

MINISTRY OF EDUCATION  
AND SCIENCE OF UKRAINE

NATIONAL UNIVERSITY  
OF LIFE AND ENVIRONMENTAL  
SCIENCES OF UKRAINE

FACULTY OF INFORMATION  
TECHNOLOGY

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ

## PROCEEDINGS

X International scientific  
online conference

**GLOBAL AND  
REGIONAL PROBLEMS OF  
INFORMATIZATION IN  
SOCIETY AND  
NATURE USING  
'2022**

14-15 November 2022

Kyiv, NULES of Ukraine

Kyiv 2022

## МАТЕРІАЛИ

X Міжнародної науково-практичної  
онлайн-конференції

**ГЛОБАЛЬНІ ТА  
РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В  
СУСПІЛЬСТВІ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ  
'2022**

14-15 листопада 2022 року

Київ, НУБіП України

Київ 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## **МАТЕРІАЛИ**

X Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції

### **ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В СУСПІЛЬСТВІ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ '2022**

14-15 листопада 2022 року

Київ, НУБіП України

Київ 2022

УДК 004

Рекомендовано до друку вченою радою факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 17.11.2022)

Укладач: к.е.н., доцент Харченко В.В.

Збірник матеріалів X Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2022", 14-15 листопада 2022 року, НУБіП України, Київ. – К.: НУБіП України, 2022. – 175 с.

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

© Національний університет біоресурсів  
і природокористування України, 2022

## CONTENTS / ЗМІСТ

<b>SECTION 1. MODELS, METHODS AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN ECONOMICS / МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ</b>	<b>7</b>
ADAPTATION OF DIGITAL INNOVATIONS FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES: PROBLEMS AND PROSPECTS	7
<i>Kostadin Kolarov, Dmytro Zherlitsyn</i>	
ВПЛИВ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НА РІВЕНЬ ЦІН РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	9
<i>Дмитро Жерлицин, Юрій Нам'ясенко</i>	
УПРАВЛІННЯ ПОВЕДІНКОЮ ЕКОНОМІЧНИХ АГЕНТІВ У МАРКЕТИНГОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	12
<i>Світлана Турлакова, Яна Шуміло</i>	
АВТОМАТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ	17
<i>Олексій Мінци</i>	
УМОВИ РІВНОВАГИ НА РИНКУ ЗЕМЛІ УКРАЇНИ В УМОВАХ МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ	20
<i>Наталія Клименко</i>	
ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГАЛУЗІ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ	23
<i>Ольга Шляга</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОПИТУ НА ОСВІТНІ ПОСЛУГИ В УКРАЇНІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	26
<i>Інна Костенко</i>	
РИНОК ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА АНАЛІЗ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ	30
<i>Тетяна Коваль</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	32
<i>Наталія Рогоза</i>	
ОСНОВНІ ПІДХОДИ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ	35
<i>Катерина Наконечна, Ганна Запорожець</i>	
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ	39
<i>Людмила Галаєва</i>	
<b>SECTION 2. COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS, CYBERSECURITY / КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ І МЕРЕЖІ, КІБЕРБЕЗПЕКА</b>	<b>43</b>
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ IDS, IPS, SIEM ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ	43
<i>Mazin Al Hadidi, Валерій Лахно, Дмитро Касаткін</i>	
SIEM – ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ОБ'ЄКТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ	45

*Бахитжан Ахметов, Валерій Лахно, Дмитро Касаткін*

DEVELOPMENT OF BAYESIAN NETWORKS FOR A DECISION SUPPORT SYSTEM DURING THE ANALYSIS OF INTERNAL CYBER THREATS AND NETWORK INTRUSIONS 48

*Akhmetov B.S., Ydyryshbayeva M.B.*

МОДИФІКАЦІЇ СТЕГANOГРАФІЧНОГО МЕТОДУ ВБУДОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ГРАФІЧНІ ФАЙЛИ 51

*Андрій Сагун, Євгеній Патлатюк, Богдан Кішук*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАСОБІВ РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ 54

*Кузнюк К.В., Коваленко О.Є.*

### **SECTION 3. DATA PROCESSING AND SOFTWARE SYSTEMS DEVELOPMENT/ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ 57**

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ OLAP В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ 57

*Белла Голуб*

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ З ШАРУВАТИМИ СЕРЕДОВИЩАМИ 60

*Яніна Криворучко*

ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВИКЛАДАННІ РОБОТИ АЛГОРИТМІВ 63

*Юрій Міловідов*

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В КОНТЕКСТІ РЕКОМЕНДАЦІЙ SWEVOK 66

*Ірина Бородкіна, Георгій Бородкін*

ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ MICROGRID 69

*Галина Белоха, Сергій Денисюк, Володимир Хиленко, Рішард Стржелецки, Олексій Степанов*

NUMERICAL ANALYSIS OF THE SOLUTION OF THE PURSUIT PROBLEM 73

*Viktor Legeza, Oleksandr Neshchadym*

ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ В ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛАХ 78

*Віктор Кириченко*

MODERN GAME DEVELOPMENT: SYSTEMS AND PRACTICAL APPROACHES 81

*Volodymyr Nazarenko, Olchedaievskiy Dmytro*

AUTOMATIC GENERATION OF MIGRATIONS BASED ON CHANGES IN ENTITY MODELS WITH OBJECT-RELATIONAL MAPPING COMPUTER SYSTEM 85

*Yuliia Boiarinova, Olga Zajchikova, Oksana Kuchmiy, Dmytro Pushnyak*

АНАЛІЗ ПУБЛІЧНОЇ КАДАСТРОВОЇ КАРТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНЛАЙН СЕРВІСІВ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЦІЛЬОВОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА ПРАВОМІРНОСТІ ВІДЧУЖЕННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ 87

*Олег Густера*

### **SECTION 4. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE DISSEMINATION OF KNOWLEDGE / ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПОШИРЕННІ ЗНАНЬ 90**

СИСТЕМА ТРАНСФЕРУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗНАНЬ ТА ІННОВАЦІЙ (AKIS УКРАЇНА)	90
<i>Михайло Швиденко, Сергій Саянін</i>	
ХМАРНІ СЕРВІСИ MICROSOFT 365 ДЛЯ ЦИФРОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ УЧАСНИКІВ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ	93
<i>Олена Глазунова, Тетяна Волошина, Валентина Корольчук</i>	
ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА: ЧИМ ПОСЛУГОВУЮТЬСЯ КЕРІВНИКИ МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ ДЛЯ АКТУАЛІЗАЦІЇ НАПРЯМІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	96
<i>Олена Кузьмінська, Ольга Барна</i>	
THE ADVANTAGE AND TRANDS OF CLOUD TECHNOLOGIES IN CORPORATE COMMUNICATIONS	99
<i>Badri Gechbaia, Liliya Filipishyna</i>	
ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	101
<i>Володимир Харченко, Ганна Харченко</i>	
СПОСОБИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО КУРСУ В MOODLE ДЛЯ ВЕДЕННЯ КІЛЬКОМА ВИКЛАДАЧАМИ ДЛЯ РІЗНИХ ГРУП	104
<i>Мокрієв Максим</i>	
ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ІТ У ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ	107
<i>Роман Руденський, Станіслав Левицький</i>	
ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ЦИФРОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ	109
<i>Таїсія Саяніна, Єлизавета Кривобок</i>	
ОСОБЛИВОСТІ СЕРВІСУ GOOGLE WORKSPACE FOR EDUCATION ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ	112
<i>Валентина Марусяк</i>	
ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА РОЗВИТОК АГРАРНОЇ ГАЛУЗІ	115
<i>Михайло Садко</i>	
<b>SECTION 5. AUTOMATION, COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES, ROBOTICS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE/АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, РОБОТОТЕХНІКА, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ</b>	<b>118</b>
ПЕРСПЕКТИВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СКЛАДНИХ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	118
<i>В. П. Лисенко, О. І Мартиненко, І. М. Болбот</i>	
ІНВАРІАНТНА САР З ПОШУКОВОЮ ОПТИМІЗАЦІЄЮ КОЕФІЦІЄНТА ПЕРЕДАЧІ У МОДЕЛІ КОРИГУВАЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ	121
<i>Михайло Степанов</i>	
БАГАТОРІВНЕВА ОРГАНІЗАЦІЯ МЕРЕЖЕВОЇ ВЗАЄМОДІЇ СИСТЕМ У NETCRACKER	124
<i>Алла Абрамова</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ПАРОВОПІТРЯНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ПАРОКОМПРЕСІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ	127
<i>Дмитро Ковальчук, Олександр Мазур, Віктор Хобін</i>	

МЕТОД АВТОМАТИЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ СУБСТРАТУ ДЛЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК	130
<i>Сергій Шворов, Віктор Поліщук, Наталія Пасічник, Тарас Давиденко, Євгеній Дворник</i>	
ПРИНЦИПИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИМ СТАНОМ РОСЛИН	133
<i>Лариса Никифорова, Сергій Павлов, Олександр Кіктєв, Тарас Лендєл</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ВИРОБНИЦТВІ ЕНТОМОФАГІВ	136
<i>Ірина Чернова, Віталій Лисенко</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРА З ДИСКОВОЮ ОБЕРТАЛЬНОЮ НАСАДКОЮ	138
<i>Володимир Грищенко, Борис Котов</i>	
INTELLIGENT CONTROL SYSTEM OF ALUMINUM CONTAINERS DRYING PROCESS	143
<i>Olha Kysliak, Alla Dudnyk</i>	
ГІБРИДНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ТЕПЛИЦЯХ	148
<i>Андрій Буков, Віталій Лисенко</i>	
РОЗШИРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ДИСКРЕТНО-БЕЗПЕРЕРВНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ СИНТЕЗУ АЛГОРИТМІВ ЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ	154
<i>Олександр Гурський, Андрій Денисенко</i>	
СТРУКТУРА ПРОГРАМНОГО АГЕНТА ЗАСНОВАНОГО НА ЗНАННЯХ STRUCTURE OF A KNOWLEDGE-BASED SOFTWARE AGENT	157
<i>Юрій Харченко, Алла Дудник</i>	
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ПЛІВКОВОГО ВИПАРНИКА ЯК ОБ'ЄКТУ КЕРУВАННЯ	160
<i>Пашков. С. О., Мазур О. В., Петренко Д. С.</i>	
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО РЕКУПЕРАТОРА ТЕПЛА "ПОВІТРЯ - ПОВІТРЯ" ЯК ОБ'ЄКТУ КЕРУВАННЯ	163
<i>Петренко Д. С., Мазур О. В., Пашков. С. О., Ковальчук Д.А.</i>	
СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ З ВИКОРИСТАННЯМ UML-ДІАГРАМ	167
<i>Олексій Ситніков</i>	
РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦІ	170
<i>Тарас Лендєл</i>	
ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ	173
<i>Дмитро Ковалюк, Олег Ковалюк, Денис Складанний</i>	

## SECTION 1. MODELS, METHODS AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN ECONOMICS / МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

**Dr. Kostadin Kolarov**, Assoc. Prof., Director of the Institute of Entrepreneurship of the University of National and World Economy, Sofia, Bulgaria;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8748-1809>,  
E-mail: [kkolarov@unwe.bg](mailto:kkolarov@unwe.bg)

**Dr. Dmytro Zherlitsyn**, Prof., Head of the Economic Cybernetics Department of the National University of Life and Environmental Sciences, Kiev, Ukraine;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2331-8690>,  
E-mail: [dzherlitsyn@nubip.edu.ua](mailto:dzherlitsyn@nubip.edu.ua)

### ADAPTATION OF DIGITAL INNOVATIONS FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES: PROBLEMS AND PROSPECTS

**Summary.** The paper aims at the development of a concept and decision support models for the digital transformation of SMEs. The expected results are the business and forecasting efficiency models, IT tools, and business training courses for applying digital innovations and increasing SMEs' business value.

