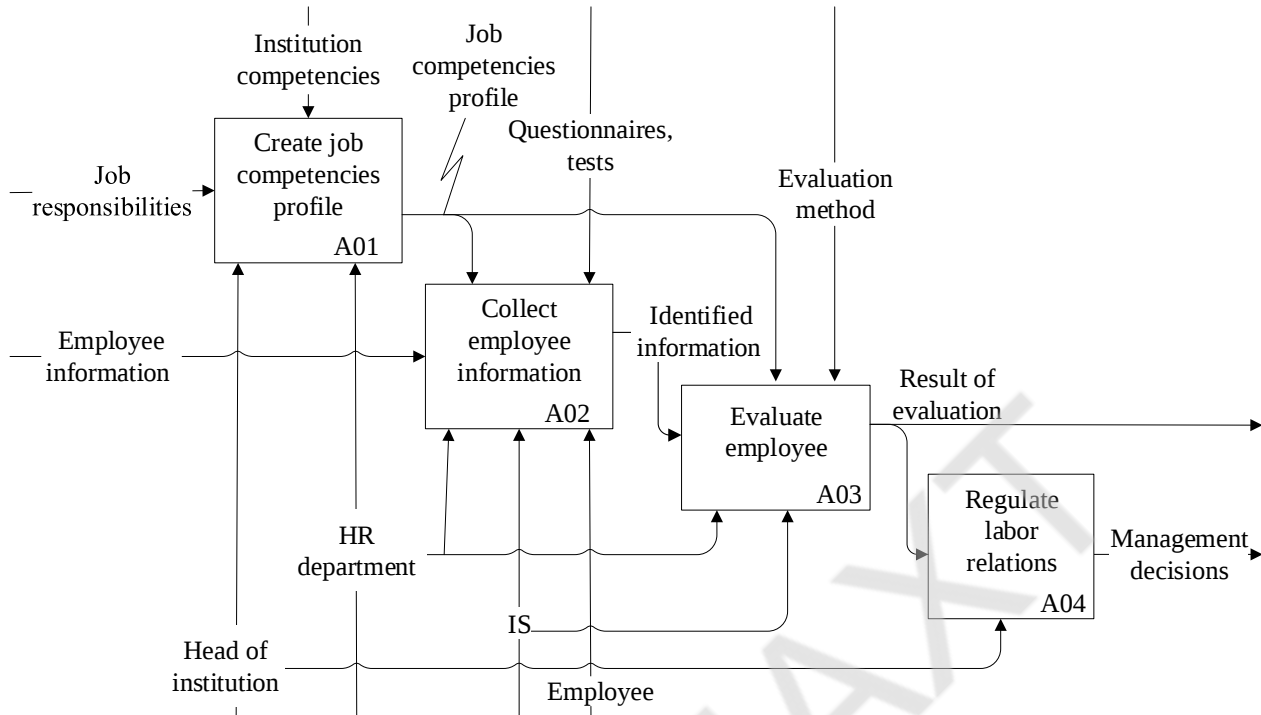


Figure 2 – Business process of employee evaluation

The employee evaluation process consists of four stages:

1 Create job competencies profile: At this stage, the head and HR-manager develop or modify the job competencies profiles as needed.

2 Collect employee information: The HR-manager collects information through questionnaires, testing, interviews, and more. Next action is the process of identifying data, which determining the values of competencies using IS.

3 Evaluate employee: The employee information is analyzed using the job competencies profile and the evaluation method. Result will help to identify the level of employee compliance.

4 Regulate labor relations: The results of the evaluation will allow the head of the educational institution to make management decisions based on his / her experience and knowledge:

- the improvement of qualification of the employee is needed;
- the involvement employee for additional activities of the institution is needed, that helps to increase the employee professionalism level;
- the possible problems in labor activity in a certain position is identified;
- the staff rotation is needed: upgrading of career ladder, demotion, salary reducing, relocation, or dismissal from employment;
- the enhancement of the level of employee motivation is needed;
- the improvement of the personnel management process as a whole is needed.

Thus, the basis for making important managerial decisions in the process of teaching staff evaluating in the educational institution is to analyze information of the employees' labor activity using the job profile. So let's look this problem in more detail.

The task of employee evaluation in educational institution is a classification task, because a certain set of employee characteristics complies or does not comply the position requirements. Therefore, the employee evaluation task can be represented in formal view: if we denote by $K=\{k_1, \dots, k_n\}$ the set of competencies for a particular position or job profile, and $P=\{p_1, \dots, p_m\}$ is a set of classes of correspondence for the position in a certain scale, then the task of evaluating a pedagogical employee is following $f:K \rightarrow P$ to find a mapping of one set to another.

