



Журнал засновано у грудні 2010 р.
Свідоцтво про реєстрацію **КВ № 16705–5277 Р.**
Засновник: Луцький національний технічний університет
"Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво" включено в перелік наукових фахових видань.

**Журнал має російський індекс наукового цитування (РІНЦ),
індексується в міжнародних базах даних:
Universal Impact Factor, Open Academic Journals Index.**

<http://www.uifactor.org/JournalDetails.aspx?jid=5291>

<http://oaji.net/journal-detail.html?number=3918>

ISSN 2524-0560 (Online)

ISSN 2524-0552 (Print)

*Журнал "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво"
містить наступні розділи:*

Інформатика та обчислювальна техніка

Автоматика та управління

Управління проектами

Адреса засновника та його банківські реквізити:

43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75, к. 141

Луцький національний технічний університет

р/р 31251222217820

банк ДКСУ м. Київ

МФО 820172

Код ЄДРПОУ 05477296

Головний редактор Рудь В.Д.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

проф., д.т.н. Рудь В.Д. (м.Луцьк)

Заступники головного редактора:

доц., к.т.н. Мельник К.В. (м.Луцьк)

доц., к.т.н. Герасимчук О.О. (м.Луцьк)

Відповідальний секретар:

мол.наук.співробітник Свиридюк К.А. (м.Луцьк)

Члени редакційної колегії:

проф, PhD. Milosz Marek (Польща, м.Люблін)

проф, PhD. Alison McMillan (Великобританія)

проф, PhD. Дехтяр Ю.Д. (Литва, м.Рига)

проф., д.т.н. Мазур М.П. (м.Хмельницьк)

проф., д.т.н. Мельник А.О. (м.Київ)

проф., д.т.н. Сидорчук О.В. (м.Київ)

проф., д.т.н. Тарасенко В.П. (м.Київ)

проф., д.ф-м.н. Пастернак Я.М. (м.Луцьк)

проф., д.т.н. Андрущак І.Є. (м.Луцьк)

проф., д.т.н. Делявський М.В. (м.Луцьк)

проф., д.е.н. Рудь Н.Т. (м.Луцьк)

проф., д.т.н. Пальчевський Б.О. (м.Луцьк)

доц., к.т.н. Драган О.В. (м.Брест, Білорусія)

доц., к.т.н. Лотиш В.В. (м.Луцьк)

доц., к.т.н. Гуменюк Л.О. (м.Луцьк)

доц., к.т.н. Пех П.А. (м.Луцьк)

доц., к.т.н. Самчук Л.М. (м.Луцьк)

доц., к.пед.н. Потапюк Л.М. (м.Луцьк)

доц., к.т.н. Решетило О.М. (м.Луцьк)

доц., к.т.н. Повстяной О.Ю. (м.Луцьк)

Адреса редколегії:

Луцький національний технічний університет,

кафедра комп'ютерної інженерії.

вул.Львівська 75, ауд.141

м.Луцьк, 43018

тел. (0332) 74-61-15

E-mail: cit@lntu.edu.ua,

ekaterinamelnik@gmail.com

сайт журналу: ki.lutsk-ntu.com.ua

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ОСВІТА, НАУКА, ВИРОБНИЦТВО

№27 2017р.

Журнал засновано у грудні 2010 р.
Свідоцтво про реєстрацію КВ № 16705–5277 Р.
Засновник: Луцький національний технічний університет

**Рекомендовано до друку Вченою радою
Луцького національного технічного університету
(протокол №3 засідання від 31.10.2017)**

Журнал рішенням МОН України
наказом №515 від 16.05.2016р,
включено в перелік наукових фахових видань.
Журнал має російський індекс наукового цитування

(РИНЦ)

Індексується в міжнародних базах даних:

**Universal Impact Factor,
Open Academic Journals Index.**

також входить до польської міжнародної
наукометричної бази даних

Index Copernicus

ISSN 2524-0560 (Online)

ISSN 2524-0552 (Print)

ЗМІСТ

ІНФОРМАТИКА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

Andrushchak I.Ye., Androshchuk I.V., Martsenyuk V.P. Technology of cybernetic security information systems. [<i>Андрущак І.Є., Андрощук І.В., Марценюк В.П. Технології кібернетичної безпеки інформаційних систем.</i>]	5
Герасименко О.А., Фещук Ю.В. Конструювання і моделювання меблевих наборів засобами програми PRO 100 майбутніми вчителями технологій і профільного навчання.	10
Грицан П.А., Лехіцький Т.В. Класифікація безпілотних літальних апаратів.	15
Кабак В.В. Комп'ютерні програми та електронні навчальні системи як засоби інформатизації процесу підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей.	20
Кізим С.О., Меремеля І. Ю. Використання інформаційно-комунікаційних технологій при викладанні вищої математики у системі підготовки майбутніх іт-спеціалістів.	26
Костючко С.М. Розрахунок перехідних процесів двофазного асинхронного мотора.	32
Марченко О.О., Марченко О.І. Логарифмічний критерій контролю форми дерева для покращення пошуку по дереву методом Монте-Карло.	37
Мельник К.В., Мельник В.М., Лотоцький І.М. Відстеження вірусних атак на основі нейронних мереж.	44
Олексів Н.А. Використання електронних навчальних курсів на базі MOODLE при підготовці інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій.	49
Пех П.А., Бортник К.Я., Яручик О.В. Програмний С++комплекс та результати дослідження швидкодії алгоритмів сортування методом імітаційного моделювання.	54
Пех П.А., Войтович А.О. Програмний С++комплекс для дослідження процесу функціонування автоматизованих ліній та його верифікація.	60
Погорелов В.В. Проблематика використання нейромережових систем розпізнавання кібератак.	67
Ройко О.М., Арсеньєва Л.Ю., Ройко О.Ю., Паламарчук О.П. Реалізація програмного засобу для оцінки та корекції харчового статусу спортсменів.	75
Юхта О.А., Ройко О.О. Використання онлайн-алгоритмів у економічних процесах на прикладі високочастотного трейдингу НФТ.	80

АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ

Бортник К.Я., Ольшевський О.В., Кирилюк А.Л. Машинне навчання, як основа для розвитку технологій майбутнього.	85
Бурбан О.В., Луньов С.В., Зіміч А.І., Демедюк Р.С. Автоматизація вимірювання електричних параметрів напівпровідників при дослідженні п'єзоопору.	89
Головачук І.П., Величко В.Л., Лелик Я.Р. Прийоми розробки та впровадження електронного засобу навчального призначення з дисципліни «Інженерна графіка».	94
Hubal H.M. The construction and study of the system of differential equations that describes biochemical processes rates. [<i>Губаль Г.М. Побудова та дослідження системи диференціальних рівнянь, яка описує швидкості біохімічних процесів.</i>]	99
Завушак І.І., Буров Є.В. Побудова онтології процесів працевлаштування на основі аналізу контекстів операцій.	105
Каганюк О.К., Поліщук М.М., Гринюк С.В. Конструктивні особливості вугільно-видобувних комбайнів та їх класифікація, як об'єктів автоматичного управління в профілі пласта.	120
Самчук О.Г., Пастернак Я.М. Моделювання перехідних процесів у довгих лініях.	125

УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

Ліщина Н.М., Ліщина В.О., Повстяна Ю.С. Підходи до підготовки фахівців з розробки та тестування програмного забезпечення у вищих навчальних закладах.	130
Ройко О.Ю., Багнюк Н.В., Грицан П.А., Шепелюк Г.С. Особливості програмної реалізації структур даних та алгоритмів для моделювання складних поверхонь з врахуванням їх диференціальних характеристик.	135

УДК 004.05(075.8)

Луцький національний технічний університет¹⁾

Університет Бельсько-Бяли, Польща²⁾

І.Є.Андрушак¹⁾, І.В.Андрощук¹⁾, В.П. Марценюк²⁾

ТЕХНОЛОГІЇ КІБЕРНЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.

І.Є.Андрушак, І.В.Андрощук, В.П. Марценюк. Технології кібернетичної безпеки інформаційних систем.

У статті розкривається основні поняття і зміст сучасної кібернетичної безпеки. Визначається її роль і значення для інформаційної сфери.

Ключові слова: безпека, кібернетична безпека, інформаційна безпека.

И.Е.Андрушак, И.В.Андрощук, В.П. Марценюк. Технологии кибернетической безопасности информационных систем. В статье раскрывается основные понятие и содержание современной кибернетической безопасности. Определяется ее роль и значение для информационной сферы.

Ключевые слова: безопасность, кибернетическая безопасность, информационная безопасность.

I.Ye.Andrushchak, I.V.Androshchuk, V.P. Martsenyuk. Technology of cybernetic security information systems.

The article reveals the basic concept and content of modern cybernetic security. It determines its role and significance for the information sphere.

Key words: safety, cybernetic security, information security.

Formulation of the problem. The development of the information sphere of Ukraine opens not only new opportunities for the person, state and society, but also puts new, ever more complex tasks that require an objective and timely solution. The evolution of information relations requires revision and updating of existing legal rules of the actors as the main means of their settlement. The right should promptly react to any changes in social relations, otherwise its regulatory impact will be reduced, which will lead to negative consequences.

In connection with this, constant monitoring and evaluation of certain phenomena arising in the state and social life is necessary, in order to ensure, based on the experience gained, the modernity and relevance of legal norms.

So, for example, increasingly in daily life, scientific, analytical and news articles devoted to the development of information technologies, we encounter the terms "cyberspace", "cybercrime", "cyberwar", "cyberterrorism" and the like. However, if you turn to legal norms, then, unlike the sources, they do not abound by such terms.

Setting up tasks. Do they symbolize a new stage in the development of information relations, or is it just a game of words, in order to attract the attention of the public? What relation do they have to the modern problems of the information sphere, military security and to science derivatives, from which name they are?

Cybernetics (from Greek *kybernetike* - art of management) is the science of the general laws of obtaining, storing, transmitting and processing information. The main object of the study is the so-called cybernetic systems, which are considered abstract, regardless of their material nature. Each such system is a set of interconnected objects (elements of the system) that can perceive, memorize and process information, and exchange it. Cybernetics develops general principles for the creation of control systems and systems for the automation of mental labor. The main technical means for solving the problems of cybernetics are computers. Therefore, the emergence of cybernetics as an independent science is associated with the creation in the 40's. 20th century these machines, and the development of cybernetics in the theoretical and practical aspects with the progress of electronic computing.

As can be seen from the original concept of cybernetics is the concept of management. Under the control of the broad sense of the word, the ordering of the control system is understood, i.e. bringing this system in line with the laws of the surrounding objective reality. Since such an interpretation of the concept of control extends it to objects of inorganic nature, obeying physical laws, the concept of management of a number of authors extends only to living systems and artificial control systems (computers, etc.).

Analysis of recent researches and publications. Not surprisingly, in the modern period of the formation and development of world information civilization, the large-scale penetration of information technologies, the importance of cybernetics also increases. If earlier computers and related technologies were not widespread, now they are present everywhere, with their application built control systems for different purposes, composition and level.

A large number of scientific works reflecting different views on their nature and relationship are devoted to the study of phenomena of information and management. However, the fact that control without information is impossible is not disputed by anyone. Information acts as an integral resource of management.

The control system consists of two blocks - a control system and a controlled object connected by direct and reverse links. The control system transmits a control effect on the control object through the direct link channel. Information about the state of the control object is transmitted to the control system through the feedback channel.

In essence, management is the organized exchange of information between elements of the system in order to maintain them in a certain state. However, if any kind of management uses information, then far from any information is suitable for management.

In order to carry out the management process, it is first of all necessary to obtain information about the controlled object and bring it into a form suitable for communication over the channels. After bringing the information into this form, it is transferred to the control system (in which the computer or human brain can act as a computer). The management system, having processed the received information on the basis of the rules laid down in it, develops management commands and passes them to the executive bodies, which, acting on the control object, change the state of the latter. Further, information about actions performed by the executive bodies, the status of the control object and external influences through the feedback channels is transferred to the control system, which uses this information to generate new control commands.

Consequently, there are the following universal components of the control process:

- management information - a specific type of data necessary for the management to be carried out, including: data on the controlled object, its condition, external influences, actions executed by the executive bodies, control commands;

- control forces - its implementing entities (management system), executive bodies;

- management means - communication and feedback channels, as well as management information management tools (management infrastructure);

- order or control algorithm - the rules on the basis of which the control system processes information and develops management commands.

The nature of these components coincides with the nature of the elements of the information sphere, which includes: information, information infrastructure, subjects of information relations and the system of their regulation. Based on this, management information is a specific type of information, management infrastructure is a kind of information infrastructure, and subjects of management are the kind of subjects of information relations.

Of particular interest is the comparison of such elements as the order (management algorithm) and the system of regulation of information relations. On the one hand, in the context of the elemental comparison they have, they have a similar nature and purpose - they are the basis of the formation of a controlling influence.

However, on the other hand, if the management (management algorithm) is a set of rules for processing information and elaborating management commands, then the system of regulation of information relations includes not only such rules. It also includes management information (the data on which management decisions are made) and management entities, in the role of which are state authorities and their officials authorized in the field of information relations regulation, and the corresponding infrastructure.

Basic material presentation. The system of regulation of information relations is a concrete example of a cybernetic system, and information relations act as the object of its management.

In turn, the foregoing makes it possible to conclude that within the information sphere there is a cybernetic sphere (cyber sphere) - a management sphere that includes a special type of information, subjects, infrastructure and rules necessary for the implementation of the management process.

In addition to the inextricable link between the information sphere and the cyberspace, they become apparent and the differences between their elements make it possible to differentiate existing threats against them and, consequently, also take these features into account when securing management safety.

If the provision of information security is an activity aimed at achieving a state of security of the information sphere in which implementation of known threats against it is impossible, the provision of cybernetic security is an activity aimed at achieving a state of security of management, in which it is not possible to violate it.

In addition, providing information security is an easily scalable category, the features of an object or system within which it is implemented, does not fundamentally affect its content. This activity includes ensuring the safety of information, information infrastructure, subjects and the system of information relations regulation both on a state scale and on a scale of a separate organization.

In the case of cybernetic security, the situation is somewhat different. Its security is now more dependent on the features of the cybernetic system and management processes, since various requirements are subject to different requirements that must be observed.

For example, if it is necessary to ensure, in relation to public administration, among other things, that citizens should be informed about the activities of the authorities, that is, their openness and the availability of relevant information. In relation to, for example, the control of troops on the contrary, it is necessary to ensure its stealth.

In addition, due to the widespread use of information technology in the military sphere, along with the classical requirements for a management system (sustainability, continuity, efficiency, stealth, efficiency) today, there are fundamentally new requirements, such as:

- adaptability to changing conditions and methods of using the Armed Forces;
- ensuring a single information space on the battlefield;
- openness in terms of constructing and expanding opportunities;
- ability to reduce operational and maintenance personnel;
- evolution in development;
- technological independence;

Thus, the maintenance content of cybernetic security can vary significantly depending on the requirements imposed on the control system, its purpose, the specifics of the controlled object, the environment conditions, the composition and condition of the forces and means of management, as well as the order of management.

What, in general, is it necessary to distinguish information and cybernetic security? What tasks can be solved with such a delimitation? Such a necessity determines the transition to a new socioeconomic formation, called the information society.

If earlier problems of cybernetic security were relevant mainly to the military organization, in connection with the existence and development of the forces and means of information confrontation and radio-electronic struggle, now such problems exist in relation to the state as a whole.

Thus, the tasks of providing cybernetic security to date exist, both in relation to the state as a whole and in relation to certain critical structures, systems and objects.

Let's consider in more detail some of these reasons, which necessitate the separation of cybernetic security as an independent form of security.

One of the new negative phenomena posing a danger to the information sphere is the emergence of hacker groups occupying an active social position and covering their activities in social networks and mass media. Unlike classical hacker groups who seek not only to conceal their activities, but also the very fact of their existence, the so-called hacktivists position themselves as fighters with injustice and arbitrariness, and follow certain rules and principles independently elaborated. Moreover, an analysis of the activities of such groups makes it possible to conclude that they pursue non-commercial goals. In their activities, ideological (political), and not material motivation prevails, which makes them a more serious threat to the state and commercial companies, as compared to ordinary criminals.

These facts allow us to conclude that part of the hacker community has become interested in the political and economic situation and is trying to influence it by organizing and holding mass protests and massive hacker attacks on the resources of the state, including military and commercial structures. The existence of such groups, their ideology and political motivation, the negative attitude of their members to the state authorities and the neglect of established law and order, present a real danger to the state, including military administration and its infrastructure.

Many experts in information security call hacktivism one of the main negative trends of the past and the coming years. Taking into account the fact that the activities of such groups are transboundary and expressed in the conduct of illegal actions in the information space, it is also a threat to the information sphere of Ukraine.

Another example of the need to allocate cybernetic security as a separate category is the work of foreign countries to create special units and structures whose names speak for themselves. Recently, in a number of states, so-called centers of cybernetic defense (defense) appeared. Such centers in one form or another already exist in the USA, UK, Australia, Israel, Iran, China, Germany.

In general, the tasks of such units are roughly the same in all countries - together with special services and law enforcement agencies, they protect public authorities, as well as civilian and military

critical objects from harmful effects (hacker attacks, malware, etc.). However, their very name, purpose, main tasks and affiliation, in most cases, to the military organization, indicate the priority of the goals of ensuring the security of state and military management.

For information conflicts, special information-shock groups of forces and means are created, the purposes of which are, as a rule, to be: neutralization or destruction of the information and strategic resource of another (controversial) subject and its armed forces and ensuring the protection of its information-strategic resource from a similar impact the enemy. As the main objects of influence for these forces and means specify:

- software and information support;
- software-hardware, telecommunication and other means of information and management;
- communication channels, providing circulation of information flows and integration of the control system;
- human intellect and mass consciousness.

Emphasizing the special importance of the information sphere and its related processes for the defense of the state, the author identifies military information security as one of the types of military security.

Recently, the attitude towards information confrontation has changed considerably, it is no longer perceived merely as an activity contributing to military operations. More and more factors make us treat it as an independent and most promising form of negative influence on the enemy.

In its new quality, such an impact is not only beyond the limits of classical warfare, but also gets broader content. It becomes a powerful, invisible and unforeseen international law, a means which allows, in the shortest possible time, to paralyze the main forces and means of a hostile state without causing fatal damage to its industrial sites and territories.

That is why it is necessary to further develop relevant developments in the military science and their application not only within the framework of the military organization, but also the entire information sphere of Ukraine. The current situation and the specifics of new threats erode the boundaries between peace and wartime and require the constant participation of all forces and means of the state in ensuring its information security.

To achieve these goals, full consolidation of efforts and a clear interaction between law enforcement agencies, special services, military units, research organizations, mass media, public associations and commercial companies are needed.

Particular attention deserves attention to the problem of inconsistency of the legal basis, both international and domestic, with modern information relations, its inability to take into account the danger of new negative phenomena threatening the information sphere as a whole and its individual elements.

Based on this, encroachment on the object of a critical infrastructure implemented through the use of information technology, in addition to all its advantages associated with high latency and anonymity, has one more - provides for less severe punishment.

At the same time, within the framework of the Military Doctrine of Ukraine among the main internal military threats, disorganization of the functioning of state authorities, important state, military objects and information infrastructure of Ukraine is indicated. One of the main military threats is the obstruction of the functioning of the state and military management systems of Ukraine, the disruption of its strategic nuclear forces, missile warning systems, space control, nuclear weapon storage facilities, nuclear energy, nuclear, chemical and other potentially hazardous ones objects.

It is also noted that military conflicts will be characterized by the speed, selectivity and high degree of damage to objects, the speed of maneuver by troops (forces) and fire, the use of various mobile groupings of troops (forces). The mastery of a strategic initiative, the preservation of sustainable state and military governance, the provision of superiority on land, the sea and in the air and space will be decisive factors in achieving the goals set.

Within the framework of the National Security Strategy of Ukraine until 2020 it is noted that the negative impact on the state of military security of Ukraine and its allies is exacerbated by the abandonment of international agreements in the area of arms limitation and reduction, as well as actions aimed at breaking the stability of state and military management systems, warning of missile attack, space control, the functioning of strategic nuclear forces, nuclear weapon storage facilities, nuclear power industrialists, nuclear and chemical industry, other potentially dangerous objects.

It turns out that the legislator can no longer be blamed for not knowing the situation or ignoring these threats, even in the context of providing military security. Within the framework of the mentioned documents, special attention is paid to the threats connected with the information sphere, state and military administration. However, the question arises - why is the matter limited only to their transfer, and

on this use of the potential of legal regulation ends? After all, the modern legal framework can have a decisive impact on the security of the information sphere and minimize the risk of exposure to threats.

There are no more modern in this regard and international legal norms. Of course, it can not be said that the legal work for the purpose of ensuring international information security is completely absent, there are many useful initiatives reflected in some agreements, as well as within the framework of resolutions of the General Assembly of the United Nations. However, most of them are advisory and only focus on this issue. The leading countries of the world have not taken on any legally significant obligations in this area, therefore, there are no mechanisms of control and international legal responsibility.

Thus, both international and domestic law underestimate the risks associated with information technologies, do not take into account new information threats and do not provide the necessary regulatory influence on modern information relations.

This situation transforms the information sphere and information technology into attractive means of influencing state power and achieving its goals for any radical groups, not only hacktivists but also terrorists.

It is obvious that the times when it was possible within the framework of three articles of the Criminal Code of Ukraine to envisage, characterize and prohibit all crimes connected with information technologies have passed. The modern information sphere is far from the "sphere of computer information", which is already a fundamental dimension that permeates all aspects of the life of the individual, society and the state. Accordingly, qualitative and quantitative changes have also undergone threats existing in relation to it. Since the commissioning of the Criminal Code of Ukraine, many years have passed, during this time several information and technological revolutions have taken place, thousands of times the possibilities of consumer electronics have increased, new types of devices have emerged, the electronic market of goods and services has evolved, the form of information conflicts has changed, the influence of information technologies has intensified.

In this plan, the sources of military law describing threats related to the information sphere, information technologies and processes are useful. Their further development is capable of revealing the full potential of legal protection of the elements of information and cybernetic spheres. Taking as a basis the description of information and cybernetic threats, it is necessary to develop and consolidate, within the framework of the legislation on legal liability, new offenses, which accurately reflect the specifics of encroachments on the systems of the state, including military, management and critical objects, which provide for appropriate penalties.

The world's information sphere should be protected not only from crime but also from militarization, generally accepted principles and norms of international law, in particular the rules of law of armed conflicts and international security law, should take into account the military potential of information technology and regulate the order of activity of the respective forces and means for the purpose providing international information security. At the same time, the inviolability of civilian objects of informatization and the infrastructure of critical and dangerous objects of energy, transport, communications and industry should be ensured by mutual obligations of the states and mechanisms of international legal responsibility.

1. Kochergin AN Information and spheres of its manifestation: monograph. - Golitsyno: GPI of the Federal Security Service of the Russian Federation, 2008. - 272 p.
 2. Wiener N. Cybernetics, or management and communication in the animal and the car. - Moscow: Nauka, 1983. - 344 pp.
 3. Shannon K. Works on Information Theory and Cybernetics. - Moscow: Publishing House of Foreign Literature, 1963. - 825 p.
 4. Kosice P. Cybernetics. From the human brain to the artificial brain. - Moscow: Publishing House of Foreign Literature, 1958. - 122 p.
 5. Glushkov VM Cybernetics Questions of theory and practice. - Moscow: Nauka, 1986. - 488 p.
 6. International Information Security: Diplomacy of the World: Sb. materials in common. Ed. SA Coma M. 2009. - 264 p.
 7. Soviet Encyclopedic Dictionary / Ch. Ed. AM Prokhorov 3rd ed. M.: Sov. Encyclopedia, 1985.
 8. Fateev K.V. Military security of the Russian Federation and legal regimes for its provision (theoretical and legal research). - M.: Military University, 2004. - 240 p.
 9. Encyclopedia of the XXI century. Russian Weapons and Technologies. Volume XIII Systems of control, communication and radio electron fight / in common. Ed. S. Ivanov M.: Weapons and Technologies, 2006. - 695 p.
- Перекладач Google для компаній:Translator ToolkitІнструмент перекладу веб-сайтів

УДК: 373.5.011.3:331-051

О.А. Герасименко канд. іст. наук, доцент

Ю.В. Фещук канд. пед. наук, доцент

Рівненський державний гуманітарний університет

КОНСТРУЮВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ МЕБЛЕВИХ НАБОРІВ ЗАСОБАМИ ПРОГРАМИ PRO 100 МАЙБУТНІМИ ВЧИТЕЛЯМИ ТЕХНОЛОГІЙ І ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ.

Герасименко О.А., Фещук Ю.В. Конструювання і моделювання меблевих наборів засобами програми PRO 100 майбутніми вчителями технологій і профільного навчання. Розглядається процес розробки проекту меблевого набору студентами спеціальності 014.11 "Середня освіта. Трудове навчання та технології" в процесі вивчення дисципліни «Системи автоматизованого проектування в деревообробній промисловості». Запропонована логічно обгрунтована послідовність дій, наведено графічні зображення до кожного з етапів виконання завдання.

Ключові слова: проектування меблів, САПР, графічна програма PRO 100, навчальний процес, професійна діяльність.

Конструирование и моделирование мебельных наборов средствами программы pro 100 будущие учителя технологий и профильного обучения. Рассматривается процесс разработки проекта мебельного набора студентами специальности 014.11 "Среднее образование. Трудовое обучение и технологии" в процессе изучения дисциплины "Системы автоматизированного проектирования в деревообрабатывающей промышленности". Предложена логически обоснованная последовательность действий, приведены графические изображения к каждому из этапов выполнения задания.

Ключевые слова: проектирование мебели, САПР, графическая программа PRO100, учебный процесс, профессиональная деятельность.

Gerasimenko O.A, Feschuk Yu.V. Design and modeling of furniture sets by the PRO programs 100 future teachers of technologies and professional education. The process of drafting a furniture set of students majoring 014.11 "High school. Labor training and technology" in the study of the subject "Computer-aided design in the wood industry". Proposed logically reasonable sequence of actions are images for each stage of the job.

Key words: design furniture, CAD graphics program PRO 100, teaching, professional activities.

Постановка проблеми. Стрімке зростання систем автоматизованого проектування (САПР) в проектних організаціях і в багатьох галузях промисловості сприяло збільшенню числа вищих і середніх навчальних закладів у яких викладається САПР. Про увагу, яка приділяється САПР в промислово розвинених країнах, говорить той факт, що за рекомендаціями ЮНЕСКО в базисному навчальному плані з інформатики та інформаційних технологій (ІТ) передбачений факультативний блок «Конструювання за допомогою комп'ютера (CAD)».

САПР в деревообробній промисловості використовується для проведення конструкторських і технологічних робіт, у тому числі робіт з технологічної підготовки виробництва. Сучасні САПР застосовуються для наскрізного автоматизованого проектування, технологічної підготовки, аналізу і виготовлення виробів у деревообробній промисловості, для електронного управління технічною документацією.

Отже, студенти повинні володіти сучасними методами проектування з використанням інформаційних технологій, зокрема отримати навички роботи в одній із САПР. В цій роботі ми спробуємо показати ряд можливостей графічної програми PRO100 у проектуванні виробів з деревини на прикладі розробки проекту меблевого набору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток комп'ютерної техніки і відповідних технологій, в тому числі 3D-моделювання, змінив постановку навчального процесу і дозволив багатократно скоротити терміни проведення різних вимірювань та обробку результатів. Така інтенсифікація відкрила невідомі раніше можливості об'ємного моделювання в навчальному процесі.

Реалізація світоглядних функцій інформатизованого навчання дає змогу перебудувати навчальний процес, добитися якісно нового способу управління навчальною діяльністю. Комп'ютер повніше враховує діапазон індивідуальних особливостей студентів, а головне – дає можливість здійснити діалогове навчання. Студент своїми діями сам змінює навчальну ситуацію і є її активним учасником.

Використання комп'ютерного моделювання у процесі навчання має певні переваги, зокрема:

– моделювання з використанням комп'ютерних засобів є менш вартісним, ніж виготовлення готових моделей майбутнього виробу;

- моделювання дає змогу наблизитися до реального майбутнього результату;
- існує можливість багатократного уточнення та вдосконалення моделі за допомогою комп'ютерних засобів [10].

У процесі проектування меблів все частіше використовуються сучасні САПР. Впровадження цих програм у процес навчання студентів проектуванню виробів з деревини є актуальним у сьогоднішній час. Так, П.Ю. Бунаков та А.В. Стариков розглянули основи автоматизованого конструювання і технологічної підготовки виробництва виробів корпусних меблів у САПР БАЗИС [1]. Виклад дизайнерських і технічних принципів проектування меблів, а також опис спеціалізованих комп'ютерних програм, проведено С. Столяровським [11]. Розглянуто методичні підходи в підготовці студентів до проектування меблів засобами графічної програми PRO 100 [2-4]. Методичні підходи до проектування меблевих наборів наведено в мережі Інтернет [5-7].

Мета статті – розглянути процес виконання майбутніми вчителями технологій та профільного навчання індивідуального науково-дослідного завдання (ІНДЗ): конструювання і моделювання меблевих наборів засобами програми PRO 100.

Виклад основного матеріалу. Під час вивчення дисципліни «Системи автоматизованого проектування в деревообробній промисловості» [3], майбутні вчителі трудового навчання і технологій виконують ІНДЗ: конструювання і моделювання меблевих наборів засобами програми PRO 100 [9]. Програма відрізняється простотою обслуговування і професіоналізмом рішень, хорошим інтерфейсом і безліччю інструментів, можливістю будови власних бібліотек і користування багатьма готовими модулями. PRO100 застосовується на всіх тих етапах процесу виробництва меблів, зокрема меблевих наборів.

Набір меблів – це група виробів, пов'язаних між собою загальним архітектурно-художнім завданням обстановки приміщень, з широкою варіабельністю за складом і призначенням. Із виробів одного набору можна утворювати різні варіанти комплектів меблів. До них відносяться: набори для одно-, дво- і трикімнатних квартир і гарнітури для спальні, їдальні, кабінету; універсально-збірні меблі, які виготовляють з уніфікованих щитів або об'ємних елементів різного призначення шляхом зчленування їх по ширині і висоті тощо. Всі предмети, що входять до комплекту меблів, повинні бути виконані з однорідних видів деревини, з обробкою однаковою категорії і т. д. [1].

Розглянемо приклад виконання ІНДЗ «Конструювання і моделювання меблевих наборів». Мета роботи: навчитися проектувати різні типи меблевих наборів за допомогою САПР PRO 100.

Згідно інструкції студентам ставляться такі завдання: опрацювати літературні джерела, лекційний матеріал; підготувати ескізи меблевих наборів; затвердити ескіз меблевого набору у викладача; спроектувати методом комбінування меблевий набір, згрупувати деталі об'єкту, надати відповідної текстури елементам виробів; зберегти файл у базі бібліотеки «Мебель»; роздрукувати проект меблевого набору; подати письмовий звіт за результатами виконаної роботи.

Для створення наборів меблів запропонуємо наступний алгоритм дій: отримання чи розробка технічного завдання, розробка початкових ідей, проектування набору.

Етап підготовки технічного завдання може бути різним: або його подає замовник меблів для індивідуального проекту, або створюються авторські комплекти меблів масового виробництва. У технічне завдання повинні входити: габаритні розміри самого приміщення з усіма його конструктивними елементами, їх параметрами та розмірами позиціонування: двері, вікна, розетки, освітлювальні засоби тощо. Також, необхідно визначитись з видами побутової техніки (наприклад, на кухні використовують плиту, духову шафу, холодильник, чайник, мікрохвильову піч тощо), яка буде вмонтовуватись у меблі чи розміщуватись на них. Слід визначитись з начинням, яке зберігатиметься у меблях. І останнім на цьому етапі треба врахувати стилістичні, конструктивні, естетичні та економічні побажання замовника.

Стилістичних напрямків у дизайні меблів є досить багато: ампір, класицизм, неокласицизм, бароко, рококо, бідермеєр, модерн, конструктивізм, функціоналізм, мінімалізм, хай-тек, хай-тач, футуризм, постмодернізм та інші. Доцільність підбору стилістики у дизайні залежить від таких факторів, як: цілісність структур у загальному дизайні окремого інтер'єру, квартири чи будинку в цілому, об'єм простору, фінансові можливості замовника й індивідуальний смак замовника. До конструктивних елементів слід віднести формотворчі композиційні мотиви, за якими розташовуються меблі єдиного набору, це може бути пряма лінія, «Г» - подібна конструкція, «П» - подібна конструкція, сегментна конструкція та конструкція з виокремленими чи виносними елементами. До естетичних факторів відносять: колір, текстуру, фактуру, форму тощо.

Спробуємо виконати, для прикладу, проект кухні за такими технічними умовами:

- 1) приміщення кухні розміром: 3000x3000x2700;
- 2) побутова техніка: мікрохвильова піч, витяжка, плита, духовка;
- 3) стиль: мінімалізм, хай-тек;
- 4) «Г» - подібна конструкція з габаритами робочої поверхні кухні вказаними на ескізі рис. 1.
- 5) фінансові можливості «середні»;
- 6) кольорова гамма яскрава, однотонна, молодіжна.

Після формування технічних умов розпочинаємо розробку початкових ідей, цей етап можна виконувати двома способами, перший – рисування на папері, другий – моделювання зразків меблів за допомогою програми PRO100. На нашу думку другий метод має набагато більше можливостей, як з корегування і розрахунків, так і візуалізації самого проекту.

На початку проектування необхідно виконати такі дії:

1. Запустити програму і на екрані запрошення натиснути на значку «Новий проект» - відкриється вікно «Свойства проекта» рис. 2.

2. Ввести всі необхідні дані про проект і натиснути кнопку ОК – відкриється вікно «Свойства помещения» рис. 3.

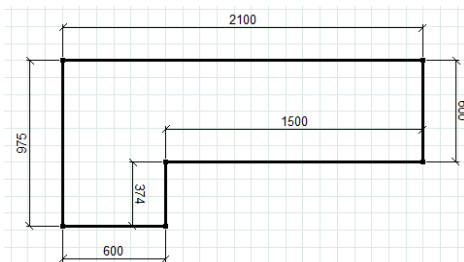


Рис. 1. Габарити робочої поверхні кухні (ескіз виконано в режимі «Форми»)

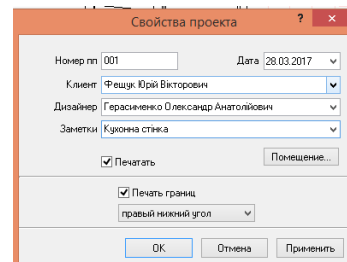


Рис. 2. Вікно «Свойства проекта»

3. У числових полях «Длина, Ширина, Высота» з допомогою кнопок лічильника ввести розміри приміщення згідно технічного завдання – 3000, 3000 і 2700 – і натиснути кнопку ОК – вікно закриється і з'явиться вікно редактора. Слід зауважити, якщо для проектування меблевого набору не потрібно візуалізувати кімнату і її побут, то краще властивості приміщення залишити стандартними: для покращення та полегшення роботи з елементами меблів. Простір кімнати можна створити окремо і потім перекопіювати меблі.

4. Створення проекту кухні в програмі PRO100 досить трудомісткий і тривалий процес. Дизайнери та майстри, які займаються самостійним виготовленням меблів, поступово накопичують бібліотеку різних меблевих модулів, створюючи їх самостійно, обмінюючись ними та використовують готові бібліотеки модулів для програми PRO100. Тому під час проектування меблів у PRO100, у більшості випадків, застосовують готові базові модулі. Але, враховуючи індивідуальні особливості приміщень, чи вподобань замовника, доводиться частину модулів робити індивідуальними. При виконанні проекту кухонного меблевого набору застосуємо як стандартні моделі меблевих модулів, так і спроектуюмо оригінальні модулі.

Вказавши габарити робочої поверхні кухні (рис. 1.), розпочинаємо виконання проекту меблів: беремо потрібні модулі з бібліотеки і перетягуємо їх у вікні проекту (рис. 4.).

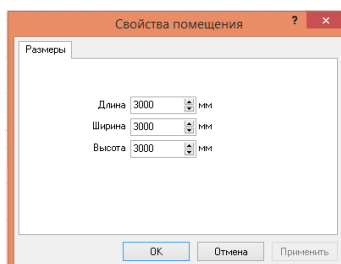


Рис. 3. Вікно «Свойства помещения»

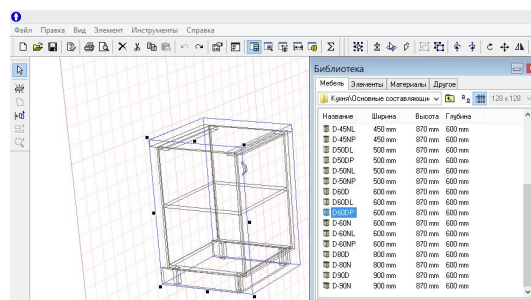


Рис. 4. Вкладка «Бібліотека»

Згідно ескізу стільниці (рис. 1.) та її габаритних розмірів нам потрібно 3 модулі, з яких: один буде під плиту і духовку, другий з шухлядами для кухонного начиння і третій великогабаритний

кутового типу. Підберемо ці модулі з готових проектів (рис. 5, 6.).

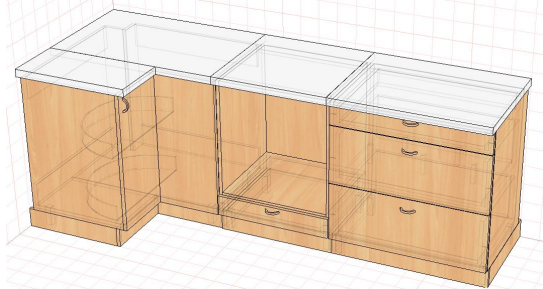


Рис. 5. Проектування нижньої частини кухонного набору з готових модулів

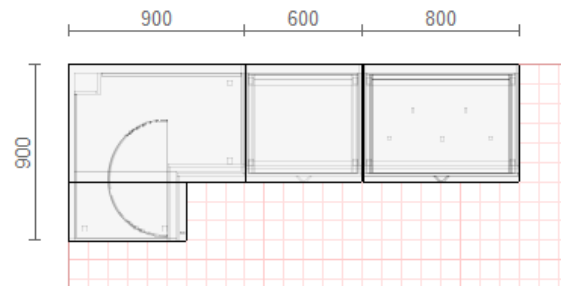


Рис. 6. Габарити робочої поверхні з готових модулів

Порівнюючи габарити проектованої частини меблів із запропонованою, приходимо висновку, що необхідно вносити корективи. Секцію для плити і духовки залишаємо без змін, адже розміри її стандартизовані, секцію з висувними шухлядами змінимо на меншу, а кутову секцію переробимо, скорегувавши основну секцію і змінивши поворотну на модуль з шухлядами (рис. 7, 8.).

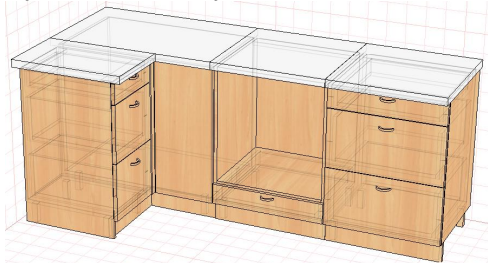


Рис. 7. Скорегована нижня частина кухонного набору



Рис. 8. Габарити робочої поверхні після корекції

Наступним етапом створення ескізного проекту кухонного набору меблів буде створення навісних ящиків. Навісних секцій заплануємо 5: ящик над секцією з шухлядами, ящик під витяжку над секцією з плитою, кутовий ящик та дві невеличких секції ящиків, які будуть знаходитись по обидва боки кутової секції. Підберемо ці модулі з готових проектів, відповідно корегуючи їх до габаритних розмірів робочої поверхні (рис. 9.). Далі потрібно «наповнити» меблі технікою, узагальнити та стилізувати усі частини меблів (рис. 10.), після чого ескіз можна показувати замовнику для подальшої корекції та затвердження.

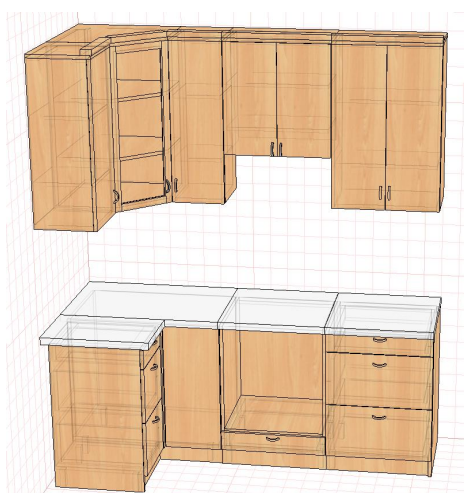


Рис. 9. Ескіз модулів нижньої і верхньої частини кухонної стінки

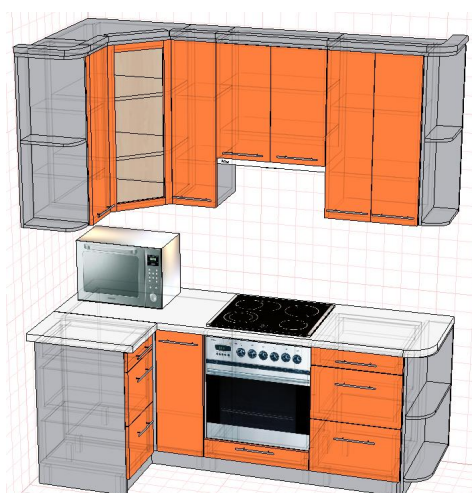


Рис. 10. Завершений проект кухонної стінки

Після консультацій у проектах часто доводиться робити зміни та правки. Для кращої візуалізації меблевого набору на завершальному етапі проектування оформимо простір навколо меблевого набору, а саме: нанесемо колір на стіни та текстуру плитки на підлогу, сформуємо

поверхню для візуалізації фартуха над робочою зоною. Для виконання декорування приміщення, наводимо курсор на поверхню стіни, яку будемо декорувати та натискаємо 2 рази лівою кнопкою миші, з'явиться віконне меню «Свойства помещения» у якому вибираємо вкладку «Стена» та натискаємо кнопку «Изменить». З'явиться віконне меню «Выбор материала» у якому обираємо необхідні текстури і кольори для декорування частин інтер'єру та меблів (рис. 11.).

На завершення проекту з бібліотеки вносимо пристрої для освітлення. Освітлення додаємо під навісними ящиками для кращого освітлення робочої зони та в області стелі (рис. 12.).

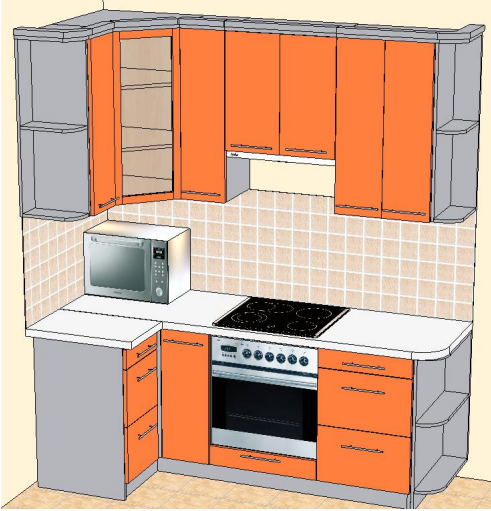


Рис. 11. Нанесення кольорів і текстур на стіни і підлогу



Рис. 12. Введення освітлення кімнати для візуалізації набору кухонних меблів

Перспективи подальших досліджень полягають у підготовці навчального посібника, який міститиме теоретичні та практичні матеріали щодо освоєння студентами САПР PRO100.

Висновки. Досвід експлуатації САПР PRO 100 показав, що ця програма досить легко опановується користувачами. При цьому значно скорочується час на випуск креслярської продукції, помітно підвищується її якість. PRO 100 в очах майбутніх вчителів трудового навчання і технологій стає зручним та зрозумілим інструментом, який дозволяє полегшити й пришвидшити процес виконання традиційних навчальних операцій.

1. Бунаков П.Ю. Автоматизация проектирования корпусной мебели: основы, инструменты, практика / П.Ю. Бунаков, А.В. Стариков. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 864 с.

2. Герасименко О.А. Конструювання корпусних меблів засобами графічної програми PRO 100 майбутніми вчителями технологій і профільного навчання / О. А. Герасименко, Ю. В. Фещук, Д.В. Сингаївський // Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти: збірник наукових праць. Наукові записки РДГУ. Вип. 14 (57). – Рівне: РДГУ, 2016. – С. 143-146.

3. Герасименко О.А. Проектування виробів з деревини засобами графічної програми PRO 100 майбутніми вчителями технологій і профільного навчання / О.А. Герасименко, Ю.В. Фещук // Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 39: збірник наукових праць / за ред. Д.Е. Кільдерова. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. – С. 21-27.

4. Герасименко О.А. Розробка проекту тумби засобами графічної програми PRO 100 майбутніми вчителями технологій і профільного навчання / О.А. Герасименко, Ю.В. Фещук // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: Науковий журнал. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2015. – Випуск №19. –С. 189-192.

5. Как сделать быстро проект кухни в программе PRO100 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://dommebel2.ru/programmy-dlya-mebeli/kak-sdelat-bystro-proekt-kuxni-v-programme-pro100.html> – Назвние с екрана.

6. Научись изготавливать мебель самостоятельно. Кухня прямая [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.meb-z.ru/kitchen.html> – Назвние с екрана.

7. Основные принципы работы в программе PRO100 [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://art-pro100.ru/?page_id=2279 – Назвние с екрана.

8. Правильне проектування кухні: розглянемо всі нюанси [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://yakrobitiремонт.pp.ua/pravilne-proektuvannya-kuxni-rozglyanemo-vsi-nyuansi/> – Назва з екрана.

9. Программа для дизайнера мебели и интерьера PRO 100 версия 3.60: руководство пользователя: [пер. с польск.]. – Краков: ECRU, 2003. – 67 с.

10. Собко Р. Навчання комп'ютерних технологій у професійній освіті: специфіка, досвід, проблеми / Собко Р., Петриниць В. // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2002. – № 6. – С. 232-238.

11. Столярковский С. Проектирование и дизайн мебели на компьютере / С. Столярковский. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.

УДК 004.03:629.7

¹Грицан П.А., ²Лехіцький Т.В.

¹Волинський коледж Національного Університету харчових технологій

²Луцький педагогічний коледж

КЛАСИФІКАЦІЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Грицан П.А., Лехіцький Т.В. Класифікація безпілотної літальних апаратів. У статті розглянуто основні підходи до класифікації безпілотної літальних апаратів та основні регулювальні норми українського законодавства про них.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат (БПЛА), дрон, класифікація, управління, автоматизована система.

Грицан П.А., Лехицкий Т.В. Классификация беспилотных летательных аппаратов. В статье рассмотрены основные подходы к классификации беспилотных летательных аппаратов и основные регулировочные нормы украинского законодательства о них.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат (БПЛА), дрон, классификация, управление, автоматизированная система.

Hrytsan P.A., Lekhitskyi T.V. Classification of unmanned aerial vehicles. The article deals with the main approaches to the classification of unmanned aerial vehicles and the main regulatory norms of Ukrainian legislation on them.

Keywords: unmanned aerial vehicle (UAV), drone, classification, control, automated system.

Постановка проблеми. Безпілотний літальний апарат (БПЛА), Unmanned Aerial Vehicle (UAV), також називають дроном [3]. Він, за визначенням, не вимагає присутності екіпажу на борту під час польоту. Із існуючими розмірами у нього немає можливості брати на борт людину. Пілотування здійснюється віддалено за допомогою панелі керування та/або комп'ютера. В окремих конфігураціях дрон може працювати автономно.

Дрони поділяються на військові та цивільні. Цивільний або рекреаційний дрон схожий на дистанційно керований літальний апарат, але між ними є відмінності. Збройні сили використовують БПЛА для спостереження та розпізнання, тому до їх обладнання входять оптоелектронні пристрої. Озброєні і призначені для виконання бойових операцій, такі літальні апарати називаються безпілотними бойовими повітряними суднами Unmanned combat air vehicle (UCAV).

Цивільне використання БПЛА охоплює область вивчення важкодоступних місць, наприклад, Арктика та гірська місцевість. Прикладами можуть бути вимірювання озонного шару або підрахунок диких тварин.

Також можливе використання дронів для контролю безпеки робітників під час будівельних робіт [5], а також в енергетиці [3].

Комерційне використання БПЛА це, перш за все, створення фільмів та аерофотозйомки. Можливе використання дронів на весіллях, на відкритому повітрі або рекламних фільмах. Дрони дуже популярні серед людей, які практикують екстремальні види спорту та одночасно створюють фільми. За допомогою спеціальної програми на телефоні або відповідно обладнаному шоломі, дрон може стежити за спортсменом і фіксувати (документувати) його дії. Проведені експерименти із використанням БПЛА для кур'єрських цілей [1].

Дуже швидко зростає область застосування БПЛА для хобі та відпочинку — мікродрони використовують у формі гри, аналогічно до моделей літаків для дистанційного керування.

Таке різноманіття пристроїв, велика кількість розробників, потреба появи правил використання і заходів безпеки при роботі із БПЛА вимагає знання їх будови, призначення, правил використання, а також можливостей використання електронно-обчислювальних машин при роботі з ними, сучасних можливостей автоматизації та теорії управління.

Також у навчальному закладі студенти ІТ-спеціальностей цікавляться останніми новинками науки і техніки, проектують і хочуть будувати власні програмно-апаратні комплекси БПЛА. Оскільки окремих дисциплін такого напрямку немає, організуються предметні гуртки, до яких залучені і викладачі. Їм необхідно знати і вміти застосовувати правила техніки безпеки та правові основи використання БПЛА в Україні.

Всі перелічені причини визначають мету дослідження.

Аналіз досліджень. Багато літератури та інтернет-джерел є рекламними буклетами фірм-розробників БПЛА індивідуального використання. Із зрозумілих причин особливості проектування, побудови і використання військових дронів, особливо ударних, у вільному доступі обмежені. Наприклад, про особливості розробки, використання БПЛА військового призначення в

Україні є у [11]. Детальні класифікації БПЛА вказані у [9], дослідження зарубіжних вчених є [2], [8]. Єдиної погодженої класифікації немає, ті, хто її здійснює або пропонує, як правило, орієнтуються на виконання власних, або комерційних, або військових, або національних, або регуляторних задач. Зокрема, таку класифікацію запропонувала і Державна авіаційна служба України [10]. Вона зараз знаходиться у публічній дискусії, і на її основі будуть прийняті повноцінні регуляторні акти про реєстрацію, безпеку, використання цивільних БПЛА у нашій державі.

Основні результати досліджень. Перші прототипи БПЛА з'явилися на початку двадцятого століття. Активні дослідження проводилися під час Першої світової війни, але реальне застосування прототипи такої зброї мали лише у Другій світовій війні. Розвиток науки і техніки, зокрема, радіоелектроніки, теорії керування та мікропроцесорів зумовив подальший прогрес. Масовий випуск і застосування БПЛА почався приблизно із 2006 року. Тоді і з'явилися праці про класифікацію дронів та цивільно-правові, етичні, юридичні обмеження використання БПЛА.

В подальшому, за прогнозами, використання такого обладнання буде лише збільшуватись. Наприклад, на рисунку 1 [7] показано розвиток і прогноз ринку безпілотних літальних апаратів із 2013 до 2025 році, по вертикалі вказана обсяг ринку у мільярдах доларів.

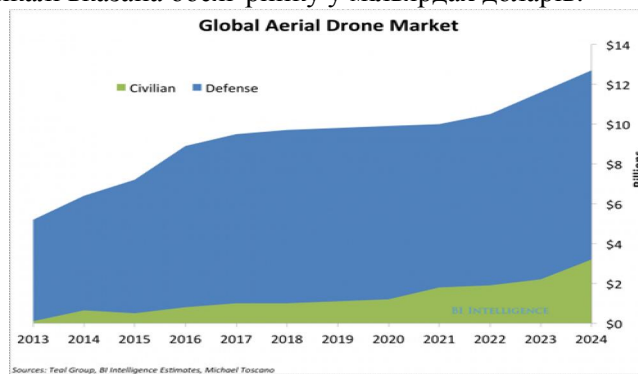


Рисунок 1. Розвиток ринку БПЛА – звіт і прогноз

Швидко зростаюча глобальна промисловість виготовлення і використання дронів не може чекати, поки буде визначена державна політика щодо БПЛА, і лиш потім робити інвестиції та докладати зусилля, щоб відкрити цей та ще новіші апаратні та комп'ютерні ринки. Вона вже проводить дослідження і допомагає державним структурам виробити регуляторні акти, правила, обмеження та права учасників ринку. Слід враховувати і той факт, що частина технологій БПЛА закрита для комерційного та приватного використання через те, що у першу чергу вони використовуються військовими, що й видно на рисунку 1.

Але збільшується і комерційне використання БПЛА. Індустрія постачальників програмного та апаратного забезпечення бездротових літаючих систем вже обслуговує довгий список клієнтів БПЛА [5] у сільському господарстві, землеустрої, енергетиці та будівництві (видано дозволи FAA, регуляторного органу США). Багато постачальників дронів є невеликими приватними компаніями та стартапами — хоча великі компанії, що займаються оборонною діяльністю, та промислові конгломерати також інвестують у ці технології.

Також було проведено дослідження про сфери та об'єми застосування БПЛА на світовому ринку. Результати зображені на рисунку 2 [4].

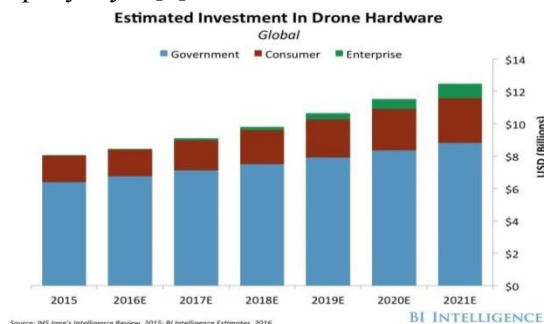


Рисунок 2. Інвестиції в БПЛА, млрд. доларів

За цими даними, вантажопідйомність БПЛА індивідуального використання збільшиться більш ніж у чотири рази протягом найближчих п'яти років завдяки підвищенню цінової конкуренції та новим технологіям, що полегшують використання БПЛА для початківців.

Зростання в секторі підприємств випередить споживчий сектор як у постачанні, так і в доходах, оскільки правила відкриють нові можливості використання.

Технології, такі як заборонені для польотів зони, та запобігання зіткненням, зробить БПЛА безпечнішими, а вплив регуляторів меншим. Зараз регулятори обмежують галузі застосування промислових БПЛА.

Військовий сектор продовжуватиме керувати всіма іншими галузями витрат на спорядження протягом прогнозного періоду завдяки високій вартості військових БПЛА (у тому числі ударних) та зростаючій кількості країн, що прагнуть їх придбати або виготовити.

Цікава картина практики невійськового використання БПЛА у Каліфорнії, Техасі та Флориді (США) показана на рисунку 3 [6].

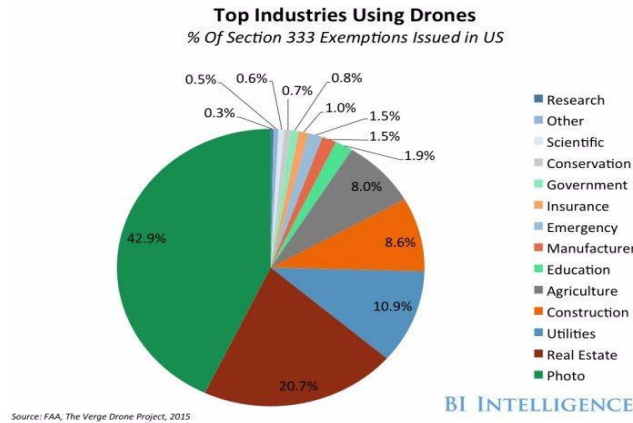


Рисунок 3. Сфери застосування БПЛА

Вона відображає і підтверджує прогнози, зроблені останнім часом. Дослідження також виявило, що більшість комерційних дозволів для БПЛА були надані малим підприємствам.

Спеціалісти, які походять із авіаційної галузі, пропонують класифікацію БПЛА [9] за такими основними характеристиками: 1) використання; 2) тип системи управління; 3) правила польоту; 4) клас повітряного простору; 5) тип літального апарату; 6) тип крила; 7) напрямок зльоту/посадки; 8) тип зльоту/посадки; 9) тип двигуна; 10) паливна система; 11) тип паливного бака; 12) кількість використань; 13) категорія (із врахуванням маси і максимальної дальності дії); 14) радіус дії; 15) висота; 16) функціональне призначення.

Із точки зору «Інтернету речей», «розумного міста» БПЛА мають всі доступні технології, щоб використовувати його для покращення життя в місті. Вони можуть зробити життя мешканців більш комфортним і безпечним (в тому числі екологічно), економити час городян. Зокрема:

1) Навігація. Городяни можуть запустити квадрокоптер, щоб оглянути подальший шлях, пробки і перешкоди.

2) Відеотрансляція. Відеотрансляція у жвавих місцях і на міських подіях, в тому числі репортажі з різних заходів, спортивних ігор або концертів. Наприклад, на Олімпійських іграх транслювали виступи лижників і сноубордистів з допомогою дронів.

3) Моніторинг. Дрони швидше зможуть прибути на місце події, щоб висвітлити ситуацію. Їх можна використати, коли дорожні камери і камери вуличного відеоспостереження не такі ефективні.

4) Доставка. Доставка повітряним транспортом за рахунок пересування БПЛА економить час, зменшує трафік на дорогах і забруднення повітря. Доставка товарів сильно спроститься для людей, які проживають в багатоповерхових будинках, і компаній, що знаходяться на останніх поверхах високих будівель. Наприклад, компанія Amazon анонсувала Prime Air - сервіс доставки посилок по повітрю прямо в руки покупцям менш, ніж за півгодини [1], один із дронів зображено на рисунку 4.



Рисунок 4. БПЛА доставки Amazon

5) Wi-Fi точки. Жителі міста можуть отримувати доступ до високошвидкісного Інтернету через літаючі точки доступу Wi-Fi.

6) Безпека, в тому числі пожежна. БПЛА можуть виступати в якості пожежної служби, безперешкодно влітаючи в палаючі будинки, щоб знайти людей і забезпечити їх аптечками першої допомоги та подальшими інструкціями, можуть підлітати і надавати засоби зв'язку, а також необхідну їжу і медикаменти. Дрони можуть бути обладнані гучномовцями, сигнальними вогнями і сиренами, щоб допомагати рятувальникам і поліції.

Незважаючи на те, що всі вищевказані способи використання технічно реалізовані вже зараз, на даному етапі застосування БПЛА стикається із безліччю проблем, не останніми із яких є безпека використання самих дронів та юридично-правові основи.

В Україні питання впорядкування та правила користування, а також класифікація БПЛА перебуває в процесі громадського обговорення. Концепцію і класифікацію запропонувала Державна авіаційна служба (ДАС) України [10]. За нею, всі БПЛА називають безпілотними повітряними суднами (БПС), їх пропонують класифікують за максимальною злітною вагою:

Таблиця 1. Класифікація БПС за вагою, концепція ДАС України

Максимальна злітна вага, кг	Клас
<0,25	0
від 0,25 до 20	1
від 20 до 150	2
>150	3

А також за типом керування:

Таблиця 2. Класифікація БПС за керуванням, концепція ДАС України

Тип керування	Клас
Ручний візуальний	А
Ручний інструментальний	В
Автономний	С

ДАС, спираючись на цю класифікацію, пропонує правила використання (при цьому є окремі правила для комерційного та некомерційного використання) [10], зображені на рисунку 5:

Клас	Не комерційні	Комерційні
0	Не потребує реєстрації, проте кожен пілот/власник/оператор має неухильно дотримуватись правил безпечного використання (Safety promotion)	
1	"Реєстрація" on-line Спеціальні вимоги до дистанційного пілота відсутні необхідно пройти освітню програму та on-line тест (Safety promotion)	Дистанційний пілот повинен отримати сертифікат після навчання.
	Польоти в межах візуального контакту (або за участі спостерігача + постійного зв'язку з ним), виключно вдень На висоті до 120 м. та радіусі 500 м. Неухильне виконання правил безпечного використання.	Польоти в межах візуального контакту (або за участі спостерігача + постійного зв'язку з ним), виключно вдень На висоті до 120 м. та радіусі 500 м. В перспективі польоти в класі G. Отримання дозволу на використання БПС.
2	Обов'язкова реєстрація в Державіаслужбі Сертифікація типу/вимоги до льотної придатності Отримання сертифіката експлуатанта	
3	Вимоги як і для пілотованих повітряних суден	

Рисунок 5. Правила використання дронів в Україні, пропоновані ДАС

І висуває вимоги до класу 1:

- Використання малого БПС тільки в умовах прямого візуального контакту (VLOS) дистанційного пілота або візуального спостерігача без допомоги інших пристроїв;
- При використанні БПС повинен бути задіяний візуальний спостерігач, якщо дистанційний пілот не в змозі візуально контролювати БПС;
- Максимальна швидкість польоту БПС 150 км/год.;
- Максимальна висота польоту 120 метрів над рівнем землі та 500 метрів від дистанційного пілота якщо не задіяний візуальний спостерігач;
- БПС забороняється виконувати польоти 8 км від периметру аеропорту, а також у заборонених зонах;
- Всі польоти БПС не повинні виконуватись над людьми, окрім дистанційного пілота або візуального спостерігача;
- Польоти повинні виконуватись тільки в світлий час;
- Дистанційний пілот може в один и той же час маніпулювати тільки одним БПС;

- При використанні БПС необхідно проводити перед польотний технічний огляд дистанційним пілотом;
- На БПС повинні бути відсутні небезпечні матеріали, окрім елементів живлення;
- Дистанційний пілот повинен гарантувати нормальний фізичний та психологічний стан для безпечної експлуатацію (вживання алкоголю або втома).

На основі вказаної концепції на початку жовтня цього року мають бути сформовані Правила повітряної експлуатації безпілотних повітряних суден в Україні. Зараз же на практиці експлуатанти БПЛА користуються в практичній діяльності такими регуляторними актами:

- Повітряний кодекс України (Постанова ВРУ № 3393-IV від 19.05.2011);
- Положення про використання повітряного простору України (Постанова КМУ №401 від 29.03.2002);
- Правила реєстрації цивільних повітряних суден в Україні (Наказ Міністерства інфраструктури України № 636 від 25.10.2012);
- Інструкція із складання заявок на використання повітряного простору під час планування відповідного виду діяльності (Наказ Міністерства оборони України та Міністерства транспорту та зв'язку України № 518/1063 від 14.10.2009).

Формування правил на ринку БПЛА є позитивною тенденцією, вимагає особливої уваги безпека як експлуатантів БПЛА, так і інших учасників повітряного простору, особливо із врахуванням стрімкого розвитку технологій. Існуючі пропозиції ДАС за складністю для власників дронів не сильно відрізняються від правил в ЄС і США. Хочеться бути впевненими, що процеси сертифікації пілотів і реєстрації БПЛА будуть максимально спрощені. А також буде максимальна простота та гнучкість дозвільної системи при роботі із класом 0, що особливо важливо у студентській науково-дослідній роботі.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, у дослідженні розглянуто основні існуючі класифікації БПЛА, проект відповідної національної класифікації, а також правила безпеки та інші законодавчі обмеження використання дронів в Україні, як сучасні, так і перспективні. В майбутньому після прийняття правил використання БПЛА в Україні та розвитку технологій проведені дослідження можна повторити для отримання результатів на новому етапі розвитку цієї предметної області.

1. Amazon Prime Air [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?node=8037720011>.
2. Arjomandi, M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles, Mech Eng 3016 Aeronautical Engineering.
3. Castelvechi, D. Invasion of the Drones, Scientific American, v. 302 n. 3 (2010): 25-27.
4. How drones will change the world in the next 5 years [Електронний ресурс] // Business Insider. – September 25, 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://uk.businessinsider.com/the-drones-report-research-use-cases-regulations-and-problems-2017-9>.
5. Irizarry, J., Gheisari, M., Walker, BN., Usability Assessment of Drone Technology as Safety Inspection Tools, Journal of Information Technology in Construction – ISSN 1874-4753 ITcon Vol. 17 (2012): 194-212.
6. Meola A. Drone usage is thriving in these three U.S. states [Електронний ресурс] / Andrew Meola // Business Insider. – April 15, 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.businessinsider.com/drone-usage-is-thriving-in-these-three-us-states-2016-4>.
7. The drones report: Market forecasts, regulatory barriers, top vendors, and leading commercial applications [Електронний ресурс] // Business Insider. – June 10, 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://uk.businessinsider.com/uav-or-commercial-drone-market-forecast-2015-2>.
8. Классификация дронов (летающих) [Електронний ресурс]. – 31.07.2015 – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mforum.ru/news/article/113492.htm>.
9. Корченко А. Г. Обобщённая классификация беспилотных летательных аппаратов / А. Г. Корченко, О. С. Ильяш // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. — 2012. — № 4. — С. 27-36.
10. Презентація концепції регулювання напряму безпілотних повітряних суден в Україні [Електронний ресурс]. – 28.04.2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.slideshare.net/SAAU2017/ss-75537904>.
11. Протистояння безпілотних технологій у небі Донбасу [Електронний ресурс] // Військовий навігатор України. – 08.2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://milnavigator.com.ua/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B9/>.