**Keywords:** Digital Innovation, Small and Medium-sized Enterprise (SME), Information Technology Tool (IT Tool), Business Model, Business Training Course.

Digital transformation is a global challenge for many business entities. Cutting-edge information technology innovations include Internet-of-Things, Cloud Computing, Neural Networks, Big Data, block-chain, cryptocurrencies, services as a product, and so on. In recent years, a rapidly increasing extent of research and practice has been conducted in the field of adaptability of enterprises to the digital transformation environment, an adaptation of marketing, production, and management processes in the context of digital innovation in conjunction with Artificial Intelligence, Smart and Cloud technology, and so on [5]. The top digital technology mainstays in natural resources and goods management relate to Big Data, web-based, and cloud-based technologies for data analysis, forecasting, and managerial decision approach [2], as well as using blockchain-based tools for supply chain, financial and production operations [6]. Digital technologies, which are based on the use of advanced robots and the Internet of Things (IoT), attract lots of attention in the practical activities of agricultural businesses [4]. However, there are many challenges to adopting and supporting for SMEs. The basic principles for the digital innovations and digital business models of Industry 4.0 were formed [1]. Nevertheless, business entities, especially SMEs, have practical problems of using these technologies effectively. Global technology giants, like Microsoft, Facebook, and Google, provide a complex system for solving business problems (accounting; data collection and analysis; predicting demand and supply level, price, etc.).

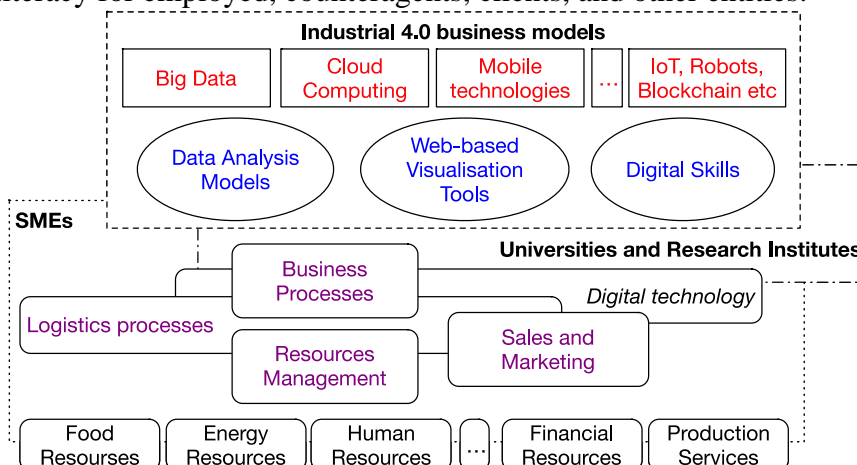
An important problem in effective digital innovation adoption is the resistance of the staff. Employees often perceive ICT as a potential threat to their employment, which may further increase the relevance of reinforcing developments to adopt digital innovations by supporting digital literacy.

Therefore, the objective of the project is to argue the concept and develop the decision support models and methods for digital innovations adoption to improve the efficiency of natural resources and production goods management in agrarian and other SMEs and increase their business value (Fig. 1).

The implementation of the objective provides for the justification of the directions for the introduction of digital technologies for the SME, as well as the development of templates



for the introduction of the following digital innovations in the business processes of the SME: innovative digital business models for SMEs, natural resources, and production goods management processes, Data Analysis and Data Science tools for Big Data Analytics (BDA) and so on, online and web-based effectiveness in reaching and contacting the customer, multichannel Models for the distribution of products and services, advanced robots, IoT, and the Internet of Everything (IoE), Cloud Computing Applications and Services, Digital Skills and Digital Literacy for employed, counteragents, clients, and other entities.



**Fig.1 Project results and IT innovation adaptation stages**

**Conclusion.** The internationalization of SMEs poses to their success several challenges, arising both from the environment and from the specifics of management approach employed [3]. The relevance of digitalization of small business entrepreneurs in the world, Bulgaria and Ukraine were analyzed. As a result, we concluded that an increase in the volume of digitalization can increase the profitability of small businesses. This is evidenced by surveys of entrepreneurs in the world. The training program is designed in such a way that entrepreneurs have precisely mastered those areas of knowledge that are recognized as the most important in the studies.

**Reference:**

[1] Borowski P. F., Innovative Processes in Managing an Enterprise from the Energy and Food Sector in the Era of Industry 4.0. *Processes*, 9(2), 17, Article 381, 2021. <https://doi.org/10.3390/pr9020381>

[2] Conto F., Faccilongo N., & La Sala P., The Effects of Cloud Approach in Short Chain Administration. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 6(1), 19-31, 2015. <https://doi.org/10.4018/ijaeis.2015010102>

[3] Kolarov K., Kononenko I., Grinchenko M., Bukrieva K., Digitalization in small business for women entrepreneurs in Ukraine. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management*, No2(4), 3-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2021.4.1>

[4] Oltra-Mestre M. J., Hargaden V., Coughlan P., & del Rio B. S. G., Innovation in the Agri-Food sector: Exploiting opportunities for Industry 4.0. *Creativity and Innovation Management*, 30(1), 198-210, 2021. <https://doi.org/10.1111/caim.12418>

[5] Park C., Cho S., & Heo W., Study on the future sign detection in areas of academic interest related to the digitalization of the energy industry. *Journal of Cleaner Production*, 313, 14, Article 127801, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127801>

[6] Silvestri R., Ingrao C., Fiore M., & Carloni E., Digital innovation through networking among agro-food SMEs: the role of R&D projects. *British Food Journal*, 15, 2022. <https://doi.org/10.1108/bfj-12-2021-1339>

### Дмитро Жерліцин

д.е.н., професор кафедри економічної кібернетики

Національний університет біоресурсів і природокористування України (факультет інформаційних технологій), Київ, Україна

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2331-8690>

[dzherlitsyn@nubip.edu.ua](mailto:dzherlitsyn@nubip.edu.ua)

### Юрій Нам'ясенко

Аспірант кафедри економічної кібернетики

## ВПЛИВ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НА РІВЕНЬ ЦІН РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

**Анотація.** Розглянуто два основних типи ринку електроенергії: регульований та конкурентний. Наведено алгоритм розрахунку ринкової (клірингової) ціни на конкурентному ринку електроенергії з позиції максимізації соціального добробуту. Показано, як шляхом збільшення постачання електроенергії з відновлюваних джерел енергії відбувається збільшення соціального добробуту за рахунок ефекту зменшення клірингової ціни електроенергії.

**Ключові слова:** ринок електроенергії, клірингова ціна, попит та пропозиція на електроенергію, merit order effect, відновлювана енергетика.

Електроенергія являє собою основний тип енергії, який займає центральне місце в енергетичному споживанні домогосподарств та більшості секторів економіки. На сьогоднішній час, в умовах глобалізованої економіки, електроенергія є ключовим елементом для задоволення широкого спектру потреб будь-якої фізичної особи. Відсутність доступу до електропостачання або ж значні перебої в її постачанні ставлять під загрозу продуктивний спосіб життя людини. Так зокрема, досвід глобальної пандемії та повномасштабна війна рф проти України показали всьому світу кричущу необхідність мати віддалений доступ до робочого місця та можливість мати дистанційне навчання, що у свою чергу не можливо забезпечити без повноцінного доступу до електроенергії.

З точки зору економіки, електроенергія являється вторинним джерелом енергії, тобто вона генерується з інших джерел енергії, які в базовому варіанті можна поділити на дві категорії: традиційні джерела енергії та відновлювані джерела енергії. До традиційних джерел енергії відноситься газові, вугільні, ядерні електростанції, а також гідроелектростанції. До традиційних джерел енергії відноситься сонячна, вітрова, термальна або ж біоенергетика.

Сам ринок електроенергії має ряд особливостей, які відрізняють його від інших товарних ринків. Так, системи збереження електроенергії суттєвий історичний період взагалі були відсутні. Значний технологічний прогрес даних систем почався з кінця 20-го століття і на даний момент може характеризуватись експоненціальними темпами росту. Але, на даний момент, темпи розвитку систем збереження електроенергії ще не дозволяють використовувати їх в промислових масштабах. Відповідно основною особливістю електроенергії, як товару, являється те, що обсяги виробництва в конкретний момент часу повинні бути рівні обсягам споживання електроенергії – в іншому випадку існує велика ймовірність пошкодження або повне виведення з ладу ліній електропередач.

Серед країн світу побутує дві моделі ринку електроенергії – модель регульованого ринку та конкурентного ринку електроенергії. На регульованому ринку електроенергії ціна визначається державою, крім цього держава зобов'язується задовольняти увесь попит на електроенергію і встановлює обсяги і графіки виробництва електроенергії для кожної електростанції.

На конкурентному ринку ціна визначається виключно ринковим шляхом на базі існуючого попиту і пропозиції електроенергії. На даному типі ринку діє аукціонна система, що базується на ставках, які робляться споживачі і виробники на наступний день.

Так з боку виробника кожна електростанція робить заявки на те, скільки на наступний день електроенергії вона хоче продати та за якою ціною. Тобто кожний виробник дає оператору системи індивідуальну криву подачі електроенергії. Системним оператором виступає некомерційна фірма, що відповідає за збір усіх пропозицій (окремих кривих пропозицій) на ринку з їх подальшим упорядкування в порядку зростання ціни в результаті чого формується крива сукупної пропозиції електроенергії на ринку.

Аналогічним чином системний оператор проводить збір заявок всіх клієнтів з вказаним обсягом електроенергії та її ціною. Сума попиту всіх клієнтів, зазвичай, називається загальним навантаженням і варіюється залежно від пори доби. Загальне навантаження і є сукупною кривою попиту на електроенергію і графічно являє собою майже вертикальну лінію, що відображає нееластичність попиту на електроенергію тобто не змінність попиту в результаті коливання ціни. На рівні домогосподарства або ж окремого підприємства дана нееластичність пояснюється тим, що електроенергія потрібна виключно для забезпечення роботи основних електроприладів або безперервної діяльності виробничих ліній – тому при рості ціни споживач не зможе зменшити споживання електроенергії. З іншого боку при зменшенні ціни споживач не зможе збільшити споживання електроенергії понад звичайного рівня потреб, а також через відсутність повноцінної можливості зберігати електроенергію в системах збереження енергії.

Коли закінчується час прийому заявок системним оператором від споживачів та виробників проводиться розрахунок ринкової ціни (клірингової ціни) за якою будуть укладені всі заявки споживачів та виробників. У випадку, коли вартість електроенергії певного виробника більша за ринкову ціну – його заявка на продаж електроенергії не задовольняється. Аналогічна ситуація присутня з боку споживача, якщо його ціна менша за ринкову – його заявка на придбання електроенергії також не задовольняється. Таким чином одною з основних відмінностей конкурентного ринку електроенергії від регульованого виступає можливість задоволення не всього попиту, який сформувався на ринку.