The job competencies profile is a set of data with different nature (see Table 1), so it is necessary to choose an approach that allows both qualitative and quantitative data to be processed. Some competencies from job profile make a positive contribution to the final assessment of conformity, for example, the ability to speak in public, while others are negative, such as the presence of conflict situations in lessons.

Table 1 – The snippet of teacher profile in educational institution

№	Competencies and characteristics	The value of competencies and characteristics
1	The communication	Dichotomous value: yes or no
2	Ability to quickly connect with strangers	Dichotomous value: yes or no
3	Ability of public speech	Values relative to the scale: from 1 to 5
4	Well delivered and competent language	Dichotomous value: yes or no
5	Competency “Working with pupils”	This competence contains 4 levels: 1: Able to find a common ground with the pupils, but doesn’t know how to behave in conflicting situations with the pupils. 2: Acts strictly within established limits. He uses the institution’s administration to resolve conflicts. 3: Confident teacher. Able to influence the class, can manage students with deviant behavior. 4: Able to negotiate with pupils. May act as a mentor to pupils. Has respect among pupils.
6	Position experience	Number of years

To solve this classification task, it is proposed to use cluster analysis based on the calculation of the degree of similarity between the objects where the degree of relevance of the position serves as a cluster. The most popular measures of similarity for data of mixed nature are the Gower coefficient, the Zhuravlev, Voronin, and Mirkin measures. They provide the possibility of calculating the quantitative, ordinal and qualitative features separately, and then they allow to calculate the overall measure [2, 3]. The algorithm for solving the problem of classification of characteristics of a pedagogical employee is presented in Fig. 3.

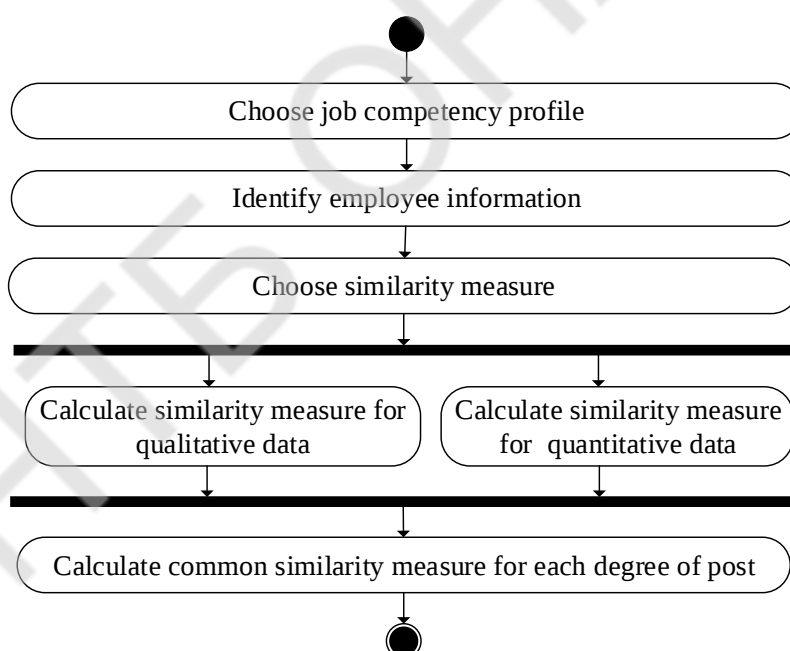


Figure 3 – Algorithm of calculating of post accordance degree

Thus, the proposed algorithm for solving the evaluation problem of pedagogical staff in the educational institution with the help of IS will allow to reduce the time costs for data processing, thus will allow to improve the quality of management decisions.

References:

- [1] *Competency Model*. [Online]. Available: <https://www.valamis.com/hub/competency-model> [Accessed Sept. 30, 2019].
- [2] Brian S. Everitt, Sabine Landau, and Daniel Stahl. *Cluster Analysis*. Wiley, 2011.
- [3] Осипенко, Н. Б. *Пакеты обработки экспериментальных данных на ЭВМ*. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ КОЛОРИСТИЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ
ЗОБРАЖЕНЬ

В цій роботі розглядається розробка методів та засобів колористичного оброблення зображень для визначення домінуючої палітри кольорів та системи на їх основі, проводиться порівняльний аналіз аналогів та методів колористичного аналізу зображень.

Вступ

В сучасному світі, розвиток технологій відкрив новий простір для застосування сучасних досягнень в науці та техніці у вирішенні проблем, які раніше було неможливо або було вкрай важко вирішити. Одне з досягнень є можливість здійснення колористичного оброблення зображень з визначенням домінуючої палітри кольорів [1]. Така можливість, в сучасному світі, що стрімко розвивається, є доволі затребуваною і це підкреслює велика кількість здійснених досліджень [2].