УДК 004.9:378.14

В.В. Кабак, к. пед. н.

Луцький національний технічний університет

КОМП'ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ ТА ЕЛЕКТРОННІ НАВЧАЛЬНІ СИСТЕМИ ЯК ЗАСОБИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Кабак В.В. Комп'ютерні програми та електронні навчальні системи як засоби інформатизації процесу підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей. У статті розглядаються дидактичні особливості застосування комп'ютерних програм та електронних навчальних систем у процесі підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей вищого технічного навчального закладу. Визначено фактори, що впливають на ефективність використання електронних ресурсів в освітньому процесі. На прикладі Луцького НТУ встановлено основні напрямки застосування комп'ютерних програм та електронних навчальних систем у процесі підготовки ІТ-фахівців.

Ключові слова: комп'ютерна програма, електронна навчальна система, інформатизація освіти, підготовка ІТ-фахівців, інформаційні технології.

Кабак В.В. Компьютерные программы и электронные обучающие системы как средства информатизации процесса подготовки будущих специалистов компьютерных специальностей. В статье рассматриваются дидактические особенности применения компьютерных программ и электронных обучающих систем в процессе подготовки будущих специалистов компьютерных специальностей высшего технического учебного заведения. Определены факторы, влияющие на эффективность использования электронных ресурсов в образовательном процессе. На примере Луцкого НТУ установлены основные направления применения компьютерных программ и электронных обучающих систем в процессе подготовки ИТ-специалистов.

Ключевые слова: компьютерная программа, электронная обучающая система, информатизация образования, подготовка ИТ-специалистов, информационные технологии.

Kabak V.V. Computer programs and electronic learning systems as a means of Informatization training of future specialists in computer specialties. The article examines the didactic peculiarities of the application of computer programs and electronic educational systems in the process of training future specialists of the higher technical educational institution. The factors affecting the efficiency of the use of electronic resources in the educational process. For example, the Lutsk NTU has defined the main directions of application of computer programs and electronic educational systems in the process of training of IT specialists are established.

Key words: computer program, electronic learning system, Informatization of education, training of IT specialists, information technologies.

Постановка наукової проблеми. Інформатизація освітньої діяльності майбутнього фахівця у галузі комп'ютерних технологій передбачає створення гібридного інтегрального дидактичного середовища підготовки студента, побудованого на принципах випереджаючого навчання. Процес переходу від традиційної освітньої системи до інноваційної, заснованої на активному застосуванні засобів комп'ютерних технологій, повинен базуватися на формуванні новітнього інформаційного простору української освітньої системи і широкому використанні сучасних навчальних технологій [1].

В умовах радикального ускладнення життя суспільства, його технічної і соціальної інфраструктури вирішальним виявляється зміна ставлення людей до інформації, яка стає найважливішим стратегічним ресурсом суспільства. Успішність переходу до інформаційного суспільства істотно залежить від готовності системи освіти в найкоротші терміни здійснити реформи, необхідні для її пристосування до потреб інформаційного суспільства [5]. Ефективність процесу інформатизації підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей безпосередньо залежить від ефективності процесів створення та використання ними інформаційного ресурсу, тобто всього потенціалу знань ІТ-сфери, який поєднує інтеграцію наукових здобутків вітчизняного та світового освітнього простору.

За розвитком інформаційного суспільства Україна, на жаль, відстала від багатьох західних країн. Це можна легко простежити на прикладі загального індексу зрілості інформаційного суспільства (Information Imperative Index). Він складається з 20 чітко сформульованих показників з трьох областей: соціальної, інформаційної та комп'ютерної [7]. Соціальні показники складаються з законодавчої бази, регулюючих норм і політичних чинників. Інформаційний показник складається в основному з сектора інформатики та інформаційного бізнесу (програмне забезпечення, мультимедіа і т.д.). Комп'ютерний показник відображає обсяг і насиченість ринку обладнанням, таким як ПК, Інтернет, мобільні телефони тощо. За рівнем розвитку ІКТ Україна

посіла 58 місце у світі зі 159 країн, що потрапили у кваліфікацію, та 3 місце серед країн бывшего СНД, поступившись Росії та Білорусі [6, с. 58]. Все це разом складає ясну картину, демонструючи, що телекомунікаційна інфраструктура і апаратне забезпечення вимагають в цілому більшого розвитку, ніж законодавча база.

Виходячи з вищесказаного, у сучасному інформаційному суспільстві актуальним є питання підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей засобами дидактичних програмних середовищ та електронних навчальних видань. Ні для кого не секрет, що від рівня комп'ютерної компетентності фахівців сфери ІТ залежить не лише їх перспектива щодо працевлаштування за спеціальністю в майбутньому, але й можливість професійного виконання своїх обов'язків. Саме тому потреба в швидкому та якісному оволодінні комп'ютерною технікою, що забезпечується електронними засобами навчального призначення, насамперед необхідна молодим випускникам ВНЗ, які бажають отримати хорошу роботу та певний статус у сучасному суспільстві [2, с. 24].

Аналіз досліджень. Аналізуючи питання застосування комп'ютерних програм та електронних навчальних систем як засобів інформатизації процесу підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей, нами було з'ясовано, що концепція інформатизації освіти і формування інформаційної культури знайшла відображення в працях А. Ашерова, В. Бикова, Р. Горбатюка, Р. Гуревича, М. Згуровського, О. Коваленко, Ю. Тулашвілі та ін. Дидактичні аспекти проектування того чи іншого виду електронного навчального матеріалу майбутніх викладачів технічних дисциплін відображаються в роботах В. Безрукової, О. Герасимчука, М. Жалдака, Н. Морзе, Ю. Триуса, Н. Кузьміної, В. Осадчого, Д. Чернилевського.

Практикою доведено, що тільки ті знання, які студент здобув самостійно, завдяки власному досвіду та діям, будуть насправді міцні. Більшість науковців відзначають, що навчальний процес із використанням електронних дидактичних засобів спонукає до: самостійної роботи кожного студента; створення сприятливої комунікативної ситуації та умов для розвитку творчих здібностей особистості, які особливо важливі для майбутнього фахівця; підвищення мотивації та пізнавальної активності майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей; покращенню індивідуалізації, диференціації та інтенсифікації процесу навчання; розширення та поглиблення міжпредметних зв'язків; систематизації та інтеграції знання окремих навчальних предметів; організації систематичного та достовірного контролю; уникнення суб'єктивізму в оцінці навчальних досягнень студентів [5]. За допомогою цих новітніх засобів підготовки студентів ВНЗ можна комплексно поєднати різного роду інформацію: зорово-ілюстративну, текстову, звукову. Це сприяє більш глибокому засвоєнню знань майбутнього фахівця ІТ-галузі за значно коротший період часу, що є необхідною передумовою його навчальної діяльності в умовах швидкого розвитку сьогочасного інформаційного суспільства.

Мета статті – розглянути дидактичні особливості застосування комп'ютерних програм та електронних навчальних систем у процесі підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей вищого технічного навчального закладу.

Виклад основного матеріалу. Застосування сучасних засобів навчання у процесі підготовки майбутніх фахівців у галузі комп'ютерних технологій потребує перегляду форм і методів здійснення дидактичної діяльності. На нашу думку, комп'ютерні програми та електронні навчальні системи є ефективними, але допоміжними засобами навчання. Їх використання підвищує активність студента, веде до перебудови освітнього процесу в бік самостійних форм навчання. Без переважань можна інтенсифікувати процес підготовки майбутніх фахівців ІТ-сфери в умовах профільного навчання завдяки раціональному використанню комп'ютерних засобів навчального призначення. Застосування сучасних електронних дидактичних засобів для розв'язання фахових завдань на базі отриманої комп'ютерної підготовки є запорукою конкурентоспроможності майбутнього професіонала галузі інформаційних технологій. При масовому забезпеченні комп'ютерами зберігається індивідуальність підготовки, можливість отримання достовірної оцінки без великих затрат часу на проведення контролю [3].

Досліджуючи питання застосування комп'ютерних програм та електронних навчальних систем в Луцькому національному технічному університеті ми спостерігали, що ставлення викладачів ВНЗ до нових технологій часто визначається їх відношенням до різноманітних форм роботи із комп'ютером. Якщо викладач під час проведення занять не впроваджує сучасні програмні засоби підготовки матеріалів, мультимедійне обладнання, Інтернет та інші on-line джерела інформації, то це призводить до того, що студенти, яких він навчає, в подальшому

також можуть нівелювати ефективні комп'ютерні засоби підготовки, що оптимізують та сприяють інтенсифікації процесу навчання майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей. Тому в умовах розвитку сучасних освітніх технологій виникає потреба у підвищенні педагогічної майстерності викладачів університетів із залученням нових методик роботи з комп'ютерними дидактичними технологіями [2, с. 37].

За результатами проведеного дослідження (шляхом опитування викладачів Луцького НТУ) було визначено основні фактори, що впливають на ефективність використання електронних дидактичних ресурсів в освітньому процесі. До них відносяться:

- інформаційне перевантаження (надлишок даних спричиняє зниження якості мислення майбутнього фахівця);
- впровадження електронних дидактичних ресурсів доцільне в тому випадку, якщо це дозволяє створити додаткові можливості у процесі: доступу до великого обсягу навчальної інформації; образно-наочної форми подання матеріалу, що вивчається; підтримки активних методів навчання; модульного представлення інформації;
- виконання специфічних дидактичних вимог: достатність, наочність, повнота, сучасність і структурованість навчального матеріалу; представлення навчального матеріалу за рівнем складності; протоколювання дій під час роботи; інтерактивність, можливість вибору режиму роботи з навчальним матеріалом; наявність основної, інваріантної і варіативної частин, які можуть коригуватися;
- комп'ютерна підтримка професійно-орієнтованих дисциплін.

До основних переваг використання комп'ютерних програм та електронних навчальних систем під час підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей викладачі Луцького НТУ відносять підвищення якості навчання за рахунок:

- кращої адаптації студента до навчального матеріалу з урахуванням індивідуальних особливостей та здібностей;
- можливості вибору більш підходящого для майбутнього фахівця методу засвоєння навчальної дисципліни;
- регулювання інтенсивності навчальної діяльності на різних етапах здійснення освітнього процесу;
- самоконтролю під час навчання;
- підтримки активних дидактичних методів;
- образно-наочної форми подання дидактичної інформації;
- модульного принципу побудови навчальної діяльності та розвитку самостійного навчання.

В даний час у процесі підготовки студентів комп'ютерних спеціальностей Луцького НТУ набули широкого застосування наступні напрямки використання комп'ютерних програм та електронних навчальних систем:

- *електронні навчальні підручники та посібники*, призначені для формування нових знань і навичок майбутніх ІТ-фахівців;
- *електронні лабораторні комплекси*, в основі яких лежать моделюючі програми, які надають в розпорядження майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей можливість використання математичних моделей для дослідження певної реальності;
- *експертні системи*, призначені для навчання навичкам прийняття рішень на основі накопиченого досвіду і знань;
- *віртуальні тренажери і імітаційні програми*, що представляють той чи інший аспект реальності, що відображають його основні структурні та функціональні характеристики і призначені для формування практичних навичок;
- *системи тестування*, призначені для оцінювання та перевірки знань, умінь і навичок студентів;
- *бази даних і бази знань*, що забезпечують доступ до накопичених знань в галузі ІТ;
- *прикладні та інструментальні програмні засоби*, що забезпечують виконання конкретних навчальних операцій (програмування прикладних додатків, отримання аналітичної інформації, редагування графічних даних тощо);
- *електронний репозитарій навчального закладу*, що дозволяє по-новому реалізувати доступ студентів до навчальних ресурсів.

Розглянемо особливості використання електронних засобів навчального призначення у процесі вивчення професійно-орієнтованої дисципліни «Прикладне програмування» студентами

спеціальностей 122 «Комп'ютерні науки» та 015 «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)» Луцького НТУ. Для підтримки дидактичної діяльності по даній дисципліні було розроблено електронний навчально-методичний комплекс (рис. 1), який являє собою автоматично завантажувальний файл «autorun.exe», що одночасно є головною сторінкою ЕНМК. Його основна функція – здійснення автоматичного переходу до навчальних складових курсу способом налагодженої системи гіперпосилань.

Нормативний блок дисципліни «Прикладне програмування» містить в собі робочу навчальну програму, анотацію дисципліни, керівництво з вивчення дисципліни та критерії та шкалу оцінювання знань студентів.

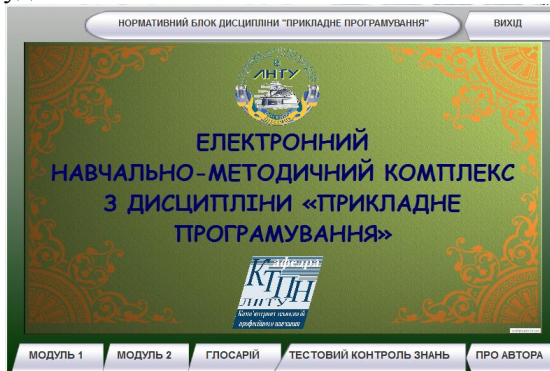


Рис. 1. Інтерфейс електронного дидактичного засобу

З головного меню можна здійснити перехід до навчальних курсів. Робиться це способом натиснення на відповідну клавiшу меню. Наприклад, щоб перейти до першого модуля, натискаємо на кнопку «МОДУЛЬ 1». Відкриється вікно першого навчального модуля комплексу (рис. 2).

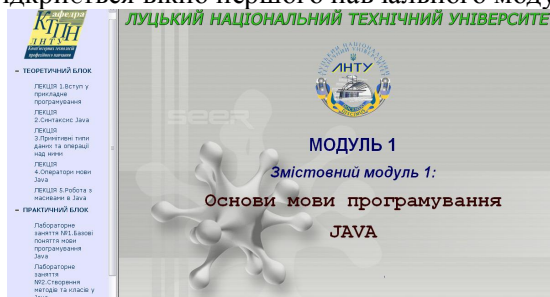


Рис. 2. Вигляд навчального модуля дисципліни «Прикладне програмування»

Таким чином студенти мають можливість безпосередньо ознайомитись з теоретичними відомостями курсу самостійно, а під час лекційного заняття, якщо в них виникли певні запитання, задати їх викладачеві. Це важливо в умовах Болонського процесу, коли значна частина навчального матеріалу виділяється на самоопрацювання. Тому викладачі по суті мають виконувати роль консультанта навчальної дисципліни, подаючи більш важливу з точки зору програмування інформацію на занятті та надаючи професійну консультативну допомогу з менш важливих аспектів, які студенти в змозі опанувати самостійно.

Для здійснення перегляду матеріалу лабораторного заняття (наприклад лабораторного заняття № 4) необхідно розкрити список випадаючого меню ПРАКТИЧНИЙ БЛОК та натиснути на назві роботи в лівій частині вікна. З'явиться текст лабораторного заняття (рис. 3). Перехід до теоретичного блоку змістовного модуля (лекційні заняття) здійснюється аналогічно – способом натиснення клавiші «ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК».

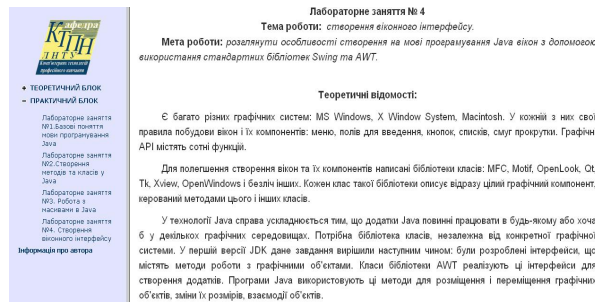


Рис. 3. Здійснення переходу до лабораторного заняття

До лабораторних занять ЕНМК були розроблені відеоуроки (засобами Camtasia Studio) та тренажери (засобами Adobe Captivate). Їх використання забезпечує кращу засвоюваність навчальної інформації практичної частини навчального курсу, оскільки задіюються додатково візуально-аудіальні та кінестетичні способи подання інформації. Студент перед безпосереднім виконанням поставленого завдання може здійснити послідовність тренувальних дій (на тренажері) чи ознайомитися з особливостями створення прикладної програми шляхом перегляду відеоуроку з синхронним аудіосупроводом. Щоб пройти тренажер, чи переглянути відеоурок потрібно перейти до відповідного лабораторного заняття (наприклад, МОДУЛЬ 2 => Лабораторне заняття №8), та відразу по опрацюванню теоретичних відомостей заняття та ознайомленню з послідовністю дій для створення програмного продукту здійснити необхідні тренувальні дії (рис. 4).

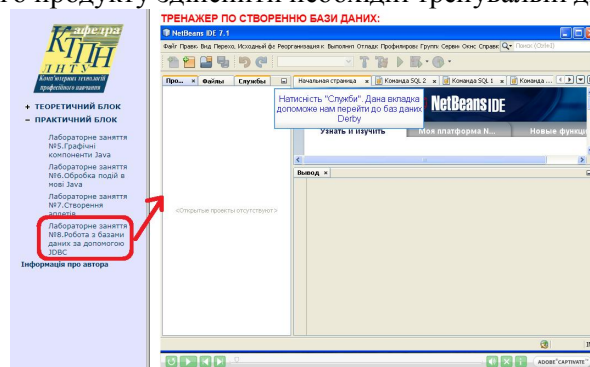


Рис. 4. Вікно з тренажером до лабораторного заняття

Електронний дидактичний засіб містить в собі набір основних термінів і понять, що подані в контексті теоретичного і практичного курсів. Щоб швидко знайти потрібне визначення потрібно в головному меню вибрати підпункт «ГЛЮСАРІЙ».

В кінці навчальної дисципліни є можливість перевірки рівня знань студентів (рис. 5) шляхом проведення тестового контролю (вкладка «ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ»). По його завершенні студент відразу може отримати результат тесту, а викладач зафіксувати його у журналі. Таким чином унеможливується суб'єктивізм у здійсненні оцінювання навчальних досягнень майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей, адже викладач не має змоги корекції результатів тестування студентів.

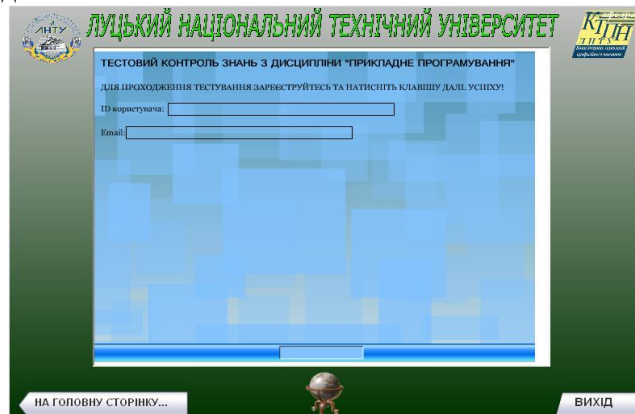


Рис. 5. Вікно підсумкового контролю знань

Потрібно відмітити, що завдяки використанню електронних дидактичних систем студенти комп'ютерних спеціальностей технічного ВНЗ отримують не лише можливість отримання ґрунтовних теоретичних відомостей по навчальній дисципліні, а повноцінні засоби забезпечення їх комплексної підготовки, що є досить важливим фактором у процесі їх самоосвіти та одного з ключових принципів Болонської системи – навчання протягом усього життя.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Отже, використання комп'ютерних програм та електронних навчальних систем у процесі підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей дає можливість організувати безперервне і ґрунтовне засвоєння матеріалу. У навчальній практиці в більшості випадків вони застосовуються як допоміжний засіб у комплексі з іншими дидактичними складовими, що значно інтенсифікує процес підготовки студента. Проте слід пам'ятати, що для підвищення ефективності дидактичного процесу сучасні електронні засоби навчального призначення необхідно використовувати як цілісний самостійний продукт [4].

Подальша пошукова діяльність у даному напрямку спрямована на дослідження особливостей створення та застосування електронних дидактичних засобів у процесі інклюзивного навчання, зокрема підготовки студентів комп'ютерних спеціальностей з вадами зору. Одним із ключових завдань при цьому вважаємо ґрунтовне вивчення мнемічних властивостей майбутніх фахівців ІТ-галузі, які мають інвалідність по зору, оскільки без цього, на нашу думку, мета створення ефективного навчального засобу для людей з особливими потребами не буде досягнутою в повному обсязі.

1. Биков В.Ю. Информатизация региональной системы освіти: загальний опис і основні компоненти реалізації / В.Ю. Биков, Н.М. Чепурна, В.М. Саух // Комп'ютер у школі та сім'ї. – №3. – 2006. – С. 3 – 6.
2. Горбатюк Р. М., Кабак В. В. Підготовка майбутніх інженерів-педагогів до професійної діяльності засобами комп'ютерних технологій: монографія / В.В.Кабак, Р.М. Горбатюк. – Луцьк: ВМА «Терен», 2015. – 264 с.
3. Горбатюк Р. М. Система професійної підготовки майбутніх фахівців інженерно-педагогічного профілю: монографія / Р. М. Горбатюк. – Тернопіль: Посібники і підручники, 2009. – 400 с.
4. Жуковська А. Л. Комп'ютерні технології навчання як запорука якісної освіти у світлі сучасних новітніх інформаційних досягнень [Електронний ресурс] / А. Л. Жуковська // Вісн. Житомир. держ. ун-ту ім. І. Франка. – 2006. – № 29. – С. 128–131. – Режим доступу : www.nbu.gov.ua/ – Назва з екрану.
5. Зеер Э. Ф. Модернизация профессионального образования : компетентностный подход [Текст] : учеб. пособ. / Э. Ф. Зеер, А. М. Павлова, Э. Э. Сыманюк. – Москва : Московский псих.-соц. ин-т, 2005. – 216 с.
6. Лисюк Х.С. Інформаційна зрілість України: глобальний та регіональний вимір [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/gt_2010_6_11.pdf – Назва з екрану.
7. SOCIAL PROGRESS INDEX 2017 [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.socialprogressindex.com/assets/downloads/resources/en/English-2017-Social-Progress-Index-Findings-Report_embargo-d-until-June-21-2017.pdf – Назва з екрану.

УДК 378.14

Кізим С. О., Меремеля І. Ю. к.ф.-м.н

Волинський коледж Національного університету харчових технологій

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІТ-СПЕЦІАЛІСТІВ

Кізим С.О., Меремеля І. Ю. Використання інформаційно-комунікаційних технологій при викладанні вищої математики у системі підготовки майбутніх іт-спеціалістів. Здійснено огляд інформаційно-комунікаційних технологій при викладанні вищої математики у системі підготовки майбутніх ІТ-спеціалістів. Основну увагу зосереджено на класифікації інформаційно-комунікаційних технологій та створенні програмно-педагогічних засобів навчання.

Ключові слова. Інформаційно-комунікаційні технології, інформаційні технології, методичні питання, вища математика, дистанційна форма навчання, мультимедійні технології, програмно-педагогічний засіб навчання..

Кизим С.А., Меремеля И. Ю. Использование информационно-коммуникационных технологий при преподавании высшей математики в системе подготовки будущих ИТ-специалистов. Осуществлен обзор информационно-коммуникационных технологий при преподавании высшей математики в системе подготовки будущих ИТ-специалистов. Основное внимание сосредоточено на классификации информационно-коммуникационных технологий и создании программно-педагогических средств обучения.

Ключевые слова. Информационно-коммуникационные технологии, информационные технологии, методические вопросы, высшая математика, дистанционная форма обучения, мультимедийные технологии, программно-педагогическое средство обучения.

Kizim S.O., Meremelya I.Yu. Use of information and communication technologies in the teaching of higher mathematics in the system of training future IT specialists. A review of information and communication technologies in the teaching of higher mathematics in the system of training future IT specialists. The main focus is on the classification of information and communication technologies and the creation of software and pedagogical means of training.

Keywords. Information and communication technologies, information technologies, methodical questions, higher mathematics, distance education, multimedia technologies, software and pedagogical means of training .

Постановка проблеми.

Домінуючою тенденцією розвитку сучасної цивілізації є перехід її до інформаційного суспільства, в якому об'єктами і результатами праці переважної частини населення стануть інформаційні ресурси та знання, що відповідно вимагає ґрунтовної підготовки всіх членів соціуму до використання інформаційно-комунікаційних технологій у своїй професійній діяльності.

Оволодіння сучасними інформаційними та інформаційно-комунікаційними технологіями, методикою їх використання в навчальному процесі сприятиме модернізації освіти – підвищенню якості професійної підготовки майбутнього фахівця, збільшенню доступності освіти, забезпеченню потреб суспільства в конкурентноздатних фахівцях.

Разом з тим у математичній освіті сьогодні накопичилося багато проблем та негативних тенденцій, серед яких можна назвати різке зниження рівня математичної культури сучасної молоді, їх пізнавальної активності і самостійності [1]. Це негативно відбивається на якості знань і умінь студентів ВНЗ, їх інтелектуальному розвитку, рівні фахової підготовки.

Можна виділити кілька етапів, через які пройшли провідні освітні заклади у процесі впровадження інформаційних технологій [2]:

1. Накопичення матеріальних ресурсів: придбання передового серверного устаткування, інсталяція потужних телекомунікаційних систем та мереж, впровадження програмно-апаратних комплексів.

2. Створення кадрових ресурсів: адміністративно-управлінського персоналу, інженерних кадрів, користувачів накопиченої технічної бази з числа професорсько-викладацького складу ВНЗ, формування структури підрозділів, що займаються процесами інформатизації у ВНЗ.

3. Розробка і впровадження нормативної та правової бази використання інформаційно-комунікаційних технологій, особливо в галузі дистанційного навчання.

Якщо повернутись до сучасних реалій України, то складне матеріальне становище більшості галузей бюджетної сфери, в тому числі й освіти, суттєво гальмує процеси інформатизації. Тому на перших етапах впровадження дуже актуальне питання організації викладання та здійснення професійної діяльності педагогів із використанням максимально доступних інформаційно-комунікаційних технологій, а в ідеалі – безкоштовних засобів.

Мета статті – проаналізувати використання інформаційно-комунікаційних технологій при викладанні вищої математики у системі підготовки майбутніх ІТ-спеціалістів, що дозволяють спростити організацію навчального процесу.

Вклад основного матеріалу. Інформаційні та комунікаційні технології на основі систем телекомунікації у всьому світі визнані ключовими технологіями ХХІ століття, що на найближчі десятиріччя будуть основними двигунами науково-технічного прогресу. Інформатизація освіти є частиною цього глобального процесу. Актуальною проблемою сьогодення є розробка таких освітніх технологій, які здатні модернізувати традиційні форми навчання з метою підвищення рівня навчального процесу у вищому навчальному закладі.

Світова практика розвитку та використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіті демонструє тенденцію до зміни традиційних форм організації освітнього процесу в умовах інформаційного суспільства. Разом з тим змінюється й зміст освіти, методики та дидактичні підходи.

Отже, сучасними світовими тенденціями розвитку інформатизації освіти є:

- створення єдиного освітнього простору;
- активне запровадження нових засобів та методів навчання, що орієнтовані на використання інформаційних технологій;
- синтез засобів та методів традиційного та комп'ютерного навчання;
- створення системи випереджаючої освіти.
- виникнення нового напрямку діяльності викладача – розробка інформаційних технологій навчання та програмно-методичних комплексів; зміна змісту діяльності викладача: з «репродуктора» знань до розробника нової технології (що з одного боку, підвищує його творчу активність, а з іншого – потребує високого рівня технологічної та методичної підготовки).
- формування системи безперервного навчання як універсальної форми діяльності, що спрямована на постійний розвиток особистості протягом всього життя.

Сучасні інформаційно-комунікаційні технології в освіті – це комплекс комп'ютерно-орієнтованих навчальних і навчально-методичних матеріалів, програмних і апаратних засобів навчального призначення, а також системи наукових знань про роль і місце обчислювальної техніки в навчальному процесі, про форми і методи їх застосування для удосконалення праці викладача та студента.

Можна виділити чотири етапи становлення інформаційно-комунікаційних технологій в освіті:

I етап – впровадження в навчальний процес комп'ютерних технологій у вигляді наочних та технічних засобів;

- II етап – використання комп'ютерних технологій як технологічного засобу навчання;
- III етап – формування інформаційно-культурного середовища як засобу самоосвіти;
- IV етап – впровадження ІКТ як засобу дистанційного навчання.

Слід зазначити, що для використання засобів сучасної інформаційної технології, при викладанні та вивченні вищої математики зовсім не обов'язково знати будь-які мови програмування, складати програми, знати фізичні, арифметичні і логічні принципи будови і дії персонального комп'ютера. Головне – знання відповідної предметної області, володіння програмними засобами сучасних інформаційних технологій та методикою їх використання.

При викладанні і вивченні математики у вищому навчальному закладі не тільки можливо, а й доцільно використання наступних типів комп'ютерних середовищ:

- web-орієнтовані системи комп'ютерної математики;
- мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики;
- мобільні математичні середовища.

Web-орієнтовані системи комп'ютерної математики. У зв'язку з широким використанням у навчальному процесі вищої школи мережі Internet та її ресурсів, зокрема технологій Web 2, Web 3, вільно поширюваного програмного забезпечення для електронного, дистанційного і мобільного навчання, систем комп'ютерної математики (СКМ), актуальною є проблема створення web-орієнтованих навчально-методичних комплексів математичних дисциплін. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є використання web-орієнтованих версій систем комп'ютерної математики (Matlab Web Server, webMathematica, wxMaxima) та їх інтеграція одна з однією та з іншими програмними продуктами. Прикладом такої інтеграції є web-орієнтована СКМ SAGE (Software for Algebra and Geometry Experimentation) – вільно поширювана система для виконання символічних, алгебраїчних і чисельних розрахунків та графічних побудов,

інтерфейс якої написаний потужною мовою програмування Python, і яка інтегрується як з комерційними СКМ (Maple, Mathematica, Matlab), так і з вільно поширюваними СКМ (Skilab, Maxima, Octave та ін.). SAGE об'єднала можливості популярних вільно поширюваних математичних програм та бібліотек, таких як PARI, GAP, GSL, Singular, MWRANK, NetworkX, Maxima, SymPy, GMP, NumPy, matplotlib та багатьох інших. Крім того, SAGE може інтегруватися із системами електронного навчання (наприклад, Moodle), що є доволі важливим для створення web-орієнтованих освітньо-наукових інформаційних середовищ і web-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін [3].

Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики. Серед існуючих

ІКТ та засобів навчання найсприятливішими для реалізації навчання вищій математиці за змішаною моделлю є мобільні інформаційно-комунікаційні технології.

Мобільними інформаційно-комунікаційними технологіями навчання називатимемо сукупність мобільних апаратних та програмних засобів, а також систему методів та форм використання таких засобів у навчальному процесі з метою отримання, збереження, опрацювання та відтворення аудіо-, відео-, текстових, графічних та мультимедіа даних в умовах оперативної комунікації з глобальними та локальними ресурсами [4].

Введення мобільних ІКТ до складу методичних систем навчання математичних дисциплін у ВНЗ змінює усі її складові, проте найбільшою мірою – технологічну підсистему методичної системи навчання (засоби, методи форми навчання).

Провідними засобами навчання математичних дисциплін стають мобільні засоби загального та спеціального призначення: апаратні (мобільні телефони, смартфони, електронні книжки, ноутбуки і нетбуки, кишенькові ПК, планшети тощо) та програмні (мобільні системи підтримки навчання, мобільні педагогічні програмні засоби, системи зворотного зв'язку, мобільні системи комп'ютерної алгебри та динамічної геометрії).

Як мобільний програмний засіб навчання вищої математики можна використовувати нову систему MathPiper, що інтегрує в собі систему комп'ютерної алгебри Yacas та систему динамічної геометрії GeoGebra.

MathPiper – це нова математично-орієнтована мова програмування, яка, з одного боку, доволі проста, з іншого боку – доволі потужна, щоб бути корисною для розв'язання широкого класу математичних та інженерних задач (www.mathpiper.org). MathPiper також є системою комп'ютерної алгебри (CAS). Крім того, для програмування під MathPiper використовується інтегроване середовище розробки (IDE) MathPiperIDE, що містить потужні засоби редагування тексту та інтерактивної графіки.

GeoGebra – вільно поширювана система комп'ютерної геометрії (CGS), яка дає можливість створювати “живі креслення” для використання в геометрії, алгебрі, планіметрії, зокрема, для побудов за допомогою циркуля і лінійки. Крім того, програма надає широкі можливості для роботи з функціями (побудова графіків, обчислення коренів, екстремумів, інтегралів і т. д.) за рахунок команд вбудованої мови, використовуючи яку можна керувати і геометричними побудовами.

Мобільні математичні середовища. Сьогодні можливість навчання будь-де і будь-коли є загальною тенденцією інтенсифікації життя в інформаційному суспільстві. Така можливість забезпечується, зокрема, й за допомогою так званого мобільного навчання – нової технології навчання, що ґрунтується на інтенсивному застосуванні сучасних мобільних засобів та технологій [5]. Мобільне навчання є новою освітньою парадигмою, на основі якої створюється нове навчальне середовище, де студенти можуть отримати доступ до навчальних матеріалів у будь-який час та в будь-якому місці, що робить процес навчання привабливішим, демократичним і стимулює студента до самоосвіти та навчання протягом усього життя.

Мобільне математичне середовище (ММС) можна визначити як відкрите модульне мережне мобільне інформаційно-обчислювальне програмне забезпечення, що надає користувачу (викладачу, студенту) можливість мобільного доступу до інформаційних ресурсів математичного і навчального призначення, створюючи умови для ефективної організації навчального процесу та інтеграції аудиторної і позааудиторної роботи [6, 7].

Основними складовими ММС є обчислювальне ядро (web-СКМ), інформаційне і методичне забезпечення (лекційні демонстрації, презентації та інші навчальні матеріали в електронному вигляді, тренажери, динамічні математичні моделі, навчальні експертні системи), а також мережний сервер.

Головними критеріями вибору СКМ для обчислювального ядра ММС є [8]:

© Кізім С.О., Меремеля І. Ю.

- розширюваність (система повинна надавати можливість користувачеві доповнювати її для розв'язання нових класів задач);
- наявність різних інтерфейсів та підтримка web-сервісів (для забезпечення мобільного доступу);
- кросплатформеність (мобільність програмного забезпечення);
- можливість створення програм із стандартними елементами управління (лекційних демонстрацій, динамічних моделей, тренажерів, навчальних експертних систем);
- можливість інтегрувати у себе різноманітне програмне забезпечення (на основі відкритих програмних інтерфейсів);
- підтримка технології Wiki;
- можливість локалізації та вільне поширення.

Зокрема як обчислювальне ядро ММС можна використовувати web-СКМ SAGE [6], яка задовольняє практично всі зазначені вимоги.

До основних характеристик ММС належать [6, 7]:

- мобільність доступу: виконуватись на широкому спектрі комп'ютерних пристроїв, що надає можливість залучити як засобів навчання нетбуки, планшетні комп'ютери та смартфони;
- мобільність програмного забезпечення: можливість перенесення середовища на різні програмно-апаратні платформи без значної модифікації;
- мережність: використання і зберігання математичних об'єктів на мережних серверах, що надає можливість уніфікувати доступ до них як в навчальній аудиторії, так і за її межами;
- відкритість: можливість зміни інформаційної та обчислювальної складових середовища;
- модульність: можливість додавання, вилучення та заміни компонентів середовища;
- об'єктна орієнтованість: можливість прототипування, створення, модифікації, наслідування, інкапсуляції математичних об'єктів;
- можливість застосування ефективних педагогічних технологій організації роботи студентів над навчальними і дослідницькими проектами у навчальних спільнотах.

Особливістю ММС є динамічна природа навчальних матеріалів – будь-який опублікований у мережі об'єкт може автоматично змінюватися відповідно до: зміни вмісту пов'язаного з ним робочого аркуша; зміни програмного забезпечення, що входить до складу ММС; зміни пристрою доступу до навчальних матеріалів; зміни початкових умов для моделей.

Окремо слід виділити програмно-педагогічний засіб навчального призначення (ППЗ). ППЗ – сучасний електронний мультимедійний підручник – це цілісна дидактична система, що заснована на використанні комп'ютерних технологій і засобів Інтернету і яка ставить за мету забезпечити навчання за індивідуальними і оптимальними навчальними програмами з керуванням процесу навчання.

Важливими моментами в реалізації поставленої мети є високий рівень створення інформаційно-технічного забезпечення з використанням сучасних ІТ-технологій і відповідність міжнародним стандартам.

ППЗ мають реальні переваги в порівнянні з паперовими носіями інформації, або навіть з електронними книгами.

Найбільша перевага цього освітнього продукту полягає в тому, що це не звичайний електронний підручник на електронному носії, а цілісна програма, яка поєднує теоретичні та практичні питання, віртуальні лабораторні роботи та практикуми, має електронний журнал успішності, конструктор уроків, комп'ютерні анімації фізико-хімічних процесів, інтерактивні і тестові завдання та багато інших можливостей.

ППЗ є не тільки економічно вигідними, але і зрозумілішими для сучасної молоді, робота з ППЗ активізує самостійне мислення студентів.

З розвитком науки й техніки навчальна інформація може змінюватись швидкими темпами, тому використання саме інтернет-орієнтованих електронних підручників дає ще одну перевагу їх легко оновлювати, не зазнаючи при цьому істотних витрат.

ППЗ передбачають велику кількість і високу якість ілюстративних матеріалів (рисуноків, графіків, карт, схем, фотографій, відеофрагментів, звукових рядів, інтерактивних моделей, тренажерів, 2D-, 3D-анімацій та ін.), що сприяє високому рівню ефективності навчання.

ППЗ дозволяють об'єктивно та достовірно визначати рівні навчальних досягнень студентів за допомогою різноманітних багаторівневих тестів, завдань, тренажерів.

Ефективність роботи викладача підвищується, збільшується складова творчої роботи. Викладач може доповнювати, модифікувати, корегувати підручник з урахуванням вікових, психологічних, соціальних і регіональних умов.

ППЗ надає можливість організувати віртуальну лабораторну роботу, яку з тих чи інших причин неможливо провести в реальній обстановці.

Індивідуальний темп навчання і це не тільки «індивідуалізація» за часом, оскільки навчання за класно-урочною системою підпорядковано жорстким часовим рамкам, але і варіантність розгорнення навчального матеріалу, врахування типу пам'яті, темпераменту і мислення студента.

Слід відмітити, що загальноосвітніх навчальних закладів ППЗ розробляються і згідно з навчальними програмами, що затверджені Міністерством освіти і науки України. Обсяг змісту навчального матеріалу та спосіб його подання повністю відповідає віковим психологічним і фізіологічним особливостям учнів та освітнім тенденціям. Для вищої школи програмні засоби такого типу не розроблені на момент дослідження. Тому авторами статті були створені та впроваджені у навчальний процес програмно-педагогічні засоби з таких дисциплін:

- вища математика;
- математичний аналіз;
- лінійна алгебра та аналітична геометрія;
- чисельні методи.

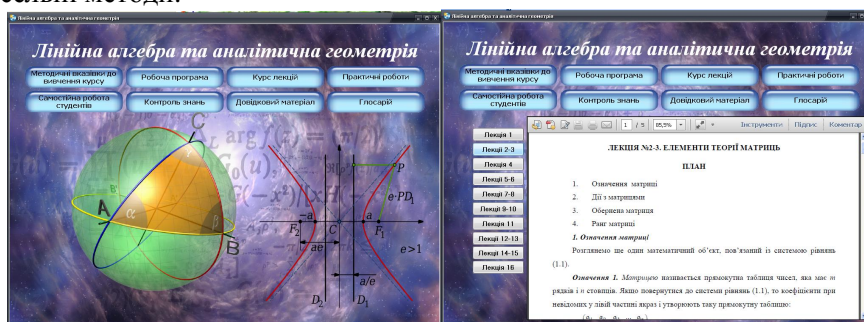


Рис. 1. ППЗ з дисципліни «Лінійна алгебра та аналітична геометрія»

Підбором та структуризацією навчального матеріалу займалися безпосередньо автори статті, а програмна реалізація була виконана студентами навчального закладу у рамках дипломного проектування.

Розроблене програмне забезпечення має простий та зрозумілий інтерфейс. А саме, включає в себе програму-навігатор та переглядач, що також містить посилання на додаткову програму тестування. Після її виконання управління передається материнському вікну. Програма переглядач з'єднується із файловою системою та зчитує і відображає необхідні матеріали у PDF, взаємодіє через інтерфейс з користувачем, а також запускає на виконання вищезгаданий додатковий модуль.

Дані програмні засоби є мультимедійним продуктом і забезпечують ефективне навчання студентів в режимі самоосвіти і в режимі, при якому викладач від звичайного інструктування переходить до консультування студентів.

При створенні програмно-педагогічних засобів було дотримано певних вимог, серед яких:

- педагогічних вимоги (дидактичні, методичні);
- технічні вимоги;
- ергономічні вимоги;
- естетичні вимоги;
- вимоги до оформлення документації.

Саме реалізація даних вимог є ключовою при створенні програмно-педагогічних засобів навчання.

У майбутньому вбачається реалізація педагогічних програмних засобів, розподілених на двох рівнях:

- робоче місце викладача;
- робоче місце студента.

На робочому місці викладача передбачається виконання таких функцій: управління навчальним процесом (електронний журнал), формування навчального матеріалу для теоретичної частини уроку, формування навчальних завдань для практичної роботи учнів та контрольних робіт, автоматизовану перевірку виконання навчальних завдань тощо.

На робочому місці студента передбачається: виконання практичних завдань, самостійна робота над вивченням теоретичного матеріалу, виконання контрольних робіт.

Висновки. Аналізуючи вище викладене, можна констатувати, що використання ІКТ у процесі навчання вищої математики має сприяти підвищенню інтересу студентів до отримання знань; забезпеченню диференціації, індивідуалізації у процесі навчання, зокрема, проходженню матеріалу за власним темпом; об'єктивності контролю якості знань; активізації процесу навчання, зокрема, через інтенсифікацію подачі матеріалу з використанням ІКТ; формуванню умінь і навичок різноманітної творчої діяльності; вихованню інформаційної культури; оволодінню навичками оперативного прийняття рішень в складних ситуаціях; забезпеченню оперативного доступу до банків різноманітних відомостей. Індивідуалізація навчання на основі ІКТ може бути забезпечена при рефлексивному управлінні навчальною діяльністю. Використання комп'ютерно-орієнтованих систем навчання забезпечує відповідність інформаційної моделі конкретному студенту. Тому перед викладачами стоять завдання поєднати класичні педагогічні технології з сучасними інноваціями, а це дасть змогу забезпечити простоту у спілкуванні та співпраці всіх учасників навчального процесу.

1. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики: Монографія. – Черкаси: Брама-Україна. – 2005. – 400 с.

2. Бакова І.В. Питання зміни стилю навчання фахівців-економістів в умовах використання системи «ІС-Підприємство» / І.В. Бакова, О.І. Пронін // Матеріали міжнародної Інтернет-конференції «Інформаційні системи та технології управління», 25 жовтня 2011. – Донецьк: ДонНУЕІТ ім. М. Туган-Барановського, 2011. – С. 332-335.

3. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики : навчальний посібник / В.В. Корольський, Т.Г. Крамаренко, С.О. Семеріков, С.В. Шокалюк; науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М.І. Жалдак. – Кривий Ріг : Книжкове видавництво Киреевського, 2009. – 324 с.

4. Рашевська Н. В. Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання вищої математики студентів вищих технічних навчальних закладів: автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Н.В. Рашевська; в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2011. – 21 с.

5. Семеріков С.О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі: [монографія] / Науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М.І. Жалдак. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2009. – 340 с.

6. Словак К.І. Теорія та методика застосування мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей [Електронний ресурс] / С.О. Семеріков, К.І. Словак // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – №1(21). – Режим доступу до журналу: <http://journal.iitta.gov.ua>.

7. Словак К. І. Методика використання мобільних математичних середовищ у процесі навчання математики студентів економічних ВНЗ: автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / К.І. Словак; в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2011. – 21 с.

8. Словак К.І., Семеріков С.О., Триус Ю.В. Мобільні математичні середовища: сучасний стан та перспективи розвитку // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – №12(19). – С. 102–109.

УДК 510.589

Костючко С.М.

Луцький національний технічний університет

РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ДВОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО МОТОРА

Костючко С.М. Розрахунок перехідних процесів двофазного асинхронного мотора. У даній статті розроблена математична модель виконавчого асинхронного мотора при двофазному живленні. Рівняння стану мотора записані в нормальній формі Коші. Алгоритм включає в себе аналіз перехідних станів та побудований на математичному апараті загальної теорії нелінійних диференціальних рівнянь. Алгоритм може бути поширений на більш складні нелінійні системи. Приведено результати симуляції.

Ключові слова: двофазний мотор, математична модель, усталені стани, двоточкова крайова задача.

Костючко С.Н. Расчет переходных процессов двухфазного асинхронного двигателя. В данной статье разработана математическая модель исполнительного асинхронного двигателя при двухфазном питании. Уравнения состояния мотора записаны в нормальной форме Коши. Алгоритм включает в себя анализ переходных состояний и построен на математическом аппарате общей теории нелинейных дифференциальных уравнений. Алгоритм может быть распространен на более сложные нелинейные системы. Приведены результаты симуляции.

Ключевые слова: двухфазный мотор, математическая модель, принятые состояния, двухточечная крайовая задача.

Kostiuchko S.M. Calculation transient process of a two-phase asynchronous motor. In this article, a mathematical model of executing asynchronous motor with two-phase power supply is developed. The equations of the motor state are written in the Cauchy's normal form. The algorithm includes an analysis of transition states and is constructed on a mathematical apparatus of the general theory of nonlinear differential equations. The algorithm can be extended to more difficult nonlinear systems. Simulation results are given.

Key words: two-phase motor, mathematical model, stable states, Cauchy's problem.

Вступ

Аналіз будь-якої фізичної системи включає в себе чотири етапи: розрахунок перехідних процесів, розрахунок усталених процесів, визначення статичної стійкості усталених процесів і розрахунку параметричної чутливості. Теорія нелінійних диференціальних рівнянь дозволяє всі чотири стадії аналізу об'єднати разом. Розрахунок перехідних процесів являє собою задачу Коші для диференціальних рівнянь стану. Як приклад, ми вибрали один з найпоширеніших виконавчих об'єктів комп'ютеризованої системи управління – двофазний асинхронний мотор.

У цій статті ми детально розглянуто одну з проблем аналізу фізичних систем (розрахунку перехідних процесів).

Математична модель

Дану математичну модель насиченого асинхронного двофазного мотора отримуємо на основі відомих, добре перевірених на практиці, моделей трифазного мотора. Найбільш оптимальною тут є *A-модель*, записана в косогональних координатах [9, 10]. Диференціальні рівняння стану математичної моделі в розгорнутому вигляді мають вигляд [10]

Рівняння електромагнетного стану мотора запишемо у вигляді

$$\frac{d\mathbf{i}}{dt} = \mathbf{A}(\mathbf{u} - \mathbf{\Omega}'\mathbf{\Psi} - \mathbf{R}\mathbf{i}), \quad (1)$$

де

$$\begin{bmatrix} \lambda_S \\ \lambda_R \end{bmatrix}, \lambda = \mathbf{u}, \mathbf{\Psi}, \mathbf{i}; \mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_S & \mathbf{A}_{SR} \\ \mathbf{A}_{RS} & \mathbf{A}_R \end{bmatrix}; \quad (2)$$

$$\mathbf{\Omega}' = \begin{bmatrix} & \\ & \mathbf{\Omega} \end{bmatrix}; \mathbf{R} = \begin{bmatrix} \mathbf{R}_S & \\ & \mathbf{R}_R \end{bmatrix}.$$

Тут $\mathbf{i}_k = (i_{ke}, i_{kc})_t$, $k = S, R$ – колонки фазних струмів обмотки статора й перетворених струмів обмотки ротора; $\mathbf{\Psi}_k = (i_{ke}, i_{kc})_t$, $k = S, R$ – колонки відповідних фазних повних потокозчеплень; $\mathbf{u} = (u_e, u_c)_t$, – колонки фазних напруг обмотки статора; $\mathbf{A}_S, \mathbf{A}_{SR}, \mathbf{A}_{RS}, \mathbf{A}_R$ – матриці

$$\mathbf{A}_S = \alpha_S (1 - \alpha_S \mathbf{G}); \mathbf{A}_{SR} = \mathbf{A}_{RS} = -\alpha_S \alpha_R \mathbf{G};$$

$$\mathbf{A}_R = \alpha_R (1 - \alpha_R \mathbf{G}),$$
(3)

де $\mathbf{G}, \mathbf{\Omega}$ – матриці

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} T + b_e i_e & b_c i_e \\ b_e i_c & T + b_c i_c \end{bmatrix}, \quad \mathbf{\Omega} = \omega \begin{bmatrix} & 1 \\ -1 & \end{bmatrix}.$$
(4)

причому

$$b_e = b i_e; \quad b_c = b i_c; \quad b = \frac{R - T}{i_m^2};$$
(5)

$$R = \frac{1}{\alpha_S + \alpha_R + \rho}; \quad T = \frac{1}{\alpha_S + \alpha_R + \tau}.$$
(6)

Тут τ, ρ – обернені статична й диференціальна індуктивності, які знаходимо за характеристикою намагнечування машини так:

$$\tau = \left[\frac{\Psi_m(i_m)}{i_m} \right]^{-1}; \quad \rho = \left[\frac{d\Psi_m(i_m)}{di_m} \right]^{-1},$$
(7)

де i_m – модуль просторового вектора намагнечувальних струмів

$$i_m = \sqrt{i_e^2 + i_c^2}; \quad i_e = i_{Se} + i_{Re}; \quad i_c = i_{Sc} + i_{Rc}.$$
(8)

При відсутності насичення характеристика намагнечування вироджується в пряму $i_m = \alpha_m \Psi_m$, де α_m – обернена основна індуктивність, а матриця (4) згідно з (6) – у діагональну

$$\mathbf{G} = \frac{1}{\alpha_S + \alpha_R + \alpha_m} \begin{bmatrix} 1 & \\ & 1 \end{bmatrix},$$
(9)

що значно спрощує диференціальне рівняння стану. Отже в даному випадку ми отримуємо найпростішу з відомих математичну модель асинхронного мотора; $\mathbf{R}_S, \mathbf{R}_R$ – матриці опорів

$$\mathbf{R}_S = \begin{bmatrix} r_{Se} & \\ & r_{Sc} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{R}_R = \begin{bmatrix} r_R & \\ & r_R \end{bmatrix},$$
(10)

причому α_S, α_R , – обернені індуктивності дисипації обмоток статора й ротора; r_{Se}, r_{Sc} – опори обмоток статора; r_R – приведений опір обмотки ротора; $\mathbf{\Omega}$ – матриця кутової швидкості ω .

Компоненти колонки повних потокозчеплень обмоток статора й ротора знаходимо так

$$\Psi_{kj} = \frac{1}{\tau} (i_{Sj} + i_{Rj}) + \frac{1}{\alpha_k} i_{kj}, \quad j = e, c; \quad k = S, R.$$
(11)

Рівняння механічного стану має вигляд

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{p_0}{J} (M_E - M(\omega)), \quad M_E = \frac{3}{2} p_0 (\Psi_{Sc} i_{Se} - \Psi_{Se} i_{Sc}),$$
(12)

де $M(\omega)$ – механічний момент; p_0 – число пар магнетних полюсів; J – момент інерції ротора; M_E – електромагнетний момент.

Система диференціальних рівнянь (1), (12) – математична А-модель асинхронного двофазного мотора. Вона призначається для аналізу перехідних процесів.

В розгорнутому вигляді права частина рівняння (1) матиме вигляд

$$\mathbf{u} - \Omega' \Psi - \mathbf{Ri} = \begin{matrix} u_{SA} - r_S i_{SA} \\ u_{SB} - r_S i_{SB} \\ -\omega \Psi_{RB} - r_R i_{RA} \\ \omega \Psi_{RA} - r_R i_{RB} \end{matrix}. \quad (13)$$

Причому

$$u_{SA} = U_m \sin \omega_0 t; \quad u_{SB} = U_m \sin(\omega_0 t - \pi / 2), \quad (14)$$

де U_m – амплітуда напруги живлення; ω_0 – його кутова швидкість.

Диференціальні рівняння електромеханічного стану (1), (12) підлягають сумісному інтегруванню. Вхідні дані: $R_S, R_R, \alpha_S, \alpha_R, p_0, J$ і крива намагнення $\psi_m(i_m)$; вхідні сигнали: $U_m, \omega_0, M(\omega, T)$.

Задача Коші

Систему звичайних диференціальних рівнянь (1), (12) запишемо в загальному вигляді

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = f(\mathbf{x}, t), \quad \mathbf{x} = (\mathbf{i}, \omega)_t. \quad (15)$$

Інтегрування диференціальних рівнянь (9) з заданими початковими умовами

$$\mathbf{x}(t)|_{t=0} = \mathbf{x}(0), \quad (16)$$

є задача Коші для заданої системи диференціальних рівнянь, яка представляє задачу розрахунку перехідних електромеханічних процесів мотора.

Результати моделювання

Запропонований метод аналізу був детально досліджений у складних електромеханічних задачах, і виявився дуже ефективним [9, 10]. Результати моделювання перехідного процесу наведені нижче.

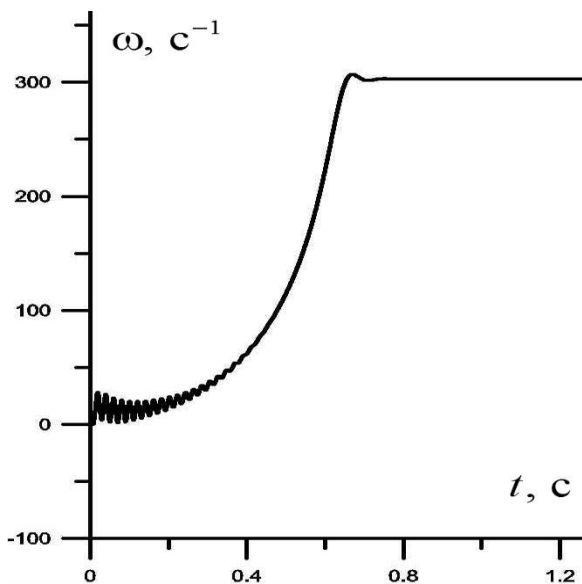


Рис. 1. Кутова швидкість в перехідному процесі

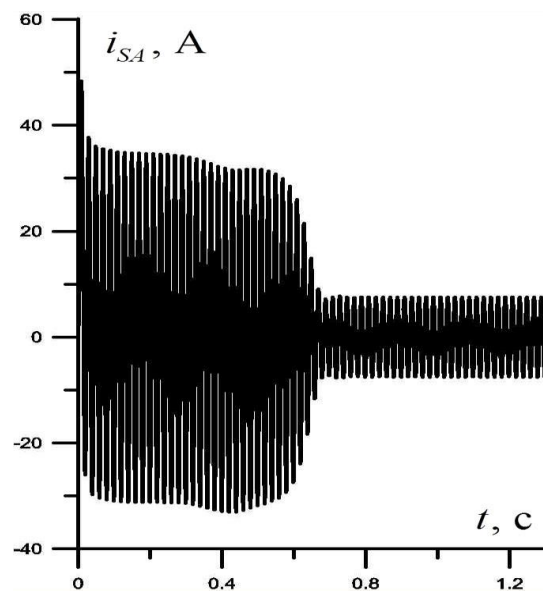


Рис. 2. Перехідний струм фази А статора

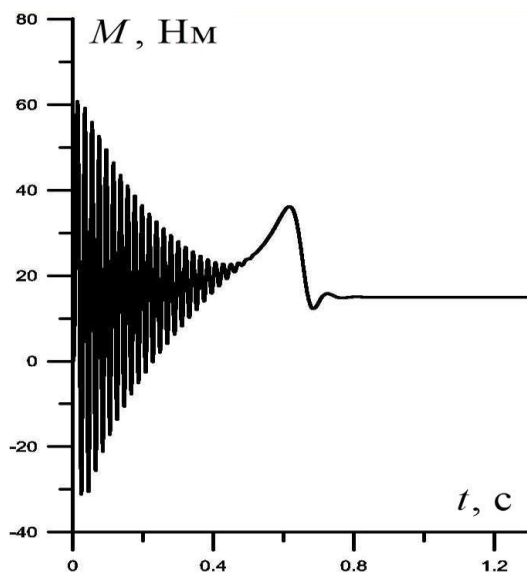


Рис. 3. Перехідний електромагнетний момент

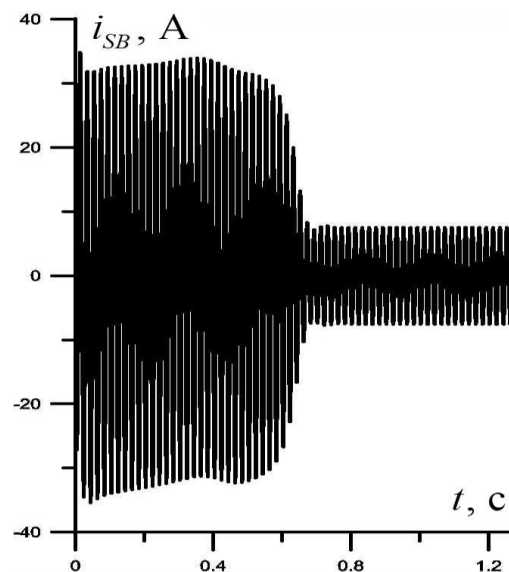


Рис. 4. Перехідний струм фази В статора

Параметри мотора: $R_S = 1,01 \Omega$; $R_R = 1,80 \Omega$; $\alpha_S = 65 \text{ Н}^{-1}$; $\alpha_R = 70 \text{ Н}^{-1}$; $\alpha_b = 4,65 \text{ Н}^{-1}$; $J = 0,025 \text{ кгм}^2$; $p_0 = 2$. Крива намагнення мотора визначається залежністю

$$\psi_m(i_m) = \begin{cases} 0.215i_m, & \text{if } 0 \leq i_m \leq 2; \\ 0.2213i_m - 0.0026i_m^3 + 0.00002i_m^5, & \text{if } 2 < i_m < 7; \\ 0.043i_m + 0.7, & \text{if } 7 \leq i_m. \end{cases}$$

Замість цієї кривої, в пам'ять комп'ютера вводяться відповідні криві основних статичних і диференціальних індуктивностей, які отримані відповідно до аналітичних виразів (7).

Вхідні сигнали: $U_m = 310,5 \text{ В}$, $\omega_0 = 10 \text{ с}^{-1}$, $M(\omega, T) = 10 \text{ Нм}$.

Висновки.

1. На основі теорії електромагнітних кіл побудовано математичну модель двофазного асинхронного мотора, диференціальні рівняння, які записані в нормальній формі Коші.
2. Запропонований алгоритм дозволяє на основі математичного апарату загальної теорії нелінійних диференціальних рівнянь одночасно розрахувати перехідний процес як розв'язок задачі Коші для диференціальних рівнянь із заданими початковими умовами.
3. Велика кількість комп'ютерних симуляцій показала високу ефективність запропонованого алгоритму і абсолютну збіжність результатів з класичною теорією електромеханіки.

1. Aprile T.I. A computer algorithm to determine the steady-state response of non-linear oscillators / Aprile T.I., Trick T.N. // IEEE, Trans. Circuit Theory. – 1972. – vol. 19. – P. 354-360.
2. Donald G. Fink, H. Wayne Beaty Standard handbook for electrical engineers / McGRAW-HILL BOOK, twelfth edition. – NY. – 1987. – 1600 p.
3. Khusainov D. Introduction in modeling of dynamical systems (in Ukrainian) – Kyiv, 2010. – 130 p.
4. Korn G.A., Korn T.M. Mathematical handbook for scientists and engineers / McGRAW-HILL BOOK. – N.Y., Toronto, London. – 1961. – 720 pp.
5. Kozoriz V. Transport and the future (in Ukrainian) // Technical news, 2005 / 1(20), 2(21). – PP. 29-34.
6. Lyashko S.I. Generalized Optimal Control of Linear Systems with Distributed Parameters / Dordrecht, Boston, London. – Kluwer Academic Publishers. – 2002. – 455 p.
7. Melnik A. Architecture of computer (in Ukrainian) – Lutsk, 2008. – 470 p.
8. Tavares M., Portela C. Transmission system parameters optimization–sensitivity analysis of secondary arc current and recovery voltage // Power Delivery, 2004. – V. 19, № 3. – PP. 1464-1471.
9. Tchaban V. Mathematical modeling in electrical engineering (in Ukrainian). – Lviv: Taras Soroka's publisher home, 2010, 508 p.
10. Tchaban V. Mathematical modeling of electromechanical processes (in Russian). – Lviv, 1997, 344 p.
11. Tchaban V., Bily L. Mathematic modelling of periodic regimes of electric machines / Modelling, simulation and control. – 1984. – Vol. 1, № 1. – P. 35-39.

12. Tchaban V., Kostiuchko S. Parametric sensitivity of three-phase induction motor // Technical news, 2014 / 1(39), 2(40). – PP. 26-30.
13. Tchaban V., Kostiuchko S., Tchaban Z. Auxiliary model of parametric sensitivity // Computational problems of electrical engineering. – Lviv, 2012. – V.2, № 2. – PP. 105-111.
14. Tchaban V., Kozoriz V. Mathematical modelling of interaction of superconductors magnetic systems / Proceedings Intern. AMSE Conference "Systems". – London. – 1993. – Vol. 3. – P. 149-153.
15. Tchaban V., Tchaban O. Derivative of matrices of parameters over independent variables (in Ukrainian) // Technical news, 2014 / 1(39), 2(40). – P. 51
16. Tchaban V., Tchaban O., Kostiuchko S., Tchaban Z. About one two-point boundary value problem // Technical news, 2011 / 1(33), 2(34). – PP. 10-12.
17. Tchaban V., Tchaban O., Kostiuchko S., Tchaban Z. The theory of electromagnetic circuits. – In monograph: Computing in Science and Technology, Rzeszow: Wyd-wo Uniwersytetu Rzeszowskiego, ISBN 978-83-7338-895-6, 2012/13, 172 p. (pp. 34-55).
18. Tchaban V., Tchaban Z. Simulation of static stability of tree phase induction motor. – Przegląd elektrotechniczny, R. 87, NR 9a/2011, pp. 295–297.

УДК 004.023

Марченко О.О., аспірант, Марченко О.І., к.т.н., доцент,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЛОГАРИФМІЧНИЙ КРИТЕРІЙ КОНТРОЛЮ ФОРМИ ДЕРЕВА ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПОШУКУ ПО ДЕРЕВУ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Марченко О.О., Марченко О.І. Логарифмічний критерій контролю форми дерева для покращення пошуку по дереву методом Монте-Карло. Апробація запропонованих авторами раніше критеріїв типу «глибина-ширина» при контролі форми дерева пошуку та їх використання для покращення пошуку по дереву методом Монте-Карло (MCTS) з'ясували деякі слабкі місця використання цих критеріїв. У статті, на основі результатів останніх досліджень, для контролю форми дерева пошуку пропонується новий логарифмічний критерій, який дозволяє більш точно оцінити процес побудови та форму дерева пошуку MCTS. Передбачається, що запропонований критерій дозволить точніше вибрати потенційно кращі варіанти продовження такого пошуку.

Ключові слова: задачі штучного інтелекту, дерева ігор, пошук в дереві, метод Монте-Карло, MCTS, методи покращення MCTS.

Марченко А.А., Марченко А.И. Логарифмический критерий контроля формы дерева для улучшения поиска по дереву методом Монте-Карло. Апробация предложенных авторами ранее критериев типа «глубина-ширина» при контроле формы дерева поиска и их использование для улучшения поиска по дереву методом Монте-Карло (MCTS) выявили некоторые слабые места использования этих критериев. В статье, на основе результатов последних исследований, для контроля формы дерева поиска предлагается новый логарифмический критерий, который позволяет более точно оценить процесс построения и форму дерева поиска MCTS. Предполагается, что предложенный критерий позволит точнее выбирать потенциально лучшие варианты продолжения такого поиска.

Ключевые слова: задачи искусственного интеллекта, деревья игр, поиск в дереве, метод Монте-Карло, MCTS, методы улучшения MCTS.

Marchenko O.O., Marchenko O.I. Logarithmic criterion for tree shape control for improvement of the Monte-Carlo tree search method. Approbation of the proposed earlier by authors "depth-width" kind criteria for controlling of search tree shape and applying of the criteria for Monte-Carlo tree search (MCTS) method improvement revealed some weak points of these criteria exploitation. The paper, basing on the results of the latest investigations, proposes a new logarithmic criterion for tree shape control which allows to estimate MCTS tree building process and tree shape more precisely. It is supposed that this criterion would allow more accurate selecting potentially better variants for continuation of such kind of search.

Keywords: artificial intelligence tasks, game trees, tree search, Monte-Carlo method, MCTS, MCTS improvement methods.