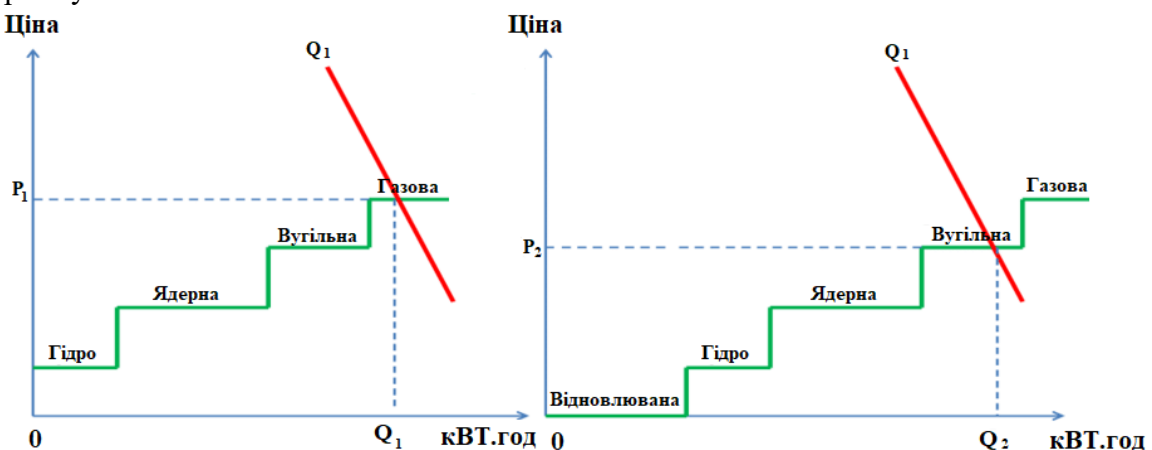


Рис. 1. Вплив відновлюваної енергетики на формування ринкової ціни на ринку електроенергії

На рисунку 1 на лівому графіку наведено конкурентний ринок електроенергії, вся пропозиції електроенергії якого складається виключно з традиційних джерел

генерації електроенергії: гідроенергетика, ядерна енергетика, та теплова енергетика. Як можна побачити, на такому ринку – ринкова ціна встановлюється на рівні цін теплової енергетики, а саме електрогенерації на базі природного газу.

Однак, протягом декількох останніх десятиліть відбулось суттєве нарощування виробництва з відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної та вітрової. Сучасні обсяги виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії наблизились до рівня гідроенергетики. Головною особливістю ціни електроенергії з відновлюваних джерел енергії являється те, що в її структурі закладені виключно капітальні витрати на придбання генеруючої уставки та амортизаційні виплати, при цьому витрати на паливо відсутні, що не можна сказати про традиційні варіанти виробництва електроенергії. Таким чином ціна електроенергії з відновлюваних джерел енергії являється найменшою на ринку. На правому графіку рисунку 1 можна побачити вплив відновлюваної енергетики на криву пропозиції ринку електроенергії – вона зміщується вправо, при цьому крива попиту не змінюється, що призводить до формування нової ринкової ціни.

Такий вплив відновлюваної енергетики на криву пропозиції електроенергії називається ефектом ранжування (з англ. Merit Order Effect). Оскільки крива пропозиції формується як ранжовані ціни на електроенергію всіх виробників від меншого до більшого – при вході на ринок виробників відновлюваної енергії відбувається зміщення ранжованих цін виробників традиційної енергетики.

Кількісна оцінка значення ринкової ціни визначається з позиції максимізації соціального добробуту. Цільова функція в даній оптимізаційній задачі виступає як максимізація економії споживача в процесі придбання електроенергії. Іншими словами проводиться максимізація різниці того, скільки споживач готовий заплатити за електроенергію та загальним рівнем цін на електроенергію з боку виробників:

$$\sum_{i=1}^{N_D} \lambda_i^D y_i^D - \sum_{i=1}^{N_G} \lambda_i^G y_i^G \Rightarrow \max \quad (1)$$

де:

$\lambda_i^D$  – вектор цін споживачів;

$y_i^D$  – вектор обсягу попиту споживачів;

$\lambda_i^G$  – вектор цін виробників;

$y_i^G$  – вектор обсягу пропозиції виробників.

До основних обмежень даної оптимізаційної задачі відноситься, перш за все те, що обсяг спожитої електроенергії повинен дорівнювати обсягу проданої електроенергії:

$$\sum_{i=1}^{N_D} y_i^G - \sum_{i=1}^{N_D} y_i^D = 0 \quad (2)$$

Також обсяг проданої електроенергії кожним виробником та обсяг придбаної електроенергії кожним споживачем в результаті розв'язання оптимізаційної задачі не повинний перевищувати заявлені на аукціоні значення:

$$0 \leq y_i^D \leq P_i^D, i = 1, \dots, N_D \quad (3)$$

$$0 \leq y_i^G \leq P_i^G, i = 1, \dots, N_G \quad (4)$$

Відповідно до наведеного вище блоку обмежень в результаті визначення ринкової ціни – всі виробники, що мають ціну більше ринкової не зможуть реалізувати на ринку заявлені обсяги електроенергії або ж зможуть реалізувати лише незначний обсяг від попередньо вказаного. Аналогічно споживачі, які мають ціну заявки менше ринкової – не зможуть придбати наступного дня електроенергію, або ж зможуть придбати незначний обсяг від попередньо заявленого. Таким чином можна говорити про те, що постачання на ринок електроенергії енергії з відновлюваних джерел призводить до зменшення ринкової ціни (рис. 1). Крім цього відбувається задоволення більшої кількості попиту на ринку – ринкова ціна зміщується в сторону найменшої ціни з боку споживача. При цьому відбувається витіснення з ринку тих виробників електроенергії, які мають найбільший рівень цін, що в подальшому буде змушувати їх до підвищення енергоефективності виробництва.

### Список використаних джерел

1. Алгоритм визначення ринкової ціни на ринку електроенергії в Україні. URL: <https://www.epravda.com.ua/projects/promarket-energo/2019/07/18/649780/>
2. An optimization problem in the electricity market. URL: [https://www.researchgate.net/publication/220340059\\_An\\_optimization\\_problem\\_in\\_the\\_electricity\\_market](https://www.researchgate.net/publication/220340059_An_optimization_problem_in_the_electricity_market)
3. Price formation of the electricity market. URL: <https://www.e-education.psu.edu/ebf200/node/151>
4. Setting the power price: the merit order effect. URL: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/setting-power-price-merit-order-effect#:~:text=The%20E%80%9Cmerit%20order%20effect%20E%80%9D%20describes,increased%20supply%20of%20renewable%20energies.>

### Світлана Турлакова

д.е.н., доцент, провідний науковий співробітник  
Інститут економіки промисловості, Київ, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-3954-8503>  
[Svitlana.turlakova@gmail.com](mailto:Svitlana.turlakova@gmail.com)

### Яна Шуміло

к.е.н., провідний економіст  
Інститут економіки промисловості, Київ, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-7726-4037>  
[juicy.stilet@gmail.com](mailto:juicy.stilet@gmail.com)

## УПРАВЛІННЯ ПОВЕДІНКОЮ ЕКОНОМІЧНИХ АГЕНТІВ У МАРКЕТИНГОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

**Анотація.** Актуальність теми дослідження ґрунтується на сучасних тенденціях цифровізації усіх сфер людського життя відповідно до розвитку Четвертої промислової революції та появи «цифрового капіталізму», в межах якого із використанням інструментів штучного інтелекту цифрові гіганти (Google, Apple, Amazon, Microsoft, Facebook тощо) експлуатують особисті дані користувачів з метою прогнозування поведінки економічних агентів. Визначено поняття штучного інтелекту, економічного агента, управління поведінкою економічних агентів. Досліджено існуючі сучасні інструменти штучного інтелекту для управління поведінкою економічних агентів в маркетинговій діяльності. Виявлені інструменти штучного інтелекту поділено на 2 групи: стратегічні і тактичні відповідно вирішуваних завдань маркетингової діяльності. Розглянуто можливості кожної групи інструментів штучного інтелекту щодо управління поведінкою економічних агентів в маркетинговій діяльності. Визначено об'єкт і суб'єкт управління в маркетинговій діяльності підприємства, схематично відображено їх взаємозв'язки щодо управління з використанням інструментів штучного інтелекту та представлено відповідні керуючі впливи відповідно використанню інструментів штучного інтелекту. Виділено переваги і недоліки використання інструментів штучного інтелекту у

маркетинговій діяльності відносно суб'єкта і об'єкта управління поведінкою економічних агентів. Зроблено висновок, що використання інструментів штучного інтелекту для управління поведінкою економічних агентів в маркетинговій діяльності дозволить підприємствам отримати більше прибутку за рахунок збільшення кількості проданих товарів, а клієнтам - витратити кошти на задоволення релевантних потреб. Намічено перспективні напрямки досліджень.

**Ключові слова:** управління поведінкою, економічний агент, маркетингова діяльність, інструменти штучного інтелекту, підприємство.

## 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** Сучасні тенденції цифровізації усіх сфер людського життя відповідно до розвитку Четвертої промислової революції формують принципово нові умови господарювання, нову економіку та суспільство. На всіх рівнях відтворення головним ресурсом стає цифрова інформація, яка перетворюється на фактор виробництва та стає одним із економічних ресурсів серед традиційних. Проте, тотальна цифровізація та становлення нової кіберфізичної реальності потребує переосмислення її рушійних сил, можливостей, викликів та загроз [1]. **Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вже сьогодні дослідники [2] кажуть про появу «цифрового капіталізму», що асоціюється в першу чергу з компаніями Google, Apple, Amazon, Microsoft і Facebook, які користуючись довірою й аналізуючи великі масиви даних користувачів із використанням інструментів штучного інтелекту (алгоритмів) експлуатують людські прагнення та емоції, відстежують думки, переваги, події, смаки з метою прогнозування поведінки економічних агентів. Результатами такого прогнозування є монетизація отриманих даних шляхом використання їх в управлінні поведінкою економічних агентів в різних соціально-економічних системах. Дійсно, штучний інтелект (ШІ) набуває значної популярності в провідних корпораціях [3] і використання інструментів зі штучним інтелектом в організаціях швидко розширюється [4]. Згідно з дослідженням технологічних тенденцій Gartner у 2018 році [5], ШІ було внесено до списку стратегічних технологій №1. У звіті Sales force State of Marketing зазначено, що понад половини (51%) маркетингових лідерів у Великобританії використовують ШІ, а 28% вже тестують його або планують це зробити протягом подальших 2 років. Серед маркетологів, які його застосовують, 64% відзначають, що ШІ значно або суттєво підвищив загальну ефективність їхнього маркетингу, і 57 % вважають, що це важливо для створення індивідуалізованого маркетингу у кожній точці контакту [6].

**Мета статті.** Тож, актуальним стає дослідження процесів управління поведінкою економічних агентів та узагальнення можливостей використанням інструментів штучного інтелекту у маркетинговій діяльності підприємств у відповідних процесах.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Завдяки здатності сучасних маркетингових інструментів зі штучним інтелектом швидко збирати, оброблювати, аналізувати дані та видавати на їх основі рекомендації значно розширились можливості управління поведінкою економічних агентів у маркетинговій діяльності підприємств. При цьому під агентом управління чи економічним агентом мається на увазі елемент економічної системи, який має активність - здатність до цілеспрямованої поведінки та до вибору дій відповідно до власних уподобань та інтересів [7]. У свою чергу під управлінням поведінкою економічних агентів розуміється цілеспрямований вплив на об'єкт управління з метою схилити економічних агентів до вибору конкретного рішення, визначеного суб'єктом управління [7], або до реакції економічного агента у вигляді певних дій.