Наприклад, з розвитком сфери інформаційних технологій і з появою величезної кількості вебсайтів виникла потреба в розробці оригінальних дизайнів для того, щоб не тільки привернути увагу потенційних користувачів до цієї сторінки, але й для відокремлення від конкурентів та для створення власної ідентичності. Окрім цього, така можливість знайшла використання у дизайні приміщень, в редагуванні зображень, аналізі картин мистецтвознавцями, процесі фільтрації зображень, розробці автоматизованих систем сортування за зображеннями тощо.

У зв'язку з великим потенціалом та поширеним використанням вказаного колористичного аналізу зображень є актуальною проблема створення системи колористичного оброблення зображень.

Метою досліджень є аналіз та виявлення особливостей розробки методів та засобів колористичної обробки та формування структурованих баз зображень.

Порівняння з існуючими аналогами

В якості існуючого аналога взято онлайн сервіс IMGonline [3]. Вказаний сервіс здійснює аналіз вхідного зображення через його завантаження на свою серверну частину, при цьому присутня можливість налаштування аналізу зображення у вигляді вибору вихідної кількості домінуючих кольорів та стисненні вихідного зображення до формату JPEG (рисунк 1).

IMGonline.com.ua
Обработка JPEG фотографий онлайн.

[Главная](#) | [Изменить размер](#) | [Конвертер](#) | [Сжать](#) | [Редактор EXIF](#) | [Эффекты](#) | [Улучшить](#) | [Инструменты](#)

Определить основные цвета картинки онлайн

Главное нужно указать фото или картинку на вашем компьютере или телефоне, нажать кнопку ОК внизу страницы и подождать пару секунд. Остальные настройки уже выставлены по умолчанию.

Примеры разных фотографий с автоматически определенными основными цветами:

1) Укажите изображение в формате BMP, GIF, JPEG, PNG, TIFF:

Огляд... Файл не выбран.

2) Настройки обработки

Количество основных цветов: 5 цветов

Добавить ссылку на этот сайт внизу справа ☒

Показывать изображение с палитрой на странице результата? ☒ Да ☐ Нет (сэкономит трафик на телефоне)

3) Формат изображения с палитрой на выходе

☐ JPEG стандартный с качеством 92 (от 1 до 100)

☒ PNG-24 (без сжатия и без потери качества)

OK

Обработка обычно длится 5-30 секунд

Рисунок 1 – Онлайн сервіс «IMGonline»

Перевагами використання цього сервісу є його онлайн платформа та можливість налаштування вихідної кількості домінуючих кольорів.

Недоліками цього сервісу є: неможливість здійснення аналізу групи зображень (кожне зображення необхідно завантажувати окремо), недостатньо точний результат при обробленні зображень з яскравими кольорами, необхідність завантаження зображення на сервер третьої сторони для його оброблення, неможливість створення вибірки з раніше проаналізованих зображень, втрата швидкодії в обробленні зображення через використання клієнт-серверної архітектури.

Іншим аналогом є онлайн сервіс «TinEye» [4].

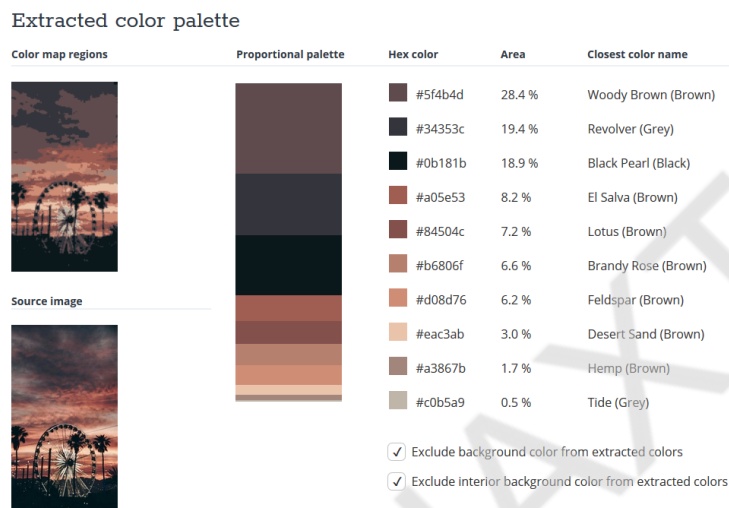


Рисунок 2 – Онлайн сервіс «TinEye»

Перевагами цього сервісу є простота інтерфейсу та можливість виключення фонового кольору з отриманої палітри кольорів (рисунок 2).

Недоліки цього сервісу є схожими до недоліків попереднього аналога, також відсутня можливість налаштування процесу аналізу зображення.

Відповідно до здійсненого аналізу, були виявлені такі основні недоліки вказаних аналогів: обмежений функціонал у вигляді неможливості одночасного аналізу набору зображень і побудови вибірки з раніше проаналізованих, використання клієнт-серверної архітектури (що зменшує швидкість аналізу). Крім того, недоліком є необхідність завантаження зображення на сервер третьої сторони.