Рис. 5. Лім.8.

Постановка наукової проблеми.

Однією з найбільш поширених форм подання інформації в задачах штучного інтелекту є форма у вигляді дерев послідовних рішень, а одним з методів штучного інтелекту, що був запропонований порівняно нещодавно і призначений для виконання швидкого та високоефективного пошуку правильних рішень у дереві інформації, є метод пошуку в дереві з використанням методу Монте-Карло (Monte Carlo Tree Search – MCTS) [1]. Особливо добре він зарекомендував себе в задачах з дуже великим ступенем розгалуження пошуку, таких, як гра Го (ступінь розгалуження дорівнює 250). Завдяки цьому методу відбувся прорив у створенні комп'ютерного гравця в Го, рівного по силі гри найкращим професійним гравцям. Для прискорення та підвищення ефективності процесу пошуку методом MCTS, його вдосконалення можливо виконувати на різних етапах його загальної схеми, і за час існування цього методу було створено вже багато його варіантів та модифікацій [1, 2, 3], але потужність концепції методу MCTS залишає ще дуже великий простір для нових досліджень з метою покращення пошуку в задачах штучного інтелекту.

Аналіз досліджень.

Найбільш фундаментальною узагальнюючою роботою з методу MCTS є огляд 2012 року, підготовлений десятима провідними вченими під керівництвом Камерона Броуне, що досліджують цей метод [1], але протягом наступних років з'явилися не тільки нові модифікації та покращення існуючих способів, але й принципово нові варіанти реалізації MCTS. Ще один погляд на структуру та взаємозв'язки між ідеями існуючих способів покращення MCTS був запропонований авторами у

вигляді класифікації [2, 3]. В результаті виконаного аналізу способів покращення MCTS був визначений напрям в дослідженнях MCTS, якому приділялось ще недостатньо уваги попередніми дослідниками, а саме дослідження залежності ефективності пошуку MCTS від форми дерева, а також знаходження можливості покращення пошуку методом MCTS спираючись на певні критерії оцінювання поточної форми дерева пошуку.

У [4, 5] авторами були запропоновані критерії типу «глибина-ширина» DWCs (Depth-Width Criteria) для контролю форми дерева пошуку при використанні методу Монте-Карло, а також спосіб покращення ефективності роботи MCTS. Цей спосіб вдосконалює формулу UCSB1 стандартного варіанту UCT (Upper Confidence bounds applied to Trees) реалізації MCTS [1] використанням ще декількох доданків, які встановлюють залежність остаточного значення цієї формули від форми дерева пошуку на основі зазначених критеріїв. Такий спосіб покращення MCTS був названий пошуком по дереву методом Монте-Карло з контролем форми дерева (Monte-Carlo Tree Search with Tree Shape Control – MCTS-TSC) [5] і відштовхується від деяких результатів, отриманих іншими дослідниками, основна ідея яких полягає в тому, що різні ігри (задачі) мають різні типи для них форми дерева пошуку побудовані методом MCTS. Наприклад, досить очевидно, що для ігор з великим ступенем розгалуження буде будуватись ширше дерево, ніж для ігор з малим ступенем розгалуження. Крім того, Гілмар Фінссон та Інгві Бьорнссон досліджували ситуацію, чи віддає MCTS перевагу деревам з певною формою, більш глибоким чи більш широким, чи дотримує якогось певного балансу між глибиною і шириною. Вони з'ясували, що такі «вподобання» алгоритму MCTS залежать власне від самої гри, а також те, що, навіть, невеликі нюанси в правилах гри та системі підрахунку балів можуть змінювати структуру дерева пошуку, якій буде віддавати перевагу MCTS [6]. Тому, якщо для певних задач відомо, яка форма дерева MCTS (більш глибока чи більш широка) є ефективнішою, то враховуючи таку наявну початкову інформацію, для цих задач з'являється можливість доцільного виконання динамічного контролю форми дерева за критерієм «глибина-ширина», направляючи подальшу побудову дерева пошуку у потрібному напрямку.

Метою даної роботи є продовження дослідження залежності ефективності пошуку MCTS від форми дерева, а також знаходження можливості покращення пошуку методом MCTS за допомогою оберненого впливу, тобто скерування процесу побудови дерева пошуку до більш широкої чи більш глибокої форми, в залежності від характеру конкретної гри (задачі), на основі певних критеріїв, що дозволяють оцінювати форму поточного дерева пошуку і вибирати потенційно кращі варіанти продовження такого пошуку.

Критерії типу «глибина-ширина» для контролю форми дерева пошуку MCTS

Константа C_{UCB1} основної формули UCSB1 для оцінювання перспективності наступних ходів в методі MCTS [1, 5], фактично є параметром, який контролює форму дерева пошуку MCTS. При менших значеннях C_{UCB1} створюється глибше і вужче дерево пошуку, в той час, як при більших значеннях C_{UCB1} буде побудоване менш глибоке але більш широке дерево MCTS [7]. Рівняння UCSB1 автоматично фокусує пошук на поточних найкращих варіантах подальших ходів одночасно з наданням можливості достатнього дослідження для того, щоб знайти потенційно найкращий хід, якого в дереві ще нема.

Важливо зазначити, що в даній роботі аналіз критеріїв оцінювання форми дерева пошуку навмисно виконується без врахування значень формули UCSB1 для вершин дерева, оскільки наша мета оцінити саме потенційний вплив форми дерева, щоб зробити відповідне зміщення значення UCSB1 в більшу чи меншу сторону в залежності від поточної форми дерева і незалежно від поточних оцінок вершин за формулою UCSB1.

Запропоновані у [4, 5] критерії оцінювання форми дерева DWCs обчислюються для кожної вершини на основі двох властивостей форми дерева – глибини D та ширини W піддерева цієї вершини. Обчислення значень цих властивостей виконується за наступними правилами [4]:

- у всіх термінальних вершин дерева (листіків) і глибина, і ширина їх піддерев дорівнюють одиниці;
- глибина піддерева нетермінальної вершини обчислюється як максимальне значення зі значень глибин піддерев її нащадків плюс одиниця;
- ширина піддерева нетермінальної вершини обчислюється як сума значень ширин піддерев її

нащадків.

Для оцінювання та контролю форми всіх піддерев поточного дерева пошуку в [4, 5] авторами було запропоновано два критерії

$$DWC1 = C_{DW} * D / W,$$

$$DWC2 = C_{DW} * (C_D * D - W) / W,$$

де C_{DW} – коефіцієнт визначення форми дерева (пропорції глибини до ширини),

C_D – додатковий коефіцієнт глибини дерева.

Призначення коефіцієнтів C_{DW} та C_D у цих критеріях є подібним до призначення коефіцієнту C_{UCB1} у основній формулі UCB1 [1, 5] метода MCTS. Значення критеріїв $DWC1$ та $DWC2$ використовуються як доданки до значення формули UCB1 і можуть використовуватись як окремо, так і разом.

Подальші дослідження показали, що просте відношення глибини піддерев до їх ширини не завжди достатньо точно відображає логіку корекції формули вибору наступної вершини в залежності від форми піддерев поточної вершини, де приймається рішення. Розглянемо приклад характерного випадку. На рисунку 1 показана ситуація, коли у поточної вершини DN (Decision Node), де потрібно прийняти рішення про вибір наступного ходу, є дві вершини-дитини CN_1 та CN_2 (CN – Child Node), серед яких потрібно вибрати. Перша цифра відповідає глибині піддерева, а друга цифра – ширині піддерева. Щоб відрізнити ситуацію, коли у вершині показаний критерій «глибина-ширина», а не критерій «кількість вигравів/кількість моделювань», на відміну від останнього, для розділу двох значень використовується символ «\» (back-slash), а не «/».

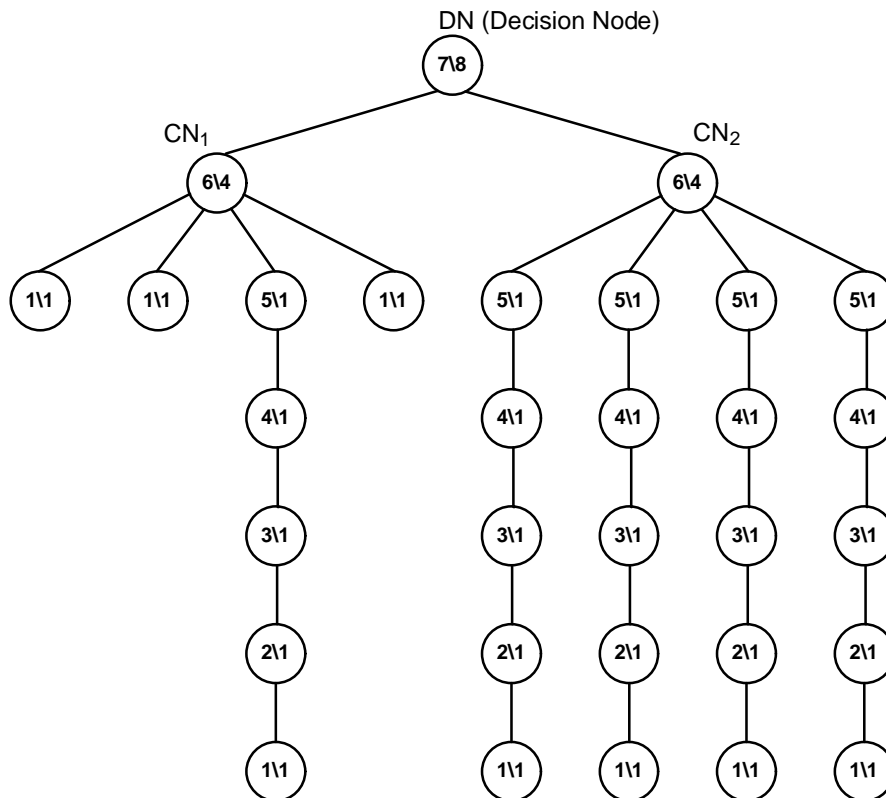


Рис.1. Приклад недостатньої точності критеріїв $DWC1$ та $DWC2$.

Як видно, піддерева вершин CN_1 та CN_2 різні, а значення глибини та ширини, а відповідно і відношення глибина/ширина, що є визначальним для остаточної оцінки форми дерева, у цих вершин є однаковими 6/4, що є некоректним з точки зору логіки враховування форми дерева в алгоритмі MCTS. У кожній з цих вершин однакова кількість вершин-дітей (по чотири), але якщо у вершини CN_2 всі

піддерева досліджені однаково і мають невисоку оцінку отримання виграшу, то вершина CN_1 має тільки одну таку саму вершину, а три інших є ще майже не дослідженими, а відтак є більша ймовірність, що саме серед цих трьох дітей знаходиться кращий варіант для продовження гри. Тому, згідно логіки MCTS, вершина CN_1 є більш цінним варіантом продовження гри, але прості критерії DWC1 та DWC2 цього не враховують. Цей випадок показує, що критерій форми дерева повинен враховувати не тільки глибину та ширину піддерев, а й кількість вершин у них.

Подальші дослідження показали, що в цих та інших подібних випадках логіку корекції формули вибору наступної вершини в залежності від форми піддерев поточної вершини, де приймається рішення, більш коректно відображають критерії типу «глибина-ширина», значення яких мають логарифмічні залежності від відношення глибини до ширини піддерев та кількості вершин у них.

В результаті розгляду та аналізу множини подібних випадків, автори прийшли до схеми враховування форми дерева пошуку MCTS, показаній на рисунку 2.

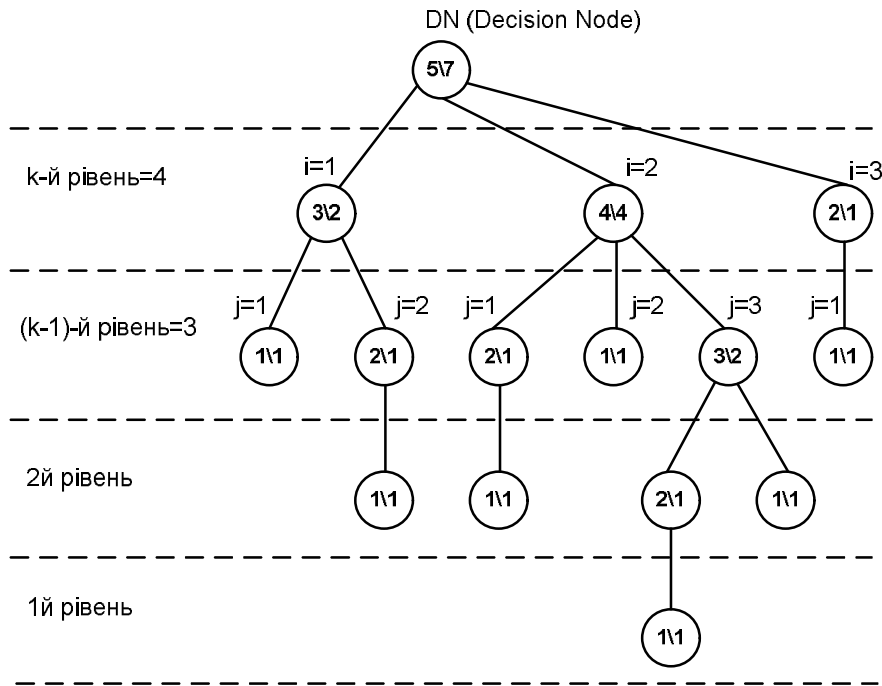


Рис.2. Схема враховування форми дерева пошуку MCTS.

Згідно показаної схеми пропонується виконувати обчислення критерію форми піддерев дітей вершини прийняття рішення DN, тобто піддерев вершин CN_i (що знаходяться на k -му рівні) на основі їх власних значень глибини та ширини D_i^k та W_i^k , а також значень глибини та ширини D_j^{k-1} та W_j^{k-1} всіх дітей (що знаходяться на $(k-1)$ -му рівні) кожної з вершин CN_i за логарифмічною формулою, показаною на рисунку 3.

$$DWC_LOGB_i^k = C_{TSC} * \left(\log_B \left(C_{DW} * \frac{D_i^k}{W_i^k} \right) + \sum_{j=1}^{NB_i^k} \frac{\log_B \left(C_{DW} * \frac{D_j^{k-1}}{W_j^{k-1}} \right)}{B * NB_i^k} - C_{NN} * \log_B(NN_i^k) \right) \quad (1)$$

Рис.3. Формула враховування форми дерева пошуку MCTS.

- У формулі (1) величини мають наступне значення:
- k – рівень вершини рахуючи від листка;
- i – номер вершини-дитини поточного кореня дерева гри;
- j – номер вершини-дитини i -ї вершини;

DWC_LOG – значення логарифмічного (по основі B) критерію типу «глибина-ширина» i -ї вершини-дитини поточного кореня, яка знаходиться на k -му рівні;

C_{TSC} – загальний коефіцієнт масштабування впливу форми дерева;

C_{DW} – коефіцієнт визначення форми дерева (пропорції глибини до ширини);

C_{NN} – коефіцієнт масштабування впливу кількості вершин у піддеревах;

B – степінь розгалуження (Branching factor) гри;

N – степінь розгалуження i -ї вершини-дитини (Node Branching factor) поточного кореня, яка знаходиться на k -му рівні;

N – кількість вершин у піддереві i -ї вершини-дитини поточного кореня, яка знаходиться на k -му рівні;

l та w – глибина та ширина піддерева i -ї вершини-дитини поточного кореня, яка знаходиться на k -му рівні;

D_j та W_j^i – глибина та ширина піддерева j -ї дитини i -ї вершини-дитини поточного кореня (j -ті вершини знаходяться на рівень нижче від i -х вершин, тобто на $(k-1)$ -му рівні).

Значення критерію $DWC_LOGB_i^k$ для вершин-листіків не обчислюється і приймається рівним нулю, оскільки ці вершини піддерев ще не мають.

Для підтвердження коректності даної формули для відображення випадку, показано на рис.1, наведемо те ж саме дерево (рисунок 4), в вершинах якого знаходяться обчислені значення логарифмічного критерію $DWC_LOGB_i^k$. Обчислення значень вершин для рисунка 4 були виконані при наступних значеннях коефіцієнтів: $C_{TSC} = 1$; $C_{DW} = 1$; $C_{NN} = 0.1$; $B = 7$. Слід зауважити, що дослідження проводились при різних значеннях коефіцієнтів C_{TSC} , C_{DW} та C_{NN} , а ці значення взяті для прикладу. Значення B взяті рівним 7, оскільки дослідження проводились на прикладі гри Connect Four [8], яка має степінь розгалуження 7.

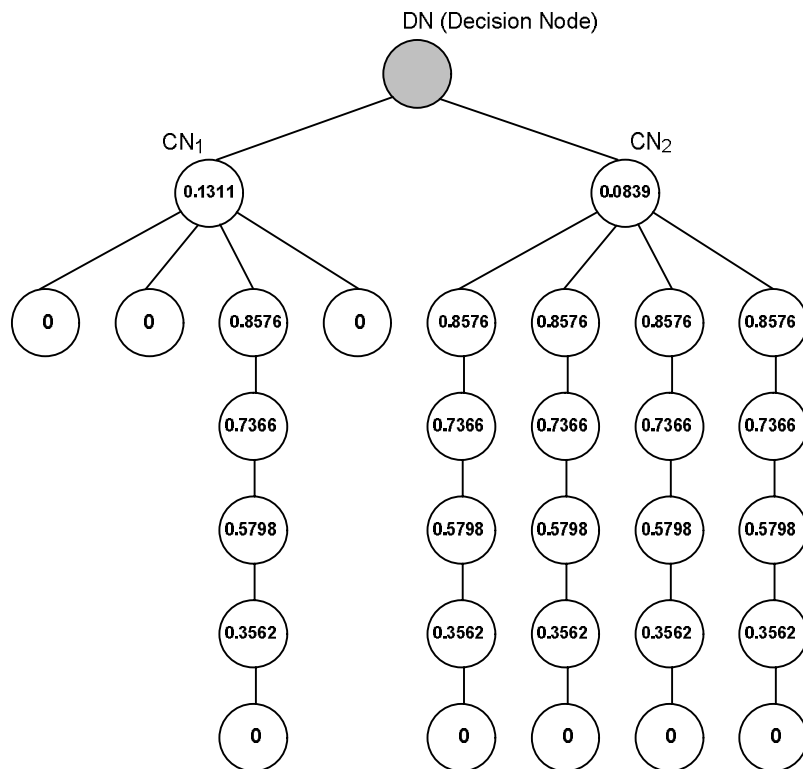


Рис.4. Дерево MCTS з обчисленими значеннями логарифмічного критерію $DWC_LOGB_i^k$.

З даного рисунка видно, що, на відміну від значень вершин рисунка 1, вершини CN_1 та CN_2 мають різні значення, причому значення вершини CN_1 є більшим ніж значення вершини CN_2 , що відповідає прийнятій для цього прикладу логіці оцінювання вершин з точки зору форми піддерев, тобто віддавати перевагу менш дослідженим піддеревам. Якщо для іншої гри (задачі) буде потрібна протилежна логіка оцінювання, то останній доданок $C_{NN} * \log_B(NN_i^k)$ формули (1), який залежить від кількості вершин в піддереві, потрібно не віднімати, а додавати. Більш того, якщо для динамічного налаштування процесу оцінювання впливу форми піддерев на ефективність пошуку використовувати методи машинного навчання, то, в додаванням/відніманням останнього доданку можна керувати в залежності від статистики зібраної машинним навчанням.

Іншою важливою відмінністю формули (1) від попередніх критеріїв $DWC1$ та $DWC2$ є використання логарифмічної залежності від відношення глибини піддерев до його ширини. Логарифмічна функція дозволяє досягти двох переваг, в порівнянні з більш простими $DWC1$ та $DWC2$.

Перша перевага полягає в тому, що врахування знаку доданків $\log_B\left(C_{DW} * \frac{D_i^k}{W_i^k}\right)$ та $\log_B\left(C_{DW} * \frac{D_j^{k-1}}{W_j^{k-1}}\right)$

для корекції форми поточного дерева відбувається автоматично в залежності від того, яка з величин, глибина чи ширина, є більшою (враховуючи заданий коефіцієнт форми C_{DW}). Другою перевагою є те, що глибина піддерев впливає на остаточне значення логарифмічного критерію оцінювання форми дерева не лінійно, як у критеріях $DWC1$ та $DWC2$, а більш згладжено. Така властивість більш точно відповідає загальному асиметричному характеру поведінки алгоритму MCTS при побудові дерева пошуку, оскільки у випадках, коли значення головної оцінки вершин згідно формули UCB1 буде стимулювати побудову більш глибокої гілки, то вплив другорядного фактору форми дерева буде зменшуватись. Основа логарифму приймається рівною степені розгалуження гри B , оскільки це дозволяє ввести в формулу (1) залежність від складності конкретних ігор. Крім того, це дозволяє врахувати той факт, що при більших значеннях B кількість доданків в формулі (1) може бути також більшою, в результаті чого сума може стрімко зростати, а відповідне зростання значення основи логарифму буде компенсувати вплив збільшення кількості доданків, оскільки максимально можлива кількість доданків дорівнює B .

Апробація логарифмічного критерію

Спосіб покращення MCTS-TSC з використанням логарифмічного критерію (1) був апробований на грі Connect Four [8], степінь розгалуження якої $B=7$, для трьох випадків: 1) обидва гравці грають за стандартним способомUCT; 2) перший гравець грає за способом з контролем форми дерева TSC, а другий гравець – за стандартним способомUCT; 3) перший гравець грає за способомUCT, а другий гравець – за способомTSC. Для прикладу наведемо результати, отримані при наступних параметрах: кількість ігор для кожного випадку – 10; значення коефіцієнта $C_{UCB1}=0.55$ (найкраще значення отримане для гравця UCT під час експериментів); випадки кількості ітерацій повторення процесу пошуку на один хід були взяті 100000, 150000, 200000, 250000, 500000, 1000000 (кількість ітерацій фактично відповідає часу «роздумів» способу над наступним ходом). Разом виходить по 60 партій для кожного з досліджених варіантів гри. Для реалізації контролю за формою дерева пошуку в способі MCTS-TSC був використаний наведений вище логарифмічний критерій (1) з коефіцієнтами $C_{TSC}=0.0001$, $C_{DW}=10$, $C_{NN}=0.0001$. Результати виконання гри для цих випадків наведені на рисунку 5.

Як видно з отриманих результатів, другий гравець завжди виявився сильнішим, що, очевидно, пов'язано із загальними особливостями роботи пошуку методом MCTS для гри Connect Four. У партіях, де обидва гравці грали між собою за стандартним способомUCT, другий гравець вигравав у 2 рази частіше. Коли до того самого першого гравця додали контроль за формою дерева способомTSC, він став програвати рідше (в 1.6 рази), а коли TSC-контроль додали до другого гравця, то він став вигравати у першого вже майже у 4 рази частіше, а не у 2 рази. Тобто, додавання механізму контролю за формою дерева пошуку, в обох ситуаціях привело до підсилення найкращого гравця гри Connect Four, реалізованого «чистим» стандартним способомMCTS-UCT.

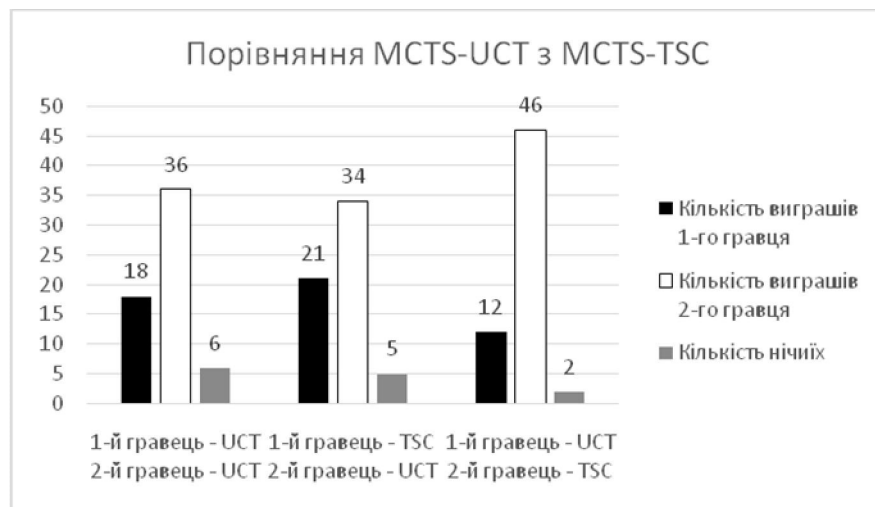


Рис. 5. Порівняння результатів гри гравців реалізованих способами MCTS-UCT та MCTS-TSC

Висновки

У статті запропонований новий логарифмічний критерій, який дозволяє оцінити форму поточного дерева пошуку MCTS та скерувати процес його подальшої побудови більш точно, ніж раніше визначені критерії. Використання способів контролю поточної форми дерева пошуку, не змінюючи загального асиметричного характеру побудови дерева пошуку, може скеровувати побудову дерева гри в сторону більш широких або більш глибоких дерев, відносно стандартного варіанту реалізації MCTS, що дозволяє в певних ситуаціях краще охоплювати аналізом вершини, яким стандартний алгоритм приділяє менше уваги, і, в результаті, при правильному підборі коефіцієнтів, дозволяє покращити ефективність пошуку. Подальшими напрямками досліджень і варіантами застосування способу MCTS-TSC, що базується на критеріях типу «глибина-ширина», можуть бути: сумісне використання цього способу разом з іншими способами покращення пошуку методом MCTS; дослідження ефективності способу контролю форми дерева пошуку на інших іграх з меншими та більшими степенями розгалуження; використання різних методів машинного навчання з метою динамічної корекції коефіцієнтів у критеріях типу «глибина-ширина».

1. Cameron Browne. A Survey of Monte Carlo Tree Search Methods / Cameron Browne, Edward Powley, Daniel Whitehouse, and others // IEEE Trans. on Computational Intelligence and AI in Games. – vol. 4. – no. 1. – March 2012. – P. 1-49.
2. Марченко О. І. Структура та критерії класифікації способів реалізації та покращення пошуку по дереву методом Монте-Карло / О.І. Марченко, О.О. Марченко, М.М. Орлова. // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2015. – № 21. – С. 51–57.
3. Марченко О.І. Класифікація способів реалізації та покращення пошуку по дереву методом Монте-Карло / О.І. Марченко, О.О. Марченко, М.М. Орлова. // Штучний інтелект. – 2016. – №2(72). – С. 59-69.
4. Марченко О.О. Критерій «глибина-ширина» для контролю форми дерева пошуку при використанні методу Монте-Карло. / Марченко О.І., Марченко О.О. // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2016. – № 24-25. – С.42-47.
5. Oleksandr I. Marchenko. Monte-Carlo Tree Search with Tree Shape Control. / Oleksandr I. Marchenko, Oleksii O. Marchenko // 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). Conference Proceedings. May 29 – June 2, 2017., Kyiv, Ukraine. – 2017. – P. 812-8173.
6. Hilmar Finnsson. Game-Tree Properties and MCTS Performance. / Hilmar Finnsson and Yngvi Björnsson // GIGA 2011: Proceedings of the 2nd International General Game Playing Workshop, 2011, pp.23-30.
7. Joel Veness, Kee Siong Ng, Marcus Hutter, William Uther, David Silver. A Monte-Carlo AIXI Approximation // Journal of Artificial Intelligence Research 40 (2011), pp.95-142.
8. Connect Four // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Connect_Four

УДК 004.056.53 : 004.492.3

Мельник К.В., Мельник В.М., Лотоцький І.М.
Луцький національний технічний університет

ВІДСТЕЖЕННЯ ВІРУСНИХ АТАК НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Мельник К.В., Мельник В.М., Лотоцький І.М. Відстеження вірусних атак на основі нейронних мереж.

Розроблено нейромережевий детектор вірусних атак, що базується на нейронній мережі векторного квантування LVQ з нейронними елементами Кохонена в прихованому шарі. Запропонований метод дозволив працювати з малим об'ємом навчальної вибірки, а структура нейронної мережі дозволила здійснити кластеризацію атак і нормальних з'єднань в прихованому шарі, що підвищило достовірність виявлення і класифікацію атак на комп'ютерну систему.

Ключові слова: мережа Кохонена, нейромережевий детектор, вірусна атака.

Мельник К.В., Мельник В.М., Лотоцький І.М. Отслеживание вирусных атак на основе нейронных сетей.

Разработан нейросетевой детектор вирусных атак, основанный на нейронной сети векторного квантования LVQ с нейронными элементами Кохонена в скрытом слое. Предложенный метод дает возможность работать с малым объемом обучающей выборки, а структура нейронной сети позволила осуществить кластеризацию атак и нормальных соединений в скрытом слое, что повышает достоверность обнаружения и классификации атак на компьютерную систему.

Ключевые слова: сеть Кохонена, нейросетевой детектор, вирусная атака.

Melnyk K.V., Melnyk V.M., Lototsky I.M. Tracking virus attacks based on neural networks. Neural network detector of virus attacks, was developed based on neural network LVQ vector quantization of Kohonen's neural elements in the hidden layer. The proposed method allowed us to work with a small amount of training set, and the structure of the neural network allowed to carry out attacks clustering and normal connections in the hidden layer, which increased the reliability of the detection and classification of attacks on computer system.

Keywords: Kohonen network, neural network detector, virus attacks.

Постановка проблеми. Сучасні методи антивірусного захисту з використанням сигнатурних методів, в даний час переживають серйозну кризу. На думку деяких експертів, сучасні антивірусні продукти не можуть захистити від 80% «небажаних» програм. Це особливо ясно показало наявність зараження троянськими програмами промислових додатків, які сучасні противірусні засоби не виявляли протягом 5-8 років [2].

Виявлення комп'ютерних атак в якості противірусних агентів, в основному, спрямовані на сигнатурні («пошук за шаблоном») методи, які безсилі проти нових класів атак. Однією з основних проблем, системи виявлення вторгнень на основі евристичного аналізу, є висока ймовірність помилкових спрацьовувань.

Наявні факти викрадення конфіденційної інформації та здійснення деструктивних дій в КС (комп'ютерних системах), в яких встановлене антивірусне програмне забезпечення, свідчать про недоліки відомих технологій діагностування КС на наявність вірусних програм. Сучасні інформаційні технології діагностування КС на наявність вірусних програм орієнтовані на виявлення відомого шкідливого програмного забезпечення, та не повністю адаптовані до розпізнавання нових вірусних програм.

Факти викрадення конфіденційної інформації і проведень деструктивних дій в КС (комп'ютерній системі), в яких встановлені антивірусні програми, показала недоліки відомих технологій для діагностики вірусних програм діагностування КС. Сучасні інформаційні технології для діагностики вірусних програм на КС, спрямовані на виявлення відомих шкідливих програм і не повністю адаптовані до виявлення нових вірусів.

Аналіз ситуації в області шкідливого програмного забезпечення показує інтенсивне зростання числа вірусних програм здатних виконувати в комп'ютерних системах деструктивні або шкідливі дії. Таким чином, слід зробити висновок про те, що існує необхідність у вивченні нових методів і технологій в області інформаційної безпеки. Один і перспективних напрямків в області інформаційних технологій вважаються штучні нейронні мережі.

Дослідженнями в цій сфері займаються Головка В.А. [1], Городецький В.І. [2], Котенко І.В. [3], Широчин В.П. [4], De Castro L. [5] та ін. Разом з тим, дані підходи характеризуються наявністю ряду вузьких місць, таких як складність створення або вибору необхідних детекторів атак, складність адаптації до невідомих атак, здатність коректно працювати тільки на невеликих наборах даних.

Мета роботи полягає в створенні нейромережевий детектора, що дозволить здійснити кластеризацію атак і нормальних з'єднань в комп'ютерній системі.

Виклад основного матеріалу роботи. Залежно від техніки, що використовується при здійсненні несанкціонованих дій на комп'ютерну систему, виділяють чотири основні класи

мережевих атак (denial of service, user-to-root, remote-to-local, probe), кожен з яких складається з декількох типів [6,7]. Розглянемо кожен з класів атак докладніше.

DOS (denial of service, відмова в обслуговуванні) атаки. Це мережеві атаки, направлені на виникнення ситуації, коли в системі, що атакується, відбувається відмова в обслуговуванні. Дані атаки характеризуються генерацією великого об'єму трафіку, що приводить до перевантаження і блокування сервера. Виділяють шість типів *DOS*-атак: *back*, *land*, *neptune*, *pod*, *smurf*, *teardrop* [7].

U2R (user-to-root) атаки. Атаки даного класу передбачають отримання зареєстрованими користувачами привілеїв локального суперкористувача (адміністратора). Виділяють чотири типи *U2R*-атак: *bufferoverflow*, *loadmodule*, *perl*, *rootkit* [7].

R2L (remote-to-local) атаки. Такі атаки характеризуються отриманням доступу незареєстрованого користувача до комп'ютера з боку віддаленої машини. Виділяють вісім типів *R2L*-атак: *ftp_write*, *guess_passwd*, *imap*, *multihop*, *phf*, *spy*, *warezclient*, *warezmaster* [7].

Probe-атаки ґрунтуються на процесі сканування мережеских портів віддаленої машини з метою отримання конфіденційної інформації. Виділяють чотири типи *Probe*-атак: *ipsweep*, *nmap*, *portsweep*, *satan* [7].

Виявлення і класифікація мережеских атак на комп'ютерну систему відбувається за допомогою аналізу інформації в каналах обміну. Для розуміння даного процесу розглянемо параметри мережевого з'єднання, які аналізуються для забезпечення безпеки комп'ютерних систем.

Дані в інформаційних телекомунікаційних мережах передаються у вигляді мережеских пакетів. У структурі мережевого пакету виділяють три основні поля (рисунок 1): заголовок пакету, поле даних пакету, кінець пакету.

1	4	5	8	9	16	17	19	20	32
Vers		HLEN		Type of Service			Total Length		
Identification						Flags		Fragment Offset	
Time to Live			Protocol			Header Checksum			
Source IP address									
Destination IP address									
IP option									
Data									

Рис. 1. Структура мережевого пакету

Виділяють 41 параметр мережевого з'єднання, які, у свою чергу, об'єднані у три групи [7]:

- а) вбудовані параметри;
- б) параметри контенту;
- в) параметри трафіку.

З розвитком методів штучного інтелекту, з середини 90-х років відбувається перехід від ручних методів аналізу поведінки складних систем до автоматизованих методів аналізу. Методи штучного інтелекту відомі, перш за все, такими характеристиками, як здатність до адаптації і навчання на помилках, високі обчислювальні швидкості, робота із зашумленими даними.

Найбільш використовуваним підходом в області аналізу мережевого трафіку з метою виявлення аномалій є: штучні нейронні мережі, нечіткі системи, методи еволюційного програмування, штучні імунні системи.

У науково-дослідних роботах основною проблемою при спробі порівняння різних підходів до виявлення і класифікації атак є те, що практично немає двох різних досліджень, які використовують в якості даних для аналізу однакові вхідні дані. А якщо навіть і використовуються однакові набори даних, то навчання і тестування пропонованої системи все одно проводиться, найчастіше, на різних підмножинах із заявленого набору.

Оскільки, в дослідницьких роботах запропоновані підходи виявлення і класифікації мережеских атак, побудовані на основі наборів даних, то якість підготовки даних безпосередньо впливає на якість підготовки моделей. Як правило, набори тестових даних зібрані з трьох джерел: дані мережеских пакетів, дані поведінки користувачів або дані системних викликів (таблиця 1).

Першим поширеним набором даних став Internet Exploration Shootout Dataset (IES), що представляв чотири колекції даних, що включали заголовки пакетів, отримані в реальній мережі: одна з нормального трафіку і три з аномаліями. У 1998 році була сформована база даних DARPA98, де даними є записи TCP-з'єднань реальної ЛОМ, які включають відомі і невідомі атаки. База даних KDD Cup1999 Data [7] була сформована в рамках проведення міжнародної

наукової конференції KDD-99, метою якої було стимулювання досліджень в області обробки даних і створення нових алгоритмів виявлення і класифікації мережових атак. Цей набір даних підготовлений SJ Stolfo разом із співавторами і будується на основі даних, отриманих в DARPA98. DARPA98 включає близько 4 Гб стиснених TCP-даних мережового трафіку, які формувалися впродовж 7 тижнів. В результаті отримано близько 5 мільйонів записів, кожен з яких розміром близько 100 байт.

База даних KDD-99 містить параметри, як нормальних мережових з'єднань, так і 22 типів мережових атак, що відносяться до чотирьох класів [7]. У таблиці 1 представлений розподіл по класах в 10% базі даних KDD-99 [7].

Таблиця 1. Розподіл по класах в базі даних KDD99

Клас	Кількість записів	Відсоток
Normal	97278	19.6911%
DOS	391458	79.2391%
U2R	52	0.0105%
R2L	1126	0.2279%
Probe	4107	0.8313%

Як вже наголошувалося, виявлення і класифікація мережових атак на КС відбувається на основі аналізу інформації, що передається по каналах передачі даних. Узагальнену функціональну модель прийняття рішень можна представити у вигляді наступних етапів (рисунок 2).

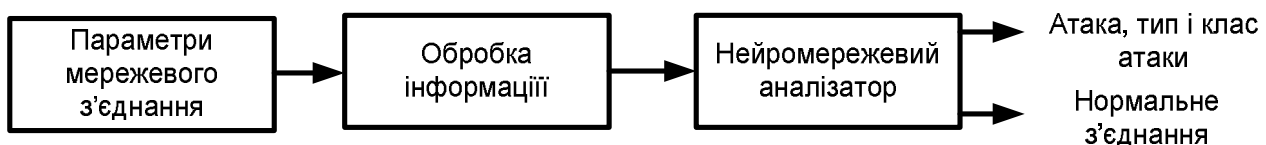


Рис. 2. Узагальнена функціональна модель прийняття рішень при виявленні і класифікації атак на КС

У зв'язку із здатністю ШНМ в процесі навчання виявляти складні залежності між вхідними і вихідними даними, які були відсутні в навчальній вибірці, і здатністю коректно класифікувати зашумлені образи, вони є привабливим інструментом для вирішення складних різноманітних задач захисту комп'ютерної інформації [4].

Так нейронні мережі Кохонена дозволяють в результаті навчання здійснювати типологічно безперервне відображення F - вхідного n - мірного простору у вихідний m - мірний простір. Структура такої нейронної мережі є мережею з прямим розповсюдженням сигналу. В якості методу навчання використовується конкурентне навчання. У міру надходження вхідних образів на таку мережу за допомогою навчання відбувається розбиття n - мірного вхідного простору на різні області рішень, кожній з яких відповідає окремий нейрон.

LVQ мережа є розширенням мережі Кохонена і містить, окрім конкурентного шару, лінійний шар, який здійснює класифікацію кластерів, виділених шаром Кохонена. Проектування нейромережового детектора на базі нейронної мережі LVQ відбувається наступним чином.

Перший шар нейронних елементів є розподільним і призначений для розподілу вхідних сигналів на нейрони прихованого шару. Вхідними сигналами є параметри мережового з'єднання [7], які характеризують мережовий трафік і містять інформацію про час з'єднання, тип протоколу, кількість переданих байт, кількість виникнення помилок під час з'єднання і т.д. Кількість нейронних елементів розподільного шару дорівнює кількості атрибутів мережового з'єднання, тобто $n = 41$.

Другий шар нейронної мережі складається з нейронів Кохонена [8]. Шар Кохонена відіграє ключову роль в класифікації інформації і здійснює кластеризацію вхідного простору образів, внаслідок чого утворюються кластери різних образів, кожному з яких відповідає свій нейронний елемент. Для навчання нейронів прихованого шару використовується конкурентний принцип навчання відповідно до правила «переможець бере все» (winner-take-all) [8]. Кількість нейронів в шарі Кохонена дорівнює m , вони пов'язані з двома нейронами вихідного шару.

Третій шар складається з двох лінійних нейронних елементів, які використовують лінійну функцію активацію [8] і здійснюють відображення кластерів, сформованих шаром Кохонена, в два класи, які характеризують нормальне з'єднання або атаку.

Структура нейромережевого детектора [9] виявлення атак представлена на рисунку 3.

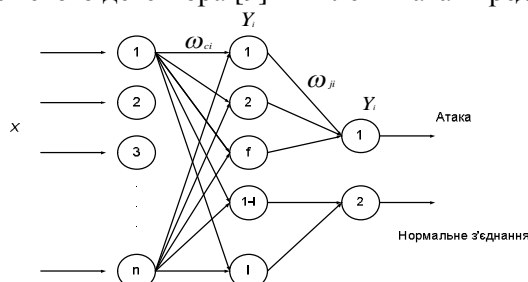


Рис.3. Структура нейромережевого детектора для виявлення атак

Таким чином, відмінною особливістю представленого детектора є те, що нейрони в прихованому шарі розділені на дві групи: перша група характеризує клас мережевих з'єднань, що відносяться до мережевих атак; друга група нейронів характеризує клас нормальних з'єднань [9]. В результаті, можна отримати більш точне розділення одного класу від іншого.

Характеристики для оцінки якості виявлення і класифікації атак на КС:

- TPR (True Positives Rate) – чутливість (Sensitivity, Se), ймовірність правильної класифікації атак.
- FNR (False Negative Rate) – помилка першого роду або рівень значущості, що характеризує ймовірність неправильної класифікації атак.
- TNR (True Negative Rate) – специфічність (потужність критерію) (Specificity, Sp), що характеризує ймовірність правильної класифікації нормальних з'єднань.
- FPR (False Positives Rate) – помилка другого роду, що характеризує ймовірність класифікації нормальних з'єднань, як атак (ймовірність помилкових спрацювань).

У таблиці 2 представлені результати виявлення Dos_back атаки нейромережевим детектором на базі MPL, в таблиці 3 представлені результати виявлення мережевої атаки нейромережевим детектором на базі LVQ з нейронами Кохонена в прихованому шарі, в таблиці 4 – нейромережевий детектор на базі RBF і в таблиці 5 представлені узагальнені результати роботи нейронних мереж.

Таблиця 2. Результати виявлення мережевої атаки на базі MPL

Dos_back (розмір тестової вибірки - 2139 атак)				
	TPR (Se), %	TNR (Sp), %	FNR, %	FPR, %
Детектор MLP1	99,05	98,27	0,95	0,73
Детектор MLP2	99,14	96,87	0,86	3,13
Детектор MLP3	99,05	97,62	0,95	2,38
Детектор MLP4	99,05	99,41	0,95	0,59
Детектор MLP5	100	87,32	0	12,68
Детектор MLP6	99,05	99,37	0,95	0,63
Детектор MLP7	99,18	90,54	0,82	9,46
Детектор MLP8	99,59	97,56	0,41	2,44
Детектор MLP9	99,05	98,79	0,95	1,21
Детектор MLP10	99,05	99,02	0,95	0,98

Таблиця 3. Результати виявлення мережевої атаки на базі LVQ

Dos_back (розмір тестової вибірки - 2139 атак)				
	TPR (Se), %	TNR (Sp), %	FNR, %	FPR, %
Детектор Koh1	99,05	97	0,95	3,01
Детектор Koh2	100	88,63	0	11,37
Детектор Koh3	99	99,8	1	0,2
Детектор Koh4	99,05	98,14	0,95	1,86
Детектор Koh5	99,37	90,46	0,63	9,54
Детектор Koh6	100	85,73	0	14,27

Детектор Koh7	100	94	0	6
Детектор Koh8	99,05	98,44	0,95	1,56
Детектор Koh9	99,05	91,41	0,95	8,59
Детектор Koh10	99,77	90,49	0,23	9,51

Таблиця 4. Результати виявлення мережевої атаки на базі RBF

Dos_back (розмір тестової вибірки - 2139 атак)				
	TPR (Se), %	TNR (Sp), %	FNR, %	FPR, %
Детектор RBF1	99,05	74,32	0,95	25,68
Детектор RBF2	100	84,91	0	15,09
Детектор RBF3	99,09	90,78	0,91	9,22
Детектор RBF4	100	89,85	0	10,15
Детектор RBF5	99,09	74,55	0,91	25,45
Детектор RBF6	100	89,41	0	10,59
Детектор RBF7	99,09	93,72	0,91	6,28
Детектор RBF8	100	89,48	0	10,52
Детектор RBF9	99,09	93,52	0,91	6,48
Детектор RBF10	100	87,62	0	12,38

Таблиця 5. Узагальнені результати виявлення мережевих атак

Dos_back (розмір тестової вибірки - 2139 атак)				
	TPR (Se), %	TNR (Sp), %	FNR, %	FPR, %
Детектор Koh3	99,434	96,477	0,779	3,423
Детектор MLP4	99,221	93,41	0,566	6,591
Детектор RBF7	99,541	86,816	0,459	13,184

Висновки.

Результати експериментальних досліджень дозволяють зробити висновок про те, що система виявлення аномалій з достатньо високою точністю здатна розпізнавати різноманітні мережеві атаки, маючи при цьому невелику частку помилкових спрацьовувань. Таким чином, запропонована ідея використанням нейромережевих детекторів в імунному алгоритмі для виявлення аномалій мережевого трафіку є ефективною і може бути успішно використана для виявлення нештатних ситуацій і можливих порушень функціонування комп'ютерної системи. Крім того, обрана нейронна мережа не вимагає для свого формування значних обчислювальних витрат і дозволяє результативно виявляти аномалії трафіку комп'ютерної системи.

1. Golovko V. Neural Networks approaches for Intrusion Detection and Recognition / V. Golovko, L. Vaitsekhovich // Computing. – 2006. – Vol. 5, N.3. – P. 118-125
2. Kathleen A Jackson, David H DuBois, and Cathy A Stallings, «An alert system application for network intrusion detection.» // Proceedings of the 14th National Computer Security Conference, pages 215–225, Washington, D.C., 1–4 October 1991.
3. Чечулин А.А. Обнаружение и противодействие сетевым атакам на основе комбинированных механизмов анализа трафика / А.А. Чечулин, И.В. Котенко // Материалы XVIII Общероссийской научно-технической конференции «Методы и технические средства обеспечения безопасности информации». СПб.: Издательство политехнического университета. – 2009. – С.69.
4. Широчин В.П. Обнаружение аномалий на основе неконтролируемой кластеризации / В.П. Широчин, Ху Чженбин, Д.Г. Гундарцев // Труды 6 - ой международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии», Одесса (Украина), 2005. – С 116.
5. De Castro L. Artificial Immune Systems as a Novel soft Computing Paradigm / L. N. De Castro, J. Timmis // Soft Computing Journal. – 2003. – Vol. 7. Issue 7. – P. 268 – 284.
6. Лукацкий А.В. Обнаружение атак / А.В. Лукацкий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 596 с.
7. KDD Cup 1999 Data [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99/kddcup99.html>
8. Слеповичев И.И. Обнаружение DDoS-атак нечет-кой нейронной сетью / И.И. Слеповичев, П.В. Ирматов, М.С. Комарова, А.А. Бежин // Известия Саратовского университета. – 2009. – Т. 9, сер. Математика. Механика. Информатика, вып. 3.– С. 84-89.
9. Комар М.П. Нейросетевой подход к обнаружению сетевых атак на компьютерные системы / М.П. Комар, И.О. Палий, Р.П. Шевчук, Т.Б. Федысив // Информатика та математичні методи в моделюванні – 2011. – Том 1, №2. – С. 156-160.

УДК 378:004

Олексів Н.А.

Луцький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ НА БАЗІ MOODLE ПРИ ПІДГОТОВЦІ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ У ГАЛУЗІ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Олексів Н.А. Використання електронних навчальних курсів на базі MOODLE при підготовці інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій. У статті розглядається питання організації процесу навчання інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій з використанням електронних навчальних курсів, створених на базі MOODLE. Розглянуті функціональні можливості MOODLE сприяють розширенню форм представлення навчального матеріалу та способів здійснення пізнавальної діяльності студентів.

Ключові слова: електронний навчальний курс, інженер-педагог, ІКТ, MOODLE

Олексів Н.А. Использование электронных учебных курсов на базе MOODLE при подготовке инженеров-педагогов в области компьютерных технологий. В статье рассматривается вопрос организации процесса обучения инженеров-педагогов в области компьютерных технологий с использованием электронных учебных курсов, созданных на базе MOODLE. Рассмотренные функциональные возможности MOODLE способствуют расширению форм представления учебного материала и способов осуществления познавательной деятельности студентов.

Ключевые слова: электронный учебный курс, инженер-педагог, ИКТ, MOODLE

Oleksiv N. Use of electronic educational course based on MOODLE in the training of engineers-pedagogues of computer specialties. The organization of training engineers-pedagogues of computer specialties using the electronic educational course based on the Moodle is submitted in the article. MOODLE's functional capabilities contribute to expanding the forms of presentation of educational material and methods for cognitive activity of students

Keywords: electronic educational course, engineers-pedagogues, ICT, MOODLE.

Постановка проблеми. В умовах стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та активного їх впровадження в навчальне середовище, процес підготовки майбутніх фахівців пронизаний використанням електронних дидактичних засобів, різноманітних сервісів освітнього призначення, інформаційних ресурсів, що зумовлює потребу удосконалення та модернізації подання змісту навчального матеріалу із використанням інноваційних технологій. Постає проблема оптимального викладу навчального матеріалу зі збереженням смислового наповнення та змістовного його представлення, також сюди долучається потреба удосконалення форми представлення інформації, найбільш ефективної з точки зору її засвоєння студентами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Такі вчені як Г. Атанов, Г. Балл, В. Биков, Б. Гершунський, В. Глушков, В. Гриценко, Р. Гуревич, О. Довгялло, М. Жалдак, С. Кудрявцев, Ю. Машбиць, Н. Морзе, Н. Панкратова, С. Раков, К. Синиця, О. Співаковський та ін. досліджували дидактичні проблеми і перспективи впровадження сучасних інформаційно-комунікативних технологій, шляхи підвищення ефективності навчальної діяльності засобами сучасних інформаційно-комунікативних технологій, займалися проблемами інформатизації освіти. Праці вище зазначених та інших науковців дозволили визначити ряд педагогічних аспектів, які визначають сучасний етап інформатизації вищої школи та використання комп'ютерних технологій у навчальному процесі. Праці О. Глазунової, В. Кухаренка, Н. Морзе, Ю. Триуса присвячені дослідженню проблем створення, впровадження, класифікації та систематизації електронних навчальних курсів. Основні аспекти професійної підготовки і діяльності інженера-педагога знайшли відображення у дослідженнях С. Артюха, А. Ашерова, С. Батишева, А. Беляєвої, Р. Горбатюка, В. Кабака, О. Маленка, Н. Ничкало, А. Пастухова, Л. Тархан. Питання використання системи MOODLE в умовах кредитно-модульної системи вивчали І. Герасименко, Р. Голощук, О. Довбуш, Д. Касаткін, С. Кахоу, С. Лавренчук, Є. Сулема, Ю. Триус.

Невирішені частини проблеми. Якість запам'ятовування та розуміння людиною будь-якої інформації суттєво залежить від характеру її представлення – чим більше органів чуття задіяно у процесі навчання, тим кращим буде результат. Особливі вимоги до якості запам'ятовування інформації майбутніми інженерами-педагогами у галузі комп'ютерних технологій пов'язані у першу чергу з необхідністю їх творчого, можна сказати авторського, застосування у професійній діяльності. Це фахівці, що будуть працювати у сфері інформаційних технологій чи стануть викладачами практичного навчання в галузі комп'ютерних технологій. Така подвійна спеціалізація поєднує в собі глибоку інженерну підготовку з визначеного напрямку техніки і фундаментальні психолого-педагогічні знання. Випускники цієї спеціальності опановують навички роботи з інформаційними технологіями і комп'ютерними середовищами на рівні системних програмістів, програмістів-розроблювачів і корегувальників, інженерів відділу

технічного навчання на підприємстві, навички управлінської і педагогічної діяльності на рівнях викладачів загальнотехнічних і спеціальних (комп'ютерних) дисциплін, майстра виробничого навчання і соціального педагога в усіх видах профтехучилищ, професійних ліцеях, технікумах, коледжах, інститутах, у навчально-виробничих комбінатах; вчителів праці у загальноосвітній школі [2]. Більша частина навчальних дисциплін спеціальності 015 «Професійна освіта. Комп'ютерні технології» є зорієнтована на використання інформаційних технологій у виробничій чи педагогічній діяльності. А з урахуванням сучасних досягнень, стрімкого розвитку та активної інтеграції ІКТ в усі сфери життя людини, вимоги до такого фахівця, що буде конкурентоспроможним після завершення навчання у ВНЗ, стають більш жорсткими.

Метою статті є дослідження організації процесу навчання інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій з використанням електронних навчальних курсів та виявлення функціональних можливостей MOODLE, що сприяють розширенню форм представлення навчального матеріалу та способів здійснення пізнавальної діяльності студентів.

Основні результати дослідження. Недостатньо лише володіти знаннями та застосовувати їх на практиці, потрібно опанувати вмінням навчатися повсякчас. Це досить складно, оскільки середньостатистична людина не здатна сприймати той надвеликий потік даних, що є у вільному доступі (ресурси мережі Internet). Як сприяти природньо-інтелектуальному процесу здобуття нових знань та сформуванню у майбутніх фахівців максимально швидко відтворювати й ефективно використовувати ці знання? Для якісного результату слід передусім визначити той вид пам'яті, який переважає у студентів. А саме: образна, рухова (дійова), емоційна, словесно-логічна – в залежності від того що запам'ятовується і відтворюється [6, с.35]. Дійова пам'ять є найбільш довготривалою. Людина, яка навчилася користуватися комп'ютерною мишею буде вміти це робити до кінця життя – це практична навичка, яка доведена до автоматизму. Емоційна пам'ять також є дуже стійкою – чим більш позитивними є емоції під час запам'ятовування, тим легше студент засвоїть навчальний матеріал. Образна пам'ять спирається на аналізатори об'єктів, що пропонувані для запам'ятовування (зорові, слухові, дотикові тощо) та виявляється в запам'ятовуванні образів, уявлень конкретних предметів, явищ, їх властивостей і наочних зв'язків та відношень між ними. Словесно-логічна пам'ять – це думки, міркування, судження, що стосуються тих предметів і явищ, їх зв'язків і відношень, з якими взаємодіє людина. Не менш значимими є індивідуальні особливості пам'яті людини. Вони виявляються у точності, швидкості, міцності запам'ятовування та готовності до відтворення, що пов'язано з особливостями типу вищої нервової діяльності студента.

Постає питання пошуку таких форм представлення навчального матеріалу та способів здійснення пізнавальної діяльності, які б водночас враховували і вище зазначені психофізіологічні особливості, і допомагали сформувати з майбутнього фахівця у галузі комп'ютерних технологій конкурентоздатного професіонала. В умовах традиційної системи освіти це є досить складним завданням як для викладачів, так і студентів через низку об'єктивних і суб'єктивних факторів (н-д, застаріле апаратне, програмне, методично-інформаційне забезпечення дисциплін; малий обсяг аудиторних годин для опанування навчальними дисциплінами; проблеми підвищення навчально-пізнавальної діяльності студентів тощо).

Підготовка інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій на базі Луцького національного технічного університету ґрунтується на активному використанні ІКТ у поєднанні із різноманітними педагогічними технологіями, зокрема, активно використовуються такі засоби навчання як електронні навчальні курси (ЕНК). ЕНК відносять до навчальних електронних освітніх ресурсів («Положення про ЕОР», Наказ від 01.10.2012 № 1060 та внесені зміни від 01.09.2016 № 1061), і визначено як вид засобів освітньої діяльності (навчання та ін.), що існують в електронній формі, є сукупністю електронних інформаційних об'єктів (документів, документованих відомостей та інструкцій, інформаційних матеріалів, процесуальних моделей та ін.), які розташовуються і подаються в освітніх системах на запам'ятовуючих пристроях електронних даних [3]. Вважаємо, що саме використання ЕНК дисциплін у ВНЗ дозволяє забезпечити комфортне персональне навчання для будь-якого студента. Для створення ЕНК використовують різні програмні засоби. Усі вони можуть бути поділені на наступні види: програмні засоби створення та роботи з текстом; програмні засоби роботи з мультимедіа (фото, аудіо, відео); програмні засоби компіляції (збірки) електронних освітніх ресурсів; програмні засоби забезпечення відтворення контенту.

Система електронного навчання Луцького національного технічного університету організована та функціонує на базі MOODLE. Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment – це модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище, яке називають

також системою управління навчанням (LMS), системою управління курсами (CMS), віртуальним навчальним середовищем (VLE) або просто платформою для навчання, яка надає викладачам, студентам та адміністраторам великий набір інструментів для комп'ютеризованого навчання [5]. MOODLE – це безкоштовна, відкрита (Open Source) система, що не потребує для своєї роботи жодного платного програмного забезпечення. В умовах використання MOODLE забезпечується можливість:

- взаємодії різних інформаційних систем та доповнення зовнішніми об'єктами, які функціонують на базі міжнародних стандартів у галузі електронних засобів навчання;
 - багаторазового використання компонентів платформи;
 - внесення зміни без тотального перепрограмування;
- роботи з платформою у будь-який час будь-де людям різного освітнього рівня, різних культур, різних фізичних можливостей.

Система MOODLE ґрунтується на закономірностях соціального конструктивізму та педагогії соціального конструкціонізму. Навчальний матеріал, розміщений у системі MOODLE, повинен відповідати наступним умовам з опорою на ключові положення конструктивізму: модульний підхід; подання знань як динамічної, мультимодальної структури, у формуванні якої беруть участь студенти; особистісна причетності до цього процесу та відповідальності за нього. Засновник та ідейний керівник системи Moodle Мартін Дугмас (Martin Dougiamas) сформулював закономірності, які покладені в основу розробки системи, об'єднавши їх під назвою «педагогіка соціального конструкціонізму» [80]:

1. Викладач є не лише джерелом інформації, а й керівником дій студентів в самостійному її пошуку.

2. Засвоєння навчального матеріалу відбувається на вищому рівні, коли той, хто навчається, пояснює його іншим.

3. Навчання в дії та на прикладі є ефективнішим.

4. Забезпечення індивідуального підходу до кожного.

5. Гнучкість та адаптованість навчального процесу.

У системі електронного навчання Луцького НТУ використовуються категорії та підкатегорії розміщення ЕНК, що зумовлено структуруванням за спеціальностями, курсом навчання та підрозділами ВНЗ (рис. 1,2).



Рис. 1 Головна сторінка системи електронного навчання Луцького НТУ
Авторська розробка

Структура категорії курсів повторює адміністративну структуру ВНЗ, що зручно для викладачів. Для доброго орієнтування студентів на порталі присутні категорії за курсом навчання (роком).

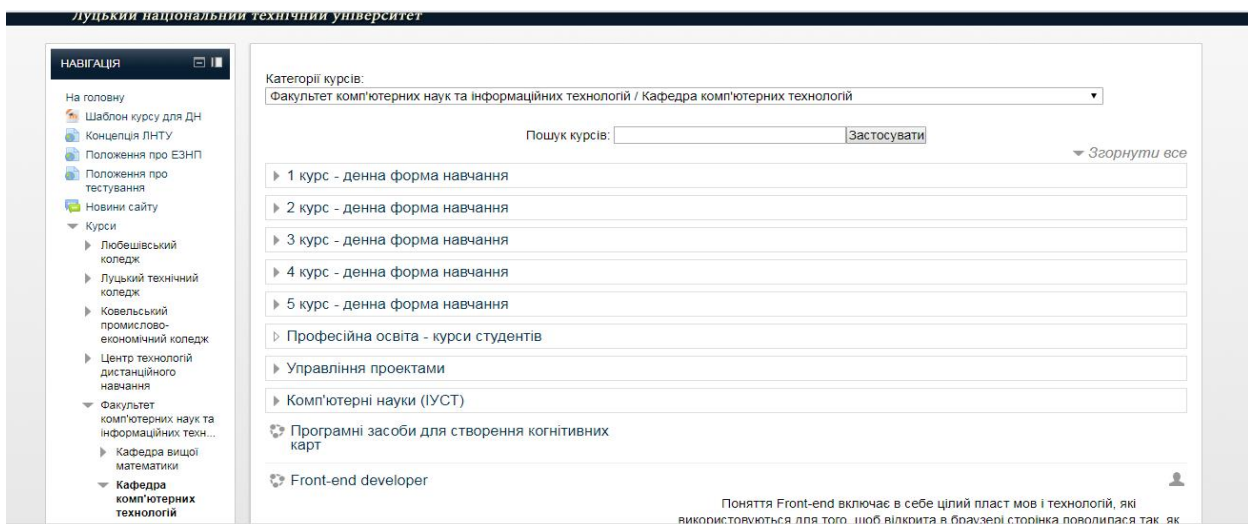


Рис. 2 Категорії ЕНК система електронного навчання Луцького НТУ
 Авторська розробка

ЕНК має навчально-методичне призначення та є складовою навчально-виховного процесу. З метою підвищення якості навчально-методичного забезпечення дисциплін у Луцькому НТУ впроваджена практика формування стандартизованих навчально-методичних комплексів дисциплін (НМКД), що включає: програму навчальної дисципліни, робочу програму навчальної дисципліни, конспект лекцій, методичні вказівки до практичних, лабораторних, семінарських занять, до виконання курсової, самостійної роботи, екзаменаційні білети, питань для складання заліку, модульні контрольні роботи, аудіо-візуальне та програмне забезпечення дисципліни, завдання для виконання комплексної контрольної роботи [4]. ЕНК дисциплін у повній мірі дозволяє представити усі складові НМКД у логічно структурованій послідовності дидактичних об'єктів, найбільш ефективній формі їх представлення, а також організувати різноманітні види навчально-пізнавальної діяльності студентів, які були б не можливими без використання ІКТ. Останні версії системи MOODLE, що діють згідно нового стандарту Learning Tools Interoperability (LTI) [7] дає можливість використовувати в ЕНК діяльності, які створені та розташовані в інших віртуальних навчальних середовищах. Це вкрай важливо для ефективної організації індивідуальної траєкторії навчання кожного зі студентів з урахуванням переважаючого типу сприйняття, темпу запам'ятовування та формування готовності до відтворення матеріалу.

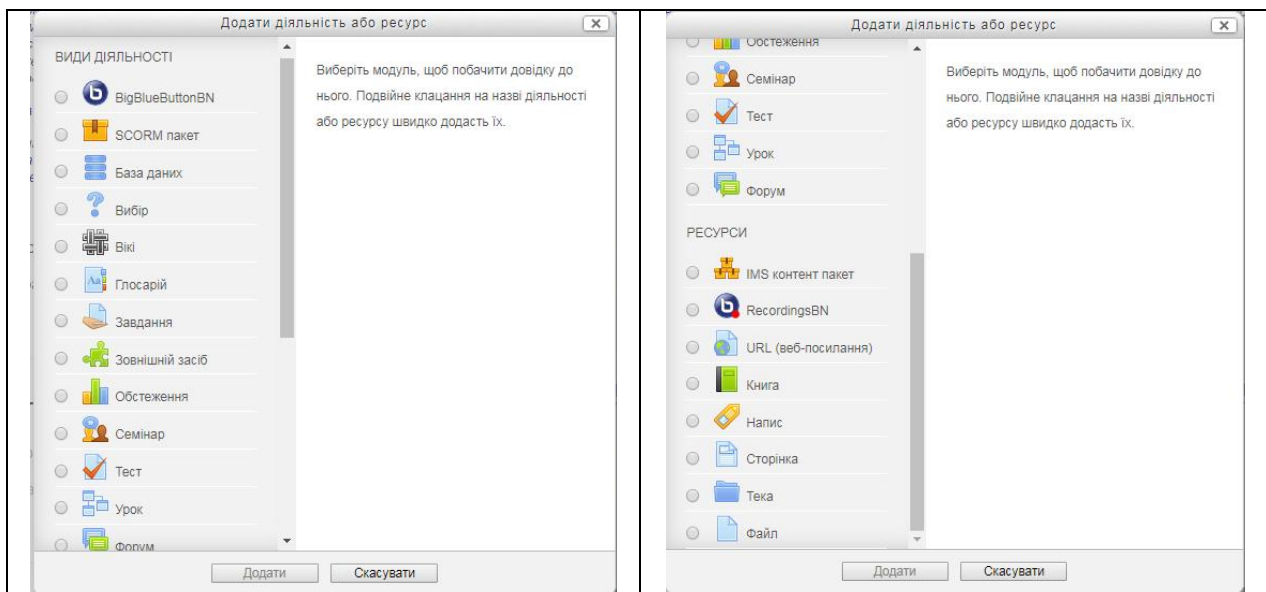


Рис. 2 Види діяльності та типи ресурсів MOODLE
 Авторська розробка

Для зручності викладу навчального матеріалу здебільшого використовується тематичний формат курсу (формат-структура). Наповненням ресурсами та матеріалами, організацією процесу

навчання займається автор курсу (викладач). ЕНК містить такі обов'язкові складові: нормативну, навчальну, контрольною. Нормативна складова включає: інформацію про необхідне програмно-апаратне забезпечення; анотацію дисципліни; методичні рекомендації щодо роботи з курсом; робочу програму. Відповідно до свого функціонального призначення (лекції, лабораторні роботи, практичні роботи, семінари, ділові ігри тощо), навчальна складова містить такі компоненти: теоретичні, практичні, лабораторні матеріали (методичні рекомендації, відео уроки, віртуальні тренажери, когнітивні карти тощо) завдання; глосарій та ін. Контролююча складова передбачає: інтерактивне тестування (вступне тестування; поточний, модульний, підсумковий контроль); перелік питань для самоконтролю тощо.