Класично ШІ визначають як властивість пристрою чи системи виконувати завдання аналогічно людині за допомогою здатності до навчання і застосування



зроблених висновків [6, 8, 9]. В процесі дослідження сучасних маркетингових інструментів зі ШІ було виділено 2 групи інструментів, проаналізовано їх можливості та визначено управлінський вплив, який вони можуть здійснювати:

1. Стратегічні – передають фахівцю з маркетинга інформацію про виявлені маркетингові стратегії конкурентів та їх результативність, сегменти потенційних споживачів, їх вподобання, прогнозну поведінку, та рекомендації, що впливають на результат прийняття рішення фахівцем з маркетингу при формуванні маркетингової стратегії компанії. Вирішують наступні завдання:

- Аналіз ринку: аналіз конкурентів (Unmetric Analyze Xia), аналіз мікро і макросередовища (NetBase Quid, Pathmatics).
- Вибір цільових споживачів: Crayon Market IQ, Albert.
- Розробка маркетингового комплексу: прогнозування поведінки споживача (Optimove, Sens.ai, Evolv), персоналізація стратегії (Uberflip, Content Camel), вдосконалення контент-стратегії (Cortex), вибір каналів просування (GumGum).
- Аналітика реалізації стратегії: Terminus, Emarsys, Socialbakers

2. Тактичні - надають фахівцю з маркетинга рекомендації по вдосконаленню рекламних оголошень для збільшення їх результативності на основі виявленої поведінки потенційних споживачів, аналізу їх вподобань та адаптації під канали просування, що впливають на результат прийняття рішення потенційним споживачем. Вирішують завдання:

- Контент-маркетингу: Persado Motivation AI, Nosto, Jasper, Phrasee
- SEM (Пошукового маркетингу): Facebook Ads, Google Ads, Market Brew, SEO Surfer, Frase.io, MarketMuse, GrowthBar
- Дірект-маркетингу: Seventh Sense, LivePerson, Smartwriter.ai, Cogito

На рис. 1 представлено загальну схему системи управління на етапах створення маркетингової стратегії. На етапі створення маркетингової стратегії керівник робить постановку завдання фахівцям з маркетингу, які можуть обробити дані за допомогою інструментів ШІ і отримати рекомендації, які вплинуть на формування маркетингової стратегії. В даному процесі суб'єктом управління (СУ) є керівник, який здійснює управляючий вплив на фахівців з маркетингу (об'єкт управління) з метою отримання в результаті вдосконаленої маркетингової стратегії. Інструменти ШІ, використовуючи отримані від ОУ дані для аналізу, надають рекомендації, які впливають на рішення, прийняті фахівцями з маркетингу, отже можуть змінювати поведінку об'єкта управління (ОУ). Таким чином, ШІ здійснює керуючий вплив, тому виконує функцію суб'єкта управління. Водночас, інструменти ШІ надають рекомендації на основі поставленого завдання від СУ, тому частково являються і складовою об'єкта управління.



Рисунок 1. Загальна схема системи управління на етапах створення маркетингової стратегії

На рис. 2 представлено загальну схему системи управління на етапах реалізації маркетингової стратегії.

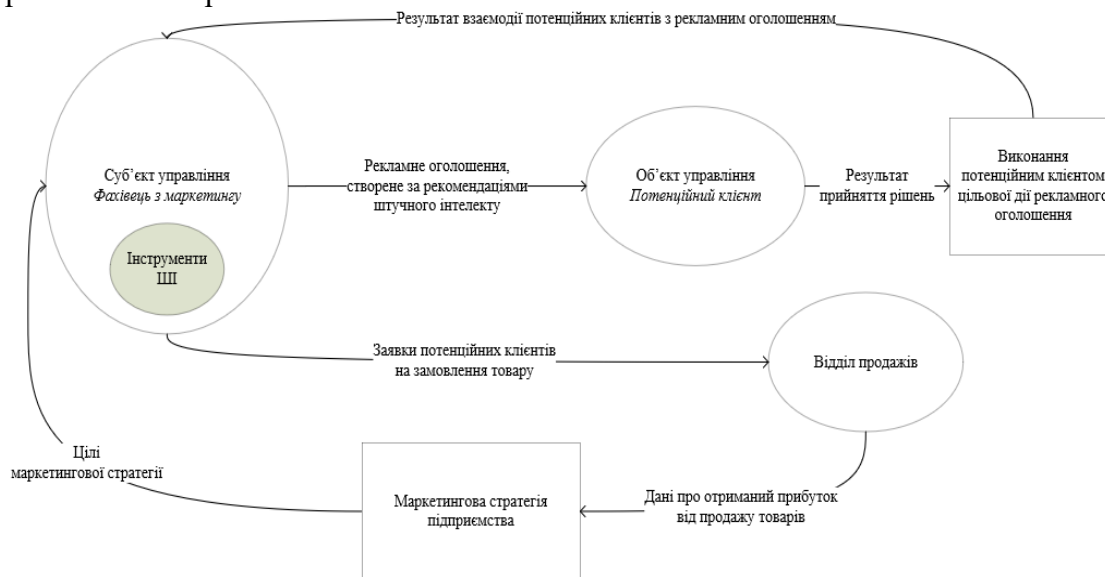


Рисунок 2. Загальна схема системи управління на етапах реалізації маркетингової стратегії

Після формування маркетингової стратегії компанії та ухвалення її керівником, розпочинається реалізація запланованих маркетингових заходів за допомогою тактичних дій. На цьому етапі фахівець з маркетингу за допомогою ШІ інтелекту створює і передає рекламне оголошення потенційному клієнту. В даному процесі суб'єктом управління (СУ) є фахівець з маркетингу, який здійснює управляючий вплив на об'єкт управління (ОУ) - потенційного клієнта з метою отримання цільової дії від ОУ, наприклад, відвідування сайту, відкриття е-мейлу, натискання на посилання, підписка на профіль у соцмережі, здійснення дзвінка в компанію тощо. Інструменти ШІ в даному випадку виконують функцію суб'єкта управління, бо допомагають фахівцю з маркетингу на основі проведеного аналізу поведінки клієнтів створити такий управляючий вплив (реklamне оголошення), яке з більшою ймовірністю призведе до досягнення мети управління. Після взаємодії ОУ з отриманим рекламним оголошенням, СУ може надати йому наступне рекламне оголошення або передати його контакти у відділ продажу для здійснення угоди про придбання товару. Результатом здійснення придбання товару є отримання прибутку компанії і виконання цілей маркетингової стратегії.

### 3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Отже, використання наведених інструментів в системі управління поведінкою фахівців з маркетингу на етапах створення маркетингової стратегії надасть можливість:

- підвищити швидкості прийняття рішень фахівцями з маркетингу на кожному з етапів формування маркетингової стратегії, що призведе до зменшення потреби у кількості залучених фахівців та затрачених трудових годин на кожен з етапів роботи;
- підвищити якість прийняття рішень фахівцями з маркетингу при формуванні маркетингової стратегії, що в довгостроковій перспективі призведе до підвищення результативності маркетингових заходів, оптимізації витрат на їх впровадження та як наслідок збільшення прибутків компанії.

Недоліком подібної взаємодії є вплив інструментів ШІ не тільки на поведінку ОУ, але й на кінцевий результат прийняття рішень. Фахівець з маркетингу може помилитись у наданих вхідних даних або невірно трактувати отримані рекомендації.



Крім того, вплив на поведінку об'єкта управління відбувається не цілеспрямовано, без її попередньої діагностики і виявлення проявів, які необхідно корегувати.

Використання наведених інструментів в системі управління поведінкою потенційних клієнтів на етапах реалізації маркетингової стратегії дозволить:

- привернути увагу клієнта за рахунок персоналізації на основі створення унікального профіля, аналізу його поведінки і вподобань та підвищити рівень задоволеності отриманими рекламними оголошенням, підвищити рівень лояльності до компанії та ймовірність придбання товару;
- інтелектуально виявляти цільову аудиторію, швидко розповсюджувати і забезпечити цілодобовість рекламних оголошень для розширення охоплення потенційних клієнтів, а значить і кількість потенційних покупок;
- зменшити робоче навантаження на персонал компанії і видатки зарплатного фонду не зменшуючи рівень задоволеності клієнтів за рахунок автоматичного створення, оптимізації і розповсюдження рекламних із використанням інструментів ШІ;
- збільшити рівень лояльності до компанії та покупок товару, як наслідок підвищення рівня прибутків компанії та рентабельності маркетингових інвестицій за рахунок збільшення кількості відсотка взаємодій потенційних клієнтів з рекламними оголошеннями.

Отже, використання інструментів штучного інтелекту для управління поведінкою економічних агентів в маркетинговій діяльності дозволить підприємствам отримати більше прибутку за рахунок збільшення кількості проданих товарів, а клієнтам - витратити кошти на задоволення релевантних потреб. Перспективним напрямом дослідження є пошук методів управління поведінкою споживачів за допомогою маркетингових інструментів зі штучним інтелектом.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] В. Вишневецький, О. Вісцька, О. Вісцький та ін. *Смарт-промисловість: напрями становлення, проблеми і рішення*: монографія. Київ, Інститут економіки промисловості НАН України, 2019.
- [2] Sh. Zuboff, *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. London: Profile Books, 2019.
- [3] R. Bean. (2018). "How Big Data and AI Are Driving Business Innovation in 2018". *MIT Sloan Management Review* [Online]. Available: <https://sloanreview.mit.edu/article/how-big-data-and-ai-are-driving-business-innovation-in-2018/>
- [4] S. Miller, "AI: Augmentation, more so than automation", *Asian Management Insights*, vol. 5(1), pp. 1-20, 2018.
- [5] K. Panetta, K. (2018). "Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018". *Garther* [Online]. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>
- [6] Н. Проскурніна, "Штучний інтелект у маркетинговій діяльності", *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*, № 4, с. 129-140, 2020.
- [7] С. Турлакова. *Рефлексивное управление стадным поведением на предприятиях: концепция, модели и методы*: монографія. Киев: Інститут економіки промисловості НАН України, 2020.
- [8] Я. Шуміло. "Використання інструментів штучного інтелекту в рекламних кампаніях на прикладі Facebook Ads та Google Ads". Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції *Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод*, Краматорськ, ДДМА, 2022, С. 15-17.
- [9] Я. Шуміло. "Інструменти штучного інтелекту для управління поведінкою економічних агентів в маркетинговій діяльності", *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм*, №15, с. 60-68, 2022.

**Мінц Олексій Юрійович**

д.е.н. проф. зав. кафедри фінансів і банківської справи  
ДВНЗ "Приазовський державний технічний університет" кафедра фінансів і банківської справи,  
м. Маріуполь - м. Дніпро. Україна.  
<http://orcid.org/0000-0002-8032-005X>  
[mints\\_a\\_y@pstu.edu](mailto:mints_a_y@pstu.edu)

## АВТОМАТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

**Анотація.** В роботі обґрунтовано доцільність застосування автоматичних методів оптимізації складних багатопараметричних економіко-математичних моделей (зокрема – моделей штучного інтелекту та імітаційних). Запропоновано використання еволюційних методів оптимізації. Розглянуто практичну реалізацію генетичних методів оптимізації параметрів нейронних мереж.

**Ключові слова:** нейронні мережі; генетичні алгоритми; імітаційне моделювання; оптимізація.

Дане дослідження присвячено аналізу сучасних можливостей з автоматизації процесів визначення оптимальних параметрів економіко-математичних моделей, що дозволяє скоротити процеси їх налаштування та підвищити ефективність розв'язання економічних задач.

Аналіз останніх досліджень та публікацій показує, що багато хто з авторів звертає увагу на ускладнення економічних законів та взаємозалежностей, збільшення невизначеності [1]. Тому розвиток економіко-математичного моделювання також рухається в напрямку ускладнення моделей. Оскільки ці процеси є взаємопідсилюючими, слід очікувати продовження цієї тенденції й надалі.

Для аналізу та моделювання складних процесів сучасний інструментарій економіко-математичного моделювання містить низку методів, що дозволяють знаходити рішення із практично значущою достовірністю навіть в умовах неповноти інформації та інших обмежень. Серед них, наприклад, інструментарій штучних нейронних мереж та імітаційне моделювання і його різновиди. Але внаслідок складного простору рішень таких задач, налаштування параметрів відповідних моделей виявляється окремою та досить складною задачею.

Наприклад, налаштування нейронної мережі, навіть у разі використання готового програмного продукту для її побудови та навчання, передбачає виконання щонайменше декількох з наступних дій:

1. визначення кількості прихованих шарів та нейронів в них;
2. визначення оптимального набору змінних з вхідної вибірки даних;
3. визначення оптимального способу нормалізації числових та представлення категоріальних змінних;
4. визначення окремих параметрів нейронної мережі (порогові значення, типи активаційних функцій, метрики визначення ефективності);
5. вибір алгоритму навчання нейронної мережі;
6. визначення параметрів алгоритму навчання та критеріїв його зупинення;
7. визначення зайвих вагових зв'язків нейронної мережі та їх проріджування.