Методи та засоби визначення домінуючої палітри кольорів

Для здійснення колористичного оброблення зображень існують декілька можливих методів. Одним з таких методів є перетворення вхідного зображення в HSV (або HSB) простір, який є колірним простором, що заснований на трьох характеристиках кольору: колірний тон (Hue), насиченості (Saturation) та на значенні кольору (Value), який також називають (Brightness) [5].

Основною ідеєю цього методу є аналіз зображення, що базується на використанні алгоритму проходження по кожному пікселю зображення і на класифікації кольору відповідно до його значення.

Надалі здійснюється аналіз отриманих груп кольорів, при якому буде здійснено усереднення з наданням пріоритету тим групам, що набрали найбільшу кількість входжень відповідно до алгоритму:

$$\frac{100 \cdot \sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

Перевагами використання такого методу є точність та детальність визначення палітри кольорів без обмежень на їх кількість. Недоліком такого методу є його швидкість, так як при аналізі зображення буде оброблятися кожен піксель окремо і операція з аналізу може зайняти тривалий час та ресурси. Також такий метод не є оптимальним при здійсненні аналізу групи вхідних зображень через вказаний недолік в швидкодії.

Наступний метод колористичного аналізу зображень полягає у використанні алгоритму кластеризації методом к-середніх. Вказаний алгоритм є доволі розповсюдженим та ефективним. Його застосовують в найбільш різноманітних сферах: геостатистиці, астрономії, сільському господарстві, маркетингових сегментаціях тощо [6].

Суть цього методу полягає в впорядкуванні множини об'єктів в порівняно однорідні групи. Метод базується на мінімізації суми квадратів відстаней між кожним спостереженням та центром його кластера:

$$\sum_{i=1}^N d(x_i, m_j(x_i))^2$$

У випадку з колористичним аналізом відбувається визначення групи подібних кольорів на зображенні.

Спочатку, початкові центри цих груп обираються випадково, потім обраховуватиметься приналежність кожного елемента тому чи іншому центру, далі виконується перерахунок центрів кластерів на кожній ітерації алгоритму доки центри не перестануть зміщуватись. При цьому, кожен піксель зображення представляє собою точку в RGB просторі в якому вираховується відстань до центрів кластерів [7].

Однією з важливих переваг використання такого методу для побудови системи визначення домінуючої палітри кольорів є швидкодія, яка є однією з найвагоміших складових процесу оброблення зображень так як самі зображення можуть бути доволі деталізованими та об'ємними. Окрім цього, такий метод дозволить підвищити ефективність оброблення цілого набору зображень одночасно завдяки вказаній перевазі в швидкодії. Недоліком цього методу є те, що результат класифікації сильно залежить від випадкових початкових позицій кластерних центрів.

Відповідно до переваг та недоліків вказаних методів, в основу розроблювальної системи колористичного аналізу зображень покладено алгоритм кластеризації методом к-середніх, так як він має оптимальний рівень швидкодії та точності, що в свою чергу забезпечує можливість аналізу групи вхідних зображень.

В якості засобів реалізації було обрано мову програмування C#. Ця мова дозволяє створювати програмні додатки з ергономічним користувацьким інтерфейсом, використовуючи такі платформи як Windows Forms і більш сучасну Windows Presentation Foundation, окрім цього в розроблювальній системі планується тісна взаємодія з базою даних, яка буде реалізована за допомогою технології Entity Framework та бібліотек класів ADO.NET.

Висновки

На основі проведеного аналізу аналогів, обґрунтування вибору методів розпізнавання було виявлено метод, що базується на використанні алгоритму кластеризації методом к-середніх та є одночасно оптимальним в своїй швидкодії та в точності аналізу. Цей метод є основою для реалізації програмного продукту колористичного оброблення зображень, який буде реалізовано для подальшого запровадження в систему колористичного оброблення зображень та їх класифікації. Такий програмний продукт може бути використаний в системі розпізнавання зображень для рішення різноманітних задач в техніці та економіці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Домінуючий колір [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Домінуючий_колір
2. Why color matters [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.colorcom.com/research/why-color-matters>
3. IMGonline [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.imgonline.com.ua/get-dominant-colors.php>.
4. TinEye [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://labs.tineye.com/color/>
5. HSV [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/HSV>.
6. Кластеризація методом к-середніх [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Кластеризація_методом_к-середніх
7. RGB [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/RGB>

ХІІ МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019

INFORMATION TECHNOLOGIES AND AUTOMATION – 2019

ОДЕСА
17– 18 ЖОВТНЯ, 2019

Збірник включає доповіді учасників ХІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2019»

Редакційна колегія: Котлик С.В., Хобін В.А., Плотніков В.М.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.