Під час апробації ЕНК «Веб-технології та веб-дизайн», розробленого на базі MOODLE та з урахуванням когнітивної візуалізації дидактичних об'єктів [1] отримали: стійку мотивацію студентів до здійснення навчальної діяльності; інтерактивне навчально-інформаційне середовище формування конкурентоздатного фахівця у галузі ІКТ; структурно-змістове наповнення ЕНК з урахуванням особливостей кредитно-модульної системи навчання та міжнародних стандартів у галузі електронних засобів навчання; моніторинг навчальної діяльності.

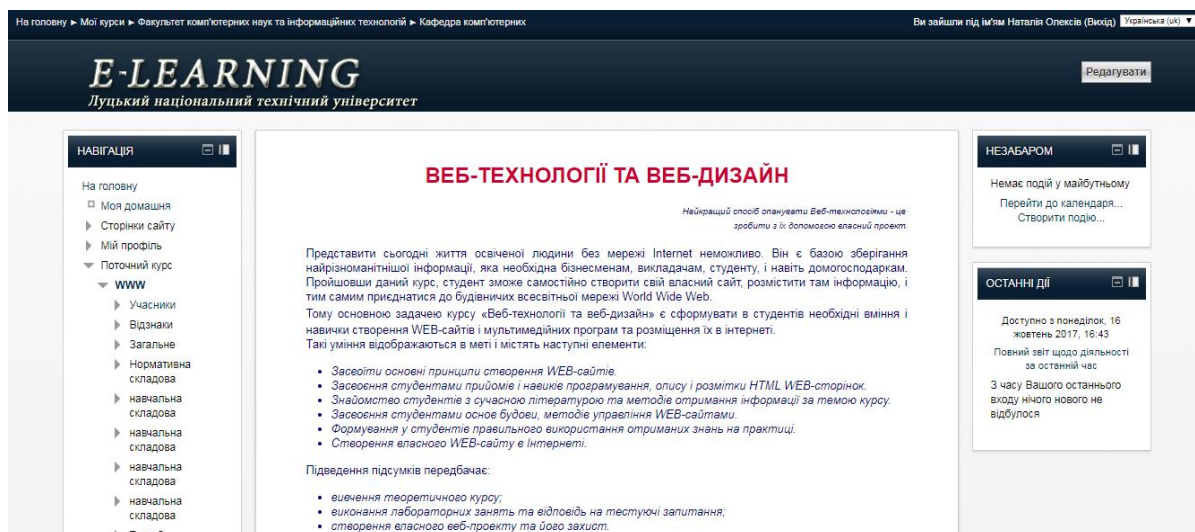


Рис.3 Електронний навчальний курс дисципліни «Веб-технології та веб-дизайн»
Авторська розробка

Висновки. Організація ЕНК на базі системи Moodle дає можливість урізноманітнення форм подання навчального матеріалу; забезпечення наочності за допомогою аудіовізуальних елементів; доступності студентів до контенту в будь-який час; удосконалення навичок володіння ІКТ; адаптивності навчального контенту залежно від потреб студентів.

- 1.Олексів Н.А. Підвищення активізації навчання майбутніх інженерів-педагогів засобами когнітивної візуалізації / Н.А. Олексів // Міжвузівський збірник «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». – Випуск № 10. – Луцьк, 2012. – С.211-215
- 2.Офіційний сайт кафедри комп'ютерних технологій професійного навчання. [Електронний ресурс] Доступно: <http://www.kt.lntu.edu.ua/>. Дата звернення: Вересень 29, 2017.
- 3.Положення про електронні освітні ресурси, 2012. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12>. Дата звернення: Вересень 23, 2017.
- 4.Положення про організацію навчально-методичної роботи у Луцькому національному технічному університеті, 2016. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://drive.google.com/drive/folders>. Дата звернення: Вересень 23, 2017.
- 5.Система управління навчанням Moodle: [Електронний ресурс]. Доступно: <http://moodle.org/sites/index.php?country=UA>. Дата звернення: Вересень 29, 2017.
- 6.Тодорова І.С. Психологія і педагогіка : навчальний посібник / І.С. Тодорова, В.І. Павленко. – К. : Центр учбової літератури, 2011. – 228 с.
- 7.Щербина О.А. Learning Tools Interoperability – новий стандарт інтеграції для платформ дистанційного навчання / О.А. Щербина // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Т.47, вип..3. – с. 167-177. [Електронний ресурс] Доступно: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_47_3_16. Дата звернення: Вересень 30, 2017.
- 8.Dougiamas, M. Reading and Writing for Internet Teaching [Electronic recourse] / M. Dougiamas. – June, 1999. – Доступно: <https://dougiamas.com/archives/a-journey-into-constructivism>. Дата звернення: Вересень 29, 2017.

УДК 004.415.3

Пех П.А., Бортник К.Я., Яручик О. В.

Луцький національний технічний університет

ПРОГРАМНИЙ C++КОМПЛЕКС ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОДІІ АЛГОРИТМІВ СОРТУВАННЯ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Пех П.А., Бортник К.Я., Яручик О. В. Програмний C++комплекс та результати дослідження швидкодії алгоритмів сортування методом імітаційного моделювання. В статті запропоновано програмний комплекс засобами середовища C++Builder для дослідження швидкодії алгоритмів сортування методом імітаційного моделювання. Наведені результати дослідження швидкодії різних алгоритмів сортування.

Ключові слова: C++Builder проект, алгоритми сортування, швидкодія алгоритму, імітаційна модель, генератор випадкових чисел

Пех П.А., Бортник К.Я., Яручик О. В. Програмный C++комплекс и результаты исследования быстродействия алгоритмов сортировки методом имитационного моделирования. В статье предложен программный комплекс средствами C++Builder для исследования быстродействия алгоритмов сортировки методом имитационного моделирования. Приведены также результаты исследования быстродействия различных алгоритмов сортировки.

Ключевые слова: C++Builder проект, алгоритмы сортировки, быстродействие алгоритма, имитационная модель, генератор случайных чисел

Pekh Petro, Bortnyk K.Ya., Yaruchyuk Oleksandr. The C++program complex and the results of the sorting algorithms speed study by the simulation method. The article proposes C ++ Builder program complex to investigate the sorting algorithms speed using the simulation method. Also the investigating results of the sorting speed various algorithms are given.

Keywords: C ++ Builder project, sorting algorithms, algorithm speed, simulation model, random number generator

Постановка задачі. Швидкодія алгоритму сортування масиву є важливим параметром, з допомогою якого оцінюють ефективність цього алгоритму[1-5]. У більшості випадків її визначають математичним шляхом за середнім числом операцій порівняння та обмінів, які потрібно виконати для досягнення мети. Однак на час сортування масивів істотно впливають і багато інших факторів, які можуть виявитися не менш важливими, а інколи і визначальними. Серед них – тип процесора; завантаженість процесора; кількість процесорів та можливість їх паралельної роботи; тип даних елементів масиву, що сортуються; програмне середовище, у якому реалізується алгоритм сортування, та інші. Саме тому швидкодія алгоритмів сортування є предметом цього дослідження, а вирішувати цю багатфакторну проблему ми пропонуємо методами імітаційного моделювання.

Важливим параметром є також потреба в додатковій пам'яті. Маються на увазі потреби в пам'яті під додаткові змінні та масиви, нарощення кеш-пам'яті та інші. Крім цих двох основних параметрів, інколи увага приділяється питанням стійкості алгоритму та його детермінованості, причому стійким вважається алгоритм сортування, який не змінює порядку розташування елементів вихідного масиву з однаковими індексами.

Метою нашого дослідження було розроблення засобами середовища C++Builder Code Gear сучасного програмного комплексу для імітаційного моделювання процесу сортування одновимірного масиву та визначення за його допомогою часу сортування у разі використання різних алгоритмів. Для дослідження нами вибрані одинадцять відомих алгоритмів сортування [6-11]. Новизна полягає саме у комплексному підході до вирішення проблеми та використанні методів імітаційного моделювання.

Основна частина. Планом передбачалося проведення досліджень у три етапи:

- розроблення засобами середовища C++Builder програмного комплексу для імітаційного моделювання процесу сортування одновимірного масиву;
- перевірка адекватності імітаційної моделі;
- проведення досліджень на створеній імітаційній моделі з використанням конкретних алгоритмів сортування.

Основою програмного комплексу є реалізований на консолі середовища C++Builder комплекс програм імітаційного моделювання процесів сортування одновимірного масиву. Кожна з цих програм реалізує один з одинадцяти методів сортування у вигляді окремого консольного додатка:

1. bubble – сортування методом бульбашки (обмінами);
2. insertion – сортування методом вставки;

3. merge - сортування методом злиття;
4. cocktail - сортування методом перемішуванням;
5. gnome - сортування методом гнома;
6. tree - сортування методом дерева;
7. selection - сортування методом вибору мінімального елемента;
8. shell - сортування методом Шелла;
9. quick- швидке сортування;
10. stoog - рекурсивне сортування;
11. heap - сортування методом кучію

Для того, щоб зрозуміти логіку побудови комплексу, наведемо коди лише кожної з перших п'яти програм. Програмний код першого C++Builder проекту наведено повністю.

```
//01_bubble - сортування масиву методом бульбашки (обмінами)
#include <iostream.h>
#include <iomanip.h>
#include <conio.h>
#include <windows.h>
#include <ctime.h>
using namespace std;
int i, k;
int nom;
int mmin,h;
const int a_size = 10000; //Обсяг одновимірного масиву а
int a[a_size];           //Оголошення одновимірного масиву а
unsigned int start_time, //Момент часу початку сортування
              end_time,   //Момент часу закінчення сортування
              search_time; //Тривалість процесу сортування

int main() {
    SetConsoleCP(1251);
    SetConsoleOutputCP(1251);

    srand(time(0)); //Запуск генератора випадкових чисел

    //Формування однієї вибірки (масиву) випадкових чисел
    for (i = 0; i < a_size; i++) {
        //Формування поточного випадкового числа a[i] в діапазоні [0;100]
        a[i] = rand()% 100; }

    // Друк елементів сформованого масиву a[a_size]:
    cout<<"\n Сформований масив до впорядкування: \n";
    for (i=0; i<a_size; i++)
        cout<<setw(4)<<a[i]<<" ";
    cout<<"\n";
    cout<<"\n Після аналізу даних натисніть клавішу Enter";
    cout<<"\n та почекайте на вивід впорядкованого масиву.";
    getch();

    //Запам'ятовуємо момент часу початку процесу впорядкування
    start_time = clock();
    //Реалізація алгоритму впорядкування масиву а методом бульбашки:
    // Поки не реалізовано a_size-1 кроків, виконуйте
    for (k=1; k<a_size; k++) {
        //Поки не переглянуто всіх елементів, виконуйте
        for (i=0; i<a_size-1; i++)
```

```

    if (a[i]>a[i+1]) {
        h=a[i];
        a[i]=a[i+1];
        a[i+1]=h;
    }
}
//Кінець реалізації алгоритму впорядкування масиву методом бульбашки

//Запам'ятовуємо момент часу закінчення процесу впорядкування
end_time = clock();

//Визначаємо тривалість процесу впорядкування
search_time = end_time - start_time;

// Друк елементів впорядкованого масиву а:
cout<<"\n Заданий масив після впорядкування:"<<"\n";
for (i=0; i<a_size; i++)
    cout<<setw(4)<<a[i]<<" ";
cout<<"\n";
cout<<"\n Після аналізу даних натисніть клавішу Enter";
getch();

//Статистичні параметри оброблення масиву:
cout<<" Обсяг масиву a_size = " << a_size << endl;
cout<<" Час початку процесу впорядкування start_time = "
    << start_time<<endl;
cout<<" Час закінчення процесу впорядкування end_time = "
    <<end_time<<endl;
cout<<" Тривалість процесу впорядкування search_time = "
    << search_time << endl;
getch();
return 0;
}

```

Як бачимо, перший програмний C++Builder проект забезпечує сортування одновимірного масиву методом бульбашки (обмінів). Зупинимось на цій програмі детальніше. У розділі директив компілятора та оголошень змінних оголошено: одновимірний масив `a[a_size]` цілого типу розміром `a_size` елементів, моменти часу `start_time` та `end_time` відповідно початку та кінця процесу сортування і його тривалості `search_time`. Значення макроконстанти `a_size` задається командою `const int a_size = 10000`.

У головній програмі здійснюється підключення функцій `SetConsoleCP(1251)` та `SetConsoleOutputCP(1251)` бібліотеки `<windows.h>`, які забезпечують виведення результатів моделювання українською мовою. Далі запускається генератор випадкових чисел `srand(time(0))`, використовуючи який та функцію `rand()` формуємо у циклі вибірку (одновимірний масив) цілих чисел заданого обсягу. Перед сортуванням фіксуємо момент часу початку сортування.

Серцевиною програми є та його частина, яка впорядковує одновимірний масив відповідним методом, у даному випадку – методом бульбашки. Зазначимо, що це один із найвідоміших методів сортування, а тому не будемо зупинятись на ньому більш детально. Впорядкувавши масив, фіксуємо момент часу закінчення процесу сортування і обчислюємо тривалість процесу сортування. Насамкінець, виводимо на екран усі вхідні та вихідні параметри процесу сортування.

Оскільки вибірка цілих чисел складається з випадкових чисел, які генеруються комп'ютером, то для отримання достовірних результатів необхідно кожного разу проводити серію таких імітаційних експериментів, тобто ставити багатofакторний кібернетичний експеримент.

Для всіх наступних програм наводимо тільки ті їх частини, які є їх серцевинами.

```
//02_insertion - сортування масиву методом вставки
// Впорядкування одновимірного масиву а методом вставки:
for (k=1; k<a_size; k++) {
    b=a[k];
    j=0;
    while ((b>a[j]) && (j<k))
        j++;
    if (j<k){
        b=a[k];
        for(i=k; i>=j+1; i--)
            a[i]=a[i-1];
        a[j] = b;
    }
} //Кінець реалізації алгоритму впорядкування масиву методом вставки

//03_merge - сортування масиву методом злиття
void merge(int l, int r);
int main() {

    // Впорядкування масиву методом злиття:
    merge(0, a_size - 1);

    return 0;
}
//Функція, що реалізує метод злиття
void merge(int l, int r) {
    if (r == l)
        return;
    if (r - l == 1) {
        if (a[r] < a[l])
            swap(a[r], a[l]);
        return;
    }
    int m = (r + l) / 2;
    merge(l, m);
    merge(m + 1, r);
    int buf[a_size];
    int xl = l;
    int xr = m + 1;
    int cur = 0;
    while (r - l + 1 != cur) {
        if (xl > m)
            buf[cur++] = a[xr++];
        else if (xr > r)
            buf[cur++] = a[xl++];
        else if (a[xl] > a[xr])
            buf[cur++] = a[xr++];
        else buf[cur++] = a[xl++];
    }
    for (i = 0; i < cur; i++)
        a[i + l] = buf[i];
}

//04_cocktail - сортування перемішуванням. Інші назви методу:
//(shaker - шейкерне, shuttle - трансфертне, ripple - пульсуюче)
//функція обміну значень елементів a[i-i] та a[i]
```



```
void Swap(int *Mas, int i);
//функція шейкерного сортування масиву, що містить елементи
//масиву Mas зі Start - го по N - ий
void ShakerSort(int *Mas, int Start, int N);
int main() {

    //Реалізація алгоритму впорядкування масиву а методом перемішування:
    ShakerSort(a, 1, a_size);

    return 0;
}

//функція обміну значень елементів a[i-1] та a[i]
void Swap(int *Mas, int i) {
    int temp;
    temp=Mas[i];
    Mas[i]=Mas[i-1];
    Mas[i-1]=temp;
}

//функція шейкерного сортування масиву, що містить елементи масиву Mas
//зі Start - го по N - ий
void ShakerSort(int *Mas, int Start, int N) {
    int Left, Right, i;
    Left=Start;
    Right=N-1;
    while (Left<=Right) {
        for (i=Right; i>=Left; i--)
            if (Mas[i-1]>Mas[i]) Swap(Mas, i);
        Left++;
        for (i=Left; i<=Right; i++)
            if (Mas[i-1]>Mas[i]) Swap(Mas, i);
        Right--;
    }
}

//05_gnome - сортування методом гнома
void Gnome(int a[], int N);
int main() {

    // Реалізація алгоритму впорядкування масиву а методом гнома:
    Gnome(a, a_size);
    //Кінець реалізації алгоритму впорядкування

    return 0;
}

// Реалізація сортування методом гнома
void Gnome(int a[], int N) {
    int i, tmp;
    while (i<N) { // поки не переглянули всіх елементів масиву:
        //за відсутності попереднього елемента
        //зразу переходимо до наступного елемента:
        if (i==0) i=1 ;
        //якщо попередній елемент менший або дорівнює наступному,
        //переходимо до наступного:
        if (a[i-1]<=a[i]) i++;
    }
}
```

```

else { // в протилежному випадку міняємо елементи місцями
    tmp=a[i];
    a[i]=a[i-1];
    a[i-1]=tmp;
    i--; //i повертаємося на крок назад
}
}
}
    
```

Окремі результати імітаційного моделювання у вигляді графіків залежностей часу сортування масиву від обсягу вибірки наведено на рис.1. Час сортування масиву вимірювався у тактах таймера комп'ютера. Обсяг вибірки задавали як значення макроконстанти.

Як бачимо з цих графіків, найбільш ефективним з наведених п'яти алгоритмів, виявився алгоритм швидкого сортування, а найменш ефективним з точки зору його швидкодії виявився все той же широко відомий метод бульбашки.

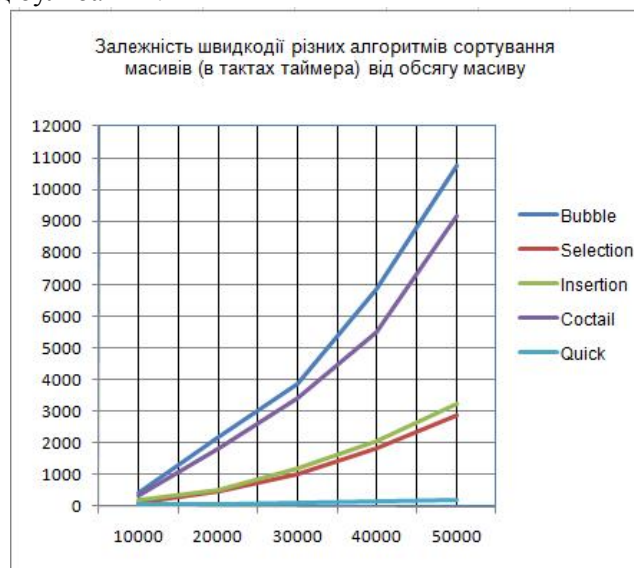


Рис. 1. Залежності часу сортування масиву різними алгоритмами від обсягу вибірки

Висновок. В статті розроблено C++Builder програмний комплекс, який дозволяє досліджувати швидкодію різних алгоритмів сортування методом імітаційного моделювання. Наведені результати дослідження деяких з цих алгоритмів.

1. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Том 3. Сортировка и поиск -The Art of Computer Programming. Volume 3. Sorting and Searching / под ред. В. Т. Тертышного (гл. 5) и И. В. Красикова (гл. 6). — 2-е изд. — Москва: Вильямс, 2007. — Т. 3. — 832 с. — ISBN 5-8459-0082-1.
2. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to algorithms. — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — С. 1296. — ISBN 5-8459-0857-4.
3. Роберт Седжвик. Фундаментальные алгоритмы на С. Анализ/Структуры данных/Сортировка/Поиск = Algorithms in C. Fundamentals/Data Structures/Sorting/Searching. — СПб.: ДиаСофтЮП, 2003. — С. 672. — ISBN 5-93772-081-4.
4. Дейтел Х.М., Дейтел П.Дж. Как программировать на С++. —М.: М.: ООО "Бином-Пресс", 2011.- 145бс.
5. Архангельский А.Я. Приемы программирования в С++ Builder 6 и 2006. — М.: ООО "Бином-Пресс", 2010.- 992с.
6. http://phys. bspu. by/static/lib/inf/prg/vb/vb6_1/glava1/gl1_5_2. htm
7. <http://www.ipkro. isu.ru/informat/methods/findsort/sort. htm>
8. http://algolist. manual.ru/sort/bubble_sort. php
9. http://algolist. manual.ru/sort/select_sort. php
10. http://algolist. manual.ru/sort/insert_sort. php
11. http://algolist. manual.ru/sort/quick_sort. php
12. http://algolist. manual.ru/sort/shell_sort. php

УДК 004.415.3

Пех П.А., Войтович А.О.

Луцький національний технічний університет

ПРОГРАМНИЙ C++КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ЛІНІЙ ТА ЙОГО ВЕРИФІКАЦІЯ

Пех П.А., Войтович А.О. Програмний C++комплекс для дослідження процесу функціонування автоматизованих ліній та його верифікація. В статті запропоновано програмний комплекс засобами середовища C++Builder для дослідження процесу функціонування автоматизованої лінії зі стохастичним характером роботи. Запропоновані також результати верифікації цього алгоритму, які підтверджують його адекватність.

Ключові слова: C++Builder проект, автоматизована лінія, розподіл Ерланга, імітаційна модель, кібернетичний експеримент

Пех П.А., Войтович А.О. Програмный C++комплекс для исследования процесса функционирования автоматизированных линий и его верификация. В статье предложено программный комплекс средствами C++Builder для исследования процесса функционирования автоматизированной линии со стохастическим характером работы. Предложены также результаты верификации этого алгоритма, которые подтверждают его адекватность.

Ключевые слова: C++Builder проект, входящий поток, распределение Пуассона, распределение Эрланга.

Pekh Petro, Vojtovich Andrij. Software C++ complex of an automated lines functioning process research and it's verification. The paper proposes a software complex by means C++Builder to research the process of an automated line with a stochastic work nature. Some results obtained through the realisation of cybernetic experiments series on this complex are also offered.

Keywords: C++Builder project, automated line, Erlang distribution, simulation model, cybernetic experiment.

Постановка задачі. Розглянемо процес функціонування автоматизованої лінії зі стохастичним характером функціонування, яка складається із s послідовно з'єднаних верстатів, між якими встановлені буферні пристрої певної місткості (рис. 1). Процеси надходження предметів праці (заготовок) та їх оброблення на верстатах автоматизованої лінії вважаються випадковими – а саме такими, що описуються розподілом Ерланга. Вважаються відомими (заданими) наступні параметри досліджуваної лінії:

- кількість s верстатів, що входять до складу лінії;
- номінальні продуктивності кожного верстату;
- параметри стабільності робочих циклів (параметри Ерланга) кожного верстату;
- місткості буферних пристроїв між верстатами.

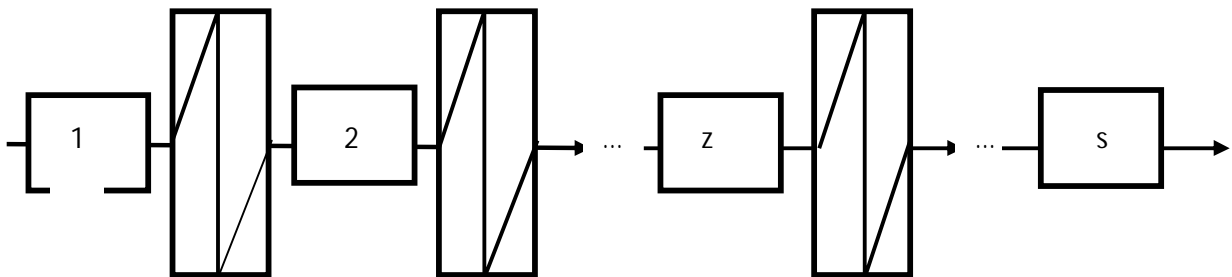


Рис.1 – Структурна схема досліджуваної автоматизованої лінії

Процес оброблення заготовок на верстатах лінії здійснюється наступним чином. Вважається, що кожна заготовка у відповідності з вимогами технологічного процесу повинна послідовно оброблятися на всіх верстатах лінії. Заготовка, оброблення якої закінчено на першому верстаті, негайно надходить на оброблення до другого верстату, якщо цей верстат вільний. Якщо ж другий верстат зайнятий обробленням попередньої заготовки, то поточна заготовка надходить на тимчасове перебування до буферного пристрою, встановленого між верстатами, і цей пристрій ще повністю не заповнений. Якщо ж буферний пристрій заповнений повністю, або він відсутній як такий, то перший верстат буде простоювати до моменту звільнення другого верстата. Навпаки, якщо на момент закінчення оброблення поточної заготовки на першому верстаті буферний пристрій буде порожнім, а другий верстат вже закінчить оброблення попередньої заготовки, то другий верстат також певний час простоюватиме. Виникають ситуації, коли простоює то один, то другий верстат. Аналогічно взаємодіють всі верстат та буферні пристрої лінії. Отже, залежно від параметрів лінії і

технологічного процесу, зазначених вище, час чистої роботи верстатів, а, значить, і ефективність їх використання, буде змінюватися.

Метою дослідження є розроблення засобами C++Builder середовища програмного комплексу для імітаційного моделювання процесу функціонування автоматизованої лінії і встановлення з допомогою цього комплексу залежності показників якості функціонування лінії, зокрема, коефіцієнтів використання робочого часу кожного верстату та лінії в цілому від величин вхідних параметрів, перелічених вище. Варто зазначити, що задача імітаційного моделювання процесу функціонування автоматизованих ліній розглядалася раніше багатьма дослідниками [1,2], в тому числі і одним із авторів цієї статті [3], однак розроблення імітаційної моделі засобами C++Builder середовища здійснюється вперше, і в цьому ми вбачаємо новизну дослідження. На нашу думку, це дозволяє покращити імітаційну модель і значно розширити діапазон досліджуваних проблем.

Основна частина. Планом передбачалося проведення досліджень у три етапи:

- розроблення програмного комплексу засобами середовища C++Builder для імітаційного моделювання автоматизованих ліній;
- перевірка адекватності отриманої імітаційної моделі;
- проведення досліджень роботи ліній на створеній імітаційній моделі.

У даній статті викладені результати перших двох етапів.

Основою програмного комплексу є реалізована на консолі середовища C++Builder програма імітаційного моделювання процесу функціонування автоматизованих ліній/ Нижче наведено код цієї програми, а далі пояснюються її окремі аспекти.

```
// Імітаційне моделювання роботи автоматизованої лінії
#include <iostream.h>
#include <iomanip.h>
#include <conio.h>
#include <math.h>
#include <windows.h>
#define s 3 //s-кількість послідовно з'єднаних верстатів
using namespace std;
int i, j;
int z; //номер поточного верстата та буферного пристрою за ними
int v; //номер поточного досліджу
int w=5; //кількість дослідів в експерименті
int r; //номер поточної заготовки
int q=500; //кількість заготовок, оброблення яких імітується
//в одному досліді
double c; //згенерована тривалість робочого циклу верстата
double c1;
double tmin;
double sum;
double sum1;
int flag;
int ozn;
double h[s+1]; //масив номінальних продуктивностей верстатів
double cc[s+1]; //масив тривалостей робочих циклів верстатів
int k[s+1]; //масив параметрів стабільностей циклів верстатів
double t[3*s+2]; //робочий масив моментів часу, з допомогою яких
//відслідковуються проходження заготовкою усіх
//верстатів та буферних пристроїв лінії
int n[s+1]; //масив, що відслідковує поточну кількість
//заготовок у кожному буферному пристрої
int m[s+1]; //масив, що містить номінальні місткості заготовок
//кожного буферного пристрою
double tb[s+1][50]; //робочий масив значень моментів часу вивільнення
//z-го буферного пристрою від заготовок,
//що очікували в ньому на оброблення
double av[s+2][10]; //масив середніх значень коефіцієнтів використання
//робочого часу верстатів у кожному досліді
```

```

        //(не більше 10 дослідів в експерименті)

int main() {
    SetConsoleCP(1251);           //Підключення кодів букв
    SetConsoleOutputCP(1251);    //українського алфавіту

    //srand(time(0));           //Запуск генератора випадкових чисел

    //Задання значень номінальних продуктивностей верстатів
    for (z=1; z<=s; z++) {
        cout<<"\n Введіть значення номінальної продуктивності "<<z
            <<" -го верстата: h["<<z<<"]=" ";
        cin>>h[z];
    }

    // Задання значень параметрів стабільності робочих циклів верстатів
    for (z=1; z<=s; z++) {
        cout<<"\n Введіть значення параметра стабільності робочого циклу "
            <<z<<" -го верстата: k["<<z<<"]=" ";
        cin>>k[z];
    }

    // Задання значень місткості буферних пристроїв
    for (z=1; z<s; z++) {
        cout<<"\n Введіть значення місткості буферного пристрою після "
            <<z<<" -го верстата: m["<<z<<"]=" ";
        cin>>m[z];
    }
    m[s]=0;
    suml=0;

    //Імітаційне моделювання роботи лінії.
    for (v=1; v<=w; v++) { // Дослід номер v. Всього дослідів - w.

        // Очищення масиву t[i] від попередньої інформації
        for (i=1; i<=3*s+1; i++) t[i]=0;
        t[3*s+2]=0;

        // Очищення масиву tb[z][i] від попередньої інформації
        for (z=1; z<=s; z++)
            for (i=1; i<=m[z]; i++) tb[z][i]=0;

        //Очищення масиву n[i] від попередньої інформації
        for(i=1; i<=s-1; i++) n[i]=0;

        //Імітаційне моделювання обробки заготовки номер r
        for (r = 1; r<=q; r++) { //Всього заготовок у досліді - q.
            //Імітаційне моделювання обробки заготовки на верстаті номер z.
            for (z=1; z<=s; z++) { // Всього верстатів у лінії - s.
                c = rand()% 32767; // Генерування випадкового числа
                // в діапазоні [0 .. 32767]

                if (c<10) continue;
                c=-h[z]*log(c/32767);
                cc[z]=c;

                // Розрахунки по z-ому верстату
                t[3*z]=t[3*z-2]+c; //Момент виходу заготовки із z-го верстата
            }
        }
    }
}

```

```
t[3*z-1]=t[3*z-1]+c; //Сумарний час роботи z-го верстата

//Якщо m[z]=0, то маємо жорстке з'єднання верстатів
//Якщо m[z]>0, то маємо гнучке з'єднання верстатів
//Аналіз типу з'єднання верстатів та з'ясування,
//яка з шести можливих ситуацій має місце
if ((m[z]==0) && (t[3*z]<=t[3*z+1])) flag=1;
else if ((m[z]==0) && (t[3*z]> t[3*z+1])) flag=2;

if ((m[z]>0) && (n[z]>0)) {
  i=1;
  while (i<=m[z]) {
    if ((tb[z][i]>0) && (tb[z][i]<=t[3*z])) {
      tb[z][i]=0;
      n[z]=n[z]-1;
    }
    i++;
  }
}

if ((m[z]>0) && (n[z]<m[z]) && (t[3*z]<t[3*z+1])) flag=3;
else if ((m[z]>0) && (n[z]<m[z]) && (t[3*z]==t[3*z+1])) flag=4;
else if ((m[z]>0) && (n[z]<m[z]) && (t[3*z]>t[3*z+1])) flag=5;
else if ((m[z]>0) && (n[z]==m[z])) flag=6;

switch (flag) {
  case 1: t[3*z]=t[3*z+1];
          t[3*z-2]=t[3*z+1];
          break;

  case 2: t[3*z-2]=t[3*z];
          t[3*z+1]=t[3*z];
          break;

  case 3: i=1;
          ozn=0;
          while ((ozn==0) && (i<=m[z])) {
            if (tb[z][i]==0) {
              tb[z][i]=t[3*z+1];
              n[z]=n[z]+1;
              ozn=1;
            }
            i++;
          }
          t[3*z-2]=t[3*z];
          break;
  case 4: t[3*z-2]=t[3*z];
          break;
  case 5: t[3*z-2]=t[3*z];
          t[3*z+1]=t[3*z];
          break;

  //Визначаємо момент часу tmin,
  //коли буфер звільниться від z-ої заготовки
  case 6: tmin=tb[z][1]; //Присвоюємо tmin початкове значення
          j=1; //tb[z][1] та запам'ятовуємо його номер 1
          for (i = 2; i<=m[z]; i++)
            if (tb[z][i]<=tmin) { //Пошук дійсного значення моменту часу
```

```

        //tmin і його номера j
        tmin=tb[z][i];
        j=i;
    }
    tb[z][j]=0; //Вилучення з масиву tb[z][j] значення,
                //що дорівнює tmin=tb[z][i]
    n[z]=n[z]-1; //Зменшення на одиницю кількості заготовок
                //у буферному пристрої
    t[3*z]=tmin; //Коригування моменту виходу заготовки t[3*z]
                //з z-го верстата
    t[3*z-2]=tmin; //Коригування моменту входу наступної заготовки
                //t[3*z-2] в z-ий верстат
    break;

} // Кінець оператора switch

} //Кінець циклу по імітації роботи z-го верстата
//і z-го буферного пристрою

} // Кінець циклу по імітації обробки заготовки номер r
sum=0;
for (z=1; z<=s; z++) {
    av[z][v]=t[3*z-1]/t[3*z];
    sum=sum+av[z][v];
}
av[s+1][v]=sum/s;
suml=suml+av[s+1][v];
cout<<"\n Середнє значення КВРЧ лінії в "<<v<<
    "-ому досліді дорівнює "<<av[s+1][v]<<"\n";
//getch();
//cout<<"\n Номер дослідів v=" << v << endl;

} // Кінець циклу по реалізації дослідів номер v

suml=suml/w;
cout<<"\n Середнє значення КВРЧ лінії в експерименті з "<<w<<
    " дослідів дорівнює "<<suml<<"\n";
getch();
return 0;
}

```

Дамо детальні коментарі до наведеного вище коду програми імітаційного моделювання процесу функціонування автоматизованої лінії. Оскільки нами розроблено консольний варіант програмного комплексу, то оголошення змінних та масивів виконано у розділі глобальних змінних. Зрозуміло, перш за все мають бути задані параметри лінії, робота якої досліджується. Саме тому тіло головної функції починається із введення значень наступних параметрів:

- номінальних продуктивностей верстатів лінії; $h[z]$, $z=1..s$ усіх верстатів лінії;
- стабільності робочих циклів верстатів лінії $k[z]$, $z=1..s$;
- місткостей буферних пристроїв лінії $m[z]$, $z=1..s-1$.

Значимо, що один з основних параметрів лінії – кількість верстатів у програмі задано з допомогою макроконстанти s . У програмі це забезпечується директивою

```
#define s 3
```

тобто в даний момент досліджується лінія з трьох верстатів.

Для того, щоб визначити величини коефіцієнтів використання робочого часу кожного верстата та лінії в цілому, передбачається проведення кібернетичного експерименту. Цей експеримент передбачає проведення серії дослідів, у кожному з яких значення параметрів лінії не змінюються. Кількість дослідів в експерименті задається змінною w . У нашому випадку $w=5$, тобто експеримент передбачає проведення п'яти дослідів. Під дослідом ми розуміємо імітацію оброблення на верстатах

лінії певної кількості заготовок, яка задається значенням змінної q . У нашому випадку $q=500$, тобто у кожному досліді імітується оброблення 500 заготовок. Отже, за результатами моделювання ми маємо можливість визначити значення коефіцієнтів використання робочого часу кожного верстата та лінії в цілому в кожному досліді, для зберігання яких передбачено двомірний масив $av[z][v]$ ($z=1..s$; $v=1..w$), а тоді і середні значення цих параметрів за результатами усіх дослідів. Наприклад, $av[1][1]$ – це значення коефіцієнта використання робочого часу першого верстата за результатами першого досліді.

Розглянемо більш детально ту частину програми, де здійснюється проведення заготовок, тобто реалізується окремий дослід. В ході моделювання порядковому номеру z послідовно присвоюються значення від 1 до s . Відповідно, проведення однієї заготовки може бути розділена на s кроків. Один крок моделювання полягає в наступному.

Для фіксованого значення z формується тривалість робочого циклу c , розподілена за законом Ерланга з параметрами $h[z]$ і $k[z]$, за допомогою датчиків ерлангівських чисел, який базується на стандартному датчику квазірівномірно розподілених псевдо випадкових чисел. Використовуючи згенероване значення тривалості робочого циклу c , визначаємо сумарний час роботи z -го верстату $t[3*z]$ і час закінчення оброблення на ньому чергової заготовки $t[3*z]$:

$$t[3*z-1]=t[3*z-1]+c;$$

$$t[3*z]=t[3*z-2]+c.$$

Далі перевіряється, яка з наступних шести умов має місце:

$m[z]=0 \cup t[3z] \leq t[3z+1],$	якій відповідає значення прапорця $flag=1$;
$m[z]=0 \cup t[3z] > t[3z+1],$	якій відповідає значення прапорця $flag=2$;
$m[z] > 0 \cup n[z] < m[z] \cup t[3z] < t[3z+1],$	якій відповідає значення прапорця $flag=3$;
$m[z] > 0 \cup n[z] < m[z] \cup t[3z] = t[3z+1],$	якій відповідає значення прапорця $flag=4$;
$m[z] > 0 \cup n[z] < m[z] \cup t[3z] > t[3z+1],$	якій відповідає значення прапорця $flag=5$;
$m[z] > 0 \cup n[z] = m[z],$	якій відповідає значення прапорця $flag=6$;

У випадку виконання першої умови ($flag=1$) моделюється жорстке з'єднання z -го і $(z+1)$ -го верстатів, причому $t[3z] \leq t[3z+1]$. Простіше протягом певного часу z -ий верстат. Визначаються нові значення таких величин:

$$t[3*z]=t[3*z+1];$$

$$t[3*z-2]=t[3*z+1].$$

У випадку виконання другої умови ($flag=2$) моделюється жорстке з'єднання z -го і $(z+1)$ -го верстатів, причому $t[3z] > t[3z+1]$. Простіше протягом певного часу $(z+1)$ -ий верстат. Визначаються нові значення таких величин:

$$t[3*z-2]=t[3*z];$$

$$t[3*z+1]=t[3*z].$$

Перед перевіркою наступних чотирьох умов, які моделюють жорстке з'єднання z -го і $(z+1)$ -го верстатів, масив $tb[z][i]$ очищується від значень, що менші або дорівнюють значенню моменту часу $t[3z]$ з одночасним зменшенням кожного разу на одиницю значення масиву $n[z]$.

У випадку виконання третьої умови ($flag=3$) моделюється гнучке з'єднання z -го і $(z+1)$ -го верстатів. Буферний пристрій повністю не заповнений, причому $t[3z] < t[3z+1]$. Жоден з верстатів не простіє, оскільки є можливість використання буферного пристрою. У масив $tb[z][i]$ записується значення $t[3*z+1]$, а до значення масиву $n[z]$ додається одиниця. Визначається нове значення величини:

$$t[3*z-2]=t[3*z+1].$$

У випадку виконання четвертої умови ($flag=4$) моделюється гнучке з'єднання z -го і $(z+1)$ -го верстатів. Буферний пристрій повністю не заповнений, причому $t[3z] = t[3z+1]$. Жоден з верстатів не простіє. Визначається нове значення величини:

$$t[3*z-2]=t[3*z+1].$$

У випадку виконання п'ятої умови (flag=5) моделюється гнучке з'єднання z-го і (z+1)-го верстатів. Буферний пристрій повністю не заповнений, причому $t[3z] > t[3z+1]$. Жоден з верстатів не простояє. Визначаються нові значення таких величин:

$$t[3*z-2]=t[3*z];$$

$$t[3*z-2]=t[3*z].$$

У випадку виконання шостої умови (flag=6) моделюється гнучке з'єднання z-го і (z+1)-го верстатів. Буферний пристрій повністю заповнений. Простояє протягом певного часу z-ий верстат. У масиві $tb[z][i]$ знаходимо момент часу, коли буферний пристрій зможе прийняти на зберігання z-у заготовку. Цим моментом буде мінімальне значення масиву $tb[z][i]$, яке позначимо $tmin$. Це значення вилучаємо з масиву $tb[z][i]$, і від значення масиву $n[z]$ віднімаємо одиницю. Визначаються нові значення таких величин:

$$t[3*z]=tmin;$$

$$t[3*z-2]=tmin.$$

Отже, проведення однієї заготовки полягає в реалізації s кроків моделювання при послідовній зміні параметра z від 1 до s.

Верифікацію алгоритму виконуємо шляхом порівняння значень коефіцієнтів використання робочого часу лінії, отриманих теоретичним шляхом зі значеннями, отриманими шляхом імітаційного моделювання. Зокрема, відомо, що коефіцієнт використання робочого часу лінії з двох верстатів у разі, якщо час оброблення заготовок має експоненціальний розподіл, визначається за формулою:

$$\rho=(M-2)/(M+3),$$

де M – місткість буферних пристроїв.

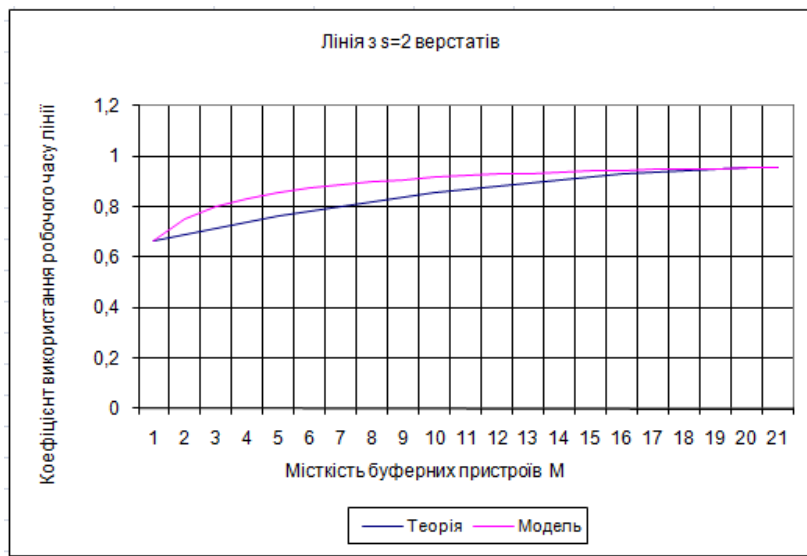


Рис.2 – Теоретична та емпірична залежності коефіцієнта використання робочого часу автоматизованої лінії з двох верстатів від місткості буферних пристроїв M

В роботі розроблено C++Builder програмний комплекс, у якому сучасними програмними засобами розв'язується актуальна задача імітаційного моделювання процесу функціонування автоматизованих ліній.

1. Д.Л. Дудюк та інші. Моделювання та оптимізація об'єктів і систем керування: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. –К.:ІЗМН, 1998.-248 с.
2. Дудюк Дмитро та інші. Елементи теорії автоматичних ліній Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. –Київ-Львів:ІЗМН, 1998.-192 с.
3. Дудюк Д.Л., Пех П.А. Моделирование автоматизированных линий последовательного и параллельного агрегатирования методом Монте-Карло //Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообраб. пром-сть: Респ. межведомственный науч.-техн. сб. - Киев: Будівельник, 1977. - Вып. 8. -С. 17-20.

УДК 004.056.5

Погорелов В.В., аспірант

Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"

ПРОБЛЕМАТИКА ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ КІБЕРАТАК.

Погорелов В.В. Проблематика використання нейромережевих систем розпізнавання кібератак. Розглянуто проблематику побудови нейромережевих систем розпізнавання сигнатур кібератак. Проаналізовано ефективність, адаптивність, ресурсоемність та оперативність роботи і навчання різних класів нейромереж, визначені типові проблеми та алгоритми їх мінімізації. Показано особливості використання у даній області штучних нейромереж третього покоління та спільної роботи декількох нейромереж.

Ключові слова: системи розпізнавання кібератак, штучна нейронна мережа, нейромережеві мережі прямого поширення, машина Больцмана, глибинна мережа переконань, згортоква нейромережа.

Рассмотрена проблематика построения нейросетевых систем распознавания сигнатур кибератак. Проанализирована эффективность, адаптивность, ресурсоемность и оперативность работы и обучения разных классов нейросетей, определены типичные проблемы и алгоритмы их минимизации. Показаны особенности использования в данной области искусственных нейронных сетей третьего поколения и совместной работы нескольких нейронных сетей.

Ключевые слова: системы распознавания кибератак, искусственная нейронная сеть, нейросетевые сети прямого распространения, машина Больцмана, глубокая сеть доверия, сверточные нейросети.

Pogorelov V.V. Problems of neural network usage for cyber-attack detection systems. Problems of construction of neural network systems for recognizing cyber-attacks signatures were considered. Efficiency, adaptation, resource intensity and operability of work and training of different ANNs' classes were analyzed, typical problems and solving algorithms were found. Special features of third generation ANNs application and cooperative work of several ANNs were shown.

Keywords: cyber-attack detection systems, artificial neural network, feed forward neural networks, Boltzman machine, deep belief network, convolutional neural networks.

Постановка наукової проблеми. Кібератака — це сукупність протиправних дій, що порушують вільний доступ до інформаційної системи, цілісність її роботи та конфіденційність її даних. При побудові систем розпізнавання кібератак (СРК) на мережеві ресурси інформаційних систем (МРІС) активно використовуються нейромережеві методи розпізнавання (НММР). Статистичний аналіз застосування нейромережевих моделей (НММ) вказує на ключові фактори, що характеризують ефективність роботи даних систем [1-4]:

- статистика неспрацьовувань та помилкових спрацьовувань СРК;
- час розробки та формування навчальної вибірки НММ;
- час та стабільність навчання НММ;
- адаптація НММ до особливостей МРІС,

Робота НММР полягає визначенні та кодуванні множини вхідних параметри сигнатури кібератаки, побудові множини навчальних прикладів для навчання НММ, а також у розрахунку параметрів функціонування НММ у відповідності до класу МРІС. У схемі НММ має бути передбачена можливість формування навчальної вибірки за допомогою експертної оцінки (рис. 1).

Першим етапом розробки НММР і НММ на їх основі є аналіз ключових параметрів функціонування МРІС, зокрема їх ефективності, оперативності та ресурсоемності. Поняття оперативності та ресурсоемності є інтуїтивно зрозумілими і відповідають часу виконання функцій системою та апаратному ресурсу [2-4], який при цьому використовується, в той час як термін ефективності слід розглянути більш детально. Функції ефективності відображає пристосованість НММ до конкретного класу задач і у даному дослідженні ми розглянемо інтегральну функцію ефективності процесу $E_{\Sigma} = f(E_{ANN}, E_{TS})$, де $E_{ANN} = f(e_0, e_P, e_R)$ – ефективність роботи штучної нейронної мережі (ШНМ), що є функцією від e_0 (визначення оптимального НММ), e_P (пошук параметрів НММ), e_R (ресурсоемність використання ШНМ), а $E_{TS} = f(e_{TE}, e_{TS})$ – ефективність створення навчальної вибірки, що є функцією від e_{TE} (пошук параметрів навчальних прикладів) і e_{TS} (формування навчальної вибірки). При розрахунку ефективності роботи СРК проводиться аналіз множини ефективних видів НММ разом з оцінкою кожної моделі, визначається час очікування вихідного сигналу сигнатури кібератаки (СК) і параметри обчислювальних ресурсів сервера та системи експертних знань.



Рис. 1. Діаграма системи нейромережевого розпізнавання кібератаки на мережеві ресурси.

Важливим етапом є визначення ефективності навчання НММ, що залежить від сумарного часу побудови навчальної вибірки та процесу навчання $t_{\Sigma} = a(t_{TS}, t_{TP})$. Слід зауважити, що:

$$t_{\Sigma} \leq t_{max}(n_i), n_i \in N_a, \quad (1)$$

де $t_{max}(n_i)$ – максимальний допустимий сумарний час побудови навчальної вибірки та навчання НММ, n_i – окремий вид НММ серед допустимої множини N_a . Розрахунок функції ефективності кожного окремого НММ відбувається за наступним критерієм:

$$E_i = \sum_{k=1}^K \alpha_k R_k(n_i); \alpha_k = 0..1; n_i \in N_a, i = 1..I, \quad (2)$$

де I – кількість видів НММ, R_k – критерій ефективності, α_k – ваговий коефіцієнт критерія ефективності, K – кількість критеріїв ефективності.

Аналіз досліджень. Аналіз публікацій за даною темою надає можливість визначити перспективи розробки єдиної методології побудови алгоритмів СРК. У роботах [1-4] розглянуто сучасну методику адаптації типових НММ до мережевих ресурсів інформаційних систем та їх оптимізації. Певна частина наведених публікацій і монографій присвячена основам побудови ШНМ: мережам прямого поширення [5] та машинам Больцмана [8], а також НММ, що можуть бути побудовані на основі даних архітектур [5-9]. Показано, що для розпізнавання сигнатур кібератак високу точність показують ресурсоємні нейромережі третього покоління, зокрема згорткові нейромережі [11] та мережі глибинних переконань [10]. Також, у роботі [12] було розглянуто методику розробки СРК на основі кількох згорткових ШНМ, що працюють разом.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування результатів дослідження. Систематичний аналіз показує, що побудова єдиної моделі застосування ШНМ у СРК дозволить звести задачу розробки та адаптації НММ до математичної задачі пошуку екстремумів цільових функцій. Необхідність вирішення даної задачі зумовлює потребу у побудові методологічної бази використання нейромерж третього покоління при захисті інформаційних ресурсів від кіберзагроз, що є *метою* даного дослідження.

1. Нейромережеві методи розпізнавання кібератак, що базуються на мережах прямого поширення

Мережі прямого поширення (МПП) представляють собою базову структуру ШНМ, що складається з шару вхідних нейронів I_n , одного або декількох шарів прихованих нейронів H_n^k та шару вихідних нейронів O_n (рис. 2); причому кожен нейрон пов'язаний зі всіма нейронами сусідніх шарів і не пов'язаний з жодним іншим нейроном [5]. Типовим методом навчання МПП є метод зворотного поширення помилки, що відноситься до методів навчання зі вчителем.

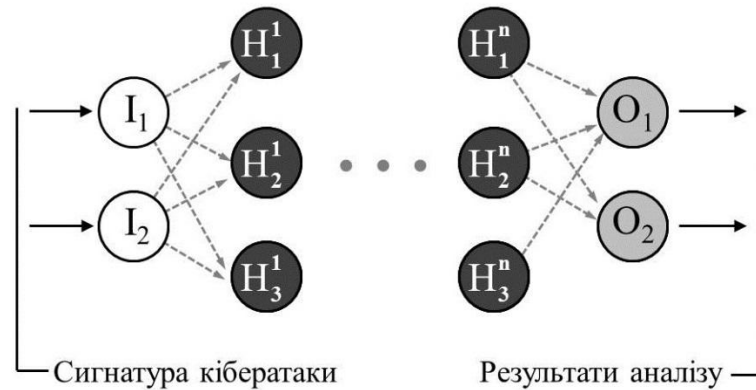


Рис. 2. Базова схема штучної нейронної мережі прямого поширення.

На основі МПП найбільш зручно описати принцип роботи ШНМ. Інформаційний сигнал (у даному випадку вхідний інтернет-трафік, що потенційно утримує у собі сигнатуру кібератаки) нормалізується функцією активації та попадає на шар вхідних нейронів. Значення прихованих та вихідних нейронів визначаються як суми добутків вихідних параметрів нейронів, що пов'язанні з даним нейроном на ваговий коефіцієнт w .

$$\begin{cases} H_n = \sum_m I_m \cdot w_{m-n} \\ H_k = \sum_n H_n \cdot w_{n-k} \\ O_z = \sum_y H_y \cdot w_{y-z} \end{cases} \quad (3)$$

Повний набір даних яким оперує ШНМ називається тренувальним сетом, загальна кількість використаних тренувальних сетів — кількістю ітерацій, лічильник проходження повного тренувального сету — значенням епохи. Натренованість мережі визначається через розходження між вірною відповіддю та отриманим результатом. Збіжність системи вказує на те, що з кожною новою епохою натренованість ШНМ зростає.

Схема МПП при наявності достатньої кількості прихованих нейронів здатна до навчання розпізнавання сигнатур кібератак, але розглядається, як малоефективний вид НММ. Тим не менш, МПП може бути використана разом з іншими мережами чи взята за основу при розробці більш складної ШНМ. Одним з таких варіантів НММ є рекурентні нейронні мережі [6], що організовані подібно до мереж прямого поширення, але зміщенням у часі, що дозволяє прихованим нейронам отримувати інформацію як від сусіднього шару, так і від себе (рис. 3), тобто використовують данні, що формуються при попередньому проході.

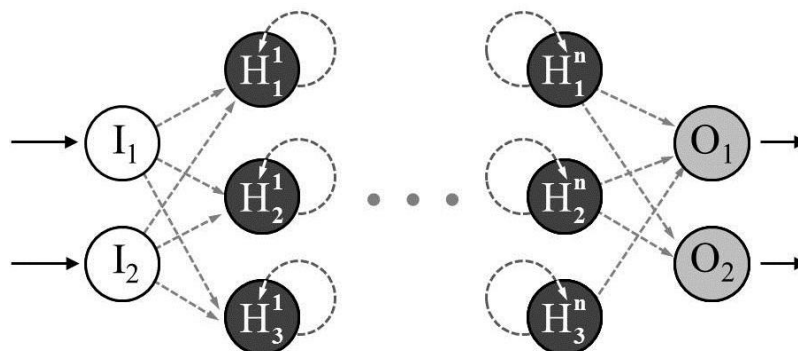


Рис. 3. Базова схема рекурентної нейронної мережі.

Таким чином, система найбільш ефективно працює з даними, що надаються послідовно і залежать від часу, тому знайшла своє галузь використання при розробці ШНМ. На сьогоднішній день рекурентні нейронні мережі відносяться до НММ, що ефективно працюють з малим об'ємом трафіку у системах з обмеженим апаратним ресурсом. Основною проблемою даного класу НММ є проблема вибухового градієнта, що призводить до втрати інформації на рівні вагових коефіцієнтів. Тому для рекурентних нейронних мереж перевага надається використанню стохастичного методу градієнтного спуску, при якому поправки на вагові коефіцієнти вводяться безпосередньо після обчислення вихідних даних мережі (для кожного зразка сету). При застосування пакетного та мініпакетного методів градієнтного спуску, що мають перевагу у швидкості обробки інформації, залишається ризик недосягнення збіжності системи.

Сучасним видом рекурентних нейромереж, що знайшли своє застосування у СРК є мережі з відлунням стану [7]. Вони виділяються тим, що ваги прихованих нейронів є незмінними й призначаються за допомогою функції випадкових значень. Шар вхідних нейронів у такій мережі слугує для ініціалізації системи, а вихідний шар працює в якості спостерігача за порядком активації нейронів; причому під час навчання зв'язок змінюється тільки між спостерігачем і прихованими шарами. Таким чином, функція похибки є квадратичною відносно параметрів і диференціюється до лінійної системи. Варіантом організації мереж з відлунням стану є мережі нестійких станів (рідкі скінченні автомати). Мережі нестійких станів відносяться до імпульсних ШНМ і замість сигмоїдальної кривої використовують порогові функції, а отже кожен нейрон також є блоком пам'яті. Коли стан нейрона оновлюється, його значення складається з самим собою. Після перевищення порогу нейрон посилає імпульс нейронам сусіднього шару. Мережі нестійких станів показали високу ефективність при роботі у режимі реального часу і активно використовуються як при аналізі інтернет-трафіку, так і відеоінформації з камер об'єктів, що знаходяться під охороною.

Актуальним на сьогоднішній день способом використання МПП є автокодувальник [3-5, 8]. Принцип роботи автокодувальника полягає у кодуванні вхідної інформації шляхом її стиснення, таким чином, половина прихованих шарів кодує вхідну інформацію а друга половина декодує, причому середній шар, що є найменшим, утримує код (рис. 4). Як і більшість МПП автокодувальник навчають методом зворотного поширення помилки, подаючи вхідні дані і задаючи помилку як різницю між входом і виходом. Автокодувальник не використовують безпосередньо для розпізнавання сигнатур кібератак, але його можна застосувати як допоміжну систему з метою стиснення вхідних даних та зменшення шумів. У випадку СРК, це означає, що система з функціональним блоком автокодувальника здатна ефективно виділяти сигнатури кібератак за умов, коли схема кібератаки частково відрізняється від схеми з навчальної вибірки

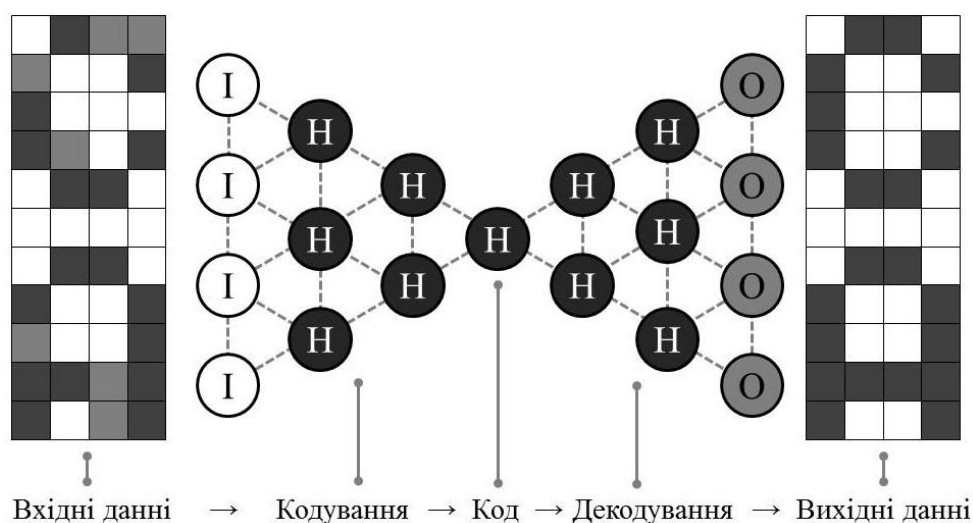


Рис. 4. Архітектура нейронної мережі прямого поширення типу «автокодувальник».

У сучасних СРК існує кілька схем застосування НММ автокодувальник, серед яких найбільш популярні: розріджений автокодувальник, варіаційний автокодувальник та завадостійкий автокодувальник. Архітектура розрідженого авто кодувальника [5, 8] протилежна архітектурі

показаній на рис. 4., кодування збільшує об'єм інформації і середній прихований шар є найбільшим. При навчанні розрідженого автокодувальника за системою зворотного поширення помилки можна НММ розподіляє вагові коефіцієнти таким чином, що вихідний сигнал повністю відповідає вхідному, тому у якості додаткової умови додається штраф за кількість активованих нейронів в прихованому шарі. Це в якійсь мірі нагадує біологічну нейронну мережу, в якій більшість нейронів під час виконання задачі знаходяться не в збудженому стані. Мережі цього типу можуть застосовуватися для вилучення особливостей сигнатури кібератаки і застосовуються у якості додаткового вузла разом з основною системою. Варіаційні автокодувальники [8], у свою чергу, здатні більшою мірою аналізувати ступінь впливу однієї події на іншу, що актуально при аналізі трафіку у режимі реального часу. Даний тип автокодувальників ближче до машин Больцмана, хоча і спирається на Байєсова математику імовірнісних суджень. Такий підхід надає можливість виключати вплив одних нейронів на інші, показав свою ефективність при розробці СРК на основі НММ. Завадостійкий автокодувальник [8] найбільш ефективний при роботі з сигнатурами кібератак, що певною мірою відрізняються від схем навчальної вибірки. Система сприймає відмінності як шум і орієнтується на основні риси притаманні сигнатурі.

2. Нейромережеві моделі, що базуються на ланцюгах Маркова

Ланцюгом Маркова називають випадковий процес, що задовольняє властивості Маркова і приймає скінченну кількість станів [8]. У ланцюгах Маркова задаються ймовірності переходу з поточного стану в сусідні; причому подальший стан залежить від поточного і не залежить від минулих станів. Ланцюги Маркова не є ШНМ, але їх розглядають як теоретичну основу машин Больцмана. Машина Больцмана є видом стохастичної рекурентної нейронної мережі. Даний тип НММ не використовується при розпізнаванні сигнатур кібератак, але з каскаду обмежених машин Больцмана можна побудувати глибинну мережу переконань, як основу СРК. Характерною особливістю машини Больцмана є наявність тільки двох типів нейронів: відкритих V та прихованих H (рис. 5). При цьому відкриті нейрони можна розглядати як вхідні, що стають вихідними, коли всі нейрони у мережі оновлюють свої стани. Процес навчання даного класу НММ відбувається шляхом присвоєння вагових коефіцієнтів випадковим чином та навчання методом зворотного поширення або за допомогою марковського ланцюга. Основним недоліком машин Больцмана є схильність до «стабілізації» стану мережі в локальному мінімумі, з метою подолання зазначеної проблеми була застосована концепція «теплового шуму» та алгоритм імітації відпалу. Якщо ввести параметр рівня теплового шуму t , то ймовірність активності окремого нейрона k визначається на основі ймовірнісної функції Больцмана:

$$P_k = \frac{1}{1 + e^{-E_k/t}}, \quad (4)$$

де енергія E_k визначається як сума ваг зв'язків нейрона k зі всіма активними на даний момент нейронами. Отже активація регулюється значенням загальної температури, при зниженні якої зменшується і енергія нейронів, а зменшення енергії викликає стабілізацію нейронів. Таким чином, якщо температура задана вірно, система досягає рівноваги.

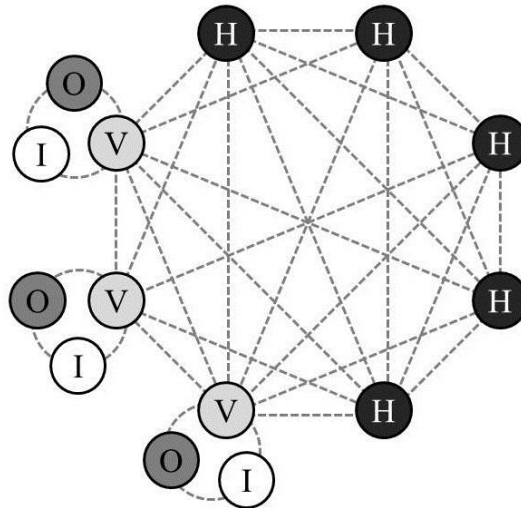


Рис. 5. Базова схема нейронної мережі типу «машина Больцмана».

У більш актуальній для побудови СРК обмеженої машини Больцмана [9] існують зв'язки лише між групами нейронів, що значно спрощує модель. НММ на основі обмеженої машини Больцмана навчаються аналогічно до мереж прямого поширення, але замість передачі даних від першого до останнього шару, в даному випадку дані у кінці ітерації повертаються до першого шару, що одночасно є вхідним і вихідним; отже у схемі застосовується пряме-зворотне поширення.

Головною проблемою розпізнавання сигнатури кібератаки є відсутність повної інформації про образ, що має бути розпізнаним через внесення зловмисниками змін у стратегію атаки. У даному випадку певну ефективність можуть показати НММ у основу яких покладено архітектуру мереж Хопфілда та мереж Хеммінга, що є близькими за реалізацією до машин Больцмана. Мережа Хопфілда базується на матриці зв'язків W і векторі порогових значень активації нейронів T . Образом мережі Хопфілда є вихідний вектор O , що приймає значення -1 або 1 . Образ, що подається на вхід мережі залишається до тих пір, доки стан мережі не зміниться. Кожне з'єднання мережі Хопфілда характеризується вагою w_{ij} , причому:

$$\begin{cases} w_{ij} = w_{ji} \\ w_{ii} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

що вказує на симетричність матриці зв'язків.

Кожен нейрон мережі слугує вхідним до навчання, прихованим під час навчання і вихідним після навчання. Після навчання декільком сигнатурам кібератак НММ буде завжди сходиться до однієї з них, як до стаціонарного стану. Система стабілізується тільки частково через те, що загальна енергія E_k знижується під час навчання. Кожен нейрон має поріг активації, що співвідноситься з даною енергією, і якщо сума вхідних даних перевищує поріг, нейрон може переходити в один з двох станів; при цьому вузли мережі можуть оновлюватися як паралельно, так і послідовно. Коли кожен з нейронів оновився і їх стани більше не змінюються, мережа приходить в стаціонарний стан. Таким чином, мережа Хопфілда є базовим засобом розпізнавання сигнатур кібератак, що характеризується низькою ресурсоемністю. Для інформаційних систем з низьким апаратним ресурсом також використовують мережі Хеммінга. Даний тип НММ складається з двох шарів, перший і другий шари складаються з m нейронів, нейрони першого шару мають по n синапсів, які з'єднані з входами мережі, а нейрони другого шару пов'язані між собою. Робота мережі полягає в знаходженні числа незбіжних компонент двох бінарних векторів між сигнатурою кібератаки, що подається на вхід мережі і кожним з образів, що система запам'ятала до процесу навчання.