Цей перелік може бути продовжено.

Аналогічні проблеми виникають із інструментами імітаційного моделювання, наприклад у випадку необхідності підбору параметрів моделі таким чином, щоб отримані результати співпадали з показниками реальних процесів.

Незважаючи на тривалий термін розроблення теорії штучного інтелекту, жодна з перелічених проблем не має чіткого алгоритмічного вирішення і лише в деяких випадках існують методи приблизного оцінювання області пошуку. Фактично зазначені проблеми розв'язуються шляхом підбору, або базуючись на інтуїції дослідника.

Зростання обчислювальної потужності комп'ютерів дає змогу автоматизувати процеси підбору параметрів складних економіко-математичних моделей. У загальному вигляді даний процес показано на рис. 1.

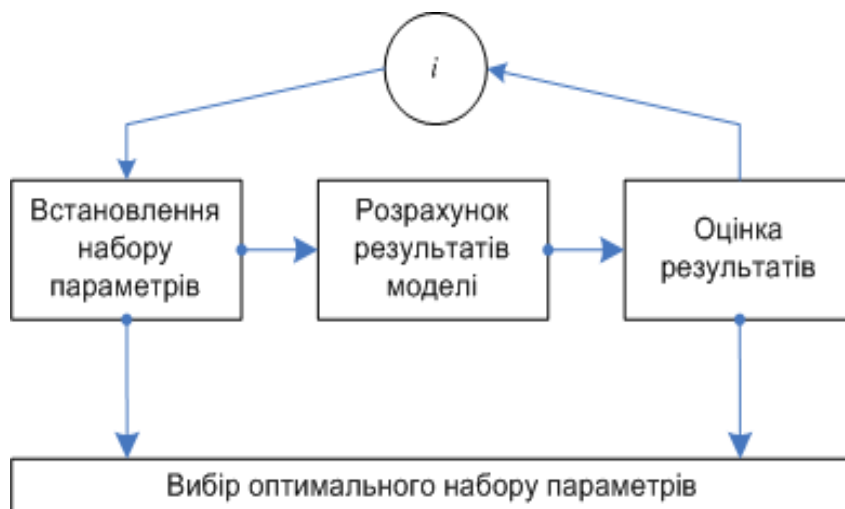


Рис. 1. Процес автоматичного підбору параметрів економіко-математичних моделей

Основним елементом процесу є метод перебору параметрів, позначений на рис. 1 літерою  $i$ . Від вибору методу залежать основні результати підбору параметрів, а саме точність, та обчислювальна складність.

Методи перебору параметрів можна розділити на дві основні групи – методи повного перебору та евристичні. Для підбору параметрів економіко-математичних моделей можуть використовуватися методи з обох груп, в залежності від того, які параметри моделі підлягають підбору.

В деяких випадках, для визначення параметрів моделі, (наприклад, натуральних безперервних параметрів, таких як кількість нейронів нейронної мережі) оптимальним є повний перебір варіантів (у заданих межах), оскільки кількість таких варіантів не є занадто великою. Крім того, для скорочення обчислювальної складності в цьому випадку можна застосовувати методи оптимізації процесу перебору, наприклад «метод гілок та меж» [2].

Для визначення решти параметрів доцільно використовувати евристичні методи та алгоритми, оскільки в умовах неповноти інформації їх недоліки, зокрема відсутність гарантії знаходження кращого рішення, стають менш суттєвими. В той же час вони дозволяють істотно знизити обчислювальну складність задач.

Серед евристичних методів оптимізації загального призначення найбільше розповсюдження отримали генетичні алгоритми, сутність яких полягає в тому, що можливі рішення кодуються як представники популяції, а найкращі рішення знаходяться в результаті штучної імітації природних схрещення та відбору. Використання генетичних алгоритмів дозволяє оптимізувати як дискретні, так і безперервні параметри без додаткових умов щодо вигляду та властивостей їх функцій. Важливою умовою використання генетичних алгоритмів є необхідність розрахунку

«функції пристосованості», яка має однозначно оцінювати якість кожного рішення в рамках популяції.

Крім того можуть бути використані специфічні евристичні методи для окремих задач з оптимізації параметрів економіко-математичних моделей. Наприклад, визначення оптимального набору змінних з вхідної вибірки даних може бути проведено за допомогою стандартного генетичного алгоритму, але також може бути зроблено через послідовне додання входів у порядку зниження степеня їх кореляції із вихідною змінною. У випадку нелінійних зв'язків ефективність даного методу буде знижуватися, але в багатьох випадках він може забезпечити достатньо високі для практичного застосування результати за набагато менший час, ніж генетичні алгоритми. Аналогічні методи можуть бути розроблені і для інших параметрів.

Слід зазначити, що використання методів автоматичного підбору параметрів значно вивільнює час, який необхідно витратити кваліфікованому розробнику на налаштування економіко-математичних моделей, адже комп'ютер працює повністю автономно. Такий підхід вже знайшов реалізацію у деяких комерційних програмних продуктах з аналізу даних, зокрема автором проаналізовано H2O AI та Neural Designer. Незважаючи на існуючі обмеження реалізації автоматичної оптимізації параметрів моделей в даних програмних продуктах, загальний час на розв'язання типових задач нейромережевого моделювання [3] з їх використанням істотно зменшується.

Подальший розвиток розробок в даній сфері може бути спрямований на розширення переліку параметрів, які підлягають автоматичній оптимізації. Перспективним є дослідження доцільності такої концепції програмного продукту в якій оптимізованим може бути будь-який параметр моделі. Також слід розглянути використання інших евристичних методів оптимізації як загального призначення (метод імітації відпалювання, метод мурашиних колоній та інші) так і специфічних для окремих параметрів моделювання.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] N.P.Canh, S.D.Thanh, The dynamics of export diversification, economic complexity and economic growth cycles: Global evidence. *Foreign Trade Review*, vol. 57(3), pp.234-260, 2022.
- [2] R. J. Dakin, A tree-search algorithm for mixed integer programming problems, *The Computer Journal*, vol. 8, p. 250–255, 1965.
- [3] Ю.Г. Лисенко, О.Ю.Мінц, Моделювання інноваційних інтелектуальних систем прийняття рішень в економіці, *Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці*, № 6, с. 90-141, 2017.

## Наталія Клименко

к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики  
Національний університет біоресурсів і природокористування України (факультет інформаційних  
технологій), Київ, Україна  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0693-865X>  
[nklimenko@nubip.edu.ua](mailto:nklimenko@nubip.edu.ua)

### УМОВИ РІВНОВАГИ НА РИНКУ ЗЕМЛІ УКРАЇНИ В УМОВАХ МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

**Анотація.** Дослідження ґрунтується на використанні статистичної інформації про ефективність різних форм аграрного бізнесу на підставі порівняння характеристик розподілів ефективності. Обґрунтовано припущення про співвідношення ризиків орендодавців і орендарів та пропозицію поділу орендодавців на прихильників альтруїстичної та егоїстичної моделей поведінки.

**Ключові слова:** ринок землі; попит; пропозиція; егоїстична та альтруїстична моделі поведінки; ризики орендодавців та орендарів; ставка дисконту.

Перший крок переходу до ринкових взаємовідносин в аграрному секторі було здійснено після Указу Президента України 1995 р. «Про реформування аграрного сектору і захисту прав власності». На цей час було розпайовано 27 млн га, а власниками паїв стали 6,9 млн громадян України. Питання впровадження ринку землі надзвичайно актуальне для всієї економіки України. На сьогодні аграрний сектор являє собою конгломерат високоефективного аграрного бізнесу із часткою підприємств часів ще планової економіки. На користь цієї гіпотези свідчить надзвичайно велика розбіжність в оцінках ефективності аграрного бізнесу. При цьому, для фермерських господарств варіативність ефективності суттєва менша, ніж для різноманіття інших форм аграрного бізнесу [1].

Через війну українці призабули про одну серйозну економічну дату: нещодавно минув рік з початку великої земельної реформи, в межах якої було дозволено резидентам України вільний продаж ділянок сільгосппризначення. Щоправда, лише фізичним особам.

Уже рік поспіль, попри масштабне російське вторгнення на територію України, в державі функціонує ринок землі. Нотаріуси продовжують активно посвідчувати договори відчуження земельних ділянок, у тому числі паїв. З початку великої війни по початок жовтня в Україні уклали 21 192 угоди на ринку землі, які охоплюють площу в 37 463 гектарів.

Сьогодні ринок землі – це живий організм, який змінюється щодня. Відбувається постійна динаміка щодо зміни середньої ціни за 1 га сільгоспземлі. ТОП лідерів серед регіонів за кількістю угод також нестабільний: між областями триває постійна конкуренція. Тому земельний моніторинг актуалізується щодня. На сьогодні на динаміку ринку землі впливають насамперед його учасники. Держава зробила основне – надала їм право володіти, користуватися, розпоряджатися землею як власністю. Далі справа за людьми: користуватися цим правом чи нехтувати ним.

Експерти зазначають, що за рік функціонування вільного ринку землі можна простежити тенденцію: між орендарем та орендодавцем земельних паїв було дуже складно досягти згоди про продаж земельних ділянок, навіть тоді, коли закінчувався термін оренди. Чому орендодавці не хочуть продавати свої земельні ділянки?

Від початку зняття мораторію на продаж землі кількість охочих купити її була величезною, проте не було охочих продати.[2]

Пропозиція на потенційному ринку землі буде визначатися зацікавленістю власників паїв реалізувати такі за ціною, яка їх задовільнить. Не розглядаючи впливу родючості ґрунтів, наявності або відсутності інфраструктури, регіональних кліматичних особливостей, орендну плату вважаємо однаковою для всіх регіонів. На нескінченному часовому інтервалі сумарний дохід на час прийняття рішення:

$$In = \frac{P_a \cdot S_i}{\mu}, \quad (1)$$

де  $P_a; S_i; \mu$  – щорічна орендна плата за 1 га, площа паю, дисконтна ставка.

На ціну землі, яка знаходиться поблизу від великих міст буде впливати можливість її використання для цілей міського розвитку. Статті 151 і 186 Земельного кодексу України допускають зміну цільового призначення земельної ділянки, однак процедури у випадку муніципальної державної і приватної власності дещо відрізняються.

Вартість таких ділянок залежить від місцеположення –  $z$ , терміну аграрного використання –  $T$ , ставки дисконту  $-\mu$  і вартості зміни призначення земельної ділянки  $C_z$  [3]:

$$P_z = \int_0^T R_A(t; z) \cdot e^{-\mu t} dt + \int_T^{\infty} R_D(t; z) \cdot e^{-\mu t} dt + C_z \cdot e^{-\mu T}, \quad (2)$$

де  $R_A(t; z)$  – рента з 1 га, що створюється аграрним виробництвом;

$R_D(t; z)$  – рента з 1 га за рахунок розвитку великого міста.

Виходячи з останнього рівняння (2), можна отримати значення часу  $T^*$ , коли потрібно змінити призначення умовою максимізації вартості ділянки.

На підставі умови першого порядку цей час є рішенням рівняння:

$$R_D(T^*; z) = R_A(T^*; z) + \mu \cdot C_z. \quad (3)$$

З останньої умови випливає, що рента розвитку повинна перевищувати аграрну, в іншому випадку зміна цільового призначення не потрібна, і якщо ліва частина (3) при будь-якому  $T$  перевищує праву, то зміна призначення виконується відразу. Якщо вважати, що розвиток великих міст обмежиться 5-кілометровою зоною міст з населенням понад 1 млн мешканців, то загальна площа цієї території для України не перевищить 200 тис. га, тобто не більше 1% розпайованої території і в подальшому не враховується в оцінках. Однак, незважаючи на незначні розміри прилеглих до великих міст територій, велика різниця між цінами земельних ділянок у сільській місцевості та на околицях великих міст може призвести до деякого зміщення кривої пропозиції у напрямі зростання ціни.