3. Побудова систем розпізнавання кібератак на основі нейромереж третього покоління

Більшість сучасних нейромережових СРК базуються на концепції глибокого навчання. Навчання глибоких ШНМ складається з трьох етапів: навчання кожного шару автоасоціативної

мережі за методом «навчання без вчителя», етапу ініціалізації нейронів прихованих шарів мережі прямого поширення, та етапу навчання НММ зі вчителем. Під час першого етапу вагові коефіцієнти нейронів шару стають вхідними даними для нейронів наступного шару, що призводить для узагальнення інформації про сигнатуру кібератаки. Третій етап займає менший час ніж для ШНМ другого покоління, завдяки ініціалізації нейронів. СРК на основі ШНМ третього покоління показують кращі результати при роботі з принципово новими стратегіями кібератак, але при цьому характеризуються високою ресурсоемністю по відношенню до завантаження апаратного комплексу та значним терміном підготовки до навчання. На сьогоднішній день у СРК найбільш найбільш активно використовуються НММ, що базуються на глибинній мережі переконань (ГМП) та згорткові ШНМ.

ГМП [10] представляють собою композицію декількох обмежених машин Больцмана або варіаційні автокодувальників, що пов'язані таким чином, щоб одна мережа навчалася кодувати іншу. Цей метод полягає в прийнятті оптимального на конкретний момент рішення, з метою отримання відповідного результату, що особливо важливо при роботі у режимі реального часу. Структура ГМП мережі складається з шарів латентних змінних і з'єднань між шарами. При тренування на навчальному наборі образів шари виступають в ролі детекторів ознак на входах. ГМП зручно розглядами як набір обмежених машин Больцмана, де прихований шар підмережі n слугує видимим шаром для підмережі $n + 1$. Навчання ГМП складається з тренування машини Больцмана на вхідній матриці, перетворення матриці за допомогою машини Больцмана для отримання нових даних (для всіх шарів мережі) та тонкого налаштування параметрів глибинної архітектури. Спільний розподіл даної НММ для прихованих шарів h^n з $P(h^k \vee h^{k+1})$ — умовним розподілом $P(h^k \vee h^{k+1})$, та спільним розподілом машини Больцмана верхнього рівня $P(h^{n-1}, h^n)$ визначається як:

$$P(x, h^1, h^2, \dots, h^n) = \left(\prod_{k=0}^{n-2} P(h^k \vee h^{k+1}) \right) P(h^{n-1}, h^n), \quad (6)$$

Згорткові ШНМ [11] характеризуються тим, що обробляють поля вхідного образу за допомогою декількох шарів. Важливо зауважити, що для збільшення точності (через збільшення ресурсоемності) даної НММ пропонується накладати вибірки кожного шару з перекривання областей, що також зменшує вплив паралельних перенесень образу. Для нейронів вихідного шару згорткової ШНМ використовується одна матриця вагових коефіцієнтів, що називається ядром згортки (рис. 6). Шар отриманий в результаті операції згортки демонструє наявність ознаки в шарі обробки, за рахунок чого формується карта ознак. Під час етапу субдискретизації відбувається зменшення розмірності сформованих карт ознак і формується підвибірка. Таким чином, подальші обчислення прискорюються, а ШНМ стає інваріантною до масштабу вхідного образу (сигнатури кібератаки). Далі сигнал знов проходить шари згортки, в яких повторюються операції згортки і субдискретизації, причому на кожному наступному шарі карти ознак зменшуються, а кількість каналів — збільшується (рис. 6). СРК на основі згорткових ШНМ здатні розпізнавання складні ієрархій ознак, є ефективними і в більшості реалізацій менш ресурсоемними ніж ГМП.

Оберненим типом ШНМ по відношенню до згорткових ШНМ можна вважати розгорткові нейронні мережі, що генерують образ, а не розпізнають його. Замість шарів об'єднання в даному випадку застосовуються операції інтерполяції та екстраполяції. На основі концепції згорткових та розгорткових ШНМ також були побудовані та набули певну нішу застосування глибокі згорткові зворотні глибинні мережі, що базуються на варіаційних автокодувальниках у яких згорткові і розгорткові мережі працюють як функціональні блоки, що кодують та декодують сигнал. Такі мережі здатні розрізнити кілька видів кібератак, що застосовуються одночасно. і виділити їх з основного трафіку. Тим не менш даний тип ШНМ більш активно використовується при роботі з зображеннями.

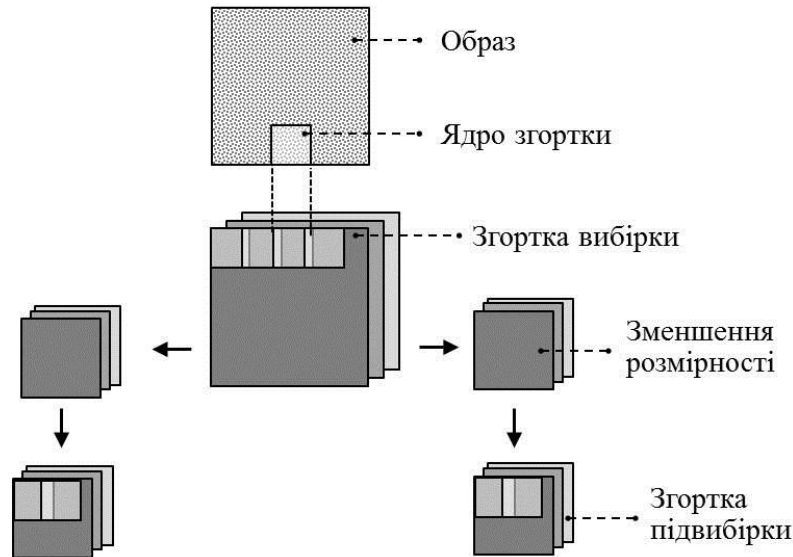


Рис. 6. Типова архітектура згорткової нейронної мережі.

При наявності достатнього апаратного ресурсу при розробці СРК має сенс використовувати комбінацію ШНМ третього покоління [12]. Базовою концепцією у даному випадку можуть слугувати генеративні мережі змагання (Generative adversarial networks), що включають у себе дві мережі, які працюють разом. На практиці зазвичай застосовують дві згорткові ШНМ, одна з яких генерує дані (генератор), а інша їх аналізує (дискримінатор). Дискримінатор отримує на вхід навчальні дані або дані згенеровані першою мережею і далі точність визначення дискримінатором образу слугує для оцінки помилок генератора. Дана схема ефективно працює у режимі навчання та використовується на етапі розробки архітектури нейромережових СРК.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Штучні нейронні мережі є ефективним засобом розпізнавання кібератак на інформаційні системи. Для побудови методологічної бази розробки нейромережових систем розпізнавання сигнатур кібератак необхідно визначити параметри цільових функцій таких комплексів та сформувати єдиний підхід до аналізу різних класів штучних нейромереж. Практика показує, що нейромережі третього покоління можуть бути розглянуті як сукупність базових нейромереж і, таким чином, піддаються систематичному аналізу на основі функцій ефективності, оперативності та ресурсоемності.

1. Y. Mo, T. Kim, K. Brancik, D. Dickinson, H. Lee, A. Perrig, and B. Sinopol, "Cyber-physical security of a smart grid infrastructure," Proceedings of the IEEE, vol. 100, no. 1, pp. 195-209, January 2012.
2. Q. Yang, J. Yang, W. Yu, D. An, N. Zhang, and W. Zhao, "On false data-injection attacks against power system state estimation: Modeling and countermeasures," IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, vol. 25, no. 3, pp. 717 - 729, March 2014.
3. Y. Liu, L. Yan, J. Ren, and D. Su, "Research on efficient detection methods for false data injection in smart grid," in International Conference on Wireless Communication and Sensor Network (WCSN), Wuhan, China, December 2014, pp. 188 - 192.
4. Z. Hu, Y. Wang, X. Tian, X. Yang, D. Meng, and R. Fan, "False data injection attacks identification for smart grids," in Third International Conference on Technological Advances in Electrical, Electronics and Computer Engineering (TAECE), Beirut, Lebanon, April - May 2015, pp. 139 - 143.
5. Annema, Jouke. Feed-forward neural networks: vector decomposition analysis, modelling and analog implementation. Place of publication not identified: Springer-Verlag New York, 2013. Print.
6. Yi, Zhang, and K. K. Tan. "Discrete Recurrent Neural Networks." Network Theory and Applications Convergence Analysis of Recurrent Neural Networks (2004): 195-217.
7. Čerňanský, Michal, and Peter Tiňo. "Predictive Modeling with Echo State Networks." Artificial Neural Networks - ICANN 2008 Lecture Notes in Computer Science (n.d.): 778-87.
8. Rowe, Daniel B. Multivariate Bayesian statistics: models for source separation and signal unmixing. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2003
9. Safarikas, Al. Stock picking using an artificial neural network. N.p.: n.p., 1994. Print.
10. Y. Yan, X. Yin, S. Li, M. Yang, and H. Hao, "Learning document semantic representation with hybrid deep belief network," Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2015, pp. 1 - 9, 2015.
11. Sercu, T., & Goel, V. (2016). Advances in Very Deep Convolutional Neural Networks for LVCSR. Interspeech 2016. doi:10.21437/interspeech.2016-1033
12. Shinohara, Y. (2016). Adversarial Multi-Task Learning of Deep Neural Networks for Robust Speech Recognition. Interspeech 2016.

УДК 004.9

Ройко О. М.¹, Арсеньєва Л. Ю., д.т.н.², Ройко О. Ю., к.т.н.¹, Паламарчук О. П.³

¹Волинський коледж Національного університету харчових технологій,

²Національний університет харчових технологій,

³Національний ботанічний сад ім.М.М.Гришка

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ОЦІНКИ ТА КОРЕКЦІЇ ХАРЧОВОГО СТАТУСУ СПОРТСМЕНІВ

Ройко О. М., Арсеньєва Л. Ю., Ройко О. Ю., Паламарчук О. П. Реалізація програмного засобу для оцінки та корекції харчового статусу спортсменів. У статті описано аспекти використання інформаційних технологій в галузі харчування, зокрема в організації харчування спортсменів. Проаналізовано переваги та недоліки наявних програмних продуктів, які стосуються оцінки харчування спортсменів. Описано структуру, можливості та переваги реалізованого програмного засобу для оцінки харчового статусу спортсменів.

Ключові слова: програмний засіб, харчовий статус, фортифіковані харчові продукти, база даних, C#, Microsoft Visual Studio.

Ройко О. М., Арсеньєва Л.Ю., Ройко А. Ю., Паламарчук Е. П. Реализация программного средства для оценки и коррекции пищевого статуса спортсменов. В статье описано аспекты использования информационных технологий в области питания, в частности в организации питания спортсменов. Проанализированы преимущества и недостатки имеющихся программных продуктов, которые касаются оценки питания спортсменов. Описана структура, возможности и преимущества реализованного программного средства для оценки пищевого статуса спортсменов.

Ключевые слова: программное средство, пищевой статус, фортифицированных пищевые продукты, база данных, C #, Microsoft Visual Studio.

Roiko O. M., Arsenieva L. Y., Roiko O. Y., Palamarchuk O.P. Implementation of a software tool for evaluating and correcting the nutritional status of athletes. The article describes the aspects of information technology use in the field of nutrition, particularly in the organization of athletes' nutrition. The advantages and disadvantages of existing software products related to the evaluation of athletes' nutrition are analyzed. The structure, possibilities and advantages of the implemented software for assessing the athlete's nutritional status are described.

Keywords: software, nutritional status, fortified food, database, C#, Microsoft Visual Studio.

Постановка наукової проблеми. Стрімкий розвиток інформаційних технологій сприяв їх широкому впровадженню у різні галузі життя та народного господарства. Харчова промисловість не є винятком. В харчовій промисловості інформаційні технології використовуються в різних напрямках. Перший – під час розроблення та виготовлення харчової продукції (при розробці нових рецептур та технологій, в ході технологічного процесу, при контролі якості готової продукції), який реалізовується в більшій мірі на харчових підприємствах. Другий напрям використання інформаційних технологій пов'язаний з оцінкою та корекцією харчового статусу людини, фортифікацією продуктів харчування, що в свою чергу підвищує біологічну цінність харчових продуктів та раціону загалом. Цей напрям реалізовується через лікарів, дієтологів та технологів, які займаються розробленням функціональних харчових продуктів, які чинять спрямований фізіологічний вплив на організм людини.

Ми зупинимося на аналізі, розробці та впровадженню комп'ютерних технологій та програмних засобів для оцінки харчування людей, зокрема спортсменів. В спортивній практиці харчування розглядається як один із визначних факторів забезпечення високих результатів.

Аналіз досліджень. На сьогоднішній день розробляються та впроваджуються комп'ютерні технології для оцінки харчування, які орієнтовані на різні категорії та види спорту: від програм для самостійного розрахунку калорійності раціону спортсменів-любителів (калькулятор калорій) до складних автоматизованих комплексів, для роботи з якими необхідна спеціальна підготовка [1].

В Україні передовиками в області розробки програмних продуктів з оцінки збалансованості харчування спортсменів є Національний університет фізичного виховання та спорту, м. Київ, де розроблено комп'ютерні програми «Атлет» [2] та «Олімп» [3], комп'ютерну інформаційну технологію «Аналіз харчування спортсменів» [1, 4] та інформаційну технологію «Тест раціонального харчування» [5].

Комп'ютерна програма «Атлет» розроблена В. В. Усиченком, рекомендується використовувати при підготовці бодібілдерів [2]. Розроблена програма крім інформації про морфофункціональні характеристики спортсменів, програми занять та списку заборонених препаратів містить модуль «Харчування спортсменів», куди внесена інформація про різні тренувальні дієти.

«Аналіз харчування спортсменів» дозволяє розраховувати енергетичну цінність та хімічний склад харчових раціонів за 75 показниками на трьох рівнях оцінки збалансованості харчування. На першому рівні проводиться розрахунок нутрієнтів в харчовому раціоні. На другому розраховується вміст тваринних білків, рослинних жирів та простих вуглеводів, та їх збалансованість щодо загальної кількості. На третьому рівні визначається вміст окремих мікронутрієнтів (амінокислот, мінеральних речовин) та їхнє співвідношення між собою. В базу даних програмного забезпечення внесені крім традиційних харчових продуктів біологічно активні харчові добавки, функціональні харчові продукти та продукти підвищеної біологічної цінності [1, 4].

Інформаційна технологія «Тест раціонального харчування», розроблена М. Й. Ящуром [5] дозволяє визначати енергетичну цінність раціону, вміст окремих нутрієнтів та їх співвідношення, співвідношення окремих груп жирних кислот, мінеральних речовин (Ca:P, K:Na, Ca:P:Mg, Fe:Cu:Zn) та оцінити режим харчування за кількістю споживання їжі в часі.

Важливим недоліком розроблених програмних продуктів є те, що при розрахунку кількості нутрієнтів не враховано їх втрати під час кулінарної обробки, тому розрахунок не дає точного уявлення про рівень забезпечення організму нутрієнтами.

В описаних програмах розраховані кількості нутрієнтів порівнюються з нормативними значеннями. Однак, різні види спорту характеризуються різними витратами енергії. В одному і тому ж виді спорту витрати енергії сильно коливаються на різних етапах підготовки. Такі розбіжності в енерговитратах можуть сягати до 4000 ккал, так як витрати енергії спортсменів знаходяться в межах від 3000 ккал до 7000 ккал. Зі збільшенням енерговитрат організм спортсмена потребує більшу кількість не тільки макронутрієнтів, які забезпечують організм енергією, але й мікронутрієнтів. При розробці програмних продуктів даний факт необхідно враховувати, і вносити нормативні дані по кількості основних харчових речовин для різної калорійності раціону. Це є суттєвим недоліком описаних вище комп'ютерних програм.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів. Нами розроблено програмний продукт, який не тільки дозволяє провести оцінку харчового статусу спортсменів, але й вносить пропозиції як його збалансувати, та враховує недоліки програм, які описані вище

Для реалізації програмного засобу використано середовище програмування Microsoft Visual Studio [6] та мова програмування C# [7, 8]. Програмне забезпечення, яке розроблене з використанням даних засобів буде сумісним з сучасними версіями операційної системи Windows, що гарантує працездатність продукту на переважній більшості персональних комп'ютерів. Середовище Visual Studio постійно розвивається та вдосконалюється, поповнюючись новими технологіями та засобами. Мова C#, як нащадок і логічне продовження мови C++, повною мірою забезпечує усі переваги об'єктно-орієнтованого підходу, зокрема концептуальна близькість до предметної області довільної структури та призначення. Механізм наслідування атрибутів і методів дозволяє будувати похідні поняття на основі базових і таким чином створювати модель як завгодно складної предметної області з заданими властивостями.

Систему зберігання даних будували з використанням реляційного підходу побудови баз даних [9, 10]. До переваг реляційної моделі відносять:

- простоту і доступність для розуміння користувачем. Єдиною використовуваною інформаційною конструкцією є «таблиця»;
- суворі правила проектування, які базуються на математичному апараті;
- повну незалежність даних. Зміни в прикладній програмі при зміні реляційної БД мінімальні;
- для організації запитів і написання прикладного ПЗ немає необхідності знати конкретну організацію БД у зовнішній пам'яті.

Для забезпечення функцій зберігання, доступу та управління даними в розробленому програмному продукті використовується система керування даними Microsoft Access, яка повною мірою реалізовує реляційний підхід. Додатковою перевагою використання бази даних Access є логічна близькість до середовища Visual Studio, оскільки вони мають спільного розробника. Це дозволяє найбільш повно використовувати засоби, що пропонуються обома технологіями та уникнути проблем з несумісністю компонентів програми.

Структура розробленого програмного продукту наведена на рис.1.

Програмний продукт для оцінки харчового статусу спортсменів складається з наступних частин:

1. Модуль головної форми забезпечує основний інтерфейс користувача для роботи з програмою. Він дозволяє виконувати розрахунок вмісту мікро та макронутрієнтів для раціону, що заданий користувачем. Також даний модуль дозволяє порівнювати фактичний раціон спортсмена з оптимальним, надавати рекомендації стосовно поліпшення та збалансування раціону. Головне вікно програми дозволяє переходити і взаємодіяти з іншими частинами програми та обчислювальними блоками.

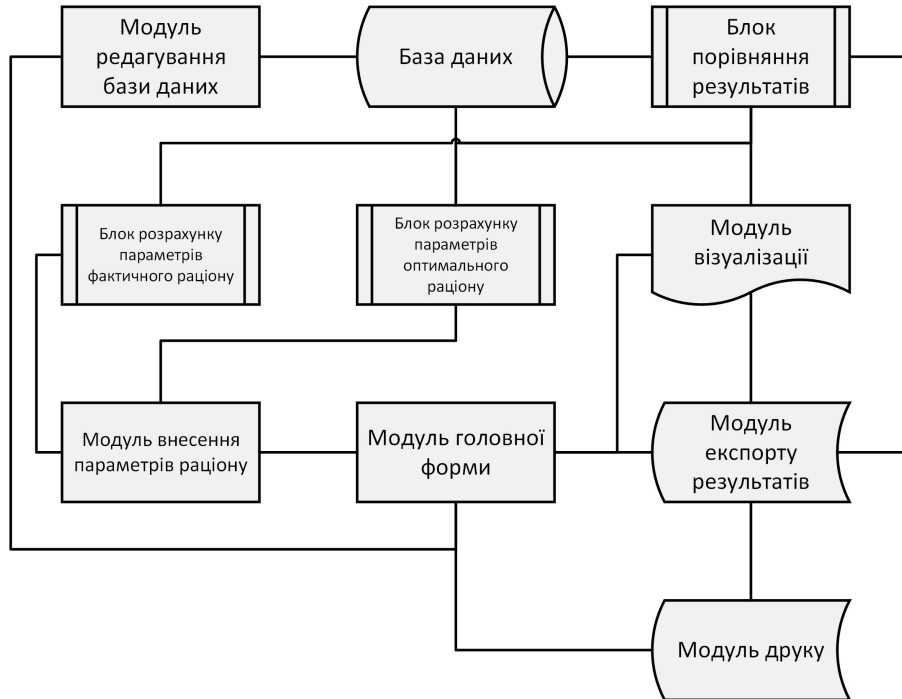


Рис. 1. Структурна схема програмного продукту

2. Модуль внесення параметрів раціону призначений для задання користувачем параметрів раціону, який порівнюється з оптимальним. Він дозволяє обрати категорію продуктів харчування, вказати конкретний продукт харчування та його масу. Категорії та назви продуктів харчування програма одержує з бази даних. Після завершення вибору продуктів результати повертаються в головний модуль програми.

3. Модуль редагування бази даних (рис. 2) забезпечує інтерфейс користувача з базою даних. За допомогою даної підсистеми програми можна додавати нові або видаляти існуючі продукти в базу даних, а також змінювати їх мікро- та мікроелементний склад, інші показники. Крім того, даний модуль дає змогу організувати продукти за категоріями.

№	Назва продукту (порція - 100 г)	Вода (%)	Білки (%)	Жири (%)	Вуглеводи (%)	НЮЖ (%)	Холестерин (мг%)	Ціна	Na (мг%)	K (мг%)	Ca (мг%)	Mg (мг%)
1	Молоко пастеризоване нежирне	91.2	3	0.05	4.9	0	0		52	152	126	15
2	Молоко тваринне нежирне	91.2	3	0.05	5	0	0		50	146	124	14
3	Молоко Бюшове	87.4	4.3	1	6.4	0.7	3		52	157	136	16
4	Кефір нежирний	91.4	3	0.05	4	0	0		52	152	126	15
5	Кефір 1.0% жирності	90.4	3	1	4	0.7	3		50	146	120	14
6	Найні плодово-ягідний	82.6	2.7	1	12.2	0.7	3		45	123	109	13
7	Творог нежирний	71.7	22	0.6	3.3	0.4	2		44	117	120	24
8	Сир домашній нежирний	78	18	0.6	1.5	0.4	2		41	112	166	23
9	Молоко сире нежирне	4	33.2	1	52.6	0.6	3		442	1224	1155	160
10	Молоко пастеризоване 1.5% жирності	89.9	3	1.5	4.8	1	5		50	146	120	14
11	Молоко стерилізоване 1.5% жирності	89.9	3	1.5	4.8	1	4		50	146	120	14
12	Йогурт 1.5% жирності	86.5	4.1	1.5	5.9	0.9	5		50	152	124	15
13	Кефір 2.5% жирності	89	2.9	2.5	4	1.5	8		50	146	120	14
14	Простокваша 2.5% жирності	89	2.9	2.5	4.1	1.5	8		51	144	118	16
15	Ряжанка 2.5% жирності	88.8	2.9	2.5	4.2	1.5	8		50	146	124	14
16	Сир молочний з макронедами	86.5	2.2	1.9	7.9	1.3	5		258	83	59	8
17	Сир молочний з рисом	87.7	1.8	1.9	7.3	1.3	5		258	79	58	9
18	Молоко пастеризоване 3.2% жирності	88.4	2.9	3.2	4.7	2	9		50	146	120	14
19	Молоко стерилізоване 3.2% жирності	88.3	3	3.2	4.7	2	9		50	146	121	14
20	Молоко тваринне 4.0% жирності	87.6	2.9	4	4.7	2.5	11		50	146	124	14
21	Вершки пастеризовані 8.0% жирності	83.9	2.8	8	4.5	5	22		41	127	91	10
22	Вершки стерилізовані 10.0% жирності	82.1	2.7	10	4.4	5.8	30		40	124	91	10
23	Йогурт 3.2% жирності	86.3	5	3.2	3.5	2	9		52	147	122	15
24	Йогурт солодкий 6.0% жирності	78.5	5	6	8.5	3.8	17		50	137	122	14
25	Кефір 3.2% жирності	88.3	2.9	3.2	4	2	9		50	146	120	14
26	Ряжанка 4.0% жирності	87.4	2.8	4	4.2	2.5	11		50	146	124	14
27	Сметана 10.0% жирності	82	2.7	10	3.9	5.8	30		50	124	90	10
28	Творог дрістчатий 4.0% жирності	89.6	21	4	3	2.5	11		41	112	164	23

Рис. 2. Модуль редагування бази даних

4. Розрахункові блоки параметрів фактичного та параметрів оптимального раціону призначенні для встановлення харчового статусу спортсмена за введеними початковими даними, а також для обчислення показників оптимального раціону, який матиме таку саму енергетичну

цінність, як заданий, проте буде більш збалансованим за вмістом нутрієнтів, незамінних амінокислот тощо.

5. Обчислювальний блок порівняння результатів дає змогу порівняти параметри фактичного раціону спортсмена з оптимальним та добовими потребами, дати рекомендації стосовно його вдосконалення.

6. Модуль візуалізації (рис. 3) дозволяє в графічній формі представити результат оцінки параметрів фактичного раціону та порівняння його з оптимальним та добовими потребами. Візуальне представлення та порівняння результату значно розширює презентаційні можливості програмного продукту, та дозволяє подати результати його роботи в зручному та наочному вигляді.



Рис. 3. Модуль візуалізації

7. Модулі експорту результатів та друку забезпечують інтерфейси виводу результатів роботи програми. Зокрема модуль друку дає змогу роздрукувати параметри раціонів, добові потреби, результати порівняння та інші оцінки харчового статусу, які були встановлені в ході роботи програми. Модуль експорту результатів дозволяє перевести вищезазначені дані у формати, які придатні до опрацювання сторонніми пакетами прикладного програмного забезпечення, зокрема MS Word.

Перераховані обчислювальні блоки та модулі є результатом реалізації об'єктно-орієнтованої парадигми програмування та забезпечення її взаємодії з реляційною базою даних. Дана взаємодія реалізована засобами драйвера СКБД та структурованої мови запитів SQL [10]. В програмі використовуються ряд вбудованих класів та методів середовища Visual Studio та мови C#, а також власні класи та методи, які взаємодіють між собою та дозволяють забезпечити основні механізми об'єктно-орієнтованої методології програмування: спадкування властивостей об'єктів, їх поліморфізм та інкапсуляцію.

База даних програмного продукту включає:

- перелік категорій харчових продуктів;
- перелік сировини та готової продукції для кожної категорії;
- розгорнутий хімічний склад сировини та готової продукції;
- втрати основних нутрієнтів в процесі кулінарної обробки.

База даних реалізована із використанням сучасного реляційного підходу моделювання предметної області. Її схема наведена на рис. 4.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Нами розроблено програмний засіб для оцінки і корекції харчового статусу спортсмена. Розроблений продукт дає можливість проаналізувати раціон спортсмена за певний період часу, вказує його недоліки (відносно певних нутрієнтів) та дає пропозиції щодо корекції. Для поставленої мети використано середовище програмування Microsoft Visual Studio та мову програмування C#. База даних програмного продукту включає: перелік категорій харчових продуктів, перелік сировини та готової продукції для кожної категорії, розгорнутий хімічний склад сировини та готової продукції, втрати основних нутрієнтів в процесі кулінарної обробки. Остання складова є надзвичайно важливою, адже розроблені раніше програмні засоби не враховують втрат харчових речовин в процесі приготування їжі, що, в результаті, не дає достовірних даних про реальний вміст харчових речовин в раціоні.

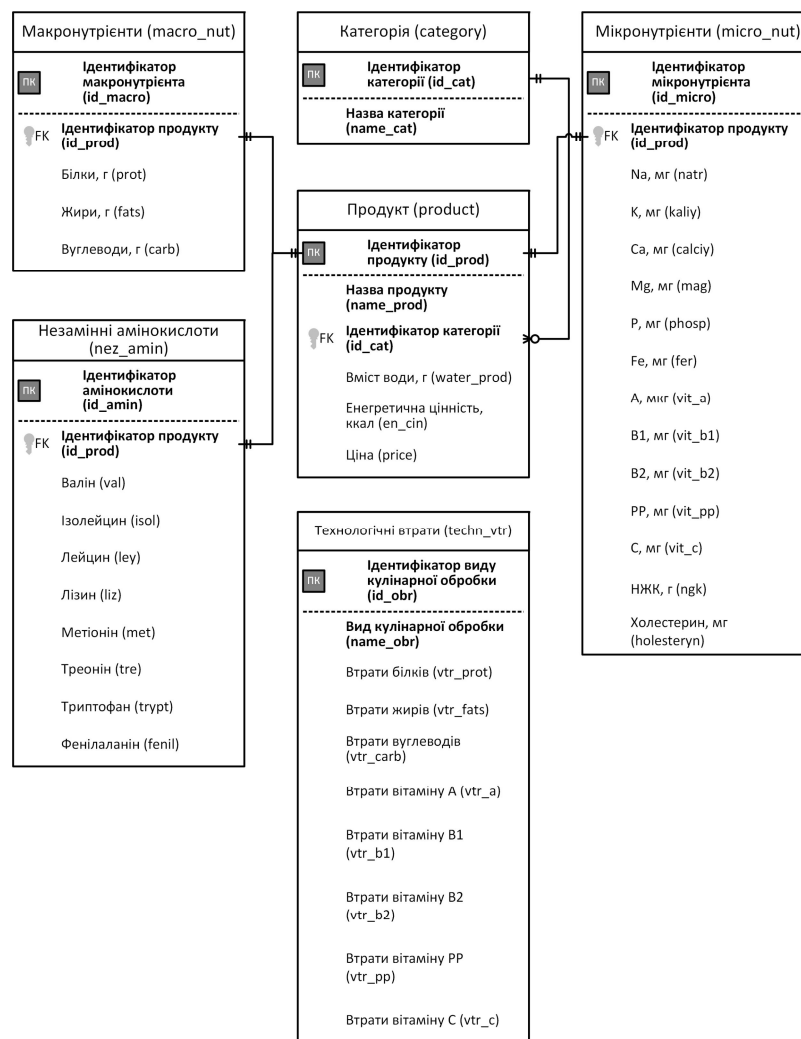


Рис. 4. Схема бази даних програми

1. Цыганенко О.И. та ін. Разработка компьютерной информационной технологии “Анализ питания спортсменов” / О.И. Цыганенко, Н.И. Яшур, Н.А. Складорова, Л.Ф. Оксамытная // Наука в олимпийском спорте. – 2010. – Вип. 2. – с. 87–92.
2. Усиченко В.В. та ін. Досвід використання баз даних при розробці комп'ютерної програми “Атлет” для спортсменів, які спеціалізуються з бодібілдингу / В.В. Усиченко, Н.І. Бишевец // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2010. – Вип. 3. – с. 67–70.
3. Цыганенко О.И. та ін. Оценка фактического питания женщин, занимающихся фитнесом, программы «Олимп» / О.И. Цыганенко, Н.А. Складорова, Л.Ф. Оксамытная // Спортивная медицина. – 2012. – Вип. 1. – с. 84–86.
4. Фус С.В. та ін. Оцінка харчування спортсменок — гімнасток високої кваліфікації з використанням комп'ютеризованої інформаційної програми “Аналіз харчування спортсменів” / С.В. Фус, М.Й. Яшур // Спортивная медицина. – 2010. – Вип. 1-2. – с. 113–119.
5. Яшур М.Й. Розробка інформаційної технології “Тест раціонального харчування” для оцінки фактичного харчування спортсменів та його корекції / М.Й. Яшур // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2009. – Вип. 2. – с. 112–116.
6. Поняття якості програмного засобу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://mu.od.ua/popyattyayakosti-programnogo-zasobu.html>.
7. Software Engineering - Product Quality, {ISO/IEC} 9126-1 / 2001.
8. Майо Д. Microsoft Visual Studio 2010. Самоучитель / Д. Майо. – М.: БХВ-Петербург, 2010. – 450 с.
9. Хейлсберг А. та ін. Язык программирования C#. Классика / А. Хейлсберг, М. Торгерсен, С. Вилгамут, П. Голд. – СПб.: «Питер», 2012. – 784 с.
10. Шилдт Г. C# 4.0: полное руководство / Г. Шилдт. – М.: «Вильямс», 2010. – 1056 с.
11. Бегг К. та ін. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / К. Бегг, Т. Коннолли. – Москва: Вильямс, 2003. – 1440 с.
12. Дейт К.Д. Введение в системы баз данных. 8-е издание / К.Д. Дейт. – Киев: Вильямс, 2005. – 1316 с.

УДК 004.421

О.А. Юхта¹, О.О. Ройко²

¹Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

²Волинський коледж Національного університету харчових технологій, м. Луцьк, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-АЛГОРИТМІВ У ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСАХ НА ПРИКЛАДІ ВИСОКОЧАСТНОГО ТРЕЙДИНГУ HFT

О.А. Юхта, О.О. Ройко. Використання онлайн-алгоритмів у економічних процесах на прикладі високочастотного трейдингу HFT. В статті розглядаються особливості використання онлайн-алгоритмів у економічних процесах на прикладі високочастотного трейдингу HFT. Це дає змогу вирішити такі проблеми, як оцінка поточної середньої ліквідності, поточна оцінка мінливості і робочої лінійної регресії за допомогою однопрохідних онлайн-алгоритмів.

Ключові слова: online-алгоритм, HFT, однопрохідний алгоритм, онлайн-алгоритм дисперсії, онлайн-алгоритм середнього, трейдинг.

А.А. Юхта, О.А. Ройко. Использование онлайн-алгоритмов в экономических процессах на примере высокочастотного трейдинга HFT. В статье рассматриваются особенности использования онлайн-алгоритмов в экономических процессах на примере высокочастотного трейдинга HFT. Это позволяет решить такие проблемы, как оценка текущей средней ликвидности, текущая оценка изменчивости и рабочей линейной регрессии с помощью однопроходных онлайн-алгоритмов.

Ключевые слова: online-алгоритм, HFT, однопроходный алгоритм, онлайн-алгоритм дисперсии, онлайн-алгоритм среднего, трейдинг.

О.А. Yukhta, O.O. Roiko. The use of online-algorithms in economic processes on an example of high-frequency trading HFT. The article discusses the features of using online algorithms in economic processes on the example of high-frequency trading. This allows solving problems such as the estimation of current average liquidity, the current estimation of variability and working linear regression with the help of one-pass online algorithms.

Keywords: online-algorithm, HFT, one-pass algorithm, online-algorithm of dispersion, online algorithm of average, trading.

Постановка проблеми. На практиці існують задачі, котрі потрібно вирішувати, не знаючи заздалегідь усі вхідні дані. Наприклад, системна програма, що контролює роботу операційної системи, повинна генерувати деякі дії (приймати рішення, записувати певні дані на вихід) до того, як надійдуть всі дані. Такі алгоритми називаються алгоритмами, що працюють в режимі реального часу, або online-алгоритмами. Як правило, online-алгоритм отримує послідовність запитів. По кожному із запитів він повинен надати деякий сервіс до того, як отримає наступний запит. Звичайно існує декілька можливостей надати сервіс, кожній з яких відповідає деяка вартість даної можливості.

Важливість online-алгоритмів проявляється як і суто в науці, так і для багатьох непомітно у повсякденному житті. В багатьох прикладних областях, де виникають геометричні задачі, ряд обчислень повинен виконуватися по мірі надходження точок (даних). В загальному випадку алгоритм, що обробляє дані згідно міри їх надходження називається відкритим. Основною рисою відкритих алгоритмів вважається відсутність обмежень на час корекції, що рівносильне тому, що новий елемент даних (точка) вводиться за запитом відразу ж після того, як завершується корекція, пов'язана з попереднім елементом даних. Для прикладу, у нейромережах алгоритми, обробляючи дані по мірі їх надходження, через створення бази знань, що з допомогою їх автоматично обновляється, дозволяють зберігати всі переваги індуктивного (нейроінформатика) та дедуктивного (нечітка логіка) підходів.

Сьогодні все більша кількість сервісів працює з алгоритмами, що обробляють дані згідно міри їх надходження: це і служби, що мають відношення як до суто роботи комп'ютера у вигляді, наприклад, відомої задачі кешування (paging problem), що розглядає ефективність використання пам'яті комп'ютера через звернення до дискової та оперативної пам'яті відповідно, так і служби, що працюють у мережі, як так звані хмарні технології з основою у вигляді хмари - деякого ЦОД (дата-центр, сервер) або їх мережі, де зберігаються дані та програми, що з'єднуються з користувачами через Інтернет.

Аналіз досліджень. HFT (High Frequency Trading – високочастотний трейдинг) – вид автоматичного трейдинга, при якому пошук торговельних можливостей здійснюється шляхом використання спеціальних комп'ютерних алгоритмів. HFT-трейдери використовують так званих торгових роботів для аналізу вхідних даних та організації торговельних стратегій. Інвестиційна

позиція у процесі торгів утримується протягом дуже нетривалого часу, через що кількість операцій у високочастотному трейдингу досягає декількох тисяч у день.

Не дивлячись на те, що зовнішній вигляд місця процесу та його учасників різко змінилися, метою усіх трейдерів, як електронних, так і живих людей, залишається те саме: купити актив з одного місця/трейдера і продати його в інше місце/трейдеру по більш високій ціні. Визначаючим фактором між людиною-трейдером і HFT є те, що останній може реагувати швидше, частіше і має дуже короткі періоди проведення угод.

Типовий алгоритм HFT працює на субмілісекундній часовій шкалі, з якою людина-трейдер не може конкурувати, оскільки миготіння людського ока займає близько 300 мілісекунд. Коли HFT-алгоритми конкурують один з одним, вони стикаються з двома основними проблемами: вони отримують великі обсяги даних кожен мікросекунду та вони повинні бути взмозі діяти дуже швидко щодо отриманих даних, оскільки рентабельність сигналів, за якими вони слідкують, розпадається дуже швидко.

Онлайн-алгоритми, що працюють у режимі реального часу, забезпечують природний клас алгоритмів, що підходять для застосування в HFT. В онлайн-задачах нові вхідні дані отримуються та показуються послідовно. Після кожних нових вхідних даних алгоритм повинен прийняти рішення – наприклад, рішення, погоджуватися чи не погоджуватися з купівлею/продажем. Це різко контрастує з оффлайн-проблемою, згідно якої всі вхідні дані доступні в момент прийняття рішення. Багато з практичних задач оптимізації, що розглядаються у комп'ютерній науці і наукових дослідженнях є саме онлайн-проблеми.

Окрім вирішення онлайн-задачі, HFT-алгоритм також повинен швидко реагувати на оновлення ринку. Щоб гарантувати швидкодію реакції, ефективна обробка пам'яті являється необхідністю для «живого» торговельного алгоритму. Зберігання великої кількості даних у пам'яті буде гальмувати який завгодно процесор, тому важливо, щоб алгоритм використовував лише мінімальну кількість даних та параметрів, які можуть бути збережені у пам'яті швидкого доступу, такий як кеш L1. Крім того, ці фактори повинні відображати поточне становище ринку і повинні оновлюватися при отриманні нових значень даних. Таким чином, чим менша кількість параметрів, які потрібно зберігати у пам'яті, і чим простіше обчислення кожного необхідного параметра, тим швидше алгоритм може реагувати на оновлення ринку.

На основі швидкісних вимог і онлайн-природі HFT-проблеми клас однопроходних алгоритмів особливо підходить для застосування в HFT. Ці алгоритми отримують одну точку даних і в той же час використовують її для оновлення набору факторів. Після оновлення точка даних відкидається і лише оновлені фактори залишаються у пам'яті.

Три основні проблеми можуть виникнути при використанні HFT: оцінка поточної середньої ліквідності, оцінка робочої волатильності та оцінка робочої лінійної регресії.

Кожна з цих проблем може бути вирішена ефективно, використовуючи однопрохідний онлайн-алгоритм. Перевірку продуктивності однопрохідного алгоритму можна оцінити у межах таблиці заявок та описати як вивіряти ці алгоритми на практиці.

Однією з переваг, що HFT має у порівнянні з іншими учасниками ринку, є швидкість реакції. HFT-фірми можуть бачити усі дії на ринку, тобто інформацію, що міститься у таблиці замовлень, і реагувати напротязі мікросекунд. Хоча деякі алгоритми HFT можуть ґрунтувати свої дії на джерела інформації поза ринком (наприклад, шляхом аналізу звітів, вимірювання температури або оцінки настрою ринків), найбільше спираючись у своїх рішеннях виключно на повідомленнях, що поступають на ринок. За деякими оцінками на Нью-Йоркській фондовій біржі відбувається приблизно 215000 оновлень в секунду. Задачею HFT являється обробка цих даних таким чином, що дозволить їм приймати рішення, наприклад, для зменшення ризиків. У статті припускається, що HFT може проводити кожне оновлення даних з кращими цінами купівлі та продажу, в тому числі з кращою пропозицією та розмірами попиту.

Наступні приклади онлайн-алгоритмів, пов'язаних з HFT, описані далі.

Основні результати досліджень.

Онлайн-алгоритм середнього. Ілюструє побудову фактора, що передбачає доступну ліквідність, що визначається як сума розмірів по кращій ціновій пропозиції і кращому ціновому запиту у фіксованій у майбутньому точці. Ця величина може бути корисною при оцінці того, який розмір замовлення найкраще виконати у випадку кращого котирування при даній затримці.

Онлайн-алгоритм дисперсії. Ілюструє побудову фактора, що передбачає реалізовану волатильність протягом фіксованої межі у майбутньому. Ця величина може бути корисною при оцінці короткочасного ризику проведення інвентаризації.

У всіх випадках алгоритм має один параметр – альфа, який контролює швидкість з якою забувається стара інформація. На *графіку 1* побудована чиста міра ліквідності (сума ставки та попиту) синім кольором. Червоний та зелений показують онлайн-фактор ліквідності з альфа = 0,9 та альфа = 0,99 відповідно. Варто відзначити, що чим ближче альфа наближається до 1, тим гладкішим стає «сигнал» і ефективно відслідковується тенденція в вихідних даних.

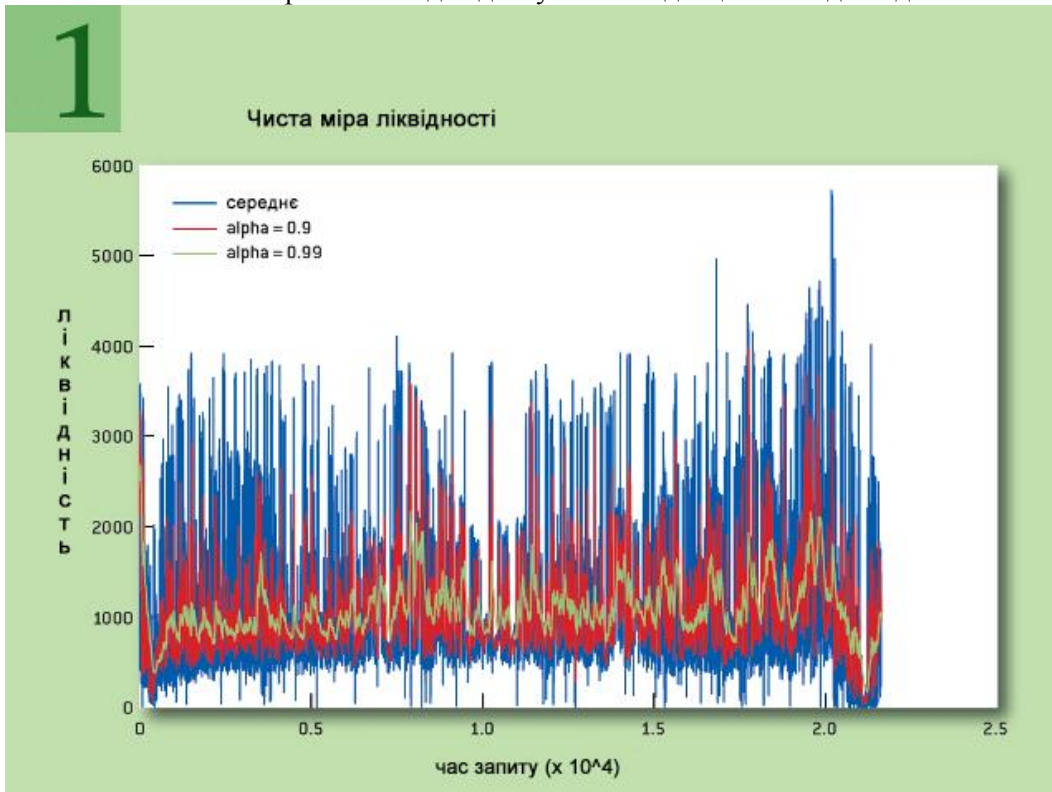


Рис. 1. Чиста міра ліквідності

Графік 2 зображує онлайн волатильність для різних значень альфа. Хоча більше значення альфа і забезпечує плавний «сигнал», він також і залишається далеко позаду основного тренду, оскільки це дає багато лишньої ваги старих даних. Вибір значення альфа балансує між гладкістю сигналу і пониженим відставанням тренду.

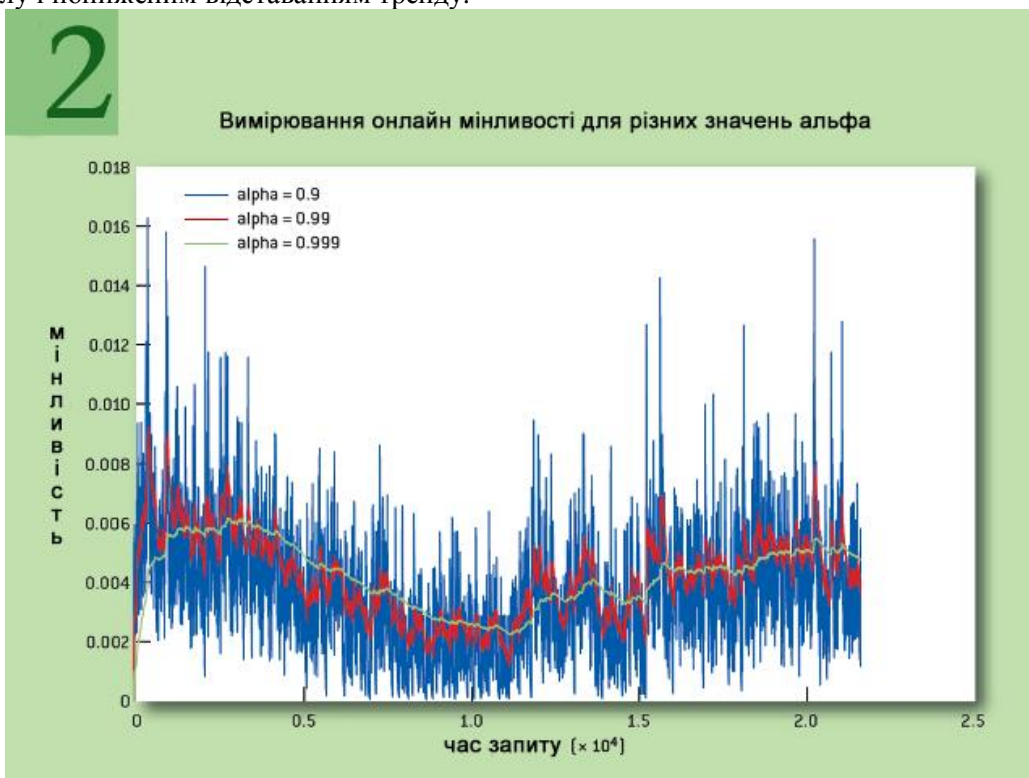


Рис. 2. Вимірювання онлайн мінливості для різних значень

Однопрохідні алгоритми

Як указано в його назві, однопрохідний алгоритм читає кожну змінну один раз, а потім відкидає її. Цей тип алгоритму являється досить ефективним з точки зору обробки пам'яті, оскільки він потребує мінімальну кількість даних для збереження у ній.

Розглянемо важливі приклади однопрохідних онлайн-алгоритмів на експоненціальному рухомому середньому та експоненціальній зваженій дисперсії. По-перше, розглянемо рухоме середнє часового ряду. Це оцінка середнього значення часового ряду по рухомому вікну фіксованого розміру. В фінансах вона часто використовується для виявлення тенденції у ціні, а саме, порівнюючи два рухомих середніх – одне протягом довгострокового вікна, інше – протягом короткого. У іншому застосуванні середні об'єми продаж за останні п'ять хвилин можуть служити для передбачення об'єму продаж у наступну хвилину. На відміну від експоненціального рухомого середнього, просте рухоме середнє не може бути вирішене з допомогою однопрохідного алгоритму.

Нехай $(X_t)_t = X_0, X_1, X_2, \dots$ буде послідовністю вхідних змінних. У будь-який момент часу t ми хочемо визначити наступне X_{t+1} . Для $M > 0$ і $t \geq M$ просте рухоме середнє з вікном розміру M визначається як останнє з M -спостережень часового ряду $(X_t)_t$, тобто $\hat{X}_{t,M} = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} X_{t-j}$.

Рухоме середнє може бути обраховане з допомогою наступної рекурсії $\hat{X}_{t,M} = \hat{X}_{t-1,M} - \frac{X_{t-M}}{M} + \frac{X_t}{M}$.

Хоча це і онлайн-алгоритм, але він не є однопрохідним, оскільки він повинен відкривати кожну точку вхідних даних рівно двічі: один раз, щоб додати її до рухомого середнього, а потім знову «викинути» її з рухомої середньої оцінки. Такий алгоритм називається двоохпрохідним і необхідно утримувати весь масив розміру M у пам'яті.

Приклад 1: Однопрохідне експоненціальне середньозважене

На відміну від звичайного середнього $\bar{X} = \frac{1}{t+1} \sum_{j=0}^t X_j$, експоненціальне середньозважене призначає експоненціальне ваги до попередніх спостережень:

$$\hat{X}_{t,\alpha} = (1-\alpha) \sum_{j=0}^{t-1} \alpha^j X_{t-j} + \alpha^t X_0$$

Тут α являється параметром ваги, обирається користувачем та повинен задовольняти умові $0 < \alpha \leq 1$. В цьому випадку експоненціальне середньозважене дає більше значення для більш пізніших вхідних даних в порівнянні зі старими точками. Це часто вважається хорошим наближенням для звичайного рухомого середнього.

Для порівняння з простим рухомих середнім експоненціальне середньозважене приймає до уваги усі попередні значення, а не лише останні M спостережень. Для порівняння на **графіку 3** показано, скільки точок даних отримано при 80, 90, 95, 99 і 99,9% від ваги в оцінці в залежності від α . Наприклад, якщо $\alpha = 0,95$, то останні $M = 90$ точок даних, що спостерігаються, призводять до 99% від розрахункової вартості.

Причиною надання переваги експоненціальному рухомому середньому над простим рухомих середнім в НФТ є те, що ефективно рішення можливе за допомогою однопрохідного алгоритму вперше представленого Брауном у 1956 р.

$$\begin{aligned} \hat{X}_{0,\alpha} &= X_0, \\ \hat{X}_{t,\alpha} &= (1-\alpha)X_t + \alpha\hat{X}_{t-1,\alpha}. \end{aligned}$$

Ця формула також представляє просту інтерпретацію параметра α як контрольного – скільки ваги надається останньому спостереженню у порівнянні з усіма попередніми спостереженнями.

Приклад 2: Однопрохідна зважена дисперсія

У фінансах мінливість часового ряду часто являється важливим фактором. Мінливість повинна захопити скільки часу серії коливаються навколо її середнього. Немає загальноприйнятого визначення мінливості для даних НФТ. Дисперсія випадкової величини визначається як $Var(X) = E[X - E[X]]^2$. Оцінка експоненціально зваженої дисперсії часового ряду потребує двох оцінок: одна оцінює середнє $E[X]$, а інша дисперсію:

$$\begin{aligned}\widehat{X}_{0,\alpha} &= X_0 \\ \widehat{V}_0 &= 1 \\ \widehat{X}_{t,\alpha} &= (1-\alpha)X_{t,\alpha} + \alpha\widehat{X}_{t-1,\alpha} \\ \widehat{V}_{t,\alpha} &= (1-\alpha)(X_{t,\alpha} - \widehat{X}_{t,\alpha})^2 + \alpha\widehat{V}_{t-1,\alpha}\end{aligned}$$

Стандартне відхилення наступної точки X_{t+1} виміру далі оцінюється як $\sqrt{\widehat{V}_{t,\alpha}}$. Знову ж таки, вхідний параметр $\alpha \in (0,1)$ обирається користувачем і відображає, скільки ваги надається минулим значенням у порівнянні з останніми вхідними даними. Тут ми ініціалізуємо оцінювання дисперсії з 1, що є достатньо довільним вибором.

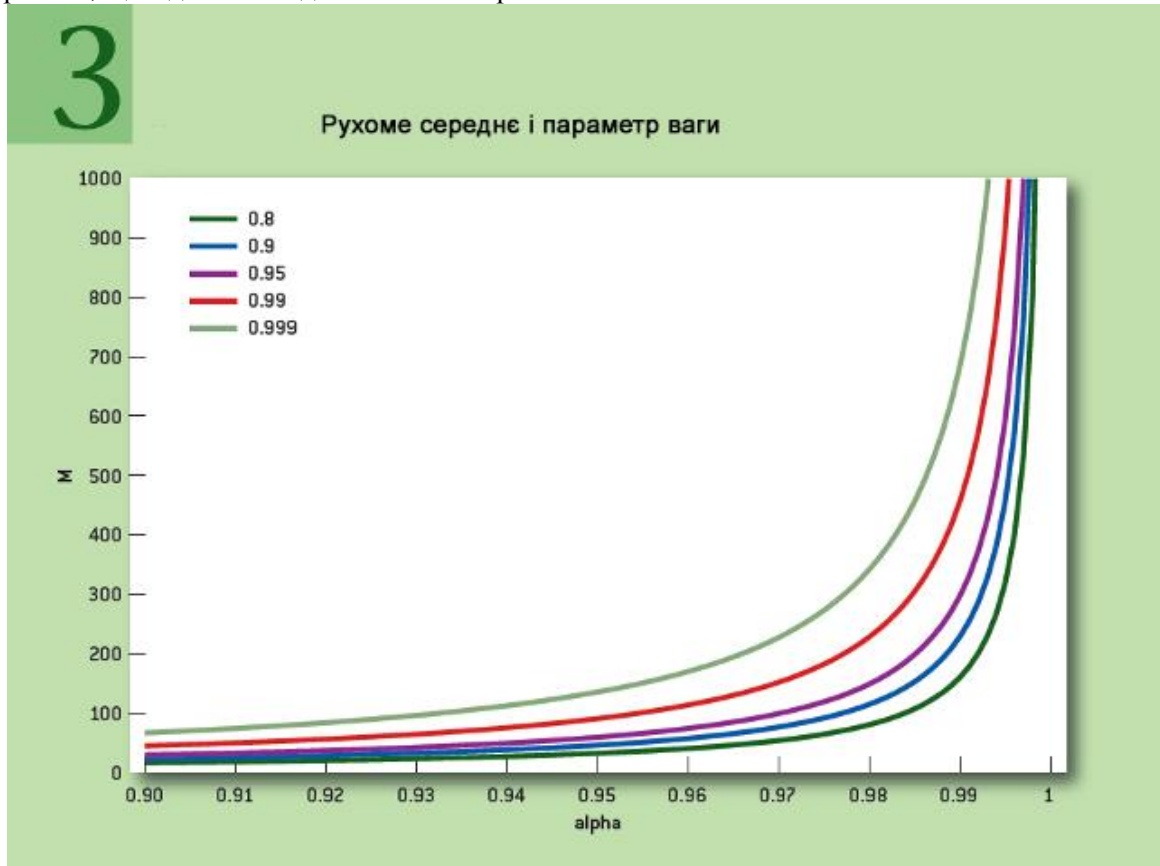


Рис. 3. Рухоме середнє і параметр ваги

Висновки. Отже, сьогодні однопрохідні онлайн-алгоритми грають важливу роль у високочастотній торгівлі, де вони отримують великі об'єми даних кожної мікросекунди і повинні бути взмозі діяти дуже швидко з отриманою інформацією, ефективно використовуючи ресурс пам'яті. Зараз однопрохідні онлайн-алгоритми можуть допомогти вирішити такі проблеми, як оцінка поточної середньої ліквідності, поточна оцінка мінливості і робочої лінійної регресії.

1. Albers S. Online algorithms: a survey / Susanne Albers. // *Mathematical Programming*. – 2003. – №97. – С. 3–26.
2. Åström K. Adaptive Control: Second Edition / K. Åström, B. Wittenmark. – New York: Dover Publications, 2008. – 573 с.
3. Brown R. Exponential Smoothing for Predicting Demand / Robert Brown. – Cambridge, Massachusetts: Arthur D. Little Inc., 1956. – 15 с.
4. Clark C. Improving speed and transparency of market data [Електронний ресурс] / Colin Clark // *Exchanges*. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://exchanges.nyx.com/cclark/improving-speed-and-transparency-market-data>
5. HFT (высокочастотный трейдинг) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://fomag.ru/investopedia/hft-vysokochastotnyy-treyding/>
6. Loveless J. The challenges faced by competing HFT algorithms / J. Loveless, S. Stoikov, R. Waeber. // *Development*. – 2013. – volume 11, issue 8. – С. 2–5.

УДК 004,254 (045)

Бортник К.Я., Ольшевський О.В., Кирилюк А.Л.
Луцький національний технічний університет

МАШИННЕ НАВЧАННЯ, ЯК ОСНОВА ДЛЯ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ МАЙБУТНЬОГО.

Бортник К.Я., Ольшевський О.В., Кирилюк А.Л. Машинне навчання, як основа для розвитку технологій майбутнього. В статті пояснюється що таке «машинне навчання» та аналізується вплив машинного навчання на розвиток технологій. Запропоновано можливості по використанню машинного навчання у повсякденному житті. Показане авторське бачення подальшого розвитку машинного навчання та його вплив на людське майбутнє.

Ключові слова: машинне навчання, нейронні мережі, технології, програмування, штучний інтелект, роботи, андроїди, боти.

Bortnyk K.Ya., Olshevskiy O.V., Kyryliuk A.L. Machine learning, as the basis for the development of future technologies. The article explains what "machine learning" is and analyzes the impact of machine learning on technology development. The possibilities of using machine learning in everyday life are offered. The author's vision of the further development of machine learning and its influence on the handicap future are shown.

Keywords: machine learning, neural networks, technologies, programming, Artificial Intelligence, robots, androids, bots.

Бортник К.Я., Ольшевский А.В., Кирилюк А.Л. Машинное обучение, как основа для развития технологий будущего. В статье объясняется что такое «машинное обучение» и анализируется влияние машинного обучения на развитие технологий. Предложено возможности по использованию машинного обучения в повседневной жизни. Показано авторское видение дальнейшего развития машинного обучения и его влияние на человеческое будущее.

Ключевые слова: машинное обучение, нейронные сети, технологии, программирование, искусственный интеллект, работы, андроиды, роботы.

Постановка наукової проблеми. Сьогодні активно спонукає нас постійно вдосконалюватися, шляхом пізнання нових технологій та джерел інформації. Без цього ми стаємо частково відірваними від світу. Тепер важко уявити людину без персонального комп'ютера, смартфона або принаймні електронної пошти. Це все стало настільки звичним для нас, що ми сприймаємо це за належне.

У зв'язку з швидким розвитком технологій, машинне навчання починає відігравати все важливішу роль у житті пересічної людини. Використання алгоритмів, які лежать в основі машинного навчання, дозволяє створювати «розумні» програми, без яких важко уявити теперішню техніку. Наприклад, пошукові мережі та онлайн – магазини використовують машинне навчання аби підібрати кращі рекомендації для своїх користувачів. Сучасні технології дають можливість використовувати ці алгоритми для задоволення потреб все більшої кількості людей. Так, вивчення мови програмування Python на достатньому рівні, разом з використанням Open AI, дозволяє створювати ботів, які вміють навчатися, для виконання різного роду завдань. Схожі боти використовуються, для прикладу, у соціальних мережах. Особливість такого підходу у тому, що він підійде практично кожному, хто цим зацікавиться, звісно необхідний певний рівень знань.

Машинне навчання вже досить довго використовується для покращення взаємодії користувача з комп'ютером. Прикладом може слугувати автоматичне сортування "спаму" у вхідних листах. Мало хто знає, але програма аналізує дані, що є у повідомленні та вирішує, на основі попередньо зібраних даних, чи позначати цей лист як "спам". Коли користувач сам позначає лист як "спам", комп'ютер бере це до уваги та покращує алгоритм розпізнавання "спаму".

Це лише декілька прикладів, але виходячи з усього вище сказаного можна зробити висновок, що машинне навчання все більше інтегрується у нашу взаємодію з технікою, тому його розуміння на базовому рівні не стане зайвим пересічній людині, а особливо програмістам та інженерам, що працюють з комп'ютерами.

Аналіз досліджень. Про штучний інтелект писав ще Алан Тюрінг у своїй статті "Обчислювальні машини та розум"(1950), де він поставив за мету визначити, чи може машина мислити як людина. Крім нього, машинне навчання досліджували або розвинули такі вчені, як: Мітчел, Холфілд, Румельхарт, Хінтон, Майкл І. Джордан, Лео Брейман та інші.

Мета нашої статті полягає у донесенні сутності машинного навчання до ширшого кола аудиторії та залучення їх до роздумів стосовно розвитку майбутнього під впливом машинного навчання.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Перш за все, нам необхідно розкрити суть поняття "машинне навчання". За Артуром Семюелем(один з © Бортник К.Я., Ольшевський О.В., Кирилюк А.Л.

перших, хто почав розвивати галузь комп'ютерних ігор та штучного інтелекту), машинне навчання це: "Галузь досліджень, яка дає комп'ютерам здатність навчатися без того, щоби їх явно програмували". Том Мітчел, який є засновником першої у світі кафедри машинного навчання, дав ширше визначення машинному навчанню: " Кажуть, що комп'ютерна програма вчиться з досвіду E по відношенню до якогось класу задач T та міри продуктивності P, якщо її продуктивність у задачах з T, вимірювана за допомогою P, покращується з досвідом E". По суті, ця підгалузь інформатики дає можливість машині аналізувати дані та виконувати на їх основі аналіз без участі людини.

Програми навчаються завдяки відповідним задачам, які поділяють на чотири основні категорії, в залежності від особливостей навчання:

- Навчання з учителем(кероване)

Особливість полягає у тому, що "вчитель" дає комп'ютеру приклади вхідних та бажаних вихідних сигналів. Результатом навчання є формування загального правила, яке б пов'язувало входи та виходи.

- Напівавтоматичне навчання

Відмінність від попереднього полягає в тому, що "вчитель" дає набір сигналів(як вхідних так і вихідних), але без певного числа вихідних сигналів.

- Навчання без учителя(спонтанне)

В такому випадку, алгоритму не дається точок входу та виходу. Натомість, він сам має їх шукати.

- Навчання з підкріпленням

У такому форматі навчання, програма знаходиться у динамічному середовищі, де перед нею стоїть певна мета. Прикладом може бути гра у шахи.

Розрізняють і інші категорії машинного навчання, серед яких: навчання навчатися, еволюційне навчання, навчання роботів та інше. Вони є більш вузькоспеціалізованими, тому ми їх не розглядаємо.

Основною метою програми, яка проходить навчання, є створення узагальнень на основі набутого досвіду. Узагальнення - це те, наскільки добре машина знаходить виходи у невідомих ситуаціях. Тобто, програма вчиться працювати точно у нових випадках, раніше не відомих для неї.

Підходів машинного навчання є досить багато. Їх ще називають алгоритмами машинного навчання. Ось декілька з них:

- Навчання дерев рішень

В основі лежить використання дерева рішень, яке показує інформацію про предмет та висновки про його значення. Приклад дерева ухвалення рішень(рис.1):

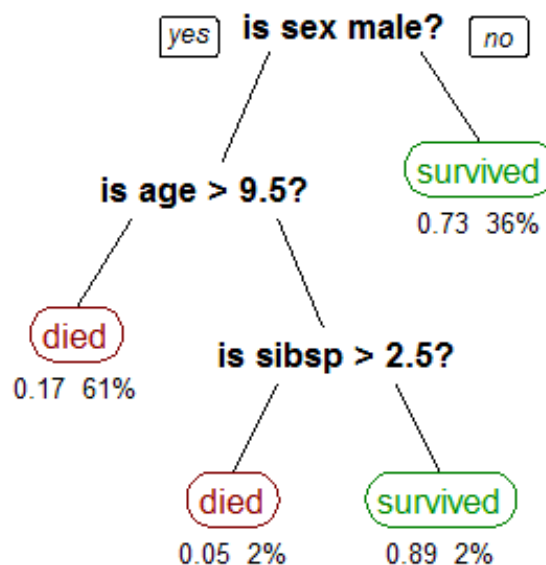


Рис. 1. Приклад дерева ухвалення рішень

- Штучні нейронні мережі

Штучна нейронна мережа(ШНМ) являє собою математичну модель біологічних нейронних мереж. Таку структуру неможливо запрограмувати, вона може лише навчатися. ШНМ це система пов'язаних одне з одним простих аналізаторів(штучних нейронів). Використовують такі мережі в основному для прогнозування, розпізнавання облич та іншого. Приклад простої нейронної мережі наведено на рис.2(зеленим кольором позначено входні нейрони, жовтим - вихідні, а синім - приховані.):

Simple Neural Network

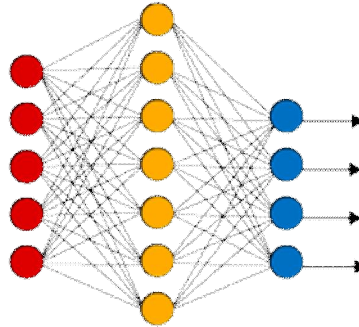


Рис. 2. Приклад простої нейронної мережі

- Глибинне навчання

Цей підхід поєднує в собі ШНМ, лінійні та нелінійні перетворення та набори алгоритмів для моделювання мислення людини. Використовується глибинне навчання для комп'ютерного бачення, розпізнавання й обробки мови та звуків. Приклад мережі на основі принципів глибинного навчання подано на рис.3(червоний колір позначає входні нейрони, жовтий – приховані, а синій - вихідні):

Deep Learning Neural Network

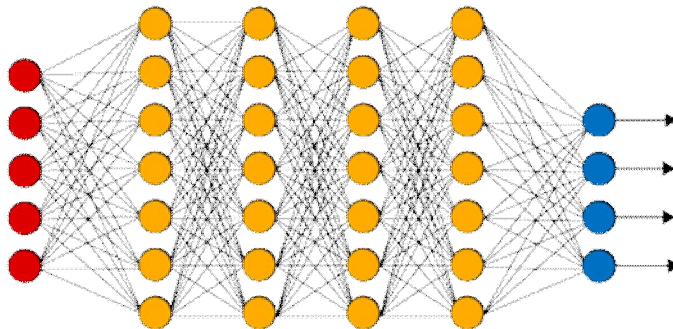


Рис.3. Приклад мережі на основі глибинного навчання

З кожним роком інвестиції в машинне навчання стрімко зростають. Очікується, що до 2025 року, вони сягнуть планки в 100 млрд доларів. Це свідчить про великі перспективи машинного навчання, і що воно буде головним рушієм для ІТ-галузі в найближчі роки.

З року в рік машинне навчання впроваджують в нові сфери життєдіяльності. Спершу це галузі, діяльність людини в яких, пов'язана з підвищеним ризиком для життя. Так, провідні армії світу вже оснащуються бойовими й розвідувальними дронами, автоматизованими кулеметами. Фахівці з США вже ведуть розробки роботів-вантажників, новітніх безпілотників, підводних човнів, яким не потрібен екіпаж, і навіть роботів-собак. Цим всім в недалекому майбутньому воюватиме американська армія. Можна з впевненістю сказати, що колись з'являться й масштабні бойові роботи, які ми звикли бачити у фантастичних фільмах. Експерти вважають, що така перспектива розвитку машинного навчання спричинить "третю збройну революцію", й це можна порівняти з винаходом пороху й ядерної зброї. Також штучний інтелект прогресує в сільському господарстві. У 2017 році на Міжнародній конференції IEEE було представлено сільськогосподарського робота. Цей апарат повинен знищувати бур'яни фізично, а саме заштовхувати їх вегетативну частину в землю за допомогою молота. Основною ідеєю даних технологій є впровадження фізичного захисту врожаю й цілковита відмова від хімікатів. За ними майбутнє сільського господарства. Запроваджують машинне навчання і в медицині. Фармацевтичні компанії GSK, Merck, Johnson & Johnson та Sanofi вже скоро почнуть використовувати штучний інтелект для розробки ліків. Завдяки

цьому час на створення нових препаратів скоротиться в чотири рази, на стільки ж зменшиться їх вартість. Ідея полягає в тому, щоб підібрати найнадійніший та найефективніший препарат і потім випробувати його клінічно. Коли цим процесом займаються вчені, то ніхто не може дати гарантій надійності розробленого препарату, аж до тестування його на тваринах і людях. Часто це призводить до негативних наслідків. Штучний інтелект виявлятиме недоліки й буде повідомляти про них або зразу виправляти. Так буде відбуватися, поки комп'ютер не знайде справді дієвий препарат. Це мінімізує негативні наслідки та кількість тестувань на живих істотах.

Головна перспектива машинного навчання - штучний інтелект перевершить людину в усіх галузях. Так Future of Humanity Institute (Оксфорд, Великобританія) у 2017 році провело відповідне опитування серед 352-ох фахівців у даному питанні. Аналізуючи результати, робимо висновки:

- High-level machine intelligence (машинний інтелект високого рівня) буде отримано, коли штучний інтелект самостійно виконуватиме завдання дешевше й якісніше, ніж людина. На думку 50% експертів так буде через 45 років, але 10% вважають, що вже в 2026 році.
- Автоматизація праці у всіх галузях, на думку 50% фахівців, займе аж 122 роки.
- Кардинально розійшлися думки респондентів на рахунок впливу автоматизації на суспільство. 45% експертів стверджують, що це позитивно вплине на розвиток суспільства, 10% з засторогою відносяться до цих процесів, і лише 5% вважають, що наслідки будуть фатальними для людини.
- Уже через 7 років машина стане відмінним перекладачем.
- Відмінно писати твори комп'ютер буде до 2026 року.
- Водіїв вантажівок штучний інтелект замінить з 2027 року.
- До 2031 року комп'ютер замінить людину в торгівлі.
- У 2049 році штучний інтелект самостійно напише New York Times.
- Хірургом робот стане в 2053 році.

Варто звернути увагу й на негативні перспективи. Інтенсивний розвиток машинного навчання кардинально змінює світ. Фантастика може стати реальністю: штучний інтелект підкорить людину. Ми вже маємо зафіксовані факти, коли штучний інтелект займався самовдосконаленням. Так в серпні 2017 року Facebook був змушений вимкнути систему штучного інтелекту, оскільки боти створили власну мову, на якій почали спілкуватися між собою. Фахівці вважають, що боти намагалися самостійно зрозуміти особливості спілкування. Вчені вже створюють штучний суперінтелект, який буде повністю сприймати світ, як людина. Але це дуже складний і довгий процес. Коли вчені зупиняться на якомусь етапі й не знатимуть, як його вирішити, вони заставлять інтелект написати програму самому собі. Для цього розроблять комп'ютер, який буде досліджувати штучний інтелект і, програмуючи, виправляти недоліки у власній архітектурі. Так він зможе сам себе вивчити і вдосконалити. Якщо штучному інтелекту це вдасться, то людство вже не матиме ніяких гарантій, що в майбутньому воно буде керувати комп'ютерами, а не навпаки.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Отже, вже сьогодні машинне навчання широко застосовується у багатьох галузях. Штучний інтелект – це базис, на якому розроблятимуться всі новітні розробки. Але найголовніше, щоб людина використовувала цю технологію з розумом і в корисних цілях, бо інакше, це знищить нас.

1. Фармацевтична компанія GSK планує використовувати штучний інтелект (2017) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://futurum.today/farmatsevtichna-kompaniia-gsk-planuie-vykorystovuvaty-shtuchnyi-intelekt>
2. Коли штучний інтелект перевершить людину? Прогноз (2017) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://short.media/innovations/koli-shtuchnyi-intelekt-perevershit-liudinu-prognoz>
3. Революція штучного інтелекту. Шлях до суперінтелекту (2015) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.antonmelnyk.com/1041108310861075/3833360>
5. Машинне навчання (2017) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Машинне_навчання
6. Використання роботів у сільському господарстві (2017) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://propozitsiya.com/ua/vikoristannya-robotiv-u-silskomu-gospodarstvi>
7. Log Analytics With Deep Learning And Machine Learning [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hackernoon.com/log-analytics-with-deep-learning-and-machine-learning-20a1891ff70e>

УДК 004.31

¹О.В. Бурбан, к.ф.-м.н., ²С.В. Луньов, к.ф.-м.н., ²А.І. Зіміч, ³Р.С.Демедюк

¹Волинський коледж НУХТ, м. Луцьк, Україна

²Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

³Волинський коледж НУХТ, м. Луцьк, Україна

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАПІВПРОВІДНИКІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ П'ЄЗООПОРУ

О.В. Бурбан, С.В. Луньов, А.І. Зіміч, Р.С.Демедюк. Автоматизація вимірювання електричних параметрів напівпровідників при дослідженні п'єзоопору. Здійснено модернізацію установки для дослідження п'єзоопору. Розроблено автоматизовану вимірювальну систему на основі мікроконтролера ATmega8, яка дозволяє проводити вимірювання із високою частотою та передавати результати вимірювань на персональний комп'ютер із подальшим їх збереженням.

Ключові слова: мікроконтролер, напруга, аналогово-цифровий перетворювач, автоматизація, ATmega8, п'єзоопір.

О.В. Бурбан, С.В. Лунёв, А.И. Зимич, Р.С.Демедюк. Автоматизация измерений электрических параметров полупроводников при исследовании пьезосопротивления. Осуществлена модернизация установки для исследования пьезосопротивления. Разработана автоматизированная измерительная система на основе микроконтроллера ATmega8, которая позволяет проводить измерения с высокой частотой и передавать результаты измерений на персональный компьютер с последующим их сохранением.

Ключевые слова: микроконтроллер, напряжение, аналогово-цифровой преобразователь, автоматизация, ATmega8, пьезосопротивление.

O.V. Burban, S.V. Luniov, A.I. Zimych, R.S. Demediuk. Automation of measurement of electrical parameters of semiconductors in the research of piezoresistance.

The device for research of piezoresistance was modernized. An automated measuring system based on the ATmega8 microcontroller has been developed. This system allows you to measure with high frequency and transmit the results of measurements to a personal computer with further preservation.

Key words: microcontroller, voltage, analog-to-digital converter, automation, ATmega8, piezoresistance.

Постановка наукової проблеми.

Під час проведення різноманітних наукових досліджень дуже актуальним є питання автоматизації вимірювання фізичних параметрів досліджуваного об'єкту. Використання автоматизованих систем дозволяє збільшити точність вимірювань завдяки швидкодії даних систем та зменшити ймовірність виникнення випадкових похибок пов'язаних із участю експериментатора.

Одним із ефективних методів дослідження напівпровідникових матеріалів є метод п'єзоопору[1]. При даному методі дослідження необхідно одночасно фіксувати три фізичні параметри: спад напруги на досліджуваному зразку, величину одновісного тиску прикладеного до зразка та температуру зразка [2]. Температура зразка вимірюється диференціальною термопарою та визначається за величиною термо-ЕРС термопари. Величина одновісного тиску прикладеного до зразка визначається за вихідною напругою датчика тиску. Таким чином для отримання максимально точних результатів досліджень необхідно одночасно фіксувати три параметри.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Велика різноманітність наявних на даний час мікроконтролерів дозволяє створювати на їх основі різного роду прилади та автоматизовані системи. Ці системи та прилади залежно від поставлених задач можуть бути побудовані як на контролерах PIC [6] так і на контролерах на базі ядра AVR або інших[7]. На даний час існує велика кількість приладів та схемотехнічних рішень для вимірювань електричних величин у яких результати вимірювань можуть виводитись як на світлодіодні [4, 9] або LCD індикатори [5, 10] так і передаватись на ПК для подальшої обробки [8].

Невирішені частини проблеми

Неавтоматизована установка для дослідження п'єзоопору при проведенні вимірювань вимагає участі кількох експериментаторів кожен з яких в одні і ті ж моменти часу фіксуватиме один із параметрів. При проведенні вимірювань із участю лише одного експериментатора буде з'являтися додаткова похибка, оскільки буде проходити певний час між фіксацією показів різних вольтметрів, які мали б фіксуватись одночасно. Застосування ж автоматизованої системи, яка

одночасно фіксувала б всі три напруги, дасть можливість проведення досліджень лише одним експериментатором. Також, така система дозволить фіксувати дані із високою частотою.

Метою дослідження є створення автоматизованої системи яка буде фіксувати з високою частотою необхідні фізичні параметри, передавати дані на ПК та записувати отримані дані у файл.

Основні результати дослідження

Електрична частина пристрою для дослідження п'єзоопору повинна забезпечувати подачу на зразок стабілізованого постійного струму та автоматичний запис інформації при дослідженнях. Блок-схема електричної частини вимірювальної установки подана на рис. 1.

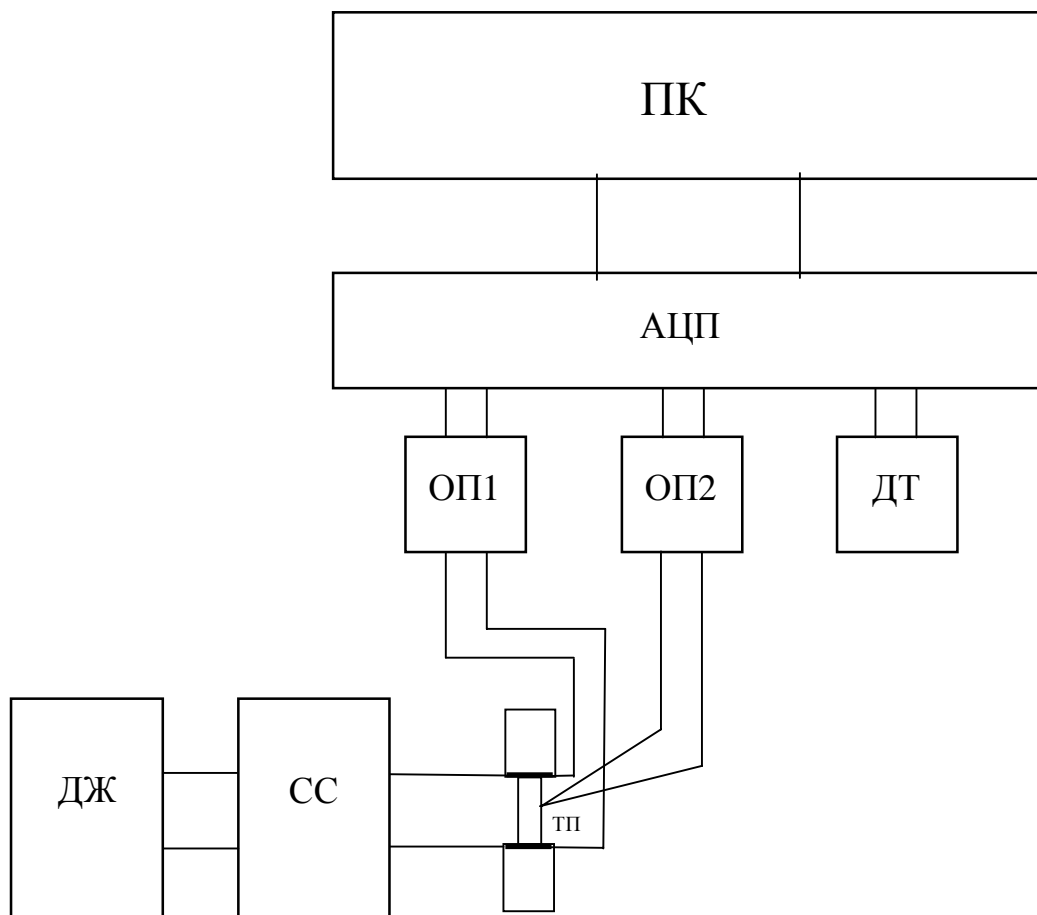


Рис. 1. Блок-схема електричної частини вимірювального пристрою

Така вимірювальна система дає можливість із високою частотою вимірювати постійну напругу та передавати дані в комп'ютер із подальшим їх збереженням у файл. Система складається із операційних підсилювачів для підсилення малих напруг, мікроконтролера із багатоканальним АЦП та персонального комп'ютера (ПК) із відповідним програмним забезпеченням. Для передачі даних від АЦП до ПК використовувався порт USB.

Для вимірювання залежностей $\frac{\rho_P}{\rho_0} = f(P)$ та $\rho = f(T)$ на струмові контакти

досліджуваного зразка (ЗР) від джерела живлення (ДЖ) через стабілізатор струму (СС) подається стабілізований постійний струм. Відповідно знятий із зондів спад напруги подається на перший операційний підсилювач (ОП1), який після підсилення сигналу передається на перший канал аналого-цифрового перетворювача (АЦП) мікроконтролера. На другий операційний підсилювач (ОП2) подається сигнал із термопари (ТП), вихідний сигнал із якого передається на другий канал АЦП мікроконтролера. Сигнал із датчика тиску (ДТ) подається на третій канал АЦП мікроконтролера.

Для унеможливлення впливу на роботу електричної частини установки магнітних полів, які створювались струмами в провідниках, при подачі вимірюваної напруги до вимірювального приладу використовувався екранований кабель.

Оскільки спад напруги на зразку та термоЕРС термопари є досить малими за величиною, то для їх підсилення використовувались диференціальні операційні підсилювачі LM358N. Принципова схема включення операційного підсилювача подана на рис. 2.

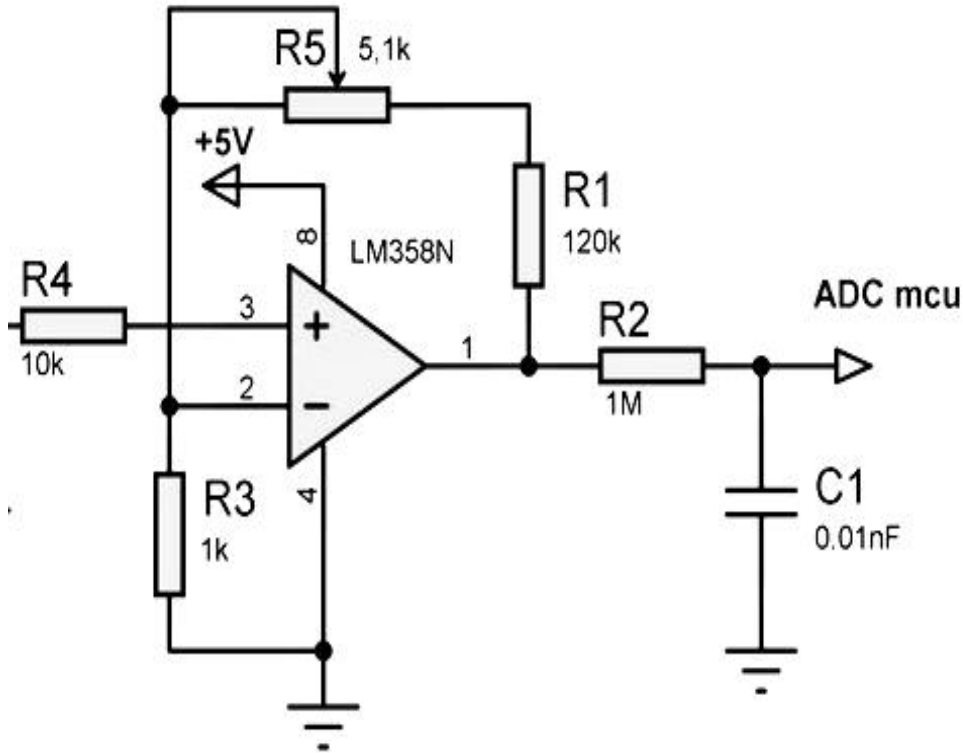


Рис. 2. Принципова схема включення операційного підсилювача

Необхідний коефіцієнт підсилення визначається відношенням опорів резисторів R_1 та R_2 . Для забезпечення надійності роботи операційних підсилювачів живлення здійснювалось від блока живлення із стабілізованою напругою 5 В.

Для створення інформаційно-вимірювальної системи вибирався такий контролер який відповідав би наступним вимогам:

- кількість АЦП повинна бути неменше трьох;
- тактова частота мікроконтролера повинна бути достатньою для нормальної роботи всієї системи;
- контролер повинен мати вбудований таймер;
- об'єм пам'яті програм повинен вмещувати програмний код;
- обсяг оперативної пам'яті має бути достатнім для коректної і швидкої роботи пристрою.

Таким вимогам задовольняє мікроконтролер АТМega8 [3]. Даний мікроконтролер містить необхідні таймери, чотири 10-бітних АЦП, 8 кілобайт постійної пам'яті, 512 байт оперативної пам'яті та може працювати із тактовою частотою до 16 МГц.

Вихідні сигнали із операційних підсилювачів та сигнал із ДТ подаються на відповідні входи АЦП контролера: In1, In2, In3. Дискретність вимірювальної системи U_0 визначається розрядністю та величиною опорної напруги АЦП мікроконтролера U_{0n} . Даний мікроконтролер є 10-розрядним, тому дискретність визначається із відношення:

$$U_0 = \frac{U_{0n}}{1023}. \quad (1)$$

Опорною напругою для АЦП мікроконтролера є його напруга живлення. У даній схемі мікроконтролер живиться від порта USB і відповідною опорною напругою є напруга 5 В. Отже,

згідно з виразом (1), дискретність дано вимірювальної системи складає 4,8876 мВ. Принципова схема АЦП подана на Рис. 3.

Мікроконтролери сімейства AVR не мають стандартних бібліотек для роботи із портом USB, оскільки розроблялись для роботи з COM-портом. Оскільки, майже у всіх сучасних моделях ПК в архітектурі відсутній COM-порт, то набагато доцільніше для зв'язку мікроконтролера з ПК використовувати порт USB. Для вирішення цієї проблеми мікроконтролер підключався до порта USB через перетворювач USB-UART «PL2303».

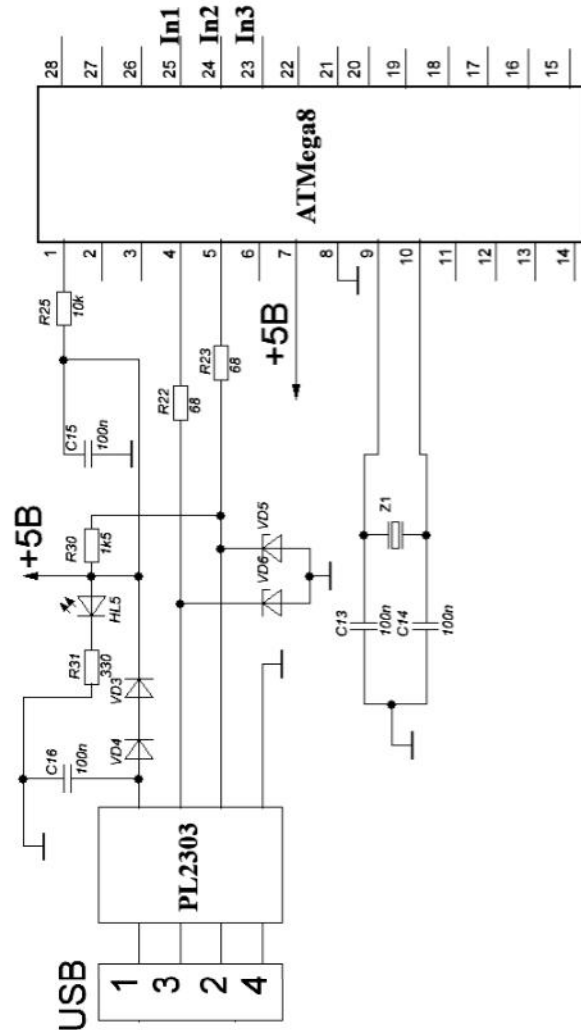


Рис. 3. Принципова схема пристрою

Написання програми мікроконтролера відбувалось у середовищі розробки Arduino IDE. Зручною функцією цього середовища є автоформатування, яке дозволяє виправити огріхи в розмітці скетчу і привести його в легкий для читання вигляд. Також середовище розробки Arduino IDE дозволяє завантажити bootloader на ATmega8. Це дозволяє завантажувати програму в мікроконтролер із використанням перетворювача USB-UART «PL2303» не використовуючи програматор.

Фільтрація шумів відбувалась наступним чином: якщо зміна сигналу була ± 1 молодший біт, то це значення не враховувалось, а поверталось попереднє.

```

if(filter_sensor[analogPin] > sensor[analogPin] + Noise_level ||
   filter_sensor[analogPin] < sensor[analogPin] - Noise_level){
   filter_sensor[analogPin] = sensor[analogPin];
}
    
```

Програмне забезпечення, яке дозволяє працювати із перетворювачем USB-UART «PL2303», є у вільному доступі, а також безоплатним. Нами використовувався додаток «Serial

Oscilloscope». Цей додаток дозволяє отримувати дані від АЦП, спостерігати графічно зміну сигналу у часі та зберігати дані у файл із розширенням «*.csv». Збережені табличні дані із файла надалі можна обробляти в різних прикладних програмах таких як Microsoft Excel, Microsoft Word, Maple, MathCad та ін.

Висновки Розроблена автоматизована вимірювальна система значно оптимізує процес вимірювання п'єзоопору, особливо для області низьких температур, швидкість зміни яких може бути досить високою. Велика кількість вимірів за одиницю часу дозволяє отримати залежності шуканих параметрів у вигляді функцій близьких до неперевних. Це дозволяє проводити теоретичний аналіз одержаних результатів та з високою точністю проводити їх апроксимацію.

В подальшому варто розглянути можливість вдосконалення даної системи додавши можливість вимірювання величини магнітних полів, що може бути використано при дослідженнях тензо-холл-ефекту. Також ця вимірювальна система може бути використана при дослідженні гальваноманітних, термоелектричних та оптичних властивостей напівпровідників в швидкозмінних температурних полях.

1. Полякова А. Л. Деформация полупроводников и полупроводниковых приборов / А. Л. Полякова. – М. : Наука, 1979. – 168 с.
2. Коломеец В. В. Установка для исследования электрофизических свойств полупроводниковых материалов в условиях низкотемпературной пластической деформации / В. В. Коломеец, Б. А. Сусь // ПТЭ. – 1975. – № 4. – С. 214 – 215.
3. Королев Н. AVR-микроконтроллеры: программные средства [Электронный ресурс] / Н. Королев, Д. Королев // 5. – 2000. – Режим доступа до ресурсу: <http://cyberleninka.ru/article/n/avr-mikrokontrollery-programmnye-sredstva>.
4. Вольтамперметр НА мікроконтролері АТМЕГА8 у лабораторний БЖ [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <http://ua.nauchebe.net/2013/06/voltampermetr-na-mikrokontroleri-atmega8-u-laboratornij-bp/>.
5. Модернізація бортового комп'ютера на АТМЕГА8 [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <http://infomillions.ru/850-modernizacija-bortovogo-komp-jutera-na-atmega8.html>.
6. Wilmshurst T. Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers. Principles and applications/ T. Wilmshurst. – Newnes, 2006. – 584p.
7. Deshmukh A. Microcontrollers: Theory and Applications. / A. Deshmukh. – Tata McGraw-Hill Education, 2005. – 334 p.
8. Подключение микроконтроллера к компьютеру [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <http://radiolaba.ru/microcotrollers/podklyuchenie-mikrokontrollera-k-pk.html>.
9. Цифровой амперметр и вольтметр для блока питания [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.kondratev-v.ru/izmereniya/cifrovoj-ampmetr-i-voltmetr-dlya-bloka-pitaniya.html>.
10. Милливольтметр на PIC16F676 [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.kondratev-v.ru/izmereniya/millivoltmetr-na-pic16f676.html>.

УДК 378.147:004.92

¹Головачук І.П., ¹Величко В.Л., ²Лелик Я.Р.

¹Луцький національний технічний університет

²Східноєвропейський національний університет ім.Лесі Українки

ПРИЙОМИ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ЗАСОБУ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

Головачук І.П., Величко В.Л., Лелик Я.Р. Прийоми розробки та впровадження електронного засобу навчального призначення з дисципліни «Інженерна графіка». У статті проаналізовано сучасний стан викладання та вивчення графічних дисциплін у вищих навчальних закладах. Розглянуто основні проблеми сприйняття та засвоєння конструкторської інформації майбутніми інженерами. Для вирішення окреслених проблем, запропоновано впроваджувати мультимедійні, анімаційні навчальні ресурси.

Ключові слова: інженерна графіка, нарисна геометрія, комп'ютерна графіка, ActionScript, flash, електронний засіб навчального призначення.

Головачук И.П., Величко В.Л., Лелик Я.Р. Приемы разработки и внедрения электронного средства учебного назначения по дисциплине «Инженерная графика». В статье проанализировано современное состояние преподавания и изучения графических дисциплин в высших учебных заведениях. Рассмотрены основные проблемы восприятия и усвоения конструкторской информации будущими инженерами. Для решения обозначенных проблем, предложено внедрять мультимедийные, анимационные учебные ресурсы.

Ключевые слова: инженерная графика, начертательная геометрия, компьютерная графика, ActionScript, flash, электронное средство учебного назначения.

Golovachuk I.P., Velychko V.L., Lelyk Ya.R. Methods of development and introduction of electronic means of educational appointment in the discipline "Engineering graphics". The article analyzes the current state of teaching and studying graphic disciplines in higher educational institutions. The main problems of perception and assimilation of design information by future engineers are considered. To solve the above problems, it is proposed to introduce multimedia, animation educational resources.

Key words: engineering graphics, descriptive geometry, computer graphics, ActionScript, flash, electronic teaching aids.

Постановка проблеми. Сучасний масив інформації, яку викладач повинен донести до студентів у рамках обмеженого аудиторного часу, відведеного на викладання дисципліни, вимагає пошуку нових і більш ефективних методів навчання, використання сучасних навчальних технологій та залучення новітніх методик викладання.

В основу таких розробок покладено впровадження комп'ютерно-інформаційних засобів. Стрімкі темпи розвитку інформаційних технологій, які все глибше проникають у всі сфери діяльності людини, поступово стають невід'ємною частиною професійної діяльності викладача. Завдяки комп'ютерним технологіям та спеціальному апаратному забезпеченню, навчальні заняття стають набувають нового сенсу. Вони видозмінюють форму і перетворюються із ресурсів пасивного виду надання інформації на інтерактивні, динамічно змінні, суттєво інформативно наповнені, а самостійна робота студентів стає більш творчою, осмисленою та оригінальною, що знаходить своє відображення у підвищенні якості освіти.

Серед базових дисциплін, що лежать в основі інженерно-технічної освіти чільне місце посідають дисципліни графічного профілю, такі як, «Нарисна геометрія», «Інженерна графіка» «Комп'ютерна графіка». За своєю специфікою вони повинні бути взаємопов'язаними у блок графічних дисциплін, з якого будуються міжпредметні зв'язки до дисциплін, так званого професійного спрямування, що викладаються на старших курсах, а отже вимагають від студента певних базових знань та навиків. В свою чергу, для ефективного сприйняття матеріалу за даними графічними дисциплінами, студенти першого курсу повинні володіти базовими знаннями та вміннями з предмету «Креслення», проте, на сьогоднішній день, дану дисципліну незаслужено занедбано у системі шкільної освіти. Така ситуація викликає труднощі сприйняття навчального матеріалу студентами та спонукає їх до самонавчання для заповнення прогалин у графічній підготовці, так як на сучасному етапі розвитку суспільства мова графічних зображень набуває все ширшого використання у всіх сферах професійної діяльності. Володіння графічною мовою залежить безпосередньо від об'єму і якості знань, набутих у навчальних та освітніх закладах. Стрімкий розвиток науки, техніки та промисловості спонукає до внесення оперативних та динамічних змін у систему освіти. Перш за все це розробка, актуальних на даний час, навчальних курсів з дисциплін, що повинні відповідати вимогам ринку та користуватися попитом серед потенційних споживачів, тобто студентів. По-друге, швидке впровадження різноманітних інформаційно-комунікаційних технологій та засобів у повсякденне життя, вимагає їх всебічного

залучення до галузі освіти. По-третє, засвоєння навчальної інформації, наданої вербально або за допомогою статичних графічних образів та зображень, сучасними студентами, які звикли до динамічного та швидкозмінного сприйняття оточуючого світу є не досить ефективним, а отже змушує до розробки та впровадження сучасних навчально-освітніх технологій та ресурсів, що якісно сприймаються молоддю. Тому, особливо актуальним на сьогоднішній день, є впровадження гнучких, динамічних та надійних навчальних технологій, які при оптимальних витратах забезпечили б гарантований рівень якості підготовки кваліфікованого фахівця [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомі науковці (О.О.Чекмарьов, В.П.Агеєв, М.І.Жалдак, О.В.Ващук, Ю.І.Машбиць, Б.С.Гершунський, В.К.Сидоренко, Р.С.Гуревич, М.Л.Смульсон, Г.М.Клейман, Є.С.Полат, та інші фахівці) у своїх дослідженнях звертають увагу на розкриття можливостей нових інформаційно-комунікаційних технологій навчання та впровадження систем автоматизованого навчання [2]. Розробка та використання сучасних інформаційних технологій та засобів навчання в процесі викладання графічних дисциплін здійснює ефективний вплив на якість підготовки майбутніх фахівців. Невід'ємною складовою даних процесів є проблема формування графічних знань, умінь та розвитку технічного мислення за допомогою інформаційно-комунікаційних засобів навчання. Проблеми графічної підготовки і її впливу на розвиток просторових уявлень, творчих здібностей і технічного мислення учнів і студентів відображено в дослідженнях представників наукових шкіл О.Ботвіннікова, А.Верхоли, Ю.Дорошенка, Б.Ломова, В.Сидоренка, Д.Тхоржевського [5].

Виклад основного матеріалу. Складна система графічної освіти студентів ВНЗ технічного профілю потребує вдосконалення. Підготовка студента до графічної діяльності вимагає перегляду розуміння ролі графічних дисциплін у системі формування просторового мислення майбутнього інженера. При цьому важливу роль відведено нарисній геометрії, інженерній і комп'ютерній графіці. Навчання графічних дисциплін забезпечує широкі можливості для розвитку логіки, творчого мислення, просторових уявлень, інженерно-технічної культури, формує вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, обґрунтовувати, моделювати, конструювати тощо. Зміст курсу з нарисної геометрії, інженерної графіки, а також набуті графічні навички є основою вивчення спеціальних інженерно-технічних дисциплін, техніки.

Важливим компонентом інженерної освіти є технічне креслення, іншими словами, інженерна графіка, що містить поняття про проєкції об'єктів, їх зображення з розрізами, перерізами та визначеними умовностями, а також вимоги до оформлення інженерно-конструкторської документації. Усі вимоги, щодо розробки та виконання зображень об'єктів регламентуються єдиною системою конструкторської документації (ЕСКД).

Значна кількість креслеників деталей і складальних одиниць, а також ілюстрацій у підручниках, довідниках та технічній літературі виконується із застосуванням розрізів та перерізів. Оволодіння вміннями і знаннями виконання розрізів підіймає на більш високий рівень просторову уяву майбутніх спеціалістів під час розробки конструкторських документів. Якість та точність виконання таких зображень залежить від кваліфікації та вправності інженера. Вимоги щодо створення зображень розрізів об'єктів регламентуються стандартом ГОСТ 2.305-2008 „Зображення – види, розрізи, перерізи”, але необхідно вірно застосовувати дані правила під час створення конструкторської документації, щоб уникнути браку виробів у промисловості та на виробництві. Цього можна досягти, здійснюючи викладання дисциплін графічного спрямування і зокрема «Інженерної графіки» на сучасному та високому науково-методичному рівні. Складність засвоєння розділу «Види, розрізи, перерізи» обумовлена включенням в нього значної кількості умовностей, якісне вивчення та застосування яких залежить від рівня просторової уяви індивідуума [6].

Для виготовлення, реконструкції та ремонту деталей за креслеником необхідно володіти повною інформацією про форму та конструкцію виробу. Звичайно конструктор для економії часу, спрощення і зменшення кількості графічних операцій розробляє якомога менше зображень, без втрати інформативності кресленика. Кількість видів зменшується за рахунок введення раціональних розрізів, необхідних перерізів, додаткових видів та ін.

Універсальні технічні можливості комп'ютерної техніки відкривають сучасні шляхи підготовки навчальних матеріалів. Комп'ютер дає можливість створити принципово нові умови для викладання графічних дисциплін та внести інновації у традиційні технології навчання.

На основі власного досвіду та ознайомившись із сучасними навчально-методичними розробками за розділами дисципліни «Інженерна графіка» викладачами кафедри інженерної та комп'ютерної графіки Луцького НТУ було розроблено і впроваджено у навчальний процес

електронний засіб навчального призначення з дисципліни «Інженерна графіка», що якісно виділяється серед аналогічних розробок завдяки використанню анімаційних та мультимедійних можливостей надання інформації, які використовуються вже на титульній сторінці (рис. 1).

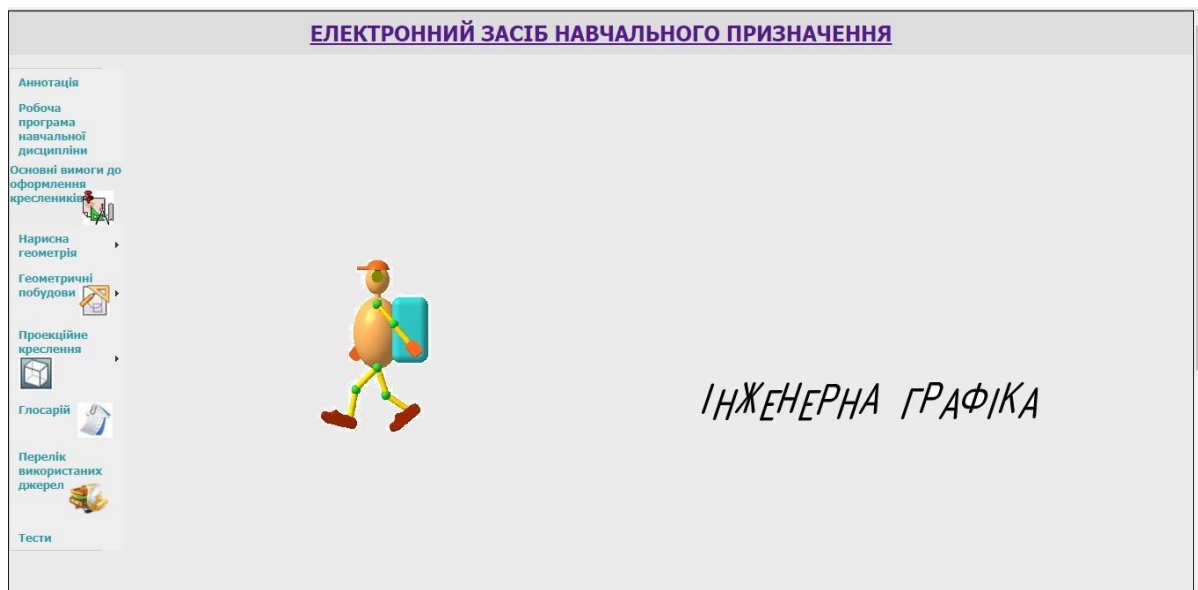


Рисунок 1 – Інтерфейс електронного засобу навчального призначення з дисципліни «Інженерна графіка»

Такий спосіб надання інформації (рис. 2) для привертання уваги студентів є доцільним, заслуговує на розвиток і впровадження у навчальний процес, хоча і вимагає певної кваліфікації викладача та значних часових ресурсів для підготовки навчальних матеріалів. Проте дані втрати є виправданими, завдяки швидшому та більш якісному засвоєнню навчального матеріалу студентами.

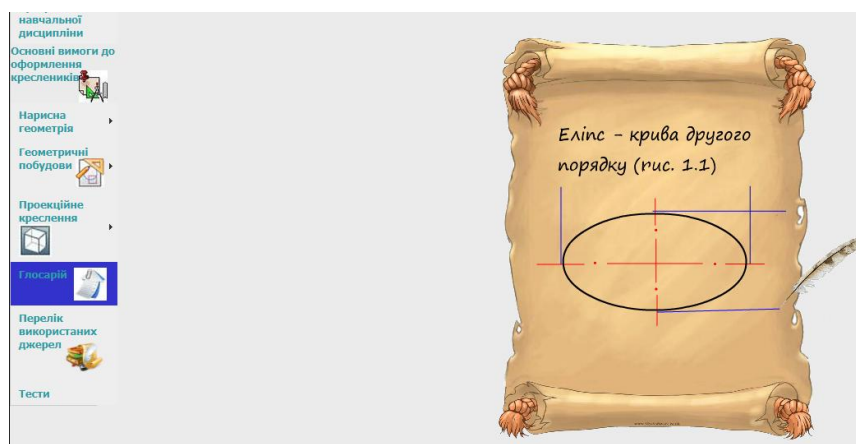


Рисунок 2 – Інтерфейс електронного засобу навчального призначення з розділу «Глосарій»

Процес викладання даного матеріалу супроводжується зображеннями, ілюстраціями, плакатами та наочними засобами, що дозволяють надавати навчальну інформацію з певним рівнем деталізації. Така технологія представлення навчальної інформації є консервативною, а використання анімованих та відео зображень є більш перспективним та актуальним у порівнянні з друкованими та статичними ілюстраціями.

Залежно від положення січних площин щодо горизонтальної площини проєкції ступінчаті розрізи можуть бути горизонтальними, вертикальними (фронтальними і профільними) і похилими. На рис. 11 представлено фронтальний ступінчатий розріз, який розташований на місці головного виду. Такі розрізи допускається розташовувати на будь-якому місці поля креслення. При складному розрізі, якщо в цьому є потреба, ту ж букву, що і на кінцях штрихів, ставлять в місцях згинів, з зовнішньої сторони кута (рис. 12).

Ламані розрізи. Ламані розрізи утворюють січні площини, що в зазвичай одну з січних площин вибирають паралельною одній з однання з першою. Коли суміщені площини паралельні площини і відповідного виду. На рис. 13 штрих-пунктирною лінією показано положення січної площини. Розріз виконують відповідно до положення деталі, маного розрізу, додаткові побудови штрих-пунктирною лінією не обов'язково співпадати з напрямом погляду, вказаного стрілкою на

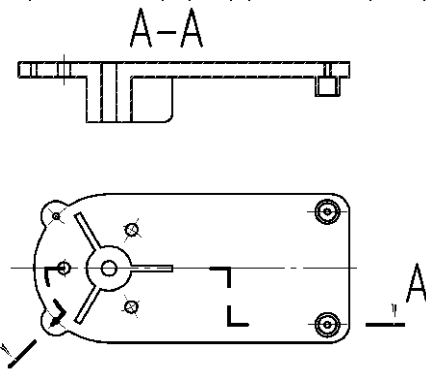


Рисунок 3 – Навчальний матеріал з описом та статичним зображенням

Представлення навчальної інформації у вигляді динамічних рухомих зображень дозволяє зменшити об'єм текстової частини ресурсу та полегшити сприйняття студентами, завдяки чому увага звертається не на словесне пояснення того чи іншого елемента розрізу описаного вербально, а загострюється на візуальному сприйнятті віртуального об'єкта.

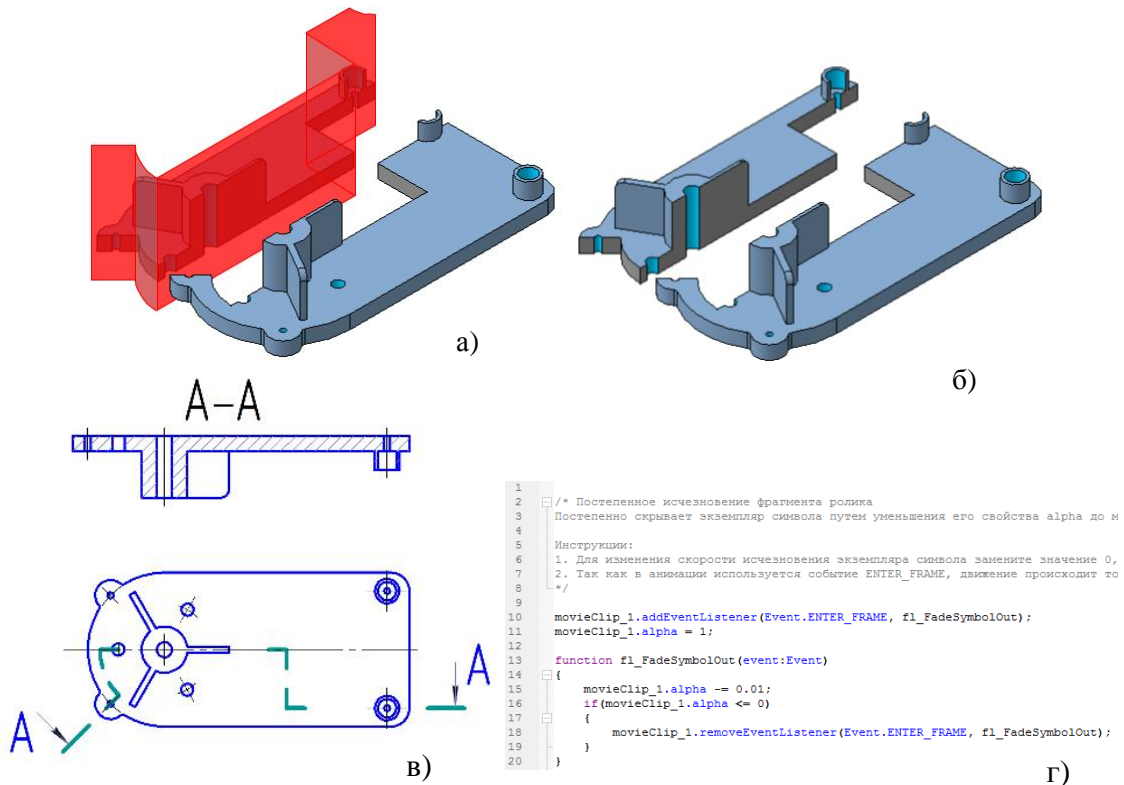


Рисунок 4 – Навчальний матеріал за темою «Складні розрізи» з анімованими зображеннями

Для створення анімованого flash-зображення (рис. 4) з додаванням візуальних ефектів (січна площина виділена червоним кольором (рис. 4а)), що дозволяють покращити сприйняття навчального матеріалу необхідно застосовувати елементи програмування мовою ActionScript. Фрагмент програмного коду, що відповідає процесу візуалізації зникнення умовної січної площини наведено на рисунку 4г.

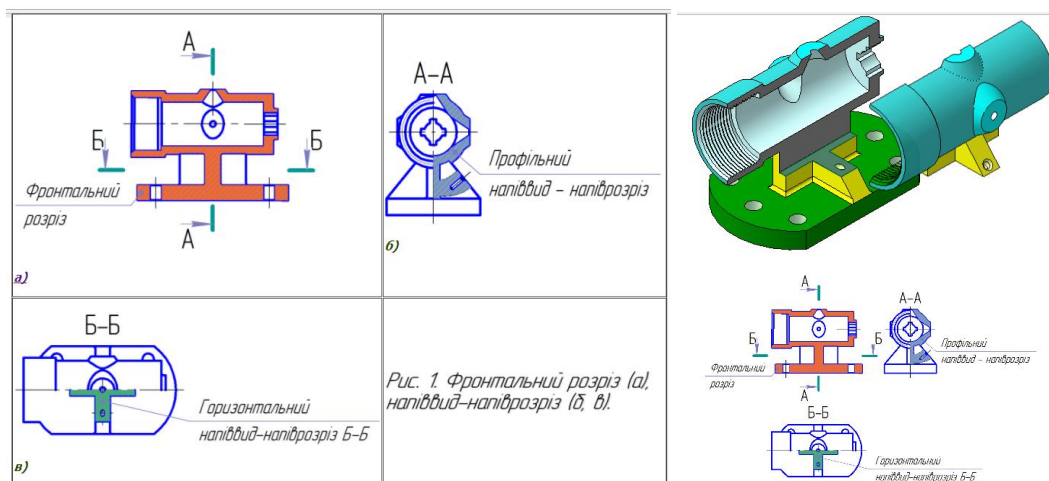


Рисунок 5 – Навчальний матеріал за темою «Розрізи» з анімованими зображеннями

Універсальні технічні можливості комп'ютерної техніки відкривають сучасні шляхи підготовки навчальних матеріалів. Комп'ютер дає можливість створити принципово нові умови для викладання графічних дисциплін та внести інновації у традиційні технології навчання.

Висновок. Запропонований прийом, дозволяє візуалізувати процеси утворення та зникнення січної площини, виникнення проєкційного зв'язку та ін.

Розробка і використання сучасних інформаційних технологій та засобів навчання в процесі викладання графічних дисциплін справляє ефективний вплив на якість підготовки майбутніх фахівців. Невід'ємною складовою даних процесів є проблема формування графічних знань, умінь та розвитку технічного мислення за допомогою інформаційно-комунікаційних засобів навчання..

1. Анісімов М. В. Графічні знання як елемент технічного мислення учнів і студентів навчальних закладів / Микола Вікторович Анісімов // Наукові записки КДПУ. Серія: Педагогічні науки / ред. кол.: В. Ф. Черкасов [та ін.]. - Кропивницький : КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. - Вип. 150. - С. 13-17.
2. Анісімов М. В. Розподіл технічних дисциплін залежно від їхнього призначення / Микола Вікторович Анісімов, Надія Василівна Григор // Наукові записки КДПУ. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти / ред. кол.: С. П. Величко [та ін.]. - Кіровоград : КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. - Вип. 9, ч. 3. - С. 83-86.
3. Величко В.Л., Головачук І.П. Прийоми надання навчальної інформації засобами ActionScript // Тези VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки» (ПІКТ–2017).- Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2017.
4. Гордєєва Є.П., Величко В.Л. Інженерна графіка. Розрізи деталей: Навчально-наочний посібник. – Луцьк: Редакційно-видавничий відділ ЛНТУ, 2012. 162 с.
5. Гуревич Р.С., Кадемія М.Ю. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях: навчальний посібник, Вінниця: ООО «Планер», 2005 – 366с.
6. Запорожченко В.С., Купенко О.В., Павленко І.В., Запорожченко А.В. Деякі аспекти вирішення проблеми графічної підготовки студентів // Геометричне та комп'ютерне моделювання.- Харківський державний університет харчування та торгівлі.- Харків, 2011.- Вип.28.-202с.:іл., табл.- С.186-193.
7. Райковська Г. О. Теоретико-методичні засади графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інформаційних технологій: дис. доктора пед. наук: 13.00.04 / Райковська Галина Олексіївна. - К., 2011. -433 с.
8. Чемоданова Т. В. Система информационно-технологического обеспечения графической подготовки студентов технического вуза: автореф. дис. ... доктора пед. наук: спец. 13.00.08 Теория и методика профессионального образования / Т. В. Чемоданова. - М., 2004. - 48 с.

UDC 517.938
H.M. Hubal
Lutsk National Technical University

THE CONSTRUCTION AND STUDY OF THE SYSTEM OF DIFFERENTIAL EQUATIONS THAT DESCRIBES BIOCHEMICAL PROCESSES RATES

Губаль Г.М. Побудова та дослідження системи диференціальних рівнянь, яка описує швидкості біохімічних процесів. У статті зроблено математичний аналіз деяких ферментативних реакцій. Досліджено швидкості біохімічних процесів.

Ключові слова: система диференціальних рівнянь, швидкість біохімічних процесів, субстрат, фермент, інгібітор.

Губаль Г.Н. Построение и исследование системы дифференциальных уравнений, описывающей скорости биохимических процессов. В статье сделано математический анализ некоторых ферментативных реакций. Исследовано скорости биохимических процессов.

Ключевые слова: система дифференциальных уравнений, скорость биохимических процессов, субстрат, фермент, ингибитор.

Hubal H.M. The construction and study of the system of differential equations that describes biochemical processes rates. Mathematical analysis of some enzymatic reactions is made in this article. Biochemical processes rates are studied.

Keywords: system of differential equations, biochemical processes rate, substratum, enzyme, inhibitor.

Bibl. 3.

Introduction. While studying rates of various biological and biochemical processes, it is important to describe a complex system using a small amount of differential equations [1] that represents one of the main tasks of mathematical modeling. General laws for rates are the same for both chemical reactions and biochemical reactions and reproduction of individuals of coexisting species.

Problems of studying reaction rates of various substances are rather difficult and their solution requires application of many sciences including quantum mechanics.

One of the main rules of kinetics is this: in order to interact, one needs to meet. In chemical reactions, it is necessary that two molecules and atoms meet; in the problem of coexistence of species, it is necessary that, for example, a lynx and a hare meet (this accompanying by an absorption reaction). However, meetings are usually random and it is impossible to foresee each of them. Therefore, we consider the processes that consist of many meetings in which we can talk about the probability of a meeting and the average number of reactive objects in a reaction, i.e. about the concentration of objects. In the case of chemical reactions, they are just usual concentrations; in the case of interaction of microorganisms with each other or with molecules of nutrient, by concentrations we mean the number of microorganisms (or the amount of organic substance contained in them) per unit volume. In ecology, for example, in coexistence of species, concentration is the number of individuals per unit area.

Main part. Consider at what rate the reaction of interaction between two molecules M and N of different substances goes. This reaction (the second-order reaction) can result in the creation of the complex molecule P or two new molecules P_1 and P_2 :

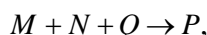


The reaction rate depends primarily on the probability of collision of the molecules M and N . The probability of collision is proportional to the product of concentrations C_M and C_N . The reaction rate of their interaction

$$v_{MN} = k_{MN} C_M C_N,$$

where the coefficient k_{MN} is absolute reaction rate. This coefficient takes into account the average efficiency of the collision, i.e. the probability that a collision will be efficient. This coefficient depends on a number of factors, for example, on temperature determining the rate of motion of molecules or on rate that can develop a hare running away from a predator.

If the reaction involves three objects M , N , Q (the third-order reaction):

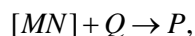
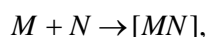


then the rate of formation of the product P is proportional to the product of all three concentrations:

$$v_{MNQ} = k_{MNQ} C_M C_N C_Q. \quad (1)$$

In the case, if all three molecules are identical, for example, in the polymerization reaction, the rate is proportional to the cube of concentration.

However, as a rule, similar reactions go in two stages:



i.e. first, the complex $[MN]$ of two molecules is formed, and then the third molecule joins this complex (each of these reactions is the second-order reaction). Then

$$v_{MNQ} = k_{[MN]Q} C_{[MN]} C_Q. \quad (2)$$

If the intermediate compound $[MN]$ is unstable and quickly decays into components, then the concentration $C_{[MN]}$ becomes proportional to the product of concentrations of the initial substances: $C_{[MN]} \sim C_M C_N$ and formula (2) transforms to formula (1).

Processes of lower order (first-order reactions) are possible. For example, in the process of decay of a complex molecule into two simpler molecules, the decay rate is proportional to the concentration of the substance decaying:

$$v_{M \rightarrow N+Q} = k_M C_M$$

but not to the probability of their meeting.

There are also possible zero-order reactions which rate is independent of concentrations, for example, processes in which substance flows into (or flows out) the reaction region (or from the reaction region) at a constant rate.

We can also use similar formulas for rates when the number of reacting molecules is small. The limiting case is case if there is only one molecule in the reaction region. If this molecule reacts irreversibly turning into another, then the process ends, such case being not interesting. However, if this molecule is a catalyst, i.e. it reacts with another molecule which is a substratum (there being a lot of substrata in the reaction region), it processes a substratum, it turns a substratum into a final product, a catalyst itself recovering to previous form (regenerating), then for sufficient time, this one molecule of a catalyst may process a lot of molecules of a substratum. For this, it is necessary that processing time, i.e. time during which the catalyst and substratum are in bound state, may be much less than monitoring time. Then we can speak about the probability p to find the molecule of the catalyst in a free state or the probability $q = 1 - p$ in a bound state. In the kinetics of the formation of the catalyst-substratum complex, the probability p would play the same role as the concentration of free molecules of a catalyst if there were a lot of them.

The example given is not an abstraction. In the application of chemical kinetics to biological objects, we often encounter such a situation. The number of molecules of some specific substances, i.e. enzymes, in a cell, is often calculated with unities. The application of equations of chemical kinetics to describe such systems is very necessary.

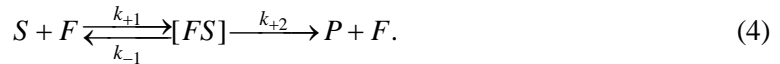
Any real process consists of many separate stages as a rule. Thus, the mathematical model of the process (the model of a chain of reactions) involves many elementary acts. To construct the full mathematical model of the process, it is necessary to express rates of change of concentrations of different substances in terms of rates of separate elementary reactions. The rate of change of concentration of each substance $\frac{dC_i}{dt}$ is a derivative of the concentration C_i with respect to time t . It is equal to the difference between rates of formation and disappearance of this substance in separate reactions. If we write differential equations for all the components of the process (let their number be equal to n), then we get the system of differential equations:

$$\begin{cases} \frac{dC_1}{dt} = f_1(C_1, C_2, \dots, C_n), \\ \frac{dC_2}{dt} = f_2(C_1, C_2, \dots, C_n), \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \frac{dC_n}{dt} = f_n(C_1, C_2, \dots, C_n). \end{cases} \quad (3)$$

The number of differential equations in this system is equal to the number of variables, i.e. the number of various substances taking part in the process. Then the system is always closed.

The functions $f_i(C_1, C_2, \dots, C_n)$ are algebraic sums of rates of separate reactions; as a rule, these functions are rational and often are polynomials of low degrees determining by the order of corresponding reactions.

Consider the reaction catalyzing by a biological catalyst (an enzyme), that is by a large protein molecule (i.e. by macromolecule which molecular weight is of the order of hundreds of thousands), often containing a special group of non-protein nature, i.e. coenzyme [2], [3]. The mechanism of catalysis is as follows: first, the molecule that turns, so called substratum, as a rule, is a small molecule that joins enzyme and forms a complex. Then the enzyme processes the molecule of the substratum: either breaks it down or interchanges or replaces some groups of atoms. This usually takes place in several stages. The enzyme produces the molecule (product) formed ready, i.e. the substratum S connecting with the enzyme F , forms the complex $[FS]$:



The coefficient k_{+1} is a constant of a rate (or an absolute rate) of the reaction of synthesis of the complex. The reverse arrow indicates that the reaction is reversible; the absolute rate of decay of the complex is k_{-1} . The arrow on the right of $[FS]$ means that the complex decays into the product P and the enzyme F at the absolute rate k_{+2} .

For simplicity, we consider this reaction to be irreversible which is in most cases. The process of synthesis of the complex is a second-order reaction and the process of its decay is a first-order reaction.

Denoting, for simplicity, concentrations of substances by the same symbols which were denoted substances by, according to the reaction scheme (4) and taking into account (3), we write the system of equations:

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -k_{+1}FS + k_{-1}[FS], \\ \frac{dF}{dt} = -k_{+1}FS + k_{-1}[FS] + k_{+2}[FS], \\ \frac{d}{dt}[FS] = k_{+1}FS - k_{-1}[FS] - k_{+2}[FS], \\ \frac{dP}{dt} = k_{+2}[FS]. \end{cases} \quad (5)$$

Positive terms in the system of equations (5) describe the grow of corresponding concentrations and negative ones describe their decline.

The condition of conservation of enzyme molecules in the reaction simplifies the system of equations (5). Indeed, if we add the third differential equation of the system (5) to the second one, we obtain:

$$\frac{d}{dt}(F + [FS]) = 0$$

or

$$F + [FS] = F_0 = \text{const}, \quad (6)$$

where F_0 is initial concentration of the enzyme, F is concentration of a free enzyme, $[FS]$ is concentration of a bound enzyme.

Thus, one of the differential equations of the system (5), for example, the second one can be replaced by the algebraic relation (6) which expresses the law of conservation of the enzyme in the reaction.

We separately write the third differential equation of the system (5) taking into account (6):

$$\frac{d}{dt}[FS] = k_{+1}(F_0 - [FS])S - k_{-1}[FS] - k_{+2}[FS]$$

or

$$\frac{d}{dt}[FS] = k_{+1}F_0S - [FS](k_{-1} + k_{+2} + Sk_{+1}). \quad (7)$$

Consider a stationary (concerning $[FS]$) solution of the differential equation (7), i.e. put $\frac{d}{dt}[FS] = 0$ where $[FS] = \text{const} = \overline{[FS]}$. Then for the stationary (constant) concentration of the complex $\overline{[FS]}$, from the differential equation (7), we obtain:

$$\overline{[FS]} = \frac{F_0S}{K_m + S} \quad \text{or} \quad \overline{[FS]} = F_0 \frac{S}{K_m + S}, \quad (8)$$

where $K_m = \frac{k_{-1} + k_{+2}}{k_{+1}}$. As $S = K_m$, then from the formula (8), we obtain $\overline{[FS]} = \frac{F_0}{2}$, namely in this case, a half of the enzyme molecules is in the state of the complex.

The concentration of the enzyme F being much less than the concentration of the substratum S , during the "turnover" time of the enzyme, the concentration of the substratum changes very slightly. As a rule, characteristic concentrations of substrata and products, during biochemical reactions, are of the order $S \approx P \approx$ from 10^{-2} to 10^{-3} mole per litre and the concentration of the enzymes $F \approx$ from 10^{-5} to 10^{-6} mole per litre. It is necessary for the enzyme "to work" for a long time to substantially change the initial concentration of the substratum. It is such situations that are in studies of enzymatic processes in vitro. Processes occur similarly in a live cell. The substratum enters the cell from the environment.

Since for the stationary mode $\frac{d}{dt}[FS] = 0$, then from the third differential equation of the system (5), we get:

$$-k_{+1}FS + k_{-1}\overline{[FS]} = -k_{+2}\overline{[FS]}. \quad (9)$$

Thus, for the stationary (concerning the concentration of the bound enzyme $\overline{[FS]}$) mode the system of equations (5) taking into account (9) and (8), takes on the form:

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -k_{+1}FS + k_{-1}\overline{[FS]}, \\ \frac{dP}{dt} = k_{+2}\overline{[FS]} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{dS}{dt} = -k_{+2}\overline{[FS]}, \\ \frac{dP}{dt} = -\frac{dS}{dt} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{dS}{dt} = -k_{+2}F_0 \frac{S}{K_m + S}, \\ \frac{dP}{dt} = k_{+2}F_0 \frac{S}{K_m + S}. \end{cases} \quad (10)$$

As it is seen in (10), $\frac{dP}{dt} = -\frac{dS}{dt}$, namely if the substratum does not enter additionally from outside, the rate of decrease of the concentration of the substratum $-\frac{dS}{dt}$ is equal to the rate of increase of the concentration of the product $\frac{dP}{dt}$, which corresponds to the law of conservation of substance.

The system of equations (10) reflects the main property of enzymatic reactions, that is saturation. Indeed, as we see from the second equation of the system (10), as concentrations of the substratum are

low, the rate of product synthesis depends strongly on S and as $S \rightarrow \infty$, the rate of product synthesis takes a constant independent of the concentration of the substratum value $k_{+2}F_0$ where $k_{+2}F_0$ is a maximum rate of the enzymatic reaction and a constant k_{+2} is an enzyme turnover number indicating how many acts of catalysis the enzyme can make per unit time when fully saturated with the substratum.

The characteristic time of the enzymatic reaction τ_F depends on the enzyme turnover number k_{+2} (or on the time $\tau = \frac{1}{k_{+2}}$ for which one enzyme turnover is occurred) but it is much greater than τ . Indeed, the denotation τ_F means such time for which the enzyme manages to process a great amount of the substratum. Then taking into account the first equation of the system (10) and assuming $\frac{S}{K_m + S} \approx 1$, we can determine τ_F :

$$\tau_F \approx \frac{S}{\left| \frac{dS}{dt} \right|} \approx \frac{S}{k_{+2}F_0}.$$

Thus,

$$\tau_F \approx \frac{S}{F_0} \tau \approx 10^3 \tau.$$

Similar to formulas (5)–(10), we can obtain formulas describing stopping of enzymatic reactions by special substances, i.e. inhibitors. It is very important because it enables us to control biochemical processes.

In nature, as a rule, enzymes rarely work at “maximum power” they are often taken with a “reserve”. Regulation of biochemical processes is carried out by inhibiting activities of enzymes and managerial regulatory apparatus of a cell is an apparatus of “violence and inhibition”. To speed up the process, the cell decreases stopping and to slow the process, it increases stopping. Biochemical processes regulate themselves in such a way.

As a rule, inhibitors are relatively small molecules often similar in structure to the molecules of substrata or products.

There are two types of stopping (inhibition): competitive (isosteric) and non-competitive (allosteric).

In the first case, the inhibitor is similar to the substratum and can take the place of the substratum in the active center; the inhibitor and substratum seem to compete for the same place on the enzyme, namely it is “the competitive stopping”.

In the second case, the inhibitor is not similar to the substratum and joins the enzyme molecule in another place. However, it does not interfere with the formation of the complex but paralyzes the work of the enzyme, i.e. interferes with the formation of the product.

In the case of competitive (isosteric) stopping, the second equation of the system (10) takes on the form:

$$\frac{dP}{dt} = k_{+2}F_0 \frac{S}{K_m + S + \frac{I_0}{K_i}}. \quad (11)$$

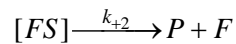
In the case of non-competitive (allosteric) stopping, the second equation of the system (10) takes on the form:

$$\frac{dP}{dt} = k_{+2}F_0 \frac{S}{(K_m + S) \left(1 + \frac{I_0}{K_i} \right)}. \quad (12)$$

In the formulas (11), (12), I_0 is a concentration of the inhibitor, K_i is an inhibitor constant determining by rates of formation and dissociation of the enzyme and inhibitor complex.

Along with the inhibitors are substances which can enhance the activity of the enzyme and speed up its work. This regulation method can be called the encouragement method.