Детальніше розглянемо визначення величини дисконтної ставки. У працях вітчизняних науковців використовується величина орендної плати в гривнях, ну і звичайно дисконтна ставка для гривневої оцінки. Формально ці оцінки здійснюються наступним шляхом: як безризикова дохідність використовується облікова ставка НБУ, яка на кінець 2018 р.) становила 15%, потім надається надбавка за ризик 3-5% і таким чином існуюча оренда плата трансформується в ціну з коефіцієнтом 5. Оскільки в оцінці (1) використовується фіксована орендна плата, то із облікової ставки потрібно видалити інфляційну складову (наприклад, прогнозний показник інфляції на 2018 рік – 9%). З урахуванням ризиків залишається приблизно 10%. В такому випадку орендна плата трансформується в ціну з коефіцієнтом, що наближується до 10. За методикою, запропонованою авторами, ставка дисконтування повинна бути зменшена на відсоток зростання прибутковості аграрного бізнесу. Однак в умовах макроекономічної

нестабільності, коли номінальна прибутковість (рентабельність) аграрного бізнесу досягає 40%, цей алгоритм абсолютно неприйнятний для застосування.

Зважаючи на наведене вище, можна запропонувати інший підхід: оскільки аграрний сектор вже тривалий проміжок часу не тільки забезпечує внутрішнє споживання, а й значну частку продукції постачає на світовий ринок, а рівень цін світового ринку значною мірою визначає рівень цін внутрішнього ринку, тому значна частина виробників орієнтується швидше на рівень цін в євро або доларах США. Логічно в цьому випадку, здійснювати оцінку вартості землі у згаданих грошових одиницях. На сьогодні єдиним діючим інструментом, який представляє вітчизняний фінансовий ринок, є валютні депозити з відсотковою ставкою 3-5% річних. Навряд чи, використання депозитів має менший ступінь ризику, ніж інвестування в аграрний бізнес.

Розглянемо егоїстичну модель пропозиції (власник ділянки розраховує тільки на ренту, що отримує на очікуваному інтервалі тривалості життя), де нескінченний часовий інтервал потрібно замінити на кінцевий, який визначається віком власника і очікуваною тривалістю життя  $T$  (72 роки). Тоді очікувана тривалість часу отримання коштів від оренди на час прийняття рішення становитиме:

$$\tau_i = T - t_i$$

де  $t_i$  – вік власника.

Дисконтний грошовий потік за рахунок орендної плати приведений до часу прийняття рішення залежить від орендної плати, очікуваної тривалості життя, що залишилася:

$$\Pr(p_a, \tau_i, \mu) = s_i p_a (1 - (1 + \mu)^{-\tau_i}) / \mu \quad (4)$$

Прибуток, що може отримати з 1 га власник паю буде таким:

$$\Pr_1(p_a, \tau_i, \mu) = p_a (1 - (1 + \mu)^{-\tau_i}) / \mu \quad (5)$$

Вважаємо, що власник паю прийме рішення відносно продажу ділянки, коли ціна 1 га досягне дисконтного прибутку:

$$P_3 \geq \Pr_1(p_a, \tau_i, \mu) \quad (6)$$

Крім того, у випадку впровадження ринку землі в першу чергу на продаж буде виставлено землі, що здаються в оренду, за виконання умови (6). Землі, що обробляються власниками паїв, також можуть бути виставлені на продаж, якщо ціна перевищуватиме дисконтний потік прибутку з 1 га площі, що самостійно обробляється. Однак для цього потрібно мати інформацію про доходи і витрати домогосподарств.

Представлена модель ринкової рівноваги на потенційному ринку землі відповідає випадку, коли до участі допущено тільки діючі суб'єкти аграрного бізнесу, а право на продаж представлено без обмежень усім власникам паїв.

Попри війну, ринок землі існує. І його досягнення впродовж року значні. Навіть ціна на земельні ділянки трохи зросла. Отже, після нашої перемоги над російським ворогом український ринок землі запрацює ще краще.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Скрипник А. В., Жемойда О. В., Андрущенко В. М. "Аналіз тенденцій до структурних зрушень аграрного бізнесу", Економіка АПК, № 10. с. 27-39, 2016.
2. Ринок землі успішно працює попри війну. «Урядовий кур'єр» Доступно: <https://ukuriy.gov.ua/uk/articles/rinok-zemli-uspishno-pracyuye-popri-vijnu/>
3. Skrynyk, A., Klymenko, N., Talavyria, M., Goray, A. and Namiashenko, Y. "Bioenergetic potential assessment of the agricultural sector of the Ukrainian economy", International Journal of Energy Sector Management, 14 (2), 468-481, 2019, DOI:10.1108/IJESM-04-2019-0015

## **Ольга Шляга**

к.е.н., доцент, доцент кафедри ІТ  
Місце роботи: ЗІЕІТ, Запоріжжя, Україна  
0000-0002-9236-4893  
o.shlyaga@econot.zp.ua

### **ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГАЛУЗІ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ**

**Анотація.** Ключовим завданням дослідження є визначення переваг і недоліків дистанційного навчання перед іншими формами навчання, а також визначення проблем застосування і можливостей розвитку інформаційних технологій у галузі дистанційної освіти через платформи дистанційного навчання для підвищення його ефективності. Об'єктом є процеси управління ІТ у галузі дистанційної освіти, предметом – її структура та логічна організація, які забезпечують системну взаємодію компонентів платформ дистанційного навчання в інформаційній освітній діяльності, а також сукупність методів, засобів та форм їх застосування для вирішення ключових завдань функціонування ЗО на коротко- та середню перспективу. Метою застосування ІТ у галузі дистанційної освіти є поглиблення і ефективне комбінування можливостей платформ дистанційного навчання для забезпечення отримання користувачами необхідних для сучасного розвинутого світу навичок та умінь.

**Ключові слова:** інформаційні технології; дистанційна освіта; платформа дистанційного навчання.

## **ВСТУП**

Інформаційні технології все більше проникають у всі сфери нашого життя, і сфера освіти поступово перетворилася на практично повністю інформатизовану галузь. Використання мультимедійних дошок та іншого мультимедійного обладнання, планшетів та комп'ютерних класів тощо безперечно вплинули на освітній процес і вже є звичайним для теперішніх умов роботи закладів освіти будь-якого рівня. Однак на процеси інформатизації ЗО потрібно дивитись значно глибше. В умовах воєнного стану в Україні особливо актуальними постають питання щодо можливості максимально ефективно використовувати технології в освіті задля отримання необхідних для сучасного розвинутого світу навичок та умінь.

**Постановка проблеми.** Завданням дослідження у межах теми «Сучасні напрямки розвитку інформаційних технологій у прикладних дослідженнях» ЗІЕІТ (номер державної реєстрації 0122U201321) є визначення основних напрямків подальшого розвитку дистанційної освіти та застосування платформ дистанційного навчання в установі на коротко- та середню перспективу з урахуванням сучасних засобів інтерактивної взаємодії у процесі навчання та забезпечення його відкритості за допомогою інформаційних технологій для постачання навчального матеріалу та спілкування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** показав, що в сучасному світі активно розвивається система дистанційного навчання в самих різних галузях освіти. Достатньо уваги в дослідженнях вітчизняних і закордонних авторів відведено характеристиці дистанційного навчання, а також використанню інформаційних платформ [1-7]. Однак, також актуальним виявляється дослідження та подальше запровадження прогресивних методів дистанційної освіти для забезпечення її повноцінності. І, як будь-яке інше навчання, воно має як позитивні, так і негативні сторони.

**Мета публікації.** Розглянуто зручність, переваги і недоліки дистанційного навчання перед іншими формами навчання, а також визначені проблеми застосування



інформаційних технологій у галузі дистанційної освіти через платформи дистанційного навчання для підвищення його ефективності та виявлення нових можливостей застосування цих платформ.

## **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ**

Дистанційне навчання має ряд переваг перед іншими формами навчання, які зумовлені, перш за все, його зручністю та універсальністю в теперішніх умовах. Так, зокрема, перевагами є: можливість навчатися в будь-який час, в своєму темпі і в будь-якому місці; мобільність; навчання в спокійних менш стресових умовах; зручність для викладача; індивідуальний підхід. Але, зрозуміло, поряд з перевагами дистанційне навчання має і недоліки. Серед основних недоліків: необхідна сильна мотивація; важливо підтримувати потрібний темп навчання, а без контролю з боку це вдається не всім; нестача практичних вмінь та навичок; дистанційна освіта не підходить для розвитку комунікабельності, впевненості, навичок роботи у команді.

Платформу дистанційного навчання, у найбільш загальному вигляді, можна визначити як технологію, яка сприяє реалізації педагогічних та інформаційних технологій дистанційного навчання шляхом автоматизації створення і здобуття знань у системі дистанційного навчання, а також завдяки наявності засобів, необхідних для основних користувачів – викладача та студента [4].

У наш час існує чимало платформ для дистанційного навчання. Найбільш універсальною, найпопулярнішою і найбільш застосовуваною у більш ніж 100 країнах є платформа дистанційного навчання Moodle – дозволяє створювати якісні дистанційні курси, її можна підлаштовувати під потреби окремого навчального проєкту та доповнювати новими сервісами; має широкий набір інструментів для освітньої взаємодії викладачів та студентів; спроектована з урахуванням досягнень сучасної педагогіки, а основний наголос робиться на взаємодії між студентами та широкому використанні обговорення [7]. Платформа Learning.ua – містить онлайнтести, інтерактивні завдання з навчальних предметів. Платформа Stepik – безкоштовна освітня платформа та конструктор відкритих онлайн-курсів і практичних занять. Платформа Learningapps – дозволяє створювати вправи різних типів на різні теми або користуватися готовими, а платформа LearningApps.org – онлайнвий сервіс, який дозволяє розробляти інтерактивні вправи та надає можливість дистанційного навчання кожному викладачу. ClassDojo можна використовувати як додатковий інструмент для мотивації студентів. Платформа Padlet створена для створення завдань і дає можливість написати інструкцію, додати посилання, фото, відео, файли, малюнки, голосове повідомлення. Віртуальна інтерактивна дошка може використовуватися як інструмент для групової роботи для проведення мозкового штурму, узагальнення та систематизації знань, рефлексії тощо. Prezzi – це платформа для створення навчальних презентацій. Платформу Mentimeter можна використовувати для створення та проведення опитувань: викладач завантажує на сайт декілька запитань, а потім дає студентам посилання з кодом доступу, а також платформа допомагає простежити динаміку засвоєння матеріалу студентами, оскільки результати кожного опитування зберігаються. Kahoot – це платформа для гейміфікації навчання, яка дозволяє створювати інтерактивні тести, опитування, завдання для практики та перевірки вивченого матеріалу. Quizlet – гра, що дозволяє перевірити розуміння студентами термінів. Отже, використання інтерактивних платформ створює широкі можливості для підвищення інтересу студентів до процесу навчання, сприяє поглибленню знань. Інтерактивні платформи дистанційного навчання дозволяють фіксувати процес розуміння, засвоєння і творчого застосування знань під час вирішення практичних завдань. Ефективність забезпечується завдяки більш активному включенню студентів у

процес не тільки одержання, але й безпосереднього використання інтегрованого комплексу знань.

### **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

У зв'язку із теперішньою ситуацією у країні дистанційне навчання має великі перспективи, тому що виправдовує себе і є дійсно зручним. Дана форма навчання є інноваційною, але потребує постійного впровадження інформаційних технологій для забезпечення її ефективності через вивчення можливостей застосування різноманітних платформ дистанційного навчання. Система дистанційного навчання, побудована з урахуванням всіх тонкощів і нюансів платформ дистанційного навчання, зможе не лише забезпечити максимальну ефективність і користь навчання, але, в той же час, підвищить зручність, надійність та ефективність їх використання задля досягнення бажаного ефекту.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [1] Kontsepsiia rozvytku dystantsiinoi osvity v Ukraini. Available at: <http://www.osvita.org.ua/distance/pravo/00.html>.
- [2] Urovytska Yu. Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii u vyshchych navchalnykh zakladakh: alhorytm vprovadzhenia. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu*. 2016. Vyp. 133. S. 23-26. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP\\_2016\\_133\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2016_133_8).
- [3] Bykov V. Proiektnyi pidkhid i dystantsiine navchannia u profesiinii pidhotovtsi upravlinskykh kadriv. Available at: <http://www.ime.edu-ua.net/cont/Bykov1.doc>.
- [4] Dunina I. Platformy dystantsiinoho navchannia v universytetakh Frantsii. *Naukovyi visnyk Donbasu*. 2011. № 4.
- [5] Morze N. Informatsiini tekhnolohii v navchanni : navchalnyi posibnyk / za red. N. Morze. Kyiv, 2004. 240 s.
- [6] Sysoieva S.O. Systemy dystantsiinoho navchannia: porivnialnyi analiz navchalnykh mozhlyvostei. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*. Vinnytsia : VDPU, 2010. № 23. S. 172-177.
- [7] Moodle. Available at: <https://moodle.org/>.
- [8] Saienko N.S. Informatsiini tekhnolohii dystantsiinoho navchannia inozemnoi movy tekhnichnoho spriamuvannia / Saienko N.S., Kriukova Ye.S. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh*. 2021. № 74, t. 3. S. 110-114. Available at: [http://www.pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2021/74/part\\_3/22.pdf](http://www.pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2021/74/part_3/22.pdf).

## Інна Костенко

Аспірантка, асистент кафедри економічної кібернетики,  
НУБіП України, Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-4987-3764  
kostenkois@nubip.edu.ua

# ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОПИТУ НА ОСВІТНІ ПОСЛУГИ В УКРАЇНІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

**Анотація.** В роботі проведено аналіз поточних умов функціонування ринку освітніх послуг України. Існуючі економіко-політичні та безпекові умови в Україні неминуче впливають на функціонування ринку освітніх послуг як з точки зору його попиту, так і пропозиції. Проведено аналіз структури діючих ЗВО в країні. Понад 2000 закладів освіти було пошкоджено, а понад 220 повністю зруйновано, з них – 131 (5,5%) заклад фахової передвищої та вищої освіти. Здійснено дослідження вступної кампанії в 2022 році. Результати економетричного аналізу впливу конкурсу на мінімальний вступний бал в 2022 році. Результати економетричного аналізу впливу показника конкурсу (екзогенна зміна) на мінімальний вступний бал (ендогенна зміна) 2022 року вказують на те, що представлена модель описує 60,4 % дисперсії процесу, однак нульові гіпотези, відносно значень регресійних коефіцієнтів, відхиляються на надзвичайно малому рівні значимості. На підставі лінійної моделі можна вважати, що статистичною нижньою межею вступної кампанії 2022 можна вважати 136 бали, а додаткова заява на одне бюджетне місце збільшує цю величину на 1,37 балів. Дослідження вказує, що нижня межа вступної кампанії знизилася порівняно з 2020 роком орієнтовано на 6 балів, що є закономірним в умовах пандемії та воєнного стану. В цілому прохідний бал на місця за кошти державного бюджету залежить не лише від конкурсу, а й кількості бюджетних місць та групи, куди входить конкурсна пропозиція, адже при розрахунку та адресного розміщенню місця за кошти державного бюджету спеціальності упорядковуються, як правило, за своєю потенційною привабливістю, попитом абітурієнтів, а також галуззю знань. Поряд з цим, дослідження вказують, що спостерігається чітка тенденція до збільшення прохідного балу за окремими спеціальностями за рахунок саме кількості бажаючих. Коефіцієнт детермінації зріс майже на 20 % порівняно з 2020 роком. Система освіти потребує державної та приватної підтримки, як з точки зору забезпечення попиту, так і забезпечення освітнього процесу на якісному рівні, на скільки це можливо за даних умов.

**Ключові слова:** ринок освітніх послуг, освітні послуги, попит, вступна кампанія, прохідний бал, конкурс на бюджетне місце.

## ВСТУП

Поточні економіко-політичні та безпекові умови в Україні неминуче впливають на функціонування ринку освітніх послуг як з точки зору його попиту, так і пропозиції. Система вищої освіти в Україні в значній мірі є централізованою та державною, знаходиться в умовах жорсткого бюджетного обмеження. У відносних показниках рівень її фінансування завжди відповідав рівню розвинених країн, проте фактичний рівень є недостатнім для розвитку галузі, та реальних показниках продовжує неминуче скорочуватися. В поточний час в Україні значна частка ЗВО знаходяться під загрозою вимушеного переміщення чи евакуації. У зонах активних бойових дій (Харківська, Чернігівська, Сумська, Донецька, Миколаївська області та Київ) постраждали будівлі закладів вищої освіти. За інформацією МОН станом на серпень 2022 року понад 2000 закладів освіти було пошкоджено, а понад 220 повністю зруйновано, з них – 131 (5,5%) заклад фахової передвищої та вищої освіти. З різних причин не змогли продовжити викладання та дослідження після 24.02.2022 року близько 2000 науково-педагогічних працівників, а 63 заклади освіти повідомили про нестачу викладачів. Найбільшими перешкодами для продовження освіти є відсутність підключення до Інтернету (79%),

погіршення безпекової ситуації в місцях навчання (46%) та відсутність технічних засобів для онлайн-викладання та навчання (39%). Значна кількість закладів освіти повідомили, що студенти не можуть продовжувати навчання через потребу заробітку (28%). Поряд з тим, за результати вступної кампанії 2022 року, що з тимчасово окупованих територій, особливо небезпечних територій кількість вступників, які зараховані на місця державного (регіонального) замовлення за квотою-2, склала 15 тис. 242 особи, з них на базі повної загальної середньої освіти – 10 тис. 990 осіб. Тобто випускники ЗСО все ж змогли скористатися можливістю вступу до ЗВО України.

**Мета публікації:** аналіз поточних умов функціонування ринку освітніх послуг України.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В роботі було досліджено структуру попиту на освітні послуги ЗВО України в 2022 році. Побудовано економетричну модель впливу конкурсу на мінімальний вступний бал.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

В цілому рекомендації для зарахування на бюджет до ЗВО отримали понад 67 тис. осіб для вступу на молодшого бакалавра, бакалавра. На ОС «Бакалавр» на базі повної загальної середньої освіти найбільшим попитом користувалися галузі знань: 12 Інформаційні технології- 19,65%, 07 Управління та адміністрування- 12,43%, 22 Охорона здоров'я- 8,67%, 05 Соціальні та поведінкові науки -8,13%. Найбільше вступників зараховано на спеціальності: 122 «Комп'ютерні науки»; 121 «Інженерія програмного забезпечення». Понад 74% абітурієнтів в 2022 році подали заяви лише на бюджет.

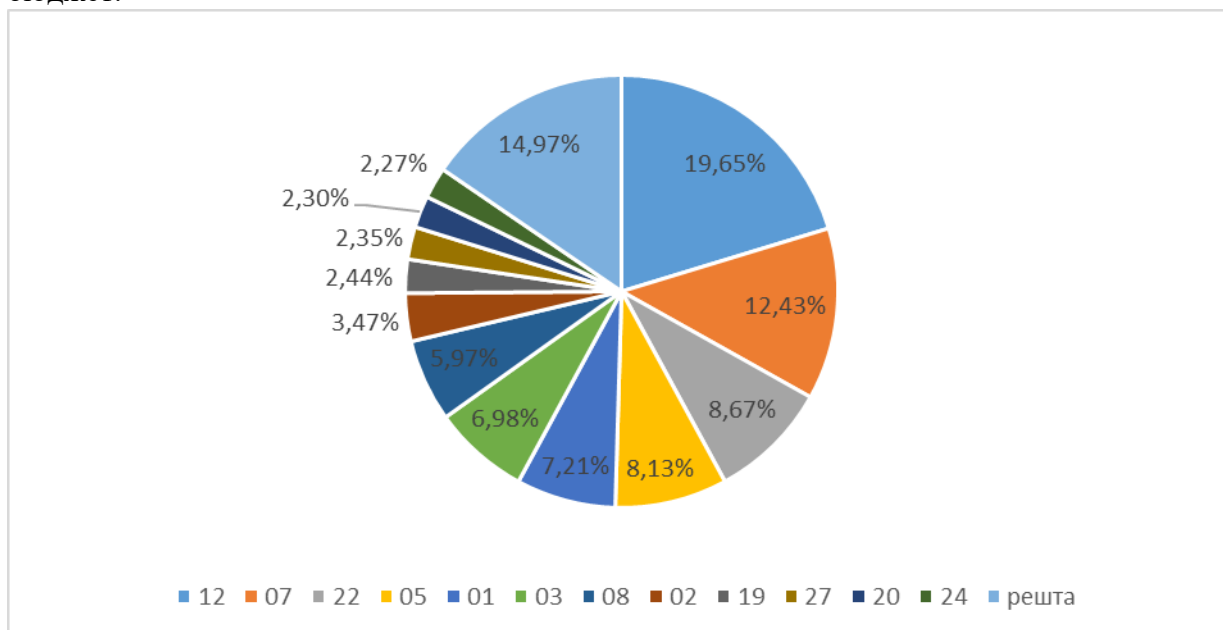


Рис. 1 Структура попиту освітніх послуг в 2022 році за кодом галузі знань  
Джерело: розробка автора на основі даних ЄДЕБО

Було проведено економетричний аналіз впливу конкурсу на мінімальний вступний бал в 2022 році. Попередньо було проведено попередню фільтрацію даних: видалено спеціальності або спеціалізації, які не користуються попитом (менше 100 заяв). Після цього було прораховано кількість заяв на одне бюджетне місце (показник конкурсу) для кожної спеціальності з врахуванням як відкритого конкурсу, так і

фіксованої пропозиції. Було зроблено припущення, що конкурс має прямий вплив на прохідний бал даної спеціальності. Результати економетричного аналізу впливу показника конкурсу (екзогенна зміна) на мінімальний вступний бал (ендогенна зміна) 2022 року представлено в табл.1. Модель описує 60,4 % дисперсії процесу, однак нульові гіпотези, відносно значень регресійних коефіцієнтів, відхиляються на надзвичайно малому рівні значимості (табл.1). На підставі лінійної моделі можна вважати, що статистичною нижньою межею вступної компанії 2022 можна вважати 136 бали, а додаткова заява на одне бюджетне місце збільшує цю величину на 1,37 балів. Дослідження вказує, що нижня межа вступної компанії знизилася порівняно з 2020 роком орієнтовано на 6 балів.

**Табл.1 Параметри лінійної моделі впливу конкурсу на мінімальний вступний бал**

Регресійна статистика									
Множ. R	0,78								
R-квадрат	0,60								
Нормований R-квадрат	0,60								
Стандартна похибка	14,52								
Спостереження	106,00								
Дисперсійний аналіз									
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимість F</i>				
Регресія	1,00	33443,03	33443,03	158,55	0,00				
Залишок	104,00	21936,62	210,93						
Всього	105,00	55379,64							
	<i>Коефіцієнти</i>	<i>Стандартна похибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значення</i>	<i>Нижнє 95%</i>	<i>Верхнє 95%</i>	<i>Нижнє 95,0%</i>	<i>Верхнє 95,0%</i>	
Y	136,24	1,81	75,19	0,00	132,64	139,83	132,64	139,83	
Конкурс на 1 бюджетне місце	1,37	0,11	12,59	0,00	1,16	1,59	1,16	1,59	

В цілому прохідний бал на місця за кошти державного бюджету залежить не лише від конкурсу, а й кількості бюджетних місць та групи, куди входить конкурсна пропозиція, адже при розрахунку та адресного розміщенню місця за кошти державного бюджету спеціальності упорядковуються, як правило, за своєю потенційною привабливістю, попитом абітурієнтів, а також галуззю знань. Поряд з цим, дослідження вказують, що спостерігається чітка тенденція до збільшення прохідного балу за окремими спеціальностями за рахунок саме кількості бажаних. Коефіцієнт детермінації зріс майже на 20 % порівняно з 2020 роком. Поряд з тим, нижня межа прохідною балу стає нижчою, що зумовлено пандемією та військовим станом.

### **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Підводячи підсумки, дослідження конкурсу на місця за кошти державного бюджету вказують на те, що лишаються відкритими питання існуючого розриву між попитом і надзвичайно великою пропозицією за окремими освітніми програмами, спеціальностями такими як, 229 Громадське здоров'я, 135 Суднобудування, 272 Авіаційний транспорт, 273 Залізничний транспорт, 132 Матеріалознавство, 173 Авіоніка 144 Теплоенергетика, 145 Гідроенергетика, 223 Медсестринство, 263 Цивільна безпека, 136 Металургія.

Наявність спеціальностей для яких вступний бал перевищує 180, а конкурсний бал є надвисоким свідчить про недостатню якість регулювання, що здійснюється МОН, тобто кількість бюджетних місць на ці спеціальності повинна бути збільшено. Серед

таких спеціальностей 241 Готельно-ресторанна справа, 061 Журналістика, 121 Інженерія програмного забезпечення, 075 Маркетинг, 126 Інформаційні системи та технології, 073 Менеджмент, 072 Фінанси, банківська справа та страхування, 123 Комп'ютерна інженерія, 035 Філологія тощо. Оптимізація структури освіти повинна здійснюватися постійно і враховувати тривалість процесів перебудови економіки.

Поряд з тим на разі існує ряд інших факторів, що впливають на ринок освітніх послуг України. Серед них освітня міграція. Середньорічна кількість українських вступників до ЗВО за кордоном в довоєнний період становила 60 тис. осіб. Прогнозовано в 2022 році кількість вступників може збільшитися за рахунок вимушеної міграції. Для того, щоб лишити привабливою та доступною освіту в Україні було тимчасово скасовано впровадження індикативної собівартості освітніх послуг. Як результат, варто зазначити про ціновий демпінг у східних, північних та південних областях України в 2022 році, та поряд з цим 5-10% зростання вартості - в центральних та західних областях. В цілому зростає попит на послуги з підвищення кваліфікації та можливості щодо перекваліфікації у зв'язку із зміною кадрових потреб в економіці країни. Значною мірою - це ІТ-напрямок. Тому розвивається напрям неформальної освіти.

В цілому бачимо, що існує ряд важливих різних чинників на ринку освітніх послуг України. Світові тенденції вказують на зростаючий попит на вищу освіту внаслідок технологічного прогресу та динамічного розвитку ринку праці, тому врегулювання питань, пов'язаних із забезпеченням освіти було і має лишатися серед державних пріоритетів та потребує постійної підтримки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вступ-2022: понад 67 тис. вступників отримали рекомендацію для зарахування на бюджет на основі повної загальної середньої освіти. Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/vstup-2022-ponad-67-tis-vstupnikiv-otrimali-rekomendaciyu-dlya-zarahunannya-na-byudzhet-na-osnovi-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti>
2. ЄДЕБО.2022. URL: <https://vstup.edbo.gov.ua/statistics/>
3. Із початку війни майже 24 тисячі студентів не відновили своє навчання/ За матеріалами – МОН Прес-служба Профспілки працівників освіти і науки України. 2022. URL: <https://pon.org.ua/novyny/9706-iz-pochatku-viiny-maizhe-24-tysiachi-studentiv-ne-vidnovyly-svoie-navchannia.html>
4. Костенко І.С. Оптимізація економічних відносин в системі вищої освіти України з позиції суспільної корисності. Київ : *Актуальні проблеми економіки*, 2021. №1. С.22-33
5. Освіта і війна в Україні (24 лютого — 1 квітня 2022). Cedos. URL: [https://cedos.org.ua/researches/osvita-i-vijna-v-ukrayini-24-lyutogo-1-kvitnya-2022/#visa\\_osvita](https://cedos.org.ua/researches/osvita-i-vijna-v-ukrayini-24-lyutogo-1-kvitnya-2022/#visa_osvita)
6. Скрипник А.В. Клименко Н.А., Костенко І.С. Рівень освіченості населення в галузі цифрових технологій та зростання економік країн. *Інформаційні і технології і засоби навчання*, 2020. №78 (4). С. 278-297. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v78i4.2948>
7. Skrypnyk AV, Klimenko NA & Kostenko IS Indicative cost of educational services as a way to optimize ukrainian higher education. *European Cooperation*. 2020. Vol. 4, No. 48. URL: <https://doi.org/10.32070/ec.v4i48.97>



**Тетяна Коваль**

К. ф.-м. н., доцент кафедри економічної кібернетики  
НУБіП України, факультет ІТ  
ORCID ID 0000-0002-3981-5843  
Kovalt28@gmail.com

## РИНОК ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА АНАЛІЗ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

**Анотація:** Розглянуто ринок відновлюваних джерел енергії та проаналізовано рівень енергонезалежності кожного регіону України.

**Ключові слова:** нетрадиційна енергії, відновлювані джерела енергії, енергонезалежність

### **ВСТУП**

#### **Постановка проблеми.**

Події останніх кількох місяців означають, що ми повинні рішуче взятися за перебудову енергетичного сектору. До 2030 року щонайменше 45% нашої електроенергії має надходити з повного спектру відновлюваних джерел енергії, а в кінцевому споживанні енергії, включаючи транспорт і опалення, частка ВДЕ має бути не менше 35%. Щоб це сталося, нам потрібно використати потенціал наших вітрів і сонця, радикально підвищити енергоефективність, електрифікувати промисловість і транспорт.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Вагомий внесок у розробку теоретико-методичних засад вивчення та аналізу проблеми впровадження альтернативних джерел енергії зробили А. К. Зайцева, Г. А. Арістов, Б. Б. Кажинський, А. Уейр, Дж. Твайделл. Окремі питання альтернативної енергетики різних країн світу у своїх роботах розглядали такі вчені як Р. М. Буквич, Г. Г. Гелетуха, П. П. Кучерук, Е. Н. Олейник, А. В. Трибой, І. В. Замула, А. В. Кирейцева.

#### **Мета публікації.**

Узагальнити та дослідити ринок відновлюваних джерел енергії, створити бачення зеленого відновлення та проаналізувати рівень енергонезалежності кожного регіону, що зробить Україну самодостатньою в енергопостачанні. Шлях до енергетики на основі відновлюваних джерел створить ринкову впевненість, необхідну для залучення інвестицій та допоможе перезапустити та реструктурувати електроенергетику, щоб нарешті розблокувати її розвиток, оскільки в останні роки інвестиції в електроенергетичний сектор України стримувалися зокрема і через надлишок застарілих і дуже брудних вугільних електростанцій.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ**

Відновлювані джерела енергії включають енергію сонця, вітру, геотермальної енергії, біопалива, енергії морських хвиль, енергії водню. Широке використання не традиційної енергії представляє інтерес з точки зору необмеженого енергетичного ресурсу. [1].

У 2020 році ВДЕ-ресурси позначили свою присутність на ринку, показавши (без урахування сектора великих ГЕС) частку в 2,2% витратної частини світового енергобалансу (проти – 0,7% в 2010 рік). Прогнозується, що протягом найближчих п'яти років відновлювана енергетика виросте більш ніж на 60%. [3].

Пошук нових енергетичних ресурсів пов'язаний з ціновою нестабільністю сировинних ринків. Залежність від країн-постачальників енергоносіїв штовхає держави,

які не мають значних природних ресурсів, до політики імпортозаміщення і спробам скоротити цю залежність.

Відновлювані джерела енергії швидко розвиваються з падінням витрат на них. Частка відновлюваних джерел енергії (включаючи гідроенергетику) в рамках глобальної системи виробництва електроенергії зростає майже на 1% в 2020 році, досягнувши майже 25%. Відновлювані джерела енергії тепер охоплюють 1/3 енергетичної галузі в Європі, 1/4 в Китаї і 1/6 в Сполучених Штатах, Індії та Японії.

У структурі світових ВДЕ основні позиції займають енергія вітру і сонця, що виробляють 52% і 28% відновлюваної енергії відповідно. На біомасу припадає 12% виробленої енергії, на гідроенергетику – 6% і 2% на геотермальну.

При розробці управлінських рішень щодо досягнення енергонезалежності країни необхідно орієнтуватися на аналіз енергетичного стану країни не тільки в цілому, але й враховувати регіональний аспект, що дозволить виявляти найбільш енергозалежні області. Кожен з регіонів України характеризується особливими умовами соціально-економічного розвитку. Вони пов'язані з географічним розташуванням, запасами корисних видобувних ресурсів, структурою виробництва та надання послуг, що обумовлює розвиток промислової або сільськогосподарської сфери чи сфери обслуговування тієї чи іншої області. Рівень енергонезалежності є наслідком загального соціально-економічного розвитку регіону. Визначення регіональних особливостей у функціонуванні енергетичного сектора дає можливість зробити висновки щодо загального стану енергонезалежності країни. [2].

Для наочності рівень енергонезалежності кожного регіону в 2021 р. представлено у вигляді пелюсткової діаграми на рис. 1



Рис. 1. Рівень енергонезалежності регіонів України у 2021р.

Максимальний рівень інтегральної оцінки енергонезалежності у 2021 р. спостерігається у Чернівецькій (0,6396), Сумській (0,6365) та Херсонській (0,6360) областях, мінімальний – у Донецькій (0,2820) та Луганській (0,3341) областях. Проте слід зазначити, що навіть найвищий показник енергонезалежності у Чернівецькій області (0,6396) є низьким, що свідчить про залежність країни в цілому від імпорту ПЕР. Враховуючи, що у нашому випадку нормативні значення розраховано на основі фактично досягнутих показників, отримані результати мають завищену оцінку. Якщо за базу нормування взяти, наприклад, еталонні значення показників, то результати інтегрального коефіцієнта мали б ще нижчі оцінки.



## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ще до війни і бізнес, і уряд визнали необхідність поступової відмови вугілля.

Партнерство між Україною та ЄС в сфері відновлюваної енергетики відкриє нові можливості для всієї Європи. У короткостроковій перспективі це допомогло б Україні відновитися після війни та поставити нашу енергетичну галузь та економіку на ноги.

У середньостроковій перспективі ми можемо різко скоротити шкідливі викиди в енергетичному секторі, поступово відмовитися від вугілля до початку 2030-х років та почати займатися безпечним виведенням з експлуатації атомних електростанцій, коли технології накопичення енергії та рішення для підвищення гнучкості енергосистеми стануть більш доступними.

В умовах величезної шкоди, заподіяної українським містам, заходи з енергоефективності мають стояти на першому місці перед плануванням нової інфраструктури централізованого теплопостачання, яка також має базуватися на відновлюваних джерелах енергії та електрифікації, а не на викопному газі.

Сьогодні показує, що централізовані енергетичні системи минулого, які залежать від поставок викопного палива та ядерної енергії, виявилися надзвичайно вразливими до нападів. Це також показує, що старі способи енергозабезпечення економіки, що залежать від імпортованих поставок викопного палива, більше не життєздатні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України Про альтернативні джерела енергії № 2479-IX від 29.07.2022
2. Галаєва Л.В., Коваль Т.В. (2020) Перспективи розвитку виробництва біогазу в Україні Міжнародний науково-практичний семінар «Розвиток біоенергетичного потенціалу в