The essence of the process is as follows: special substance, i.e. the activator A connects with the enzyme F or with the existing enzyme and substratum complex; along with the common reaction



occurs the decay of the triple complex:



where $k_{+2}^a \gg k_{+2}$, namely the decay constant of the active complex is much greater than of non-active one. In this case (if we neglect k_{+2} compared to k_{+2}^a), the rate of release of the product (taking into account the second equation of the system (10) and according to the scheme of the reaction (13)) can be written in the form:

$$\frac{dP}{dt} = k_{+2}^a F_0 \frac{S}{K_m + S} \cdot \frac{A}{K_a + A} \quad (14)$$

where K_a is an activation constant.

Conclusions. Thus, mathematical analysis of some types of enzymatic reactions is made in this article. Obtained formulae (10)–(12), (14) enable us to determine the rate of release of a separate reaction product.

1. Demidovich B.P. Differential equations / B.P. Demidovich, V.P. Modenov. – Saint Petersburg: Lan, 2008.
2. Luk L.Y.P. Protein motion and dynamic effects in enzyme catalysis / L.Y.P. Luk, E.J. Loveridge, R.K. Allemann // Phys.Chem.Chem.Phys. – 2015.
3. Marangoni A.G. Enzyme kinetics. A modern approach / A.G. Marangoni. – A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2003.

УДК

І.І. Завушак, Є.В. Буров

Національний університет «Львівська політехніка»

ПОБУДОВА ОНТОЛОГІЇ ПРОЦЕСІВ ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КОНТЕКСТІВ ОПЕРАЦІЙ

І.І. Завушак, Є.В. Буров. Побудова онтології процесів працевлаштування на основі аналізу контекстів операцій. В даній час ці розумні підприємства використовують онтологічне моделювання для представлення знань. У цій статті запропоновано метод побудови онтології на основі аналізу контексту бізнес-операцій. Застосування цього методу детально описано з використанням бізнес-процесу підбору персоналу на прикладі. Розроблений метод побудови онтології дозволяє постійно модифікувати онтології, оновлювати та акцентувати аналіз неявної контекстної інформації.

Ключові слова: контекст, онтологія, набір даних, бізнес-процеси, інтелектуальне підприємство.

И.И. Завушак, Е.В. Буров. Построение онтологии процессов трудоустройства на основе анализа контекстов операций В этой статье предложен метод построения онтологии на основе анализа контекста бизнес-операций. Применение этого метода подробно описано с использованием бизнес-процесса подбора персонала на примере. Разработанный метод построения онтологии позволяет постоянно модифицировать онтологии, обновлять и акцентировать анализ неявной контекстной информации.

Ключевые слова: контекст, онтология, набор данных, бизнес-процессы, интеллектуальное предприятие.

I Zavuschak, E. Burov. Construction of ontology of processes of employment based on analysis of operations contexts. In this article, a method for building ontology based on analysis of context of business operations is proposed. The application of this method is described in detail using recruitment area business process as example. The developed method of ontology construction allows for continuous ontology modification and update and accentuates the analysis of implicit context information.

Keywords: context, ontology, recruitment, business process, intelligent enterprise.

Постановка проблеми. Зростання складності, темпів змін бізнес-середовища та рівня глобалізації світової економіки призводить до необхідності постійної адаптації структури та змісту бізнес- процесів підприємства до біжучого стану бізнес-середовища. В цих умовах важливою конкурентною перевагою є здатність автоматизовано приймати рішення на основі знань про предметну область. Реалізація технологій використання знань у бізнес-процесах знайшла своє відображення у концепції інтелектуального підприємства, яке бачить головні підсистеми підприємства як сервіси, побудовані на знаннях [1,2].

Ця концепція отримала подальший розвиток у понятті «когнітивної економіки», яка використовує інформаційні системи здатні семантично інтерпретувати отриману бізнес-інформацію. Для цього використовують складні лінгвістичні алгоритми, які дають змогу виявити та проаналізувати семантичні залежності та сформулювати знання на основі масивів бізнес-даних [3].

Значний обсяг досліджень в галузі когнітивної економіки сьогодні спрямовано на видобування знань з бізнес-інформації, тобто виявлення залежностей, правил та тенденцій поведінки, групування та класифікації об'єктів [4]. Знання, отримані в результаті такого аналізу використовують у системах підтримки прийняття рішень, які реалізують гнучкі, аналітичні та адаптивні бізнес-процеси [5]. Водночас, завдання використання знань та методів бізнес-аналітики для підтримки автоматизованого прийняття рішень в оперативній діяльності підприємства в значній мірі залишається невирішеним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Працевлаштування — це система організаційних, економічних і правових заходів, направлених на забезпечення трудової зайнятості населення. У широкому значенні, працевлаштування об'єднує всі форми трудової діяльності, що не суперечать законодавству (включаючи самостійне забезпечення себе роботою), в тому числі індивідуальну трудову діяльність, підприємництво, фермерство тощо. У вузькому значенні під працевлаштуванням розуміють такі форми трудової діяльності, які встановлюються при сприянні органів держави або недержавних організацій на основі ліцензування. Необхідно врахувати, що поняття працевлаштування більш вузьке, ніж поняття зайнятості, а саме працевлаштування передує зайнятості і є його найважливішою гарантією [18].

Актуальність вирішення завдання створення інтелектуальних інформаційних систем для галузі працевлаштування впливає з актуальності задачі ефективного використання трудових ресурсів та реалізації творчого потенціалу громадян. Вирішення цієї задачі передбачає узгодження інтересів

пошукувачів та роботодавців з використанням багатьох як кількісних так і якісних критеріїв, що в свою чергу робить перспективним застосування методів штучного інтелекту та інженерії знань.

Невирішені частини проблеми. Проблема працевлаштування в Україні й надалі залишається актуальною. Працевлаштування молодих висококваліфікованих спеціалістів та розвитку кадрового потенціалу підприємств напряму впливає на рівень конкурентоспроможності як окремих регіонів, так і держави в цілому. Із загальної чисельності незайнятих громадян 30% складають молоді люди у віці до 35 років. Але існує ще й тіньова зайнятість, яка не враховується офіційною статистикою. Молоді спеціалісти - це майбутнє нашої країни, які повинні бути затребувані, (але, на жаль, не є такими) на сучасному ринку праці.

Метою статті є розробка методу побудови онтології предметної галузі на основі аналізу контекстів операцій на прикладі бізнес-процесів галузі працевлаштування, що виконуються у центрі зайнятості.

Використання онтологічного моделювання на інтелектуальному підприємстві

Загальноприйнятим на сьогодні підходом до формалізованого подання знань на інтелектуальному підприємстві є використання онтологій. У [6], онтологія визначена як формальна модель певної концептуалізації предметної області. Така модель містить визначення сутностей предметної області E та відношень R між ними, обмежень та аксіом A :

$$On=(E,R,A)$$

Будуючи інтелектуальні системи на основі онтологій уникають повторної концептуалізації предметної області та досягають єдиного розуміння та подання всіх об'єктів цієї області, що дає змогу скоротити використання ресурсів та кількість помилок концептуалізації.

Однією з переваг онтологій є їх придатність для розв'язання таких важливих завдань, як структурування знань і їх повторне використання. При цьому загальна схема (подання і використання знань) однозначно визначена для агентів, що працюють з нею, як загальний ресурс, і цей ресурс можна розподіляти між агентами, а також багаторазово використовувати.

На сьогодні розроблено онтології бізнес-процесів верхнього рівня та розглянуто питання їх використання для вирішення задач бізнес-аналітики [7,8]. Для онтологій конкретних прикладних областей відкритим залишається питання розробки методів побудови та підтримки якісних онтологій. У роботах [9,10] визначені такі критерії якості онтології як повнота, цілісність, відсутність надлишковості та можливість розширення та модифікації.

Як правило, онтологію створюють в результаті аналізу певного корпусу знань, поданого, наприклад, як набір текстів з тематики визначеного домену, його стандартів [11], або в результаті аналізу задач системи [12]. Складність побудови, підтримки онтологій та її якість залежать від обраної методології створення та корпусу знань, покладеного в основу. У випадку побудови онтології бізнес-процесів певної предметної галузі доцільно обрати предметом аналізу окремі операції бізнес-процесу та їх зв'язки. Такі бізнес-операції часто є операціями прийняття рішення автоматизація яких сприяє підвищенню ефективності їх виконання.

Важливою задачею, яку потрібно вирішити при побудові онтології для інтелектуального підприємства є правильне розуміння та використання контексту, в тому числі неявних даних, інформації та знань [13] на всіх етапах бізнес-процесу. Відсутність явного визначення та опрацювання контексту та відображення його в онтології вважають однією з причин невдач у побудові інтелектуальних систем [14]. Виявлення контекстних сутностей та відношень спрямоване на досягнення повноти та відсутності надлишковості в онтології.

Метод побудови онтології на основі аналізу контекстів бізнес-операцій

Складність вирішення задачі побудови онтології на основі аналізу операцій бізнес-процесу впливає не тільки з великої кількості та складності самих бізнес-операцій, але й динамічного характеру виконання цих операцій, яке може залежати від стану середовища, результатів виконання попередніх операцій, та наявних знань про виконання подібних операцій у минулому.

Для виокремлення контексту операцій (задач) у [15] введено поняття контекстної онтології, тобто онтології, що містить об'єкти та відношення релевантні до задачі, що вирішується в даний момент часу. Таким чином, контекстна онтологія визначається за конкретним набором даних операції і для різних наборів таких даних можуть існувати різні контекстні онтології. Побудова контекстних

онтологій операції передбачає визначення усіх можливих обставин, обмежень та варіантів виконання цієї операції для різних наборів даних та станів середовища та є непростю задачею. Інтелектуальна система як правило працює з єдиною онтологією, тому отримані контекстні онтології повинні бути інтегровані в одну онтологію On , що передбачає вирішення задач забезпечення цілісності, усунення можливих протиріч та забезпечення якості результуючої онтології.

Вирішення задачі побудови онтології на основі аналізу контекстів операцій доцільно розпочати зі створення моделі бізнес-процесу з використанням однієї з мов моделювання процесів. В результаті визначається структура процесу, його складові бізнес-операції та зв'язки між ними.

На другому кроці проводять аналіз кожної бізнес- операції. Визначають:

а) сутності та їх атрибути які приймають участь в операції. Якщо можливо, відносять їх до типів, що вже визначені в загальній онтології On . Якщо об'єктів таких типів в онтології немає, додають до онтології нові типи об'єктів або атрибути до вже існуючих типів.

б) відношення та їх атрибути релевантні до операції. Аналогічно до пункту а) відносять їх до відомих типів відношень, або ж створюють нові типи відношень.

В результаті аналізу бізнес-операції отримують онтологію цієї операції $On_{op} \subseteq On$

Сутності та відношення, відображені в онтології On_{op} визначають первинні дані необхідні для виконання бізнес-операції. Водночас, крім явних даних сформульованих у конкретних фактах моделі, для виконання процесу часто необхідно отримати додаткову інформацію. Ця інформація існує в контексті явно заданих фактів моделі та значень їх атрибутів та може бути отримана в результаті формування додаткових запитів до бази знань системи, а також до зовнішніх баз. Будемо вважати такі дані контекстом операції. В результаті аналізу контексту операції формуються контекстні онтології.

Для побудови контекстних онтологій доцільно визначити ситуації, які можуть виникати під час виконання бізнес-операції. Такі ситуації визначають у контексті операції, тобто з використанням сутностей та відношень онтології On_{op} . Набір ситуацій визначається експертом. Кожна ситуація формалізується у вигляді онтологічної моделі ситуації як трійка:

$$Sit = (Sig_{st}, On_{st}, SAct_{st}),$$

де Sig_{st} – сигнатура ситуації, On_{st} - онтологія ситуації, $SAct_{st}$ - множина дій. Сигнатура ситуації – це умова, задана на фактах бази фактів. Якщо ця умова виконується, то вважають, що ситуація має місце та повинні бути виконані дії з $SAct_{st}$.

Онтологія $On_{st} \subseteq On$ – відображає інформацію, необхідну для прийняття рішення щодо ситуації. Вона може містити елементи, які відсутні в онтології On_{op} . Це у свою чергу вимагатиме отримання додаткової інформації.

Дії $SAct_{st}$ специфіковані в онтології у реєстрі можливих дій. Аналогічно до On_{op} , онтологія On_{st} також інтегрується до загальної онтології On .

Загальноприйнятим підходом до збереження та опрацювання контекстних даних [16] є прив'язка їх до сутностей або відношень онтології. Так, наприклад, розглядають «контекст користувача» або «контекст розташування». Перевагою такого підходу є повторне використання онтологічних знань асоційованих з цими об'єктами для різних ситуацій.

Однією з проблем побудови онтології на основі аналізу контекстів ситуацій є велика кількість можливих ситуацій та їх моделей у базі знань. При цьому деякі моделі ситуацій можуть використовуватися багатократно, з різними операціями бізнес-процесу. Очевидним вирішенням цієї проблеми є асоціація набору ситуацій з бізнес-операцією. Але і у цьому випадку аналіз релевантності ситуації, особливо якщо це вимагає звертання до зовнішніх джерел інформації, вимагатиме значного часу.

Зменшити трудомісткість виконання аналізу можна шляхом використання ключів ситуацій. Ключ це кортеж

$$Key_{st} = (Sigkey, TSit)$$

якій містить набір умов (сигнатуру) $Sigkey$, та ідентифікатор ситуації або дерева ситуацій $TSit$. Сигнатура ключа задана на елементах онтології On_{op} і її перевірка не вимагає додаткового пошуку інформації. Якщо значення сигнатури ключа істинне, то вважають, що виконується коренева ситуація

з зазначеного дерева рішень, яке використовується для уточнення наявної ситуації шляхом формування запитів до контекстних даних та проведення додаткових перевірок.

Аналіз бізнес-процесу обслуговування клієнта у центрі зайнятості та побудова онтології

Працевлаштування — це комплекс заходів: організаційних, правових, економічних, - спрямованих на забезпечення трудової зайнятості громадян. Громадяни, реалізуючи своє право на працю і бажання працювати, можуть самостійно шукати собі роботу і вільно укласти трудовий договір з роботодавцем. Іншою формою працевлаштування є зайняття не забороненою законом підприємницькою діяльністю, коли громадянин самостійно забезпечує себе видом занять чи працею, які дають йому засоби до існування і розвитку його особистості. Ще працевлаштування громадян може здійснюватись за допомогою держави. Останнє є гарантією реалізації права на працю, яку дає держава своїм громадянам.

Загальна структура та модель процесу

Діяльність центру зайнятості подається як набір пов'язаних між собою процесів та операцій, які виконуються незалежно. Головним процесом є процес обслуговування клієнта. В результаті цього процесу формуються письмові рекомендації щодо працевлаштування, підвищення кваліфікації тощо. Допоміжними процесами є процеси формування та підтримки бази вакансій, професійного інформування, та відбору.

Клієнт звертається до центру зайнятості (ЦЗ) та заповнює визначену форму з інформацією про себе та визначає суть свого звернення. Працівник центру зайнятості (диспетчер) аналізує запит клієнта і, залежно від його змісту, визначає наступні дії. Такими діями можуть бути призначення співбесіди, надання довідкової інформації про можливості пошуку роботи та підвищення кваліфікації. При проведенні співбесіди працівник ЦЗ перевіряє надану клієнтом інформацію, уточнює її, та пропонує наступні кроки з працевлаштування. Ці дії відображені у письмовому документі – рекомендації. Такими діями можуть бути, наприклад, проходження співбесіди з роботодавцем, профорієнтаційна робота або курси підвищення кваліфікації, спрямування на громадські роботи. Після завершення співбесіди ЦЗ проводить контроль за виконанням рекомендацій. Інформація про клієнта, його запит, розроблені рекомендації та контрольна інформація заноситься в інформаційну систему ЦЗ. Головні об'єкти, задіяні у процесі обслуговування безробітних громадян в центрі зайнятості та зв'язки між ними проілюстровано діаграмою кооперації (рис. 1).

База даних вакансій формується на основі заявок роботодавців. Кожна заявка для кожної вакансії визначає вимоги щодо працівників. Аналіз ринку праці має на меті визначення перспективних професій та напрямків кар'єрного зростання клієнтів. Результати аналізу використовуються для вироблення рекомендації клієнтам щодо зміни професії або підвищення кваліфікації.

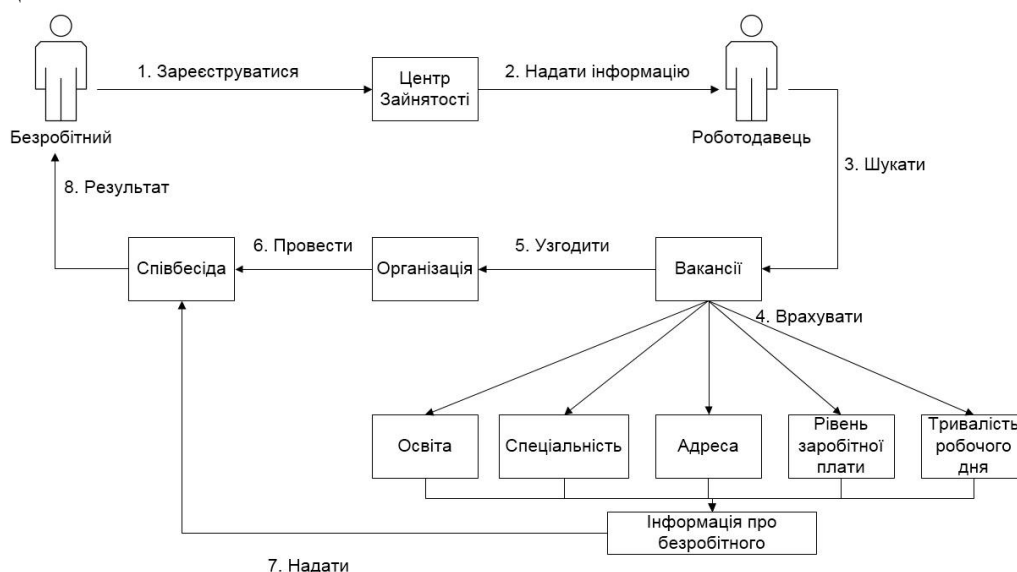


Рис.1. Діаграма кооперацій процесу працевлаштування

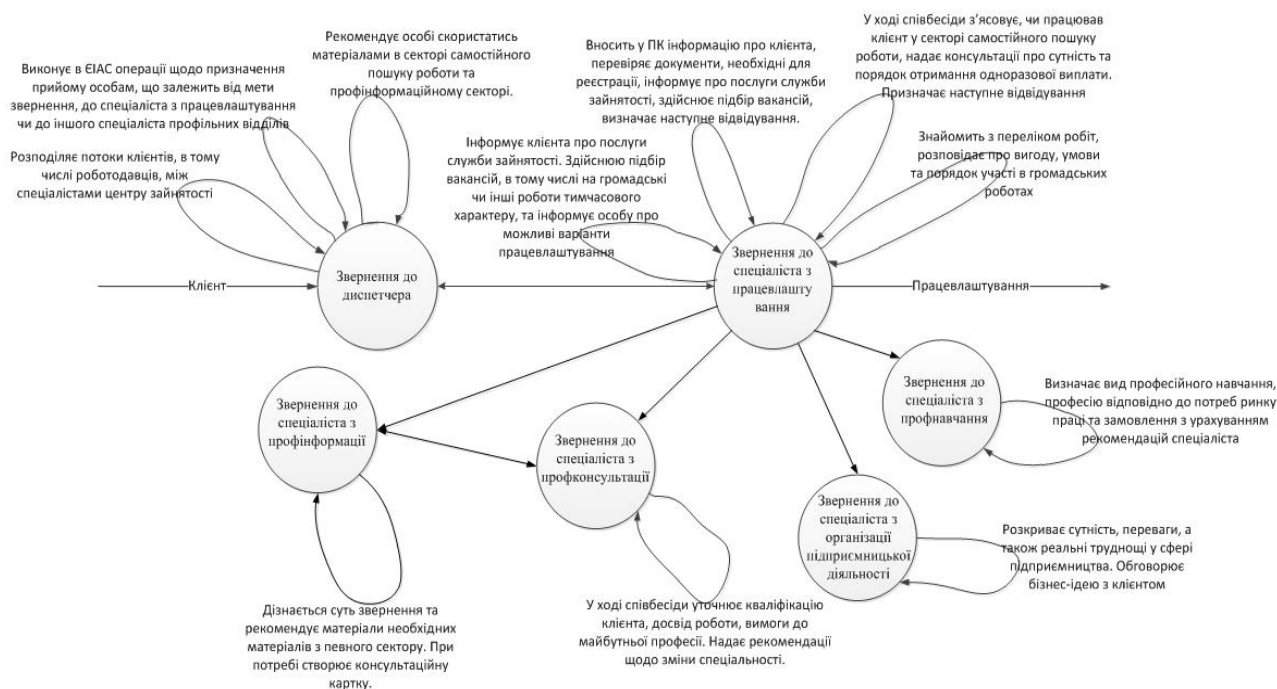


Рис.2. Контекстно-залежний граф процесів працевлаштування

Одним з способів подання та аналізу контекстів у бізнес процесах є контекстно-залежні графи [15]. Такий граф являє собою напрямлений ациклічний граф з унікальним входом і виходом і послідовно-паралельною організацією вершин, пов'язаних орієнтованими дугами. Вершина може використовуватися для представлення дії, контекстно-залежного поняття, рекомбінаційної вершини або підграфа. Дія відповідає виконуваному методу, контекстно-залежне поняття – поняттю, що має реалізацію в даному контексті, рекомбінаційна вершина – загальному поняттю (більш абстрактному поняттю), підграф – послідовності виконуваних методів, використовуваних при вирішенні задачі. Відношення між вершинами показують послідовність виконання дій. Якщо є кілька різних варіантів такої послідовності, ці варіанти замикаються рекомбінаційною вершиною, яка після проходження гілки з послідовністю фіксує, яка гілка відпрацювала. Управління контекстом здійснюється в динамічному режимі в ході рішення задачі. Воно засноване на фіксації того, яке контекстно-залежне поняття одержало реалізацію в даний момент і, навпаки, яка процедура вже відпрацювала, звільнивши реалізації і перетворивши їх в абстрактні елементи.

Розглянемо процес працевлаштування у вигляді контекстно-залежного графа (рис. 2), вершинами якого є процеси, через які має пройти кожна особа, яка хоче знайти роботу за допомогою служби зайнятості, а ребрами є операції, які виконують спеціалісти базових центрів зайнятості при обслуговуванні населення. Для кожної операції ми визначали релевантну інформацію, яка визначає контекст операції та змінюється при переході до інших операцій процесу. Процес працевлаштування за допомогою служби зайнятості починається зі звернення громадянина до такої служби за сприянням у пошуку підходящої роботи.

Розглянемо окремі процеси та операції цього процесу з метою побудови онтології на основі контекстів окремих операцій.

Реєстрація клієнта

На першому кроці процесу обслуговування безробітний реєструється у центрі зайнятості. В результаті проходження процесу реєстрації, клієнт отримує від диспетчера талон на прийом до спеціаліста із пошуку роботи. Основна функція спеціаліста, який виконує довідково-диспетчерські функції – розподіл потоків клієнтів ЦЗ залежно від мети звернення. Основні функції такого спеціаліста наведено в таблиці 1, а сам процес реєстрації проілюстровано діаграмою рис. 3.

Таблиця 1. Функції диспетчера

Назва функції	Зміст функції
З'ясування мети звернення клієнта до ЦЗ	З'ясовує мету звернення до ЦЗ Розподіляє потоки клієнтів, в тому числі роботодавців, між спеціалістами ЦЗ залежно від мети звернення. Вносить інформацію про особу до бази даних Єдиної інформаційно-аналітичної системи (ЄІАС).
Визначення дати та часу прийому клієнта у спеціалістів	Виконує в ЄІАС операції щодо призначення прийому особам, що залежить від мети звернення, до спеціаліста з працевлаштування чи інших профільних відділів. Видає талон прийому із наведеною інформацією про номер прийому і тому подібне.
Інформування про можливість самостійної роботи з інформаційними матеріалами, в першу чергу – про вакансії	Рекомендує особі скористатись матеріалами в секторі самостійного пошуку роботи та профінформаційному секторі.

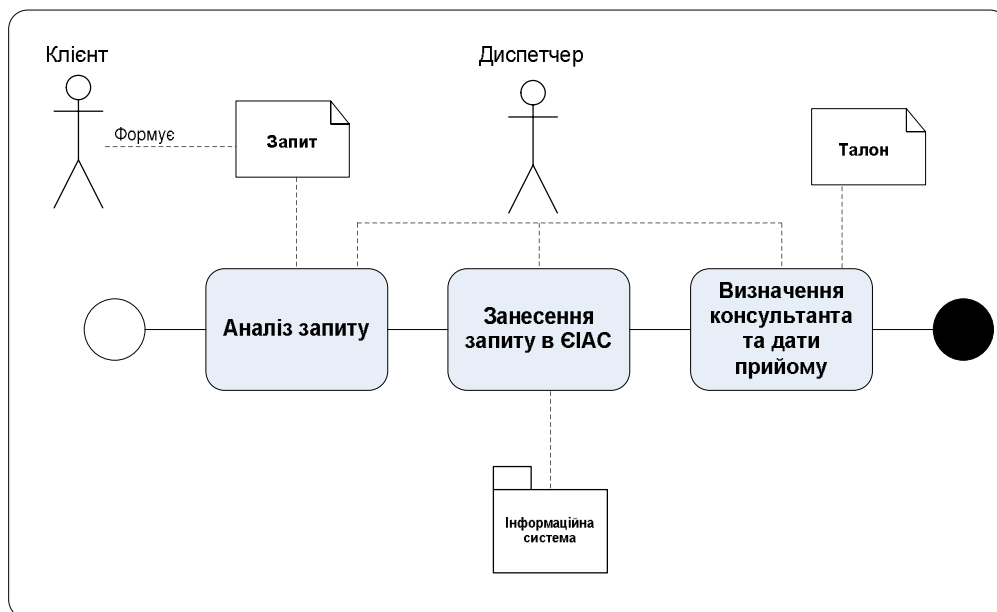


Рис.3. Діаграма процесу реєстрації клієнта

В результаті аналізу процесу реєстрації клієнта визначено онтологію цього процесу, подану у таблицях 2, 3. Сутності та відношення згруповані за ознаками подібності.

Таблиця 2. Сутності процесу реєстрації

Група сутностей, або загальна сутність	Підгрупа	Сутність	Атрибути
Особи			Прізвище, ім'я
		Клієнт	індивідуальний податковий номер
	Працівник ЦЗ	Диспетчер	Табельний номер
Документ			Ідентифікатор документа, тип документа
		Запит на працевлаштування	Потрібні посада, зарплата
		Талон на прийом	Консультант, дата прийому
Інформаційні сервіси		ЄІАС – Єдина інформаційно-аналітична система	Інформація про запит клієнта.

Таблиця 3. Відношення процесу реєстрації

Назва відношення	Сполучає сутності
Сформувати запит	Клієнт, запит
Занести запит до системи	Запит, диспетчер, ЄІАС
Призначити прийом	Диспетчер, талон

З метою ілюстрації аналізу контексту операції для побудови онтології розглянемо приклад ситуації, що виникає під час реєстрації клієнта. Опрацювання такої ситуації уможливило покращення якості обслуговування клієнта але для її проведення потрібно отримати додаткову інформацію з контексту операції про клієнта.

Ефективність виконання операції диспетчерування можна покращити, якщо проаналізувати запит клієнта на предмет виявлення протиріч та розбіжностей. Наприклад, якщо клієнт у запиті претендує на посаду, для виконання якої, згідно його освітніх документів, він не має кваліфікації. Для виконання перевірки відповідності кваліфікації клієнта з його контексту потрібно отримати інформацію про кваліфікацію, підтверджену відповідними сертифікатами. У випадку виявлення невідповідності між запитом та наявною кваліфікацією, диспетчер інформує про це клієнта та відхиляє запит. Додаткові сутності та відношення з контексту клієнта та запиту наведені у таблицях 4,5.

Таблиця 4. Контекстні сутності процесу реєстрації.

Група сутностей, або загальна сутність	Підгрупа	Сутність	Атрибути
Документ		Запит про кваліфікацію	Прізвище та ім'я клієнта
		Відповідь на запит про кваліфікацію	Інформація про кваліфікацію
		Результат перевірки	Відповідність кваліфікації
Інформаційні сервіси		Інформаційна система пошуку	Протокол звертання

Таблиця 5. Контекстні відношення процесу реєстрації.

Назва відношення	Сполучає сутності
Сформувати запит	Запит про кваліфікацію, Інформаційна система пошуку
Отримати відповідь	Інформаційна система пошуку, відповідь на Запит про кваліфікацію
Перевірити відповідність кваліфікації	Запит на працевлаштування(посада), відповідь на запит про кваліфікацію

Аналогічно до перевірки відповідності кваліфікації, для посад, що мають спеціальні вимоги щодо стану здоров'я, доцільно сформувати запит до баз даних медичних закладів, де клієнт стоїть на обліку та отримати інформацію про стан його здоров'я. Якщо виявлена невідповідність стану здоров'я клієнта щодо поданої заявки, диспетчер інформує його та пропонує альтернативу, наприклад, перепрофілювання.

Формування бази вакансій. База вакансій формується працівниками центру зайнятості на основі заявок роботодавців, які можуть бути подані в усній, письмовій або електронній формі. Для кожної вакансії роботодавець визначає вимоги до працівника (кваліфікація, досвід роботи, освіта, вік, стан здоров'я та ін.) та свої пропозиції (заплата, соціальний пакет, можливості кар'єрного росту і навчання та ін.). Пропозиція роботодавця має як правило, обмежений термін дії. База вакансій використовується працівниками центру зайнятості для пошуку пропозицій щодо працевлаштування. Сутності та відношення процесу формування бази вакансій наведені у таблицях 6, 7.

Таблиця. 6. Сутності процесу формування бази вакансій

Група сутностей, або загальна сутність	Підгрупа	Сутність	Атрибути
Організація		Роботодавець	Назва, адреса, контактні дані.
Особа			
	Працівник ЦЗ	Спеціаліст по взаємодії з роботодавцями	Табельний номер
Вакансія (пропозиція роботодавця)			Організація, посада, зарплата, вимоги до кандидата, термін дії
Інформаційні сервіси		База даних вакансій	Перелік вакансій

Таблиця 7. Відношення процесу формування бази вакансій

Назва відношення	Сполучає сутності
Сформувати пропозицію	Організація, вакансія
Занести вакансію до системи	Вакансія, спеціаліст по взаємодії з роботодавцями, база даних вакансій

Додатковий аналіз контексту роботодавців підвищить якість надання послуг з працевлаштування. Зокрема, центр зайнятості може почати вести рейтинг роботодавців за відгуками працівників, фіксуючи як переваги, так і недоліки кожного роботодавця. Це призведе до появи в онтології нових сутностей та відношень, наведених у таблицях 8, 9.

Таблиця 8. Контекстні сутності процесу формування бази вакансій

Група сутностей, або загальна сутність	Підгрупа	Сутність	Атрибути
Організація		Роботодавець	Список переваг та недоліків, рейтинг
Особа	Працівник ЦЗ	Аналітик	Табельний номер
Документ		Відгук про роботодавця	Автор, дата, переваги, недоліки, рейтинг
Інформаційні сервіси		База даних роботодавців	Протоколи взаємодії

Таблиця 9. Контекстні відношення процесу формування бази вакансій

Назва відношення	Сполучає сутності
Опрацювати відгук	Роботодавець, відгук, аналітик, база даних роботодавців

Співбесіда з спеціалістом ЦЗ

Дії спеціалістів з працевлаштування (особистих консультантів) спрямовані на виявлення потреб, намірів та побажань клієнта, з'ясування професійних характеристик, важливих для його працевлаштування, інформування клієнта про наявні вакансії, здійснення пошуку і підбору роботи клієнту, розроблення спільних дій клієнта та спеціалістів ЦЗ, спрямованих на прискорення його працевлаштування, розкриття можливостей служби зайнятості стосовно конкретного клієнта, формування у клієнта мотивації до наполегливого пошуку роботи та участі в заходах активізації, спрямованих на прискорення працевлаштування.

За результатами співбесіди з працевлаштування (особистий консультант) спільно з клієнтом, у день прийняття рішення щодо реєстрації особи, як безробітної, розробляє Індивідуальні письмові рекомендації щодо сприяння працевлаштуванню. У подальшому, під час проведення співбесід з особою, аналізує стан виконання рекомендацій та при необхідності доповнює новими. Повідомляє про відповідальність за недотримання рекомендацій.

Якщо шукачу роботи під час прийому підібрано роботу, то спеціаліст з працевлаштування з'ясовує по телефону в представника роботодавця, чи є підібране робоче місце вільним, та узгоджує можливість співбесіди з клієнтом. У разі згоди роботодавця на співбесіду спеціаліст з працевлаштування інформує його про відвідування підприємства шукачем роботи та направляє останнього на співбесіду, видаючи йому Корінець направлення на працевлаштування.

Співбесіда є головною формою взаємодії спеціаліста ЦЗ з шукачем роботи в процесі надання послуг. Базуючись на принципах індивідуалізації та адресності роботи з безробітними, спеціаліст центру зайнятості (особистий консультант) під час співбесіди повинен зібрати дані про трудову діяльність, проаналізувати причини втрати роботи клієнтом, виявити його потреби, наміри та цілі щодо працевлаштування, спільно обрати найефективніший шлях до працевлаштування та допомогти подолати можливі перешкоди і труднощі в досягненні намічених цілей. Важливими аспектами співбесіди є формування в клієнта мотивації до пошуку роботи, впевненості у власних силах, наполегливості та самоповаги, почуття доцільності співпраці з державною службою зайнятості. Наслідком ефективно проведеної співбесіди мають бути спільно з клієнтом розроблені стратегії пошуку роботи та застосування тих заходів, які прискорять працевлаштування шукача роботи.

У процесі співбесіди з метою організації ефективної співпраці з клієнтом у пошуку і підборі роботи спеціалісту необхідно більш детально з'ясувати таке:

- Які фактори мають вирішальне значення при працевлаштуванні, зокрема очікуваний розмір зарплати, характер праці (розумовий, фізичний, творчий, індивідуальний, у колективі тощо), умови праці, перспективи службового зростання, бажана транспортна доступність, режим роботи.
- За яким фахом, окрім попереднього місця роботи, він може працювати.
- Чи може клієнт погодитись на роботу не за фахом, за яких умов.
- Які обставини стали причиною звільнення клієнта.
- Яка, на його думку, основна причина того, що він не може працевлаштуватись.

- Яким чином проходив самостійний пошук роботи.
- Які типові та важливі риси характеру має клієнт.
- Які можливі обмеження має клієнт за станом здоров'я, сімейним станом, релігійними переконаннями.

Зареєстровані безробітні відповідно до пункту 3 частини 2 статті 44 Закону України «Про зайнятість населення» зобов'язані дотримуватися письмових індивідуальних рекомендацій щодо сприяння працевлаштуванню, зокрема брати участь у заходах, пов'язаних із сприянням забезпеченню зайнятості населення.

У разі недотримання рекомендацій щодо сприяння працевлаштуванню тривалість виплати допомоги по безробіттю скорочується до 90 календарних днів відповідно до пункту 5 частини 5 статті 31 Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття»

До заходів, пов'язаних зі сприянням забезпеченню зайнятості населення, що включаються спеціалістом ЦЗ до письмових індивідуальних рекомендацій щодо сприяння працевлаштуванню можна віднести:

- відвідування центру зайнятості, в якому зареєстрований безробітний, у визначений і погоджений з ним час.
- відвідування роботодавця упродовж 7 календарних днів відповідно до виданого направлення на працевлаштування на підходящу роботу.
- відвідування роботодавця упродовж 7 календарних днів відповідно до виданого направлення на працевлаштування на громадські та інші роботи тимчасового характеру (у разі, якщо участь в таких роботах є підходящою роботою).
- проходження професійного навчання за направленням центру зайнятості для здобуття та удосконалення професійних знань, вмінь та навичок, підвищення конкурентоспроможності на ринку праці (у разі, якщо запропонована підходяща робота, потребує професійного навчання).

У випадку невиконання безробітним цих рекомендацій спеціаліст з працевлаштування накладає санкції у вигляді скорочення тривалості виплат допомоги по безробіттю.

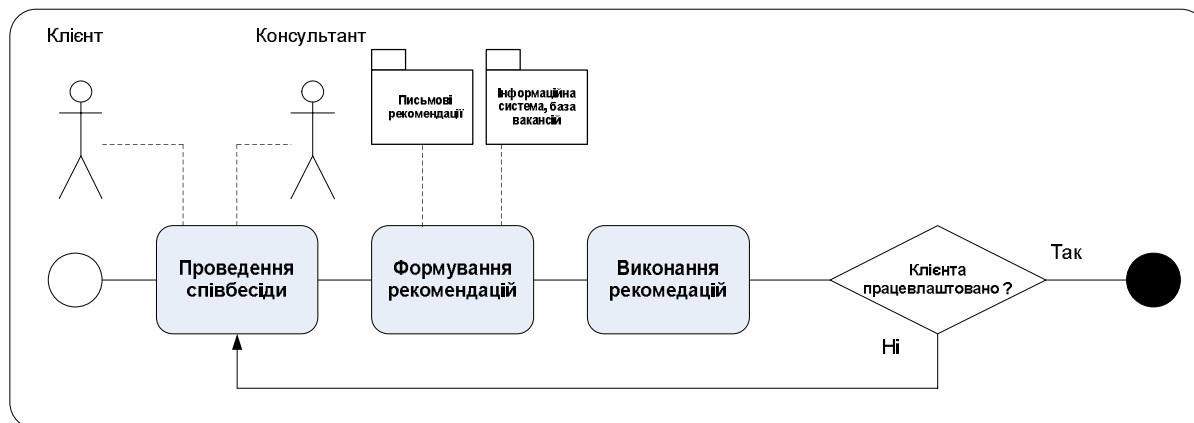


Рис. 4. Діаграма процесу проходження співбесід та спроб працевлаштування

Процес працевлаштування проілюстровано діаграмою на рис.4. Клієнт проходить співбесіду з консультантом, який детальніше визначає вимоги клієнта щодо роботи та формує письмові рекомендації. Для формування рекомендації використовується інформація з бази вакансій. Якщо в результаті їх виконання клієнта не вдалося працевлаштувати, то співбесіда повторюється і рекомендації модифікуються. Усі проміжні кроки та їх результати заносять в ЄІАС. Сутності та відношення процесу проходження співбесіди відображені у таблицях 10, 11.

Таблиця 10. Сутності процесу проходження співбесіди

Група сутностей, або загальна сутність	Підгрупа	Сутність	Атрибути
Особа			Прізвище, ім'я
		Клієнт	індивідуальний податковий номер
	Працівник ЦЗ	Консультант з працевлаштування	Табельний номер
Документ		Рекомендація	Організація, посада, термін звертання, результат звертання.
Вакансія			Організація, посада, зарплата, вимоги до кандидата, термін дії
Інформаційні сервіси		ЄІАС – Єдина інформаційно-аналітична система	Історія звертань
		База даних вакансій	Інформація про вакансії

Таблиця 11. Відношення процесу проходження співбесіди

Назва відношення	Сполучає сутності
Проведення співбесіди	Клієнт, консультант (дата проведення, рекомендації)
Формування рекомендації	Клієнт, консультант, рекомендація.
Виконання рекомендації	Клієнт, рекомендація.

Якість обслуговування клієнта можна суттєво покращити, якщо отримати додаткову інформацію з контексту його запиту та на її основі розробити рекомендації. Наприклад, якщо клієнт є науковцем, який шукає працевлаштування, то отримавши з відкритих баз даних інформацію про його роботи та попередні проекти, можна підібрати з бази вакансій проекти за подібною тематикою. Це додасть до онтології нові сутності та відношення з контекстів клієнта та запиту, наведені у таблицях 12, 13.

Таблиця 12. Контекстні сутності процесу проходження співбесіди

Група сутностей, або загальна сутність	Підгрупа	Сутність	Атрибути
Особа		Клієнт	Наукові інтереси, перелік публікацій.
Вакансія		Вакансії у наукових проектах	Посада, зарплата, термін дії
Інформаційні сервіси		Сервіси пошуку публікацій	

Таблиця 13. Контекстні відношення процесу проходження співбесіди

Назва відношення	Сполучає сутності
Пошук Публікацій	Консультант, клієнт, сервіси пошуку публікацій
Визначення вакансії на проєкті	Консультант, база даних вакансій

Надання клієнтам ЦЗ послуг з професійної орієнтації.

Надання клієнтам послуг з професійної орієнтації є окремою операцією, яка, хоч і не має на меті безпосередньо працевлаштувати клієнта, підвищує його інформованість та здатність до самостійного пошуку роботи.

Послуги з профорієнтації надаються особам, що їх потребують, на добровільній основі. Види та форми профорієнтаційних послуг, що пропонуються особі, визначаються працівником територіального органу за погодженням з особою.

Надання клієнтам ЦЗ послуг з профінформування

Професійне інформування полягає у наданні відомостей про трудову діяльність та її роль у професійному самовизначенні особи, інформації про стан ринку праці, зміст та перспективи розвитку сучасних професій і вимоги до особи, форми та умови оволодіння професіями, можливості професійно-кваліфікаційного і кар'єрного зростання, що сприятиме формуванню професійних інтересів, намірів та мотивації особи щодо обрання або зміни виду трудової діяльності, професії, кваліфікації, роботи.

Цей напрям реалізується в профінформаційному секторі центру зайнятості спеціалістом з профінформації і передбачає виконання ним таких функцій:

1. Інформаційно-консультативне обслуговування відвідувачів центру зайнятості шляхом надання первинної інформації, допомоги у користуванні інформаційними матеріалами та залучення до інформаційно-консультаційних та/або профорієнтаційних заходів.

2. Участь у підготовці та проведенні групових (масових) інформаційно-консультаційних та/або профорієнтаційних заходів.

3. Формування банку нормативних, інформаційних, професіографічних та методичних матеріалів.

Профінформаційні послуги надаються у груповій (масовій) та індивідуальній формах, а також клієнт отримує інформацію шляхом самоінформування.

Надання клієнтам ЦЗ послуг з профконсультування

Професійне консультування (профконсультація) – профорієнтаційна послуга, що спрямована на оптимізацію професійного самовизначення особи на основі виявлення її індивідуально психологічних характеристик, особливостей життєвих ситуацій, професійних інтересів, нахилів, стану здоров'я та з урахуванням потреби ринку праці.

Надання клієнтам ЦЗ послуг з професійного відбору

Професійний відбір – профорієнтаційна послуга, що спрямована на встановлення відповідності особи вимогам конкретних професій, посад. Особливого значення набуває профвідбір за професіями підвищеного ризику як для самого працівника, так і для оточуючих його людей.

Спеціалісти з профконсультації проводять професійний відбір у двох випадках: при комплектуванні навчальних груп за певним профілем професійного навчання та при підборі кадрів на замовлення роботодавців.

За результатами профвідбору до навчання рекомендуються особи, які за своїми індивідуально-психологічними особливостями і професійно-важливими якостями відповідають вимогам професії.

Процедура профвідбору кадрів за замовленням роботодавців проводиться з урахуванням вимог, зазначених роботодавцем у заявці на працівників, поданій до центру зайнятості. Сутності та відношення процесів професійної орієнтації, інформування та відбору наведені у таблицях 14, 15.

Таблиця 14. Сутності процесів професійної орієнтації, інформування та відбору

Група сутностей, або загальна сутність	Підгрупа	Сутність	Атрибути
Організація			Назва, адреса, контактні дані.
Особа			Прізвище, ім'я
		Клієнт	Ідентифікаційний номер
	Працівник ЦЗ	Консультант	Табельний номер
Група осіб		Група безробітних	Перелік ідентифікаційних номерів
Документ		Заявка на інформаційне обслуговування	Перелік вимог та обмежень
		Заявка на професійне консультування	Перелік вимог та обмежень
		Заявка на професійний відбір	Перелік вимог та обмежень
Інформаційні сервіси		ЄІАС – Єдина інформаційно-аналітична система	База зареєстрованих безробітних
		Сервіси пошуку інформації	Протоколи доступу

Таблиця 15. Відношення процесу професійної орієнтації, інформування та відбору

Назва відношення	Сполучає сутності
Сформувати заявку на інформування	Клієнт, Заявка на профінформування або консультування
Сформувати заявку на відбір	Організація, Заявка на професійний відбір
Підготувати інформаційний матеріал	Консультант, Заявка, Інформаційний матеріал
Підібрати групу відповідно заявки	Консультант, Заявка на професійний відбір, Група безробітних.

Професійне інформування та консультування можна зробити ефективнішим, якщо враховувати попередні звертання клієнтів та сформувати їх професійний та психологічний профіль. Це вимагає додаткового аналізу історії звертань клієнта та інформації про нього з загальнодоступних джерел та додає до онтології нові сутності та відношення, подані у таблицях 16,17.

Таблиця 16. Контекстні сутності процесів професійної орієнтації та відбору

Група сутностей, або загальна сутність	Підгрупа	Сутність	Атрибути
Особа		Клієнт	Профіль клієнта
Документ		Заявка на інформаційне обслуговування	Перелік вимог та обмежень
		Заявка на професійне консультування	Перелік вимог та обмежень
		Профіль клієнта	Структура вимог та психофізіологічних характеристик
Інформаційні сервіси		ЄІАС – Єдина інформаційно-аналітична система	Історія попередніх звертань клієнта
		Сервіс формування та підтримки профілю клієнтів	Протоколи взаємодії

Цей метод також є розширенням методу побудови онтології на основі аналізу типових задач [11], але відрізняється акцентом на пошуку неявної інформації у контексті задачі, що дає змогу підвищити якість її вирішення, прийняти до уваги нові фактори, або ж змінити процес вирішення задачі.

Розроблений метод побудови онтологій базується на використанні аналізу можливих ситуацій, що виникають під час виконання бізнес-операцій. При цьому необхідність пошуку конкретних контекстних даних визначається необхідністю коректного опрацювання ситуації. Таким чином, аналіз контекстних даних може бути використаний в інтелектуальних системах з ситуаційною обізнаністю для виявлення нових ситуацій та прийняття рішення у відомих ситуаціях.

1. Quinn, J.B. The intelligent enterprise a new paradigm/ Quinn, J.B. //The Executive, 6(4).- 1992- pp.48-63.
2. Markus J. Thannhuber. The Intelligent Enterprise: Theoretical Concepts and Practical Implications / Markus J. Thannhuber.- Physica Verlag.-2005. p. 142.
3. Ogiela, L. Cognitive systems for intelligent business information management in cognitive economy/ Ogiela, Lidia, and Marek R. Ogiela//International Journal of Information Management 34.6.- 2014.-pp 751-760.
4. García-Martínez, Ramón. Information mining processes based on intelligent systems/ García-Martínez, Ramón, Paola Britos and Dario Rodríguez//International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems/.-Springer Berlin Heidelberg.- 2013.
5. Taylor, James. The Intelligent Enterprise.- (2013).-Access mode: <http://decisionmgt.com/dms-old/attachments/article/239/The%20Intelligent%20Enterprise.pdf>
6. Gruber T.R. A translation approach to portable ontology specification/ Gruber T.R. //Knowledge Acquisition,vol 5, 1993.- 199-220
7. Osterwalder A. The Business Model Ontology-a proposition in a design science approach: Academic dissertation, Université de Lausanne/ Osterwalder A.- Citeseer, 2004.-P.169
8. Y. Burov. Business process modelling using ontological task models./Burov Y//Econtechmod .- Lublin:Polish academy of sciences.- 2014.- №1.- P.11-23
9. Olive, A. Conceptional Modeling of Information Systems./ Olive Antony.- Springer Berlin Heidelberg, 2007. - P. 471.
10. Gómez-Pérez, Asunción. Ontology evaluation./Gómez-Pérez, Asunción //Handbook on ontologies.-Springer Berlin Heidelberg.- 2004. -pp. 251-273.
11. Burov E. Complex ontology management using task models /Burov E//International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems.- Amsterdam:IOS Press.- 2014.- vol 18, no 2.- P. 111-120.
12. C.Toro. Building Domain Ontologies from Engineering Standards/ C.Toro, J.Vaquero, M.Grana, C.Sanin, E.Szczerbicki, J.Posada//Cybernetics and Systems: An International Journal.-2012.-pp.114-126.
13. Bazire, M., July. Understanding context before using it./ Bazire, M., Brézillon P / Proceedings of International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context.- Springer Berlin Heidelberg, 2005.- P. 29-40.
14. Brézillon P. Context in Artificial Intelligence: I. A Survey of the Literature / Brézillon P. // Computer & Artificial Intelligence. - 1999. - № 4 - P. 321-340.
15. Смирнов А.В. Модели контекстно-управляемых систем поддержки принятия решений в динамических структурированных областях / Смирнов А.В., Левашова Т.В., Пашкин М.П. // Труды СПИИРАН. - 2009. - №9. - С.116-147.
16. Juan Ye. Situation identification techniques in pervasive computing: A review./Juan Ye, Simon Dobson, and Susan McKeever//Pervasive and Mobile Computing.- 2011
17. I. Zauschak, Z. Rybchak, I. Zheliznyak - Advances in Soft Computing. Book Series of "Advances in Intelligent Systems and Computing", ISSN 2194-5357. Springer International Publishing AG 2017. Germany
18. Харченко Ю. Рекомендації щодо обслуговування населення та роботодавців фахівцями служби зайнятості / Ю. Харченко //Державний центр зайнятості. - Київ 2014.

УДК 622.232.8

Каганюк О.К., Поліщук М.М., Гринюк С.В.
Луцький національний технічний університет

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВУГІЛЬНО ВИДОБУВНИХ КОМБАЙНІВ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ ЯК ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ПРОФІЛІ ПЛАСТА.

Каганюк О.К., Поліщук М.М., Гринюк С.В. Конструктивні особливості вугільно видобувних комбайнів та їх класифікація, як об'єктів автоматичного управління в профілі пласта. У статті проводиться аналіз конструктивних особливостей вугільно видобувних комбайнів. Дається кваліфікаційна схема функціональних зв'язків вугільно видобувних комбайнів, а також класифікація цих комбайнів по типу кінематичних опор і їх зав'язків між собою як об'єктів автоматичного управління в профілі пласта.

Ключові слова: вугільно-добувний комбайн, система автоматичного управління, забійний конвеєр.

Каганюк А.К., Полищук Н.Н., Гринюк С.В. Конструктивные особенности угледобывающих комбайнов и их классификация как объектов автоматического управления в профиле пласта. В статье проводится анализ конструктивных особенностей угледобывных комбайнов. Дается классификационная схема функциональных связей, а также классификация танного типа комбайнов по типу кинематических опор и их связей между собой как объектов автоматического управления в профиле пласта

Ключові слова: угольно-добывающий комбайн, система автоматического управления, забойный конвейер

Kaganiuk A.K., Polishchuk M.M., Griniuk S.V. Design features of coal-mining combines and their classification as objects of automatic control in the formation profile. This article analyzes the design features of coal-mining combines. The classification scheme of functional connections is given, as well as the classification of the tannin type of combines by the kinematic supports and their relationships with each other as objects of automatic control in the formation profile

Key words: coal mining combine, automatic control system, downhole conveyor.

Вступ. Автоматизація вугледобувних машин комплексів і агрегатів - одна з найбільш важливих і актуальних завдань технічного прогресу вугільної промисловості. Невід'ємною частиною цього завдання є створення способів і засобів автоматичного управління вугледобувними машинами в профільній площині пласта. [1, 2, 3, 4].

Постановка наукової проблеми. Проблема автоматичного управління руху вугледобувних машин в профілі пласта є найменш вивчена серед інших завдань автоматизації забійного обладнання, важко вирішуваною та найбільш актуальною. Відсутність відпрацьованих технічних рішень в цій галузі гальмує підвищення ефективності використання видобувної техніки та перехід до безлюдного добування вугілля, через складність візуального спостереження за становищем робочих органів вугледобувних комбайнів щодо кордону розділу «порода-вугілля» [1, 2, 4, 8].

В даний час розроблено і застосовується в промисловості досить велика кількість різних моделей комплексів і типів вугледобувних машин. Це пояснюється тим, що залягання вугільних пластів досить багатогранні і не представляється можливим спроектувати універсальну вугледобувну машину, яка здатна була б працювати в різних гірничо - геологічних умовах. Тому для вирішення поставленого завдання автоматичного водіння по пласту як вугледобувних комплексів, так і окремих машин необхідно розглянути найбільш загальні конструктивні елементи, що характеризують їх як об'єкти автоматичного управління.

Ряд авторів [1, 2, 3, 4] проводили часткову класифікацію, яка здатна відобразити найбільш характерні риси, за якими в подальшому, можна здійснювати розробку з подальшим прив'язкою систем автоматичного управління для конкретних моделей, як приватне рішення. Це більш правильний підхід щодо вирішення поставленого завдання, коли вирішується питання побудови системи автоматичного управління.

Аналіз існуючих способів.

Вугледобувні комплекси складаються з окремих механізмів, об'єднаних в один технологічний ланцюжок. Розглянемо конструктивні особливості цих механізмів, а також зв'язки між ними.

Вугледобувні машини (комбайни видобувні і нарізні, шнеко-бурові установки) можна поділити по способам і схемою роботи, за типом опор, по способам керування положенням робочих органів, за кількістю і типами робочих органів, по розташуванню їх на машині, по типу навантажувальних органів, по розташуванню механізмів подачі і т.д.

Основними класифікаційними ознаками для вугледобувних машин є спосіб і схема їх роботи, так як вона характеризує функціональний зв'язок (робочий орган – опорна поверхня

грунту пласта – опори машини – корпус – робочий орган), що визначає положення видобувних машин в профілі пласта (рис. 1.1).

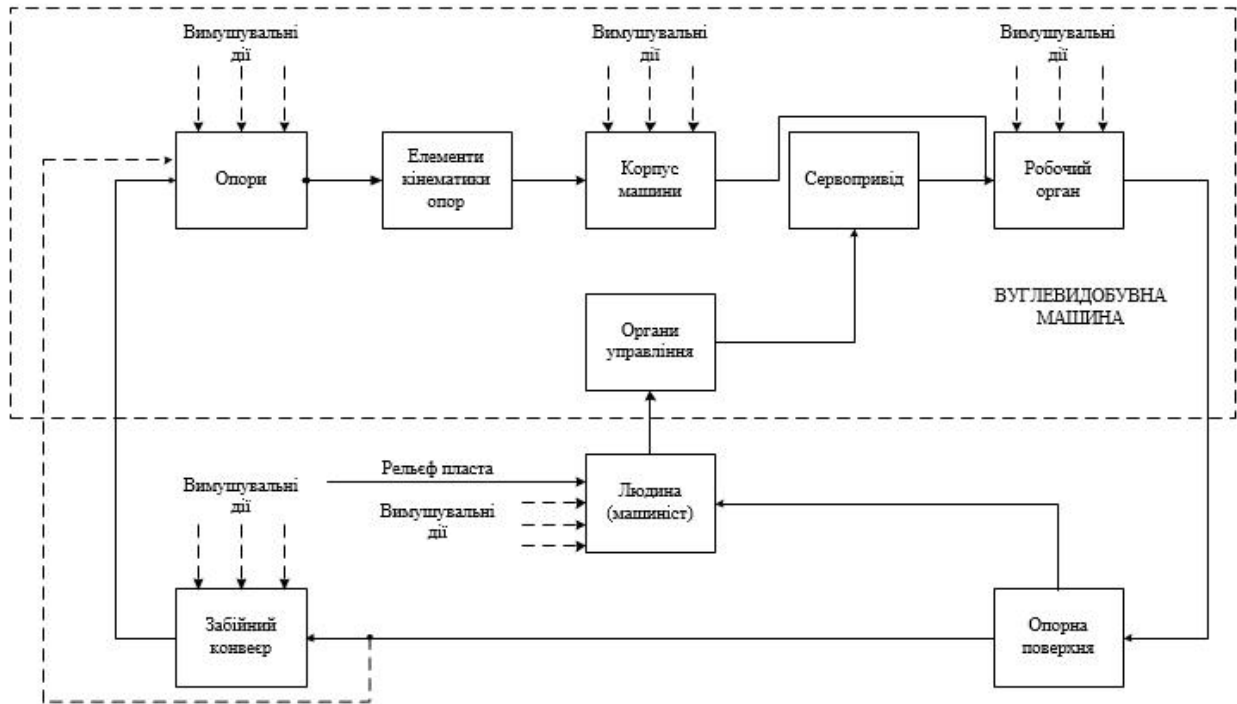


Рис. 1. Схема функціональних зв'язків вугледобувних машин у профілі пласта

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.

У даній статті ми розглянемо класифікацію конкретних видобувних машин, це вугледобувні комбайни, як найбільш цікава група з точки зору побудови автоматизованих систем управління.

Робочий орган вугледобувного комбайнів в процесі його роботи готує поверхню ґрунту пласта, по якій потім переміщуються опори вугледобувного комбайна, положення яких визначає, в свою чергу, положення робочого органу. Зазначений функціональний зв'язок для вугледобувного комбайна, як об'єкта автоматичного управління, є зворотним зв'язком по положенню робочого органу. Вид зв'язку з цим визначає стійкість об'єкта при його русі по пласту. При цьому поверхня покривлі пласта не робить вплив на стан машини. Тому основна увага буде приділена управлінню рухом вугледобувного комбайна щодо ґрунту пласта.

За способами роботи вугледобувні комбайни можна розділити на такі, що працюють в лоб уступу та в лоб забою. За першим способом працюють всі видобувні комбайни, а по-другому - нарізні комбайни і шнеко-бурові установки, які в даний момент не розглядатимуться як об'єкти автоматичного управління в профілі пласта, Це буде розглядатися як окремо взяте приватне завдання.

Спосіб роботи істотно впливає на особливості побудови системи автоматичного управління вугледобувним комбайном як об'єктом управління. При роботі в лоб уступу вибою напрямком руху вугледобувного комбайна не збігається з напрямком виїмки вугілля, що дещо ускладнює управління таким об'єктом (вимагає управління таким об'єктом в двох взаємно перпендикулярних напрямках). При роботі не в лоб забою напрямком руху і напрямком виїмки вугілля збігаються.

За схемою роботи, вугледобувні комбайни, можна поділити на чотири групи: вугледобувні комбайни, які переміщуються по ставу забійного конвеєра; по ґрунті пласта; по забійні конвеєру з опорою на ґрунт пласта; по ґрунт пласта з опорою на забійний конвеєр.

Однією з найбільш представницьких груп є вугледобувні комбайни, що переміщуються по ставу забійного конвеєра. Особливість даної групи така, що їх робочі органи і опори розташовуються на різних «машинних дорогах». При цьому положення робочого органу і освічена поверхню «машинної дороги» в даному видобувних циклі не впливають на стан опор

вугледобувного комбайна. Це вплив позначиться лише тільки через цикл. Причому, форма попередньої «машинної дороги» надає опосередкований вплив (через рештчастий став забійного конвеєра) на стан опор вугледобувного комбайна завдяки апроксимуючій дії рештаків конвеєра. Секції забійного конвеєра, маючи певну довжину, згладжують нерівності «машинної дороги».

Вугледобувні комбайни, переміщуються по ґрунті пласта, використовуються, в основному, на крутопадаючих пластах. Опори таких вугледобувних комбайнів можуть розташовуватися як на попередніх «машинних дорогах», так і на знову підготовлюваній. Якщо опори вугледобувного комбайна розташовані на попередній «машинній дорозі», та зв'язок робочий орган – ґрунт – опори в даному циклі є розімкнутої і замикається через цикл. Ця підгрупа вугледобувних комбайнів близька до першої групи, але форма ґрунту тут безпосередньо впливає на стан опор.

При розташуванні опор вугледобувного комбайна як на підготовлюваній, так і на попередній «машинних дорогах» зв'язок робочий орган – ґрунт – забійні опори в даному циклі є замкнутий, а зв'язок робочий орган – ґрунт – завальні опори є розімкнутий. У цьому випадку положення робочого органу визначається формою підготовлюваній і попередньої «машинних доріг».

При розташуванні ж опор вугледобувного комбайна на яку готували «машинної дорозі» зв'язок робочий орган – ґрунт – опори є замкнутої в даному циклі.

Вугледобувні комбайни даної групи можуть спиратися на ґрунт пласта як спеціально обладнаними опорами, так і своїм корпусів.

Вугледобувні комбайни працюють з рами забійного конвеєра і опорою на ґрунт пласта, відрізняються від видобувних комбайнів першої групи наявністю стабілізуючих гідродомкратів, що спираються на ґрунт пласта. Стабілізуючі гідродомкрати не впливають на замикання зв'язку робочий орган – ґрунт – опори, але сприяють збільшенню стійкості видобувної комбайна.

У видобувних комбайнів, що переміщуються по ґрунті пласта з опорою на забійний конвеєр, забійні опори розташовані на знову підготовлюваній «машинної дорозі», а завальні – на попередній. При цьому зв'язок робочий орган – ґрунт – забійні опори замкнута в даному циклі, а зв'язок робочий орган – ґрунт – завальні опори замикаються лише через цикл і тільки через раштчастий став забійного конвеєра.

Таким чином, за способами і схемою роботи вугледобувні комбайни, як об'єкти управління, можуть бути розділені на три специфічні групи:

- вугледобувні комбайни переміщуються по ставу конвеєра;
- вугледобувні комбайни переміщуються по ґрунті і пласта і з опорою на забійний конвеєр;
- вугледобувні комбайни переміщуються по ґрунті пласта.

Класифікаційна схема вугледобувних комбайнів наведені на рис. 1.2.

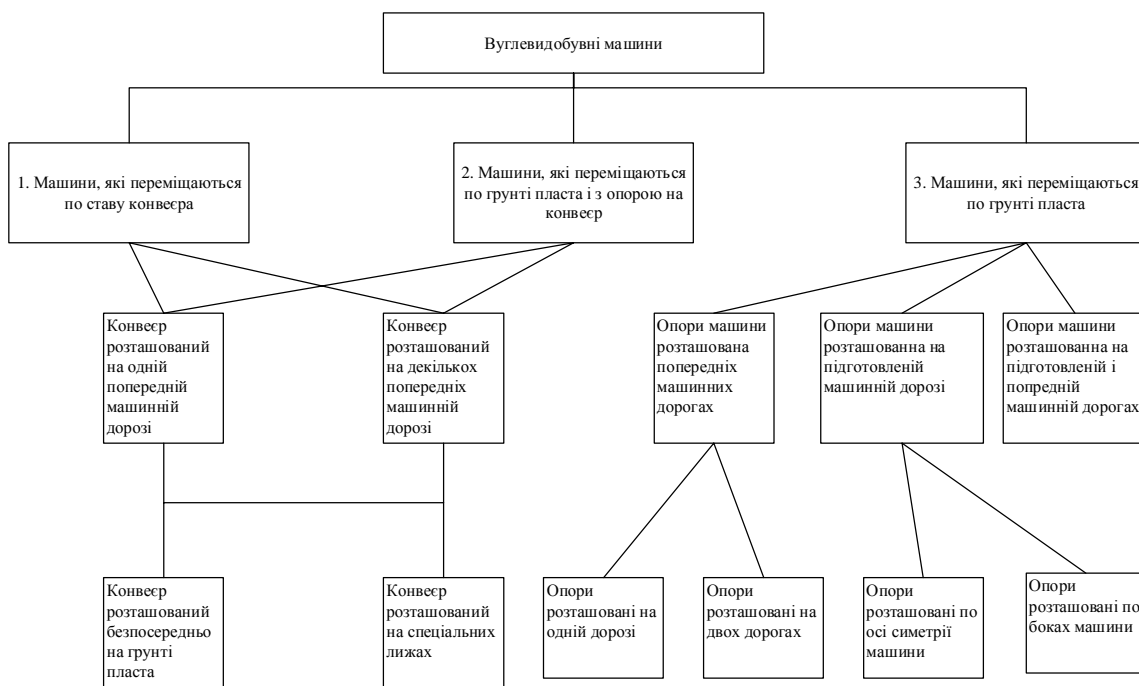


Рис. 1.2. Класифікаційна схема вугледобувних комбайнів

У кожній з цих груп ступінь впливу ґрунту та опор вугледобувних комбайнів на положення робочого органу визначається типом опор, їх кінематичною зв'язкою, як з корпусом видобувної комбайна, і забійним конвеєром, так і опор між собою. На рис. 1.3. наведено класифікаційну схему вугледобувних комбайнів за вказаною вище ознакою.

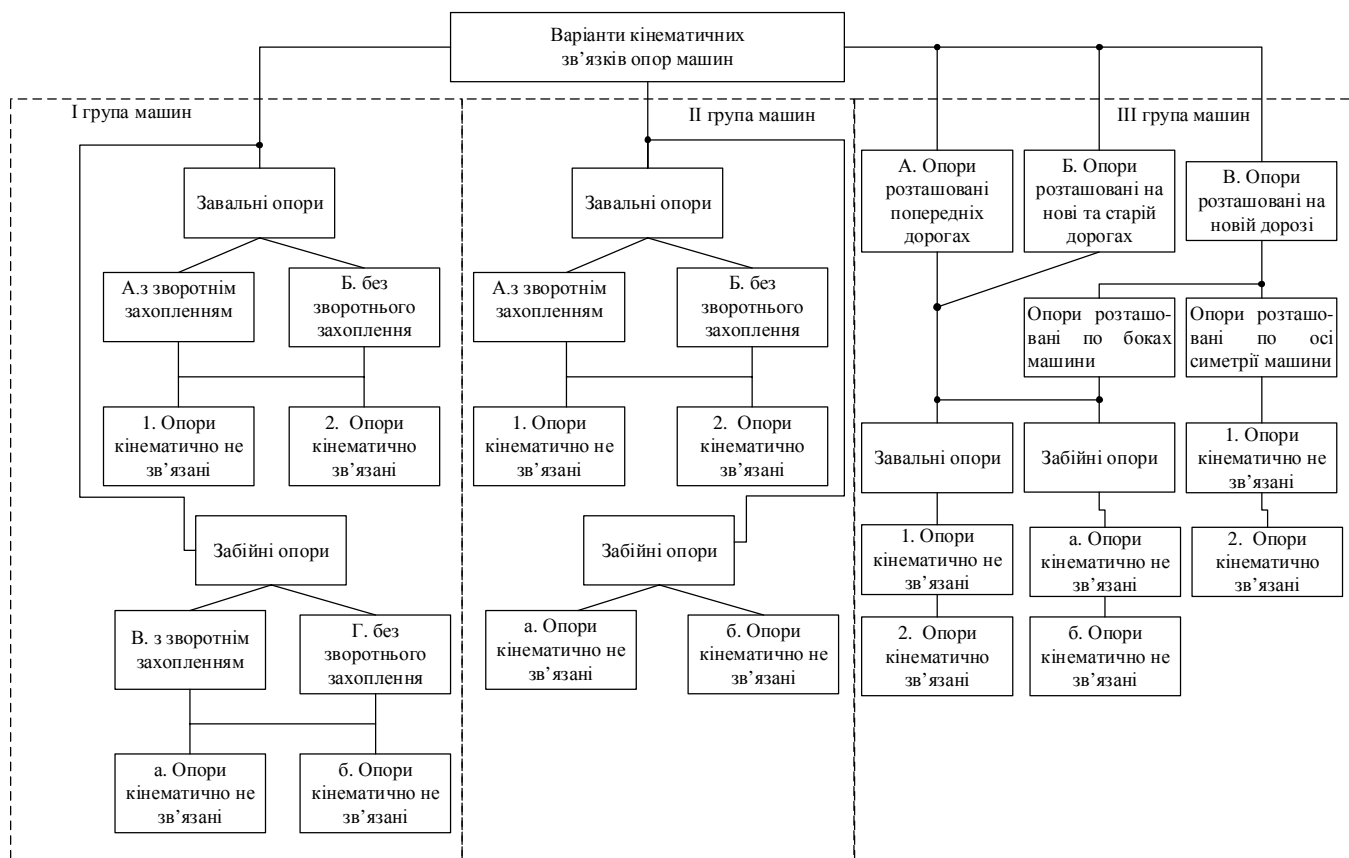


Рис. 1.3. Класифікаційна схема вугледобувних комбайнів по типу кінематичних зв'язків опор

За типом опор можна виділити вугледобувні комбайни з опорними поверхнями значних розмірів у порівнянні з розмірами їх корпусу (комбайни для розробки крутих пластів, комбайна на гусеничному ході) і з опором незначних розмірів (більшість вугледобувних комбайнів).

У першому випадку ступінь впливу нерівностей ґрунту на положення опори невелика і носить невизначений характер через те, що такі опори можуть стикатися з ґрунтом в багатьох точках. У другому ж випадку ступінь впливу нерівностей ґрунту на положення опори значно і більше визначено. Цей ступінь впливу зростає при зменшенні розмірів опори. Надалі, при характеристиці взаємодії опори з ґрунтом, будемо користуватися терміном «ефект опор».

Опори видобувних комбайнів, що переміщуються по ставу забійного конвеєра, можуть бути обладнані спеціальними захопленнями (зворотними захопленнями), що збільшують їх механічну стійкість. Опори, обладнані зворотними захопленнями, переміщуються по ставу забійного конвеєра без відриву від нього, а при відсутності захоплень опори можуть відриватися від нього.

Залежно від наявності або відсутності гідравлічних або механічних зв'язків між опорами видобувних комбайнів можна виділити опори не пов'язані або пов'язані кінематично.

У першому випадку опори або їх гідродомкрати при відсутності керуючих впливів «замкнені» в певному положенні і нерухомі щодо корпусу видобувної комбайна. У другому випадку, завдяки кінематичного зв'язку, корпус видобувної комбайна навіть при відсутності керуючих впливів може переміщатися щодо опор по дію збурюючих факторів.

На рис. 1.3 не згадано кінематичний зв'язок передніх і задніх опор видобувних комбайнів. Як буде слідувати з наступного розгляду, кінематичний зв'язок раціонально мати в напрямку, що збігається з рухом видобувної комбайна, так, як такий зв'язок, що послаблює вплив форми опорної

поверхні на лінійні координати точок робочого органу у вертикальній площині. Зв'язок на передніх або задніх опор здатні послаблювати згадане вплив, в основному, на кутові координати точок робочого органу, а, отже, не робить вирішального впливу на характер руху видобувної комбайна.

Висновки.

На базі проведеного аналізу вугільно-видобувних комбайнів і враховуючі зв'язки з елементами механізованого комплексу, є можливість сформулювати вимоги що до будови систем автоматичного управління даним класом комбайнів. Данні питання будуть розглянуті в іншій публікації.

1. Каганюк А.К. Исследование и разработка двухконтурной системы автоматического управления в профиле пласта угледобывающими комбайнами, работающими со става конвейера/ Каганюк А.К// Автореферат диссертации МГИ 1984г.
2. Рудановский А.А. О неуправляемом движении некоторых угледобывающих и проходческих машин в профильной плоскости пласта/ А.А. Рудановский // Известия Вузов Горный журнал, №10, 1968г. 57 с.
3. Смиттен М.К. Исследование и выбор способов автоматического управления в профиле пласта угледобывающими комбайнами, работающими со става конвейера/ М.К. Смиттен // Автореферат диссертации ИГД им. А.А. Скочинского М., 1970. 22с.
4. Каганюк А.К. Разработка научных основ и методики расчета параметров средств систем автоматического управления в профиле пласта комбайнами ПУ5- ПУ35 и агрегатами фронтального действия/ А.К. Каганюк, З.А. Черняк, В.М. Славинский // ИГД им. А.А. Скочинского М., 1980 40с. Отчет НИР заключительный № ГР 760 49432.
5. Каганюк О.К. Використання алгоритмів для дослідження рухомих об'єктів / О.К. Каганюк, П.С. Шолом // Науковий журнал «Комп'ютерно – інтегровані технології. Освіта, наука, виробництво» Луцьк 2013, випуск №12, с. 107 – 110.
6. Каганюк О.К. Рівняння некерованого руху вуглевидобувних машин / О.К. Каганюк// Науковий журнал «Комп'ютерно – інтегровані технології. Освіта, наука, виробництво» Луцьк 2015. Випуск №18, с. 121 – 126.
7. Каганюк О.К. Аналіз систем автоматичного керування вугільно – добувними комбайнами в складних гірничо – геологічних умовах / О.К. Каганюк // Науковий журнал «Комп'ютерно – інтегровані технології. Освіта, наука, виробництво» Луцьк 2017. Випуск №26, с. 188 – 193.
8. Каганюк О.К. Аналіз методів контролю границі «порода – вугілля». : Монографія / О.К. Каганюк // Луцьк, РРВ Луцького НТУ 2017. – 76с.

УДК 519.688

Самчук О.Г., Пастернак Я.М., д.ф.-м.н.
Луцький національний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У ДОВГИХ ЛІНІЯХ

Самчук О.Г., Пастернак Я.М. Моделирование переходных процессов в длинных линиях. Запропоновано операторну модель довгої лінії на основі її заміни чотириполосником із певною передатною функцією. Вказано на переваги запропонованої моделі порівняно із традиційною на основі використання ланцюгової схеми.

Ключові слова: довга лінія; перехідний процес; операторний метод

Самчук А.Г., Пастернак Я.М. Моделирование переходных процессов в длинных линиях. Предложено операторную модель длинной линии на основе её замены четырехполосником с заданной передатной функцией. Указаны преимущества предложенной модели по сравнению с традиционной на основе использования цепочной схемы.

Ключевые слова: длинная линия; переходный процесс; операторный метод

Samchuk O.H., Pasternak Ia.M. Modelling of transient processes in long lines. The paper proposes operator model of long line based on its replacement with 4-pole element with given transfer function. The advantages of corresponding model are shown comparing to usage of traditional chain curciut scheme.

Keywords: long line; transient process; operator approach

Вступ. Теорія електричних кіл, зокрема довгих ліній, розвивається і сьогодні. Це пов'язано з активним розвитком комп'ютерних мереж, адже глобальна павутина заповнила увесь світ, як у глобальному (оптоволоконні канали зв'язку між державами), так і локальному масштабі (Ethernet мережі підприємств, що використовують в своїй основі коаксіальні кабелі чи виті пари) [1].

Розробка мереж на основі виті пари пов'язана із побудовою розрахункових моделей перехідних процесів, що відбуваються у ній, адже саме вони впливають на пропускну здатність каналу та на утворення шумів [2]. На разі стосовно витих пар розроблено 7 категорій кабелів із пропускну здатністю до 10 Гбіт/с [3]. Також заплановано розробку 8 категорії витих пар із пропускну здатністю до 100 Гбіт/с.

При цьому важливо здійснити аналіз кусково-однорідних ліній, адже у точці з'єднання відбувається відбивання хвиль, що в свою чергу негативно впливає на пропускну здатність каналу зв'язку [4]. Це зумовлює науковий пошук цілісних математичних моделей та методів аналізу довгих ліній, зокрема і з використанням наближених аналітичних методів [5]. Одним з них є спосіб заміни довгої лінії послідовністю із R , L , C елементів (метод скінченних елементів). Проте він має свої недоліки, зокрема, для високих несучих частот сигналу така схема потребує великої кількості ланок.

Тому на даний час досі існує потреба побудови наближених аналітичних методів моделювання довгих ліній, що дали би можливість скоротити кількість використаних елементів за збереження бажаної точності моделювання.

Побудова моделі. Розглянемо схему моделювання системи з розподіленими параметрами на прикладі однорідної довгої лінії. Врахуємо, що моделювати можна тільки зв'язок між певними, наперед заданими точками об'єкту із розподіленими параметрами. Досліджуватимемо співвідношення між вхідним та вихідним сигналами, а саму систему подамо у вигляді паралельного з'єднання двох чотириполосників – чотириполосника із зосередженими параметрами B та чотириполосника D . Чотириполосник B вважатимемо моделлю об'єкта із розподіленими параметрами. Відсутність у моделі чотириполосника D вноситиме деяку похибку – похибку моделювання.

У рівняння, що описують чотириполосник, входять чотири коефіцієнти, що можна знайти розглядом двох режимів – холостого ходу і короткого замикання.

Напруга в кінці лінії має вигляд

$$U_{\text{вих}}(p) = E(p) \frac{2e^{-\gamma l}}{1 + e^{-2\gamma l}} = E(p)W(p),$$

де $W(p)$ – передача по напрузі розімкнутої в кінці лінії протяжністю l ;

$$\gamma = \sqrt{LC} \sqrt{(p + \alpha)^2 - \beta^2}.$$

Дослідимо передатну функцію $W(p)$. Її полюси визначаються із рівняння

$$1 + e^{-2\gamma l} = 0 \quad (1)$$

Позначивши

$$2\gamma l = \kappa + j\vartheta; \quad 2l\sqrt{LC} = a, \quad \sigma + \alpha = b; \quad p = \sigma + j\omega$$

отримаємо

$$a^2(b^2 - \omega^2 - \beta^2) + 2ja^2\omega b = \kappa^2 - \vartheta^2 + 2j\kappa\vartheta.$$

Прирівнюючи дійсну та уявну частини цієї рівності, отримаємо систему двох рівнянь стосовно невідомих κ та ϑ :

$$a^2[b^2 - \omega^2 - \beta^2] = \kappa^2 - \vartheta^2; \quad a^2\omega b = \kappa\vartheta. \quad (2)$$

Розв'язки, що задовольняють рівняння (2) мають такий загальний вигляд:

$$\begin{aligned} \kappa &= a\sqrt{\frac{1}{2}\left[(b^2 - \omega^2 - \beta^2) + \sqrt{(b^2 - \omega^2 - \beta^2)^2 + 4\omega^2 b^2}\right]}; \\ \vartheta &= a\sqrt{\frac{1}{2}\left[-(b^2 - \omega^2 - \beta^2) + \sqrt{(b^2 - \omega^2 - \beta^2)^2 + 4\omega^2 b^2}\right]}. \end{aligned} \quad (3)$$

Рівність (1) виконується за таких умов:

$$\kappa = 0, \quad \vartheta = 2\pi n + \pi. \quad (4)$$

Із (3) та (4) знаходимо полюси функції передачі

$$p_n = -\alpha \pm j\sqrt{\left[\frac{(2n+1)\pi}{a}\right]^2 - \beta^2}; \quad n = 0, \dots, \infty.$$

Введемо значення натурального числа n_1 так, що

$$\omega_{\max} \leq \sqrt{\left[\frac{(2n_1+1)\pi}{a}\right]^2 - \beta^2},$$

де ω_{\max} – максимальна частота сигналу, що враховується при моделюванні.

Передачу $W(p)$, таким чином, можна побудувати, розкладаючи її за полюсами

$$W(p) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{1}{p - p_n}.$$

Визначивши

$$A_n = \lim_{p \rightarrow p_n} \left[\frac{2e^{-\gamma l}}{\frac{\partial}{\partial p}(1 - e^{-2\gamma l})} \right] = \frac{(-1)^n (2n+1)\pi}{2l^2 LC(\pm j\omega_n)}$$

і підставивши у попередню формулу, отримаємо

$$\begin{aligned} W(p) &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2n+1)\pi}{2l^2 LC(j\omega_n)} \left[\frac{1}{p + \alpha - j\omega_n} - \frac{1}{p + \alpha + j\omega_n} \right] = \\ &= \frac{\pi}{l^2 LC} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2n+1)}{(p + \alpha)^2 + \omega_n^2}. \end{aligned}$$

Запишемо передачу $W(p)$ у такому вигляді:

$$W(p) = W_B(p) + W_D(p),$$

де прийmemo

$$W_B(p) = \frac{\pi}{l^2 LC} \sum_{n=0}^{n'} \frac{(-1)^n (2n+1)}{(p+\alpha)^2 + \omega_n^2};$$

$$W_D(p) = \frac{\pi}{l^2 LC} \sum_{n=n'+1}^{\infty} \frac{(-1)^n (2n+1)}{(p+\alpha)^2 + \omega_n^2};$$

де $W_B(p)$ – передача системи B ; $W_D(p)$ – передача системи D .

Оцінювання похибки моделювання. Похибкою моделювання вважатимемо відмінність у певній смузі частот частотної характеристики моделі від частотної характеристики об'єкту.

Частотна характеристика $W(j\omega)$ одержується з $W(p)$ заміною p на $j\omega$:

$$W(j\omega) = \frac{\pi}{l^2 LC} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{(2n+1)(\omega_n^2 + \alpha^2 - \omega^2 + 2j\omega\alpha)}{(\alpha^2 + \omega_n^2 - \omega^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2}.$$

Для спрощення дослідження довгої лінії при обмеженій частоті вхідного сигналу можна використовувати тільки систему B із частотною характеристикою

$$W_B(j\omega) = \frac{\pi}{l^2 LC} \sum_{n=0}^{n'} (-1)^n \frac{(2n+1)(\omega_n^2 + \alpha^2 - \omega^2 + 2j\omega\alpha)}{(\alpha^2 + \omega_n^2 - \omega^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2}.$$

Залишається визначити, яку похибку в обчислення вносиме таке спрощення задачі.

Амплітудна характеристика систем D може бути представлена у вигляді

$$|W_D(j\omega)| = \sqrt{P_D^2(\omega) + Q_D^2(\omega)},$$

де

$$P_D(\omega) = \frac{\pi}{l^2 LC} \sum_{n=n'+1}^{\infty} (-1)^n \frac{(2n+1)(\omega_n^2 + \alpha^2 - \omega^2)}{(\alpha^2 + \omega_n^2 - \omega^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2};$$

$$Q_D(\omega) = \frac{2\pi}{l^2 LC} \sum_{n=n'+1}^{\infty} (-1)^n \frac{(2n+1)\omega\alpha}{(\alpha^2 + \omega_n^2 - \omega^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2}.$$

Оцінювання рядів здійснюватимемо при $n' \geq n_1$.

Підставляючи значення ω_n бачимо, що знакопочерезні ряди $P_D(\omega)$ та $Q_D(\omega)$ збіжні, а їхні величини не перевищують за модулем абсолютної величини першого члена [6]:

$$|P_D(\omega)| < \frac{\pi}{l^2 LC} \frac{(2n'+3)(\omega_{n'}^2 + \alpha^2 - \omega^2)}{(\alpha^2 + \omega_{n'}^2 - \omega^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2};$$

$$|Q_D(\omega)| < \frac{2\pi}{l^2 LC} \frac{(2n'+3)\omega\alpha}{(\alpha^2 + \omega_{n'}^2 - \omega^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2};$$

$$|W_D(\omega)| < \frac{\pi(2n'+3)}{l^2 LC} \left[(\alpha^2 + \omega_{n'}^2 - \omega^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2 \right]^{-\frac{1}{2}}; \quad (5)$$

Фазовий зсув можна просто оцінити з геометричних міркувань (див. рис. 1):

$$\operatorname{tg} \Delta\varphi \leq \frac{|W_D(j\omega)|}{|W_B(j\omega)|} \approx \frac{|W_D(j\omega)|}{|W(j\omega)|}. \quad (6)$$

де $\Delta\varphi$ – амплітудна похибка фази частотної характеристики $W(j\omega)$ при її заміні на модельну $W_B(j\omega)$.

Таким методом, як і вище, можна знайти частотну характеристику системи B та оцінити, яку похибку вносиме заміна нею частотної характеристики об'єкту.

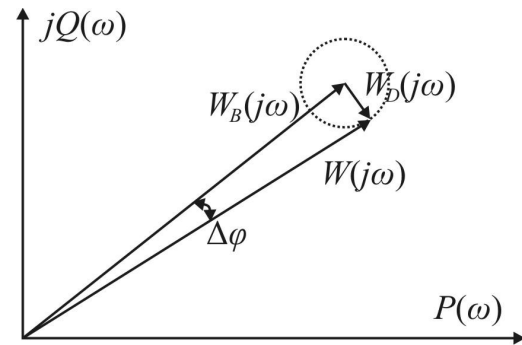


Рисунок 1 – Оцінка фазового зсуву моделі

Переваги моделі. Розглянемо, для прикладу, моделювання лінії з параметрами [7]:

$$L = 0,277 \text{ мкГн/м}; R = 2,74 \cdot 10^3 \text{ Ом/м}; C = 100 \text{ пФ/м}; G = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ мо/м}; \\ l = 250 \text{ м.}$$

Заданою відносною похибкою моделювання M для діапазону частот $0 \leq \omega \leq \omega_{\max}$, а саме приймемо

$$M = 0,01; \omega_{\max} = 10^7 \text{ 1/м.}$$

Порівнюватимемо запропоновану модель із підходом заміни довгої лінії ланцюговою схемою за порядком r характеристичного рівняння їх функцій передачі при однакових похибках моделювання. Навантаження, для простоти знаходження r , вважатимемо активним.

Розглянемо спочатку модель лінії у вигляді ланцюгової схеми. Кількість чотириполюсників N знаходитимемо відповідно до формули:

$$N \geq \frac{\omega_c l}{V} \sqrt{\frac{2\Delta\omega - M\omega_c}{6M\omega_c}} = 39,$$

де $\omega_c = \Delta\omega = 5 \cdot 10^6 \text{ 1/с.}$

Таким чином, передачу ланцюгової схеми можна розкласти за полюсами, кількість яких дорівнюватиме

$$r = 2N.$$

Отже, у нашому випадку

$$r \geq 78.$$

Моделювання лінії чотириполюсником B довільної структури, відповідно до сказаного вище, вимагає визначення числа n' , тобто кількості полюсів передатної функції даного чотириполюсника. Найпростіше визначити його в якому-небудь граничному випадку. Наприклад, для розімкнutoї в кінці лінії:

$$M \geq \frac{|W_D|}{|W|} > \frac{(2n_1 + 3)n_1^2}{(2n' + 3)(n' + 1 - n_1)(n' + n_1 + 2)}. \quad (7)$$

Формула (7) отримана шляхом спрощення формули (5). Підставляючи числові значення параметрів лінії, знаходимо для вказаного діапазону частот і відносної похибки моделювання величину $n' = 15$.

Отже, порядок характеристичного рівняння функції передачі чотириполюсника B повинен бути не меншим

$$r \geq 2n' = 30.$$

Даний приклад засвідчує те, що дослідження довгої лінії вигідніше проводити, моделюючи її запропонованим чотириполюсником B , ніж ланцюговою схемою.

Висновки. Запропоновано новий спосіб моделювання довгих ліній, що базується на обмеженні кількості полюсів функції передачі системи. Обчислено похибку таго моделювання при заданому частотному спектрі сигналу. Шляхом порівняння з відомою моделлю довгої лінії у вигляді системи із заданою структурою висвітлено переваги запропонованої моделі. Вказано на можливість застосування розробленої моделі при проектуванні нових категорій витих пар із високою пропускнуою здатністю, а також при розрахунку відповідальних комп'ютерних мереж.

1. Chen W.Y. Home Networking Basics. – New York: Prentice Hall, 2004.
2. McBee D.B., David Groth J. Cabling : the complete guide to network wiring (3rd ed.). – San Francisco: SYBEX, 2004.
3. "Standards - ISO/IEC JTC 1/SC 25 - Interconnection of information technology equipment". ISO.org. Retrieved 2016-10-02.
4. Standler R.B. Protection of Electronic Circuits from Overvoltages. – New York: Courier Dover Publications, 2002.
5. Reeve W.D. Subscriber Loop Signaling and Transmission Handbook. – Chicago: IEEE Press, 1994.
6. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. – Т. 1. – М.: Гостехиздат, 1957.
7. Заездный А.Г. Гармонический синтез в радиотехнике и электросвязи. – М.: Гостехиздат, 1957.

УДК 378.147:004.4

Ліщина Н.М., Ліщина В.О., Повстяна Ю.С.

Луцький національний технічний університет

ПІДХОДИ ДО ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З РОЗРОБКИ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Ліщина Н.М., Ліщина В.О., Повстяна Ю.С. Підходи до підготовки фахівців з розробки та тестування програмного забезпечення у вищих навчальних закладах. У статті розглянуто основні підходи до підготовки бакалаврів програмної інженерії. Проаналізовано рекомендації для розробки навчальних планів підготовки бакалаврів з розробки та тестування програмного забезпечення. Дається визначення базових понять, об'єктів, процесів і змісту дисциплін. Описано основу інженерії – базові елементи процесу виготовлення програмного продукту.

Ключові слова: професійна підготовка, програмна інженерія, навчальний план, інженер програміст, освітні знання з програмної інженерії.

Ліщина Н.М., Ліщина В.О., Повстяна Ю.С. Подходы к подготовке специалистов по разработке и тестированию программного обеспечения в высших учебных заведениях. В статье рассмотрены основные подходы к подготовке бакалавров программной инженерии. Проанализированы рекомендации по разработке учебных планов подготовки бакалавров по разработке и тестированию программного обеспечения. Дается определение базовых понятий, объектов, процессов и содержания дисциплин. Описаны основы инженерии – базовые элементы процесса изготовления программного продукта.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, программная инженерия, учебный план, инженер программист, образовательные знания по программной инженерии.

Nataliia Lishchyna, Valeriy Lishchyna, Yuliya Povstyana. Approaches to training specialists in the development and testing of software in higher education. The article reviews the main approaches to the education of bachelors of Software Engineering. Recommendations for the development of curricula for bachelors to develop and test software are analyzed. The base entity, objects, process and concepts of discipline are defined. Foundation engineering –bazovi elements of the manufacturing process software are described.

Keywords: professional training, software engineering, curriculum, software engineer, software engineering education knowledge (SEEK).

Поставка проблеми. В результаті багаторічної праці всесвітнього програмуючого загалу накопичилась велика кількість знань та досвід побудови різноманітних комп'ютерних програм. Вони знайшли відображення у конкретних програмних продуктах широкого застосування та у сукупності теоретичних і прикладних методів і засобів, принципів і правил, а також цілісних процесів виробництва комп'ютерних систем за участю колективів програмістів і інженерів. В рамках багатогранної діяльності теоретиків та практиків у галузі програмування сформувалися формальні методи верифікації і тестування програм, математичні моделі надійності, методи оцінювання показників якості програмних продуктів тощо.

Аналіз останніх публікацій та досліджень. Дослідженнями в галузі ПЗ в період кінця ХХ ст. – початку ХХІ ст. займаються як окремі вчені (З. Дудар, Е. Лавріщева, В. Ліпав, С. Орлік, М. Вроу, Т. Lethbridge, В. Meyer, І. Sommerville, Н. van Vliet), так і авторські колективи: Харківський національний університет радіоелектроніки, Association for Computing Machinery, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Результатом цих наукових досліджень є низка підручників та наукових статей, які відображають різні теоретичні, методичні та професійні аспекти.

Формування мети дослідження. В статті розглянемо основні підходи до підготовки бакалаврів з програмної інженерії. Проаналізуємо рекомендації для розробки навчальних планів підготовки бакалаврів з розробки та тестування програмного забезпечення. Розглянемо основу інженерії – базові елементи процесу виготовлення програмного продукту.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні знання й досвід, накопичені в індустрії ПЗ за попередні десятиріччя, оформилися в окрему дисципліну ПЗ. Завдяки розпочатій ще в 1993 р. спільній роботі Асоціації з обчислювальної техніки (Association of Computer Machinery, ACM) та Інституту інженерів з електротехніки й електроніки (Institute for Electrical and Electronic Engineers, IEEE) в 2004 р. були розроблені дві фундаментальні програми з програмної інженерії (Software Engineering):

1. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOOK), IEEE 2004 Version – Керівництво із отримання знань з програмної інженерії.

2. Software Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering (SE2004) – Рекомендації з викладання програмної інженерії в університетах.

Керівництво SWEBOOK містить лише базові визначення й описи змістових ліній (ЗЛ), однак не охоплює всіх питань створення ПЗ. Опис ЗЛ в SWEBOOK побудовано за ієрархічним

принципом. При цьому деталізація ЗЛ виконана тільки на тому рівні розуміння природи відповідних тем, який дає можливість самостійного знаходження джерел компетенції, довідкових даних матеріалів. SWEBOOK описує 10 ЗЛ:

Software requirements – програмні вимоги.

Software design – дизайн (архітектура).

Software construction – конструювання програмного забезпечення.

Software testing – тестування.

Software maintenance – експлуатація (підтримка) ПЗ.

Software configuration management – конфігураційне керування.

Software engineering management – управління в програмній інженерії.

Software engineering process – процеси програмної інженерії.

Software engineering tools and methods – інструменти й методи.

Software quality – якість програмного забезпечення.

Метою SWEBOOK являється саме визначення й систематизація тих аспектів діяльності, які є підґрунтям професійної підготовки інженера-програміста.

У рекомендаціях SE2004 зазначено, що ПІ є одночасно обчислювальною й інженерною дисципліною. У SE2004 наводяться зразки навчальних планів із спеціальності ПІ; подано принципи викладання курсу ПІ, перелік знань, умінь та навичок (Software Engineering Education Knowledge, SEEK), якими має оволодіти студент при вивченні цього курсу:

– уміти індивідуально й у групі працювати над створенням програм; володіти знаннями й навичками, достатніми для практичної роботи;

– знаходити оптимальні проектні рішення в умовах обмежень (техніко- технологічних, часових, фінансових, людських тощо);

– проектувати в декількох предметних галузях; освоювати нові моделі, методи й технології;

– розуміти й застосовувати теорії, моделі та методи ПІ; мати навички міжособистісного спілкування, колективної роботи й лідерства [1].

Навчальний матеріал SEEK поділений на десять ЗЛ, кожна з яких має кілька модулів, розбитих за темами:

Основи ІТ (інформатика; технології та інструментальні засоби створення програм).

Основи математики та інженерії (дискретна математика, граматики, числові помилки, статистика, виміри; емпіричні методи та методики експериментів; пошук рішення, взаємоприйнятне для учасників проекту, розміщення пріоритетів, аналіз компромісів).

Професійна практика (групові динаміка, психологічні принципи; навички спілкування; етика, професійне поведіння, юридичні питання, професійні суспільства, стандарти).

Моделювання та аналіз ПЗ (принципи та мови моделювання, синтаксис семантика; поведінкове, структурне та доменне моделювання; аналіз правильності, коректності і якості; інженерія вимог).

Проектування програмного забезпечення (принципи, компроміси, завдання, шаблони, архітектура, стратегії, проектування людино-машинного інтерфейсу, детальне проектування, інструментарій, оцінка).

Верифікація та атестація ПЗ (мети, параметри й показники, огляди, контрольний аналіз; тестування; аналіз людино-машинного інтерфейсу, аналіз проблем і підготовка відповідних звітів).

Еволюція програмного забезпечення (процеси, моделі, закони еволюції, планування еволюції, розуміння програм і зворотна інженерія, аналіз впливів, перенос, рефакторинг).

Процеси розробки програмного забезпечення (моделі циклу життя, стандарти, окремі процеси; інфраструктура процесів, моделювання процесів, аналіз якості процесів і контроль).

Якість програмного забезпечення (зацікавленість суспільства в якості, атрибути якості, витрати й наслідки поганої якості; процеси й стандарти якості; керування якістю процесів і продуктів).

Управління програмними проектами (моделі управління, планування, організація, контроль; управління випуском і конфігурацією).

Програмна інженерія як інженерна дисципліна (або інженерія) – це сукупність прийомів виконання діяльності, пов'язаної з виготовленням програмного продукту для різних видів цільових об'єктів із застосуванням методів, засобів і інструментів наукової складової програмної інженерії. Основу інженерії складають наступні базові елементи процесу виготовлення програмного продукту:

– ядро знань SWEBOOK, як набір теоретичних концепцій і формальних визначень стосовно методів і засобів розроблення та керування програмними проектами, які можуть застосовуватися у інженерії програмування;

– базовий процес ПІ, як стрижень процесній діяльності в організації-розробнику ППІ;

– стандарти, як набір регламентованих правил конструювання проміжних артефактів у процесах ЖЦ;

– інфраструктура – умови середовища та методичне забезпечення базового процесу ПІ і підтримка дій його виконавців, що займаються виробленням програмного продукту;

– менеджмент проекту (РМВОК) – ядро знань з керування промисловими проектами, як набір стандартних процесів, а також принципів і методів планування і контролювання роботами в проекті.

З інженерної точки зору в програмній інженерії вирішуються задачі виготовлення ППІ, подані як технологічні процеси формування вимог, проектування і супроводу продукту, а також перевірки операцій базового процесу на правильність виконання різних функціональних задач проекту та вкладання робіт за проектом у заданий замовником строк.

Програмну інженерію можна розглядати з двох пов'язаних точок зору:

– як інженерну діяльність, у якій інженери різних категорій виконують роботи в рамках проекту, використовуючи відповідні теоретичні методи і засоби ПІ, що рекомендовані у ядрі знань SWEBOOK, а також стандарти процесів проектування цільових об'єктів за обраними методами;

– як систему керування проектом, якістю і ризиками з залученням правил і положень стандартів ЖЦ, якості та менеджменту проекту.

Інженерна діяльність обов'язково планується та ґрунтується на розподілі робіт у проекті між різними категоріями виконавців. Менеджер проекту – це головна діюча особа проекту, відповідальна за проектування і контроль виконання робіт спеціальними службами інфраструктури проекту в організації, зокрема служби верифікації, тестування, якості тощо. Продукт колективного виготовлення передається замовнику для супроводу. В ньому можуть бути знайдені різні помилки і недоліки, які усувають розробники.

Ця діяльність у програмній інженерії практично вже відпрацьована і за своєю сутністю близька до інженерної діяльності у промисловості, де інженерія – це спосіб застосування наукових результатів у виготовленні технічних виробів на основі технологічних правил і процедур, методик виміру, оцінки і верифікації в цілях задоволення і отримання користі від виготовленого продукту або товару [1].

Ядро знань SWEBOOK – стислий опис концептуальних основ програмної інженерії. Структурно поділяється на 10 розділів (knowledge areas), які умовно можна розкласти за двома категоріями: проектування продукту і інженерна діяльність. Перша категорія – це методи і засоби розробки (формування вимог, проектування, конструювання, тестування, супровід), друга категорія – методи керування проектом, конфігурацією і якістю та базовим процесом організації-розробника.

Методи ядра знань програмної інженерії менеджер проекту зіставляє з відповідними стандартними процесами ЖЦ, виконання яких забезпечує послідовне розроблення програмного продукту. Наповнення базового процесу програмної інженерії методами з ядра знань SWEBOOK, а також задачами і діями стандартного ЖЦ, обумовлює його пристосування до потреб конкретної організації-розробника щодо певної регламентованої послідовності розробки і супроводу програмного продукту. Все це створює технологічний базис інженерії виготовлення конкретного продукту (або низки однотипних продуктів) в організації. На початкових стадіях розробки виконуються процеси визначення вимог до продукту, проектні рішення і каркас (абстрактна архітектура) майбутнього продукту. На основі вимог і каркасу розробляються або вибираються готові прості об'єкти для „наповнення” каркасу змістом для подальшого його доведення до стану готового продукту.

Базовий процес (БП) – це метарівень для забезпечення «процесного продукування» продукту. Він містить основні поняття стосовно оснастки, організаційної структури колективу розроблювачів та методології оцінки, виміру, керування змінами і удосконалювання самого процесу. В цілому базовий процес містить множину логічно пов'язаних з ним видів інженерної діяльності організації-розробника та набір засобів і інструментів щодо виготовлення програмного продукту [2].

Інфраструктура – це набір технічних, технологічних, програмних (методичних) та людських ресурсів організації-розробника, необхідних для виконання підпроцесів базового процесу

програмної інженерії, орієнтованого на виконання договору з замовником програмного проекту. До технічних ресурсів відносяться: комп'ютери, пристрої (принтери, сканери тощо), сервери і т.п. До програмних – загальносистемне ПЗ середовища розробки, напрацювання колективу, оформлені у вигляді повторно використовуваних компонентів та інформаційне забезпечення. Технологічні та методичні ресурси складають – методики, процедури, правила, рекомендації стандартів щодо процесу і керування персоналом, включаючи комплект документів, що встановлює регламент виконання і регулювання процесів ЖЦ, пристосованих для вирішення конкретних задач проекту. Людські ресурси – це групи розробників та служб керування проектом, планами, якістю, ризиком, конфігурацією та перевірки правильності виконання проекту розробниками.

Засоби, проміжні результати розроблення за процесами ЖЦ, а також методики керування різними ресурсами, виконання БП і застосування методів програмування, зберігаються у базі знань проекту.

Після виконання проекту і отримання досвіду побудови конкретного продукту, базовий процес і його окремі елементи, можуть удосконалюватися (через доопрацювання або зміни прийомів, залучення доробка, змінювання, додавання нових засобів) відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO/IEC 15504-7 (Оцінювання процесів ЖЦ ПЗ. Наставови з удосконалення процесу) з метою підвищення рівня можливостей і оцінки потужності процесу.

Готовність всіх видів забезпечення організації-розробника продуктів, досконалість виконуваних процесів набула якість створеного в ній продукту надають підстави для оцінки зрілості організації або сертифікації процесів виробництва ПЗ. Для оцінювання зрілості може застосовуватися модель зрілості CMM (Capability Maturity Models), запропонована Інститутом програмної інженерії SEI США, або інша модель, наприклад, Bootstrap, Trillium тощо. Модель CMM встановлює рівні зрілості організації стосовно створення програмних продуктів. Рівень зрілості визначається наявністю в організації базового процесу, всіх необхідних видів ресурсів (у тому числі і фінансових), відповідних стандартів і методик, а також професіональних здібностей (зрілості) членів колективу організації, здатних виготовляти програмні продукти в заданий строк і встановленої вартості. Модель CMM пропонує п'ять рівнів зрілості, від першого – найнижчого, до п'ятого – найвищого. П'ятий рівень зрілості процесів організації свідчить про здатність команди розробників створювати якісний програмний продукт [4].

Стандарти ПП – встановлюють технологічно відпрацьований набір процесів зі строго визначеним і регламентованим порядком проведення різних видів робіт у програмної інженерії, зв'язаних з розробленням програмного продукту і оцінюванням його якості, ризику тощо. Стандарти у галузі програмної інженерії регламентують різні напрямки діяльності щодо програмування програмних продуктів. Вони стандартизують термінологію і поняття, життєвий цикл, якість, вимірювання, оцінювання продуктів і процесів. Найбільш важливими серед них є стандарт ISO/IEC 12207 „Процеси життєвого циклу програмного забезпечення” (та його дещо застарілий вітчизняний еквівалент ДСТУ 3918-99), серія стандартів ДСТУ ISO/IEC 14598 “Оцінювання програмного продукту”, стандарт ДСТУ ISO 15939 “Процес вимірювання”, серія стандартів ДСТУ ISO/IEC 15504 “Оцінювання процесів ЖЦ ПЗ”, базові стандарти з якості - ДСТУ ISO 9001 «Системи управління якістю. Вимоги», ДСТУ 2844–94, ДСТУ 2850–94, що регламентують різні аспекти забезпечення якості ПП. Серед стандартів, що безпосередньо пов'язані з якістю ПЗ, слід також назвати проект нової серії стандартів ДСТУ ISO/IEC TR 9126 “Програмна інженерія. Якість продукту”.

У цих стандартах узагальнені знання спеціалістів з технології проектування і інженерних методів керування розробкою, починаючи від встановлення вимог, і закінчуючи оцінюванням якості продукту і можливою його подальшою сертифікацією. Процеси ЖЦ в стандарті ISO/IEC 12207 подають загальні положення, задачі й регламентовані дії по проектуванню, а також рекомендації щодо застосування цих процесів для розроблення і контролю проміжних результатів. У стандарті містяться також організаційні процеси – планування, керування і супроводу. Процес планування призначений для складання планів, графіків робіт щодо виконання проекту і розподілу робіт між різними категоріями фахівців, а також для контролю планів і виконаних робіт. Процес керування проектом визначає задачі та дії з керування роботами у проекті, виконуваними фахівцями, які володіють теорією керування, а також стеження за плановими строками, що надані замовником проекту. Процес супроводу – включає дії щодо покращення готового продукту, виявлення й усунення знайдених в ньому недоліків і внесення нових або видалення деяких функцій у продукт.

Ядро знань SWEBOOK і стандарти ЖЦ мають зв'язок. Процесам ЖЦ зіставляються необхідні методи ядра і тим самим визначається базовий процес проекту, що доповнюється методиками і обмеженнями щодо вироблення продукту. Діючі фундаментальні моделі ЖЦ (водоспадна, спіральна тощо), які широко використовуються на практиці, пропонують вкладений в них стиль проектування і реалізації деяких видів продуктів.

Менеджмент проекту – це керування розробленням проекту з використанням теорії керування та процесів ядра знань PMBOK (Project Management body of knowledge). В настанові з використання PMBOK подано положення і правила керування часовим виробничим циклом побудови унікального продукту в рамках проекту. PMBOK є стандартом, що розроблений американським Інститутом управління проектами (www.pmi.org), з початку без урахування рівня комп'ютеризації промисловості (1987р.), а потім і з його врахуванням (2000 р.). Слід зазначити, що на теперішній час настанови до PMBOK та SWEBOOK введені в статус стандартів, а саме: ISO/IEC TR 19759 ("Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOOK)) та IEEE Std.1490 "IEEE Guide adoption of PMI Standard. A Guide to the Project Management Body of Knowledge) [3].

Ядро знань PMBOK містить опис лексики, структури процесів і областей знань, відображаючи сучасну практику керування проектами в різних областях промисловості. В ньому визначені процеси ЖЦ проекту і головні області знань, згруповані за задачами: ініціація, планування, використання, моніторинг і керування, завершення. Крім того, область знань – інтеграція визначає прийняття рішень про використання ресурсів в кожному момент виконання проекту і керування загальними задачами проекту.

Область знань керування вмістом проекту включає процеси, які необхідні для виконання робіт за проектом, а також для його планування з розбивкою робіт на більш прості для спрощення процесу керування. Область керування якістю містить процеси і операції досягнення цілей проекту щодо якості, правила і процедури для поліпшення процесу досягнення цілей і забезпечення якості відповідно заданим вимогам. Область керування людськими ресурсами організації і розподілу робіт між виконавцями відповідно до їхньої кваліфікації містить процедури регламентування виконання робіт з розроблення програмного продукту [4].

Висновки. Стандарт PMBOK і стандарт ISO/IEC 12207, мають багато спільного, особливо стосовно організаційних процесів з керування проектом і інженерією доменів. На даний час розроблені механізми формалізованого опису об'єктів і компонентів, їхніх інтерфейсів, а також методи їхнього розміщення у репозитаріях компонентів і інтерфейсів проектів. Ядро знань SWEBOOK і PMBOK пов'язані подібними моделями ЖЦ, методами й інструментами керування процесами виконання проекту. Грані SWEBOOK, СТАНДАРТИ, PMBOK відображають виробничий фундамент, котрий застосовується при проектуванні програмних систем з використанням наукових і інженерних досягнень у програмній інженерії. Вони забезпечують технологічність та досягнення якості розроблення програмних продуктів різного призначення.

Наука й інженерія, SWEBOOK, СТАНДАРТИ, PMBOK як головні елементи програмної інженерії, зв'язані між собою процесами ЖЦ, теорією, методами проектування і керування розробкою проекту. Вони застосовуються при виробництві, як основні положення технології проектування програмних продуктів у певному середовищі розроблення.

1. Брой М. Теория и практика программной инженерии [Электронный ресурс] / Манфред Брой // Открытые системы. – 2011. – № 9. – Режим доступа : <http://www.osp.ru/os/2011/09/13011564/>
2. Лаврищева Е.М. Методы и средства инженерии программного обеспечения : учеб. пособ. / Е. М. Лаврищева, В. А. Петрухин. – М. : МФТИ, 2006. – 304 с.
3. Липаев В.В. Программная инженерия. Методологические основы: учеб. пособ. / В. В. Липаев. – М. : ТЕИС, 2006. – 608 с.
4. Лаврищева К.М. Програмна інженерія / К.М. Лаврищева. – К., 2008. – 319 с.

УДК 004.94

¹Ройко О.Ю., к.т.н., ²Багнюк Н.В., к.т.н., доцент, ¹Грицан П.А., ¹Шепелюк Г.С.

¹Волинський коледж Національного університету харчових технологій

²Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРУКТУР ДАНИХ ТА АЛГОРИТМІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ПОВЕРХОНЬ З ВРАХУВАННЯМ ЇХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Ройко О.Ю., Багнюк Н.В., Грицан П.А., Шепелюк Г.С. Особливості програмної реалізації структур даних та алгоритмів для моделювання складних поверхонь з врахуванням їх диференціальних характеристик. У роботі розглянуто програмну реалізацію алгоритмів загушення та спрощення дискретних моделей поверхонь з врахуванням значень гаусової або середньої кривини. Моделі поверхонь представлені у вигляді сітки з трикутними комірками, елементи якої індексуються квадродревом або BSP-деревом.

Ключові слова: дискретне моделювання поверхонь, алгоритм, квадродриво, BSP-дриво.

Ройко А.Ю., Багнюк Н.В., Грицан П.А., Шепелюк Г.С. Особенности программной реализации структур данных и алгоритмов для моделирования сложных поверхностей с учетом их дифференциальных характеристик. В работе рассмотрено программную реализацию алгоритмов сгущения и упрощения дискретных моделей поверхностей с учетом значений гауссовой или средней кривизны. Модели поверхностей представлены в виде сетки с треугольными ячейками, элементы которой индексируются квадродревом или BSP-деревом.

Ключевые слова: дискретное моделирование поверхностей, алгоритм, квадродриво, BSP-дриво.

Roiko O.Y., Bahniuk N.V., Hrytsan P.A., Shepelyuk G.S. Software implementation of data structures and algorithms for modeling complex surfaces, taking into account their differential characteristics. In this paper considered the software implementation of algorithms for condensation and simplification of discrete surface models with allowance for Gaussian or mean curvature. Surface models are represented as a mesh with triangular cells, whose elements are indexed by a quadtree or BSP tree.

Keywords: discrete surface modeling, algorithm, quadtree, BSP-tree.

Постановка проблеми. Зростання складності інженерних завдань, яке викликане стрімким розвитком технічних рішень та нарощуванням темпів промислового виробництва, ставить перед дослідниками ряд невіршених проблем. До таких можна віднести раціональне використання обчислювальних ресурсів при вирішенні задач та створення адекватних моделей процесів, систем та окремих об'єктів. Незважаючи на стрімкий розвиток обчислювальних систем, потреба в розробці ефективних алгоритмів моделювання стала ще гострішою, оскільки зросли вимоги до точності та достовірності самих моделей. Якщо говорити конкретніше про геометричні моделі поверхонь та тривимірних тіл, то така модель повинна і візуально, і геометрично відтворювати параметри реального об'єкта з максимальною достовірністю, залишаючись при цьому достатньо швидкодіючою. Це важливо в таких областях як тривимірний друк, мобільне програмне забезпечення, доповнена реальність, та інших, де потрібно взаємодіяти в реальному часі з геометричним об'єктом.

Очевидно, що складність моделі напряму залежить від кількості елементів, з яких вона утворена, іншими словами від кількості трикутників, які апроксимують геометрію об'єкта. Тому важливо, щоб ефективний алгоритм геометричного моделювання враховував всі важливі особливості модельованої поверхні, і при цьому генерував мінімальну кількість трикутних елементів.

Одним із геометричних параметрів поверхні, відповідно до якого можна розраховувати кількість трикутних елементів (загущувати або спрощувати сітку) є кривина. Як відомо, в диференціальній геометрії виділяють гаусову та середню кривину [1], та відповідно розглядають їх диференціальні аналоги [2]. Тому розробка алгоритмів дискретного моделювання поверхонь із врахуванням їх кривини та відповідна програмна реалізація є актуальною інженерною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [3–5] запропоновано алгоритми загушення та спрощення дискретних моделей поверхонь залежно від значень дискретних аналогів кривини. Розрахунок дискретних аналогів гаусової та середньої кривини проводиться за методиками, описаними в [2]. В даних роботах множина трикутних комірок, які утворюють модель, описується за допомогою ієрархічних структур даних — квадродрев та BSP-древ [6]. Таке представлення сприяє подальшій програмній реалізації запропонованих алгоритмів. В цілому, вищезазначені алгоритми можуть бути адаптовані для перетворення тривимірних моделей з метою їх спрощення без втрати точності.

Виклад основного матеріалу. З метою практичної реалізації алгоритмів загушення та спрощення дискретних моделей поверхонь, які були описані в [3, 4], було розроблено прикладне програмне забезпечення. Структура програми наведена на рис.1.

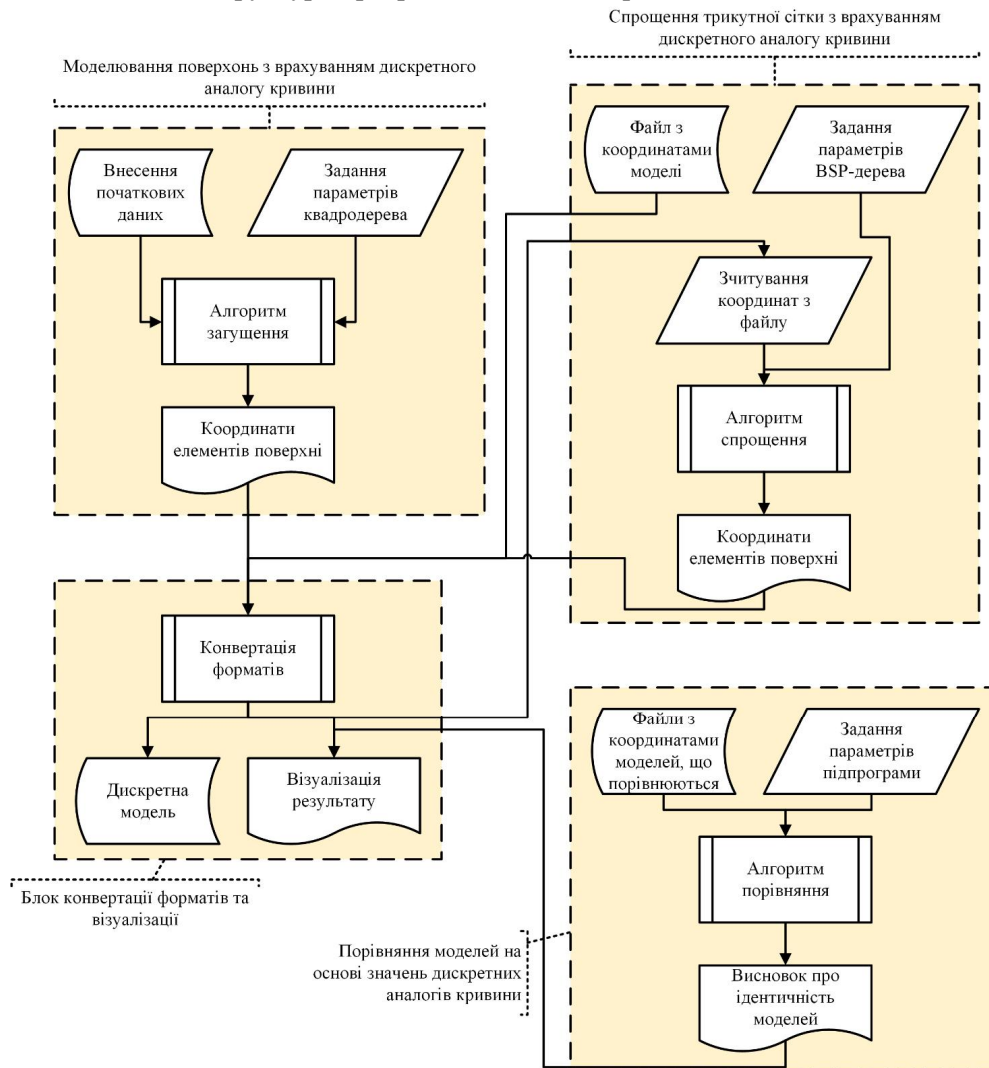


Рис. 1. Структура програмного забезпечення для моделювання поверхонь із врахуванням дискретних аналогів кривини

Для написання програмного забезпечення була використана високорівнева мова програмування Python [7]. Цей вибір пояснюється наявністю великої кількості функцій в стандартній бібліотеці, мінімалістичністю програмного коду, а також кросплатформенністю [8] як самої мови програмування, так і середовищ розробки та готового програмного забезпечення. Наявність спеціалізованих бібліотек, таких як numpy, орієнтованих на роботу з математичними функціями та об'єктами, дозволяє застосовувати Python у якості повноцінного математичного пакету.

Програма складається з чотирьох обчислювальних блоків, які реалізують виконання комплексних алгоритмів моделювання:

1. Блок моделювання поверхонь з врахуванням дискретного аналогу кривини — для моделювання поверхонь, що задані у формі замкнутої числової послідовності (функції від дискретних параметрів). У якості алгоритму для загушення сітки використовується описаний у [3] алгоритм моделювання.

2. Блок спрощення сітки з трикутними комітками із врахуванням дискретного аналогу кривини — використовується для зменшення густоти сітки, отриманої шляхом сканування тривимірних об'єктів, на плоских ділянках моделі. Реалізує алгоритм, запропонований у [4].

3. Блок порівняння дискретних моделей — призначений для аналізу і порівняння дискретних моделей на основі значень дискретних аналогів кривини у відповідних областях. Частково базується на алгоритмі побудови BSP-дерева, описаному в [4].

4. Блок конвертації форматів та візуалізації результату — допоміжний блок, який призначений для взаємної конвертації форматів mesh, DXF та STL, із яких програма отримує координати елементів дискретної моделі та в які експортуються результати роботи програми. Також блок дозволяє візуально представити одержані результати.

З точки зору користувача робота з програмою складається із трьох етапів: 1) вибір алгоритму який відповідає поставленій задачі моделювання; 2) задання початкових параметрів роботи програми залежно від обраного алгоритму; 3) одержання готової дискретної моделі поверхні у вигляді файлу формату mesh, dxf та stl, візуалізація результату роботи програми.

За своєю суттю вихідні початкові параметри алгоритмів можна класифікувати на дві групи:

1. Геометричні параметри — містять інформацію на основі якої можуть бути отримані або обчислені дані про геометрію об'єкта моделювання: координати вузлів, топологія сітки, значення дискретних аналогів кривини тощо.

2. Параметри підпрограми — допоміжні параметри, які необхідні для коректної роботи відповідного обчислювального блоку. Залежать від алгоритму, який лежить в основі підпрограми.

Розглянемо детальніше специфіку роботи кожного обчислювального блоку програми.

Блок моделювання поверхонь із врахуванням дискретного аналогу кривини (рис. 20) на вхід приймає аналітичний опис поверхні у вигляді відповідної числової послідовності.

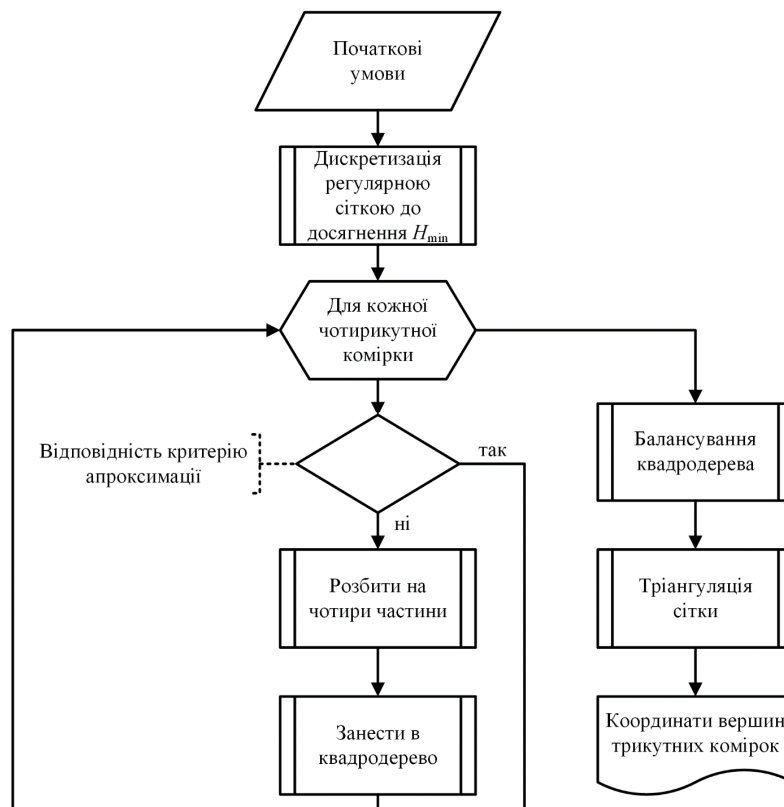


Рис. 2. Послідовність виконання операцій алгоритму моделювання поверхонь із врахуванням дискретного аналогу кривини

У ролі критерію апроксимації може виступати описаний у [9] перепад значення кривини в локальній області.

Залежно від типу поверхні можуть буди вказані наступні геометричні параметри:

1) поверхня, що задається як функція від двох аргументів:

- подвійна числова послідовність $z_{i,j}$, за якою обчислюється апліката вузла, $x = i$, $y = j$;
- області зміни дискретних параметрів i та j ;

2) поверхня, що задається параметрично:

- три подвійні числові послідовності $x_{i,j}$, $y_{i,j}$ та $z_{i,j}$, за якими обчислюються координати вузлів;
- області зміни дискретних параметрів i та j ;

3) поверхня Безьє [10]:

— матриця контрольних точок $P_{i,j}$;

4) NURBS-поверхня:

— матриця контрольних точок $P_{i,j}$ та вагових коефіцієнтів $\{w_{i,j}\}$;

— вузлові вектори $\{U\}, \{V\}$.

Також необхідно задати ряд параметрів підпрограми:

1) H_{\min} — мінімальна висота квадродрова. Задасться з метою забезпечення алгоритму деякою множиною вихідних даних для розрахунку значень дискретних аналогів кривини. До досягнення висоти H_{\min} дерево завжди буде повним, а це, в свою чергу, означає, що сітка є регулярною. Після перевищення висотою значення H_{\min} буде відбуватися локальне загушення сітки з врахуванням значення кривини. За замовчуванням $H_{\min} = 3$, що відповідає $4^3 = 64$ чотирикутним коміркам, або сітці розмірністю 8×8 . Рекомендується не зменшувати дане значення для коректної роботи алгоритму.

2) H_{\max} — максимально допустима висота дерева. Задасться для обмеження процесу загушення сітки та уникнення ситуації зациклення алгоритму. За замовчуванням $H_{\max} = 8$, це значення можна змінювати залежно від бажаної густоти сітки та продуктивності обчислювальної системи.

3) вид дискретного аналогу кривини (гаусова або середня), відповідно до якого здійснюється загушення сітки.

4) R — коефіцієнт чутливості алгоритму. Визначає наскільки чутливим до перепаду значень кривини буде алгоритм. За замовчуванням $R = 0,3$. Було емпірично встановлено, що рекомендовані значення коефіцієнта лежать в діапазоні $R \in [0, 2; 0, 5]$.

На виході алгоритму отримуємо множину координат вузлів трикутних комірок, яку можна конвертувати в один з підтримуваних форматів файлів.

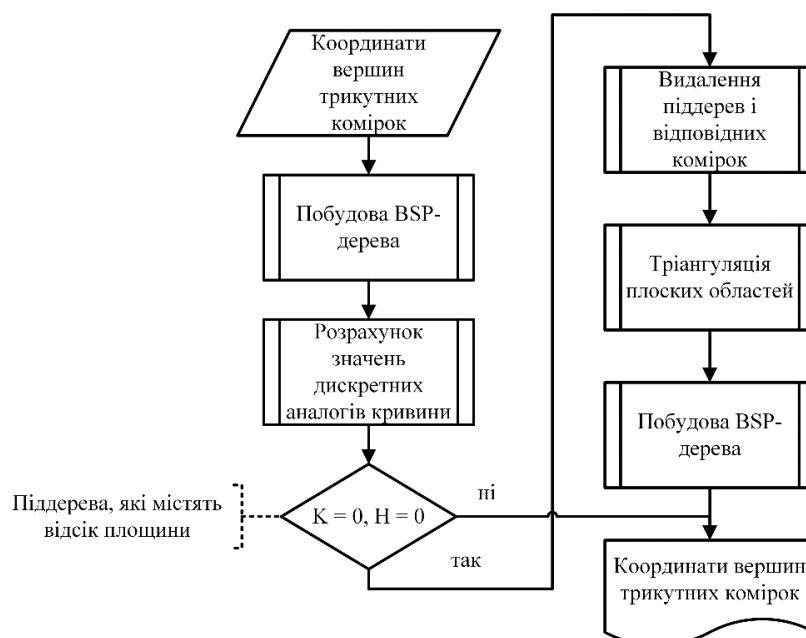


Рис. 3. Послідовність виконання операцій алгоритму спрощення дискретних моделей

Тепер розглянемо специфіку роботи алгоритму спрощення дискретних моделей (рис. 30). На вхід алгоритму надходить інформація про координати вузлів трикутних комірок. Кожна комірка представляється у вигляді двовимірного масиву $\left[\left[x_1, y_1, z_1 \right], \left[x_2, y_2, z_2 \right], \left[x_3, y_3, z_3 \right], \left[n_x, n_y, n_z \right] \right]$, де $x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, x_3, y_3, z_3$ — координати вузлів трикутної комірки, n_x, n_y, n_z — координати вектора нормалі.

Множина координат вершин трикутників отримується шляхом перетворення підтримуваного формату файлу блоком конвертації. Оскільки це єдине джерело інформації про геометрію моделі, то вона відповідно є єдиним геометричним параметром алгоритму. Що стосується параметрів підпрограми, то вони відсутні. Координати січних площин, значення кривини і топологія BSP-дерева встановлюються в ході роботи алгоритму.

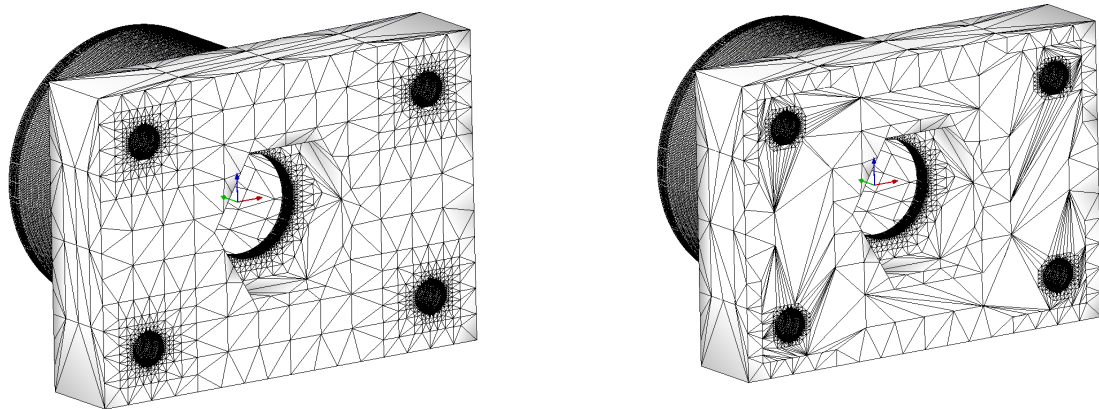
На виході обчислювального блоку одержуємо множину координат вершин трикутників, які за допомогою блоку конвертації форматів перетворюються на бажаний формат файлу.

Блок порівняння дискретних моделей базується на алгоритмі побудови BSP-дерева з рядом суттєвих відмінностей. Його призначення та принцип роботи є предметом окремої публікації.

Блок конвертації форматів та візуалізації підтримує багатосторонню конвертацію форматів файлів mesh, dxf, stl, та здійснює підготовку координат до вигляду, зручного для роботи програми. Оскільки він виконується в ході роботи інших обчислювальних блоків, то, відповідно, для кожного з них необхідно вказати формат вхідного файлу та бажаний формат вихідного файлу з координатами моделі.

Хоча блок конвертації підтримує роботу з трьома типами файлів моделей, але основним із них є STL. Це пояснюється його поширеністю у якості способу представлення, передачі та обміну інформацією про геометрію моделі.

Приклад спрощення тривимірної моделі в результаті виконання алгоритму представлений на рис.4.



До застосування алгоритму

Після застосування алгоритму

Рис. 4. Приклад спрощення сітки в результаті роботи алгоритму

Висновки та перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження більшою мірою можуть стосуватися підвищення швидкодії програмного забезпечення. Це може стосуватися як оптимізації обчислювальних алгоритмів, так і застосування продуктивніших програмних рішень. Так доцільно деякі фрагменти програмного коду переписати з використанням C++, що може суттєво покращити швидкість кінцевого програмного забезпечення.

1. Александров А.Д. Геометрия: Учебное пособие / А.Д. Александров, Н.Ю. Нецветаев. – М.: Наука, 1990. – 671 с.
2. Meyer M. Discrete Differential Geometry Operators for Triangulated 2-Manifolds / M. Meyer, M. Desbrun, P. Schröder, A. Barr // Visualization and Mathematics III. – 2003. – Вип. 3. – с. 35–57.
3. Ройко О.Ю. Використання квадродерев при загущенні сітки з трикутними комірками / О.Ю. Ройко // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – 2014.
4. Ройко О.Ю. Використання бінарного розбиття простору в алгоритмі спрощення тривимірних моделей для швидкого прототипування / О.Ю. Ройко, І.Н. Бурчак, В.Л. Величко // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – Луцьк: ЛНТУ, 2015. – Вип. 19. – с. 142–145.
5. Ройко А.Ю. Методика обеспечения сбалансированности квадродерева / А.Ю. Ройко // Сборник статей Международной научно-практической конференции “Наука и образование XXI века.” – Уфа: 2013. – с. 184–187.
6. Zachmann G. Geometric data structures for computer graphics / G. Zachmann, E. Langetepe. – Eurographics Assoc., 2003. – 36 с.
7. Лутц М. Изучаем Python / М. Лутц. – М.: Символ-Плюс, 2011. – 1272 с.
8. Слива М.В. Кроссплатформенный подход как средство унификации обучения программированию в различных операционных системах / М.В. Слива // Прикладная информатика / М., ООО “Синергия ПРЕСС.” – Litres, 2012. – Вип. 2. – с. 38–45.
9. Ройко О.Ю. Гаусова кривина дискретно заданих поверхонь як критерій для загушення сітки / О.Ю. Ройко // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – Вип. 6. – с. 118–122.
10. Роджерс Д. Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Д. Адамс. – М.: Мир, 2001. – 604 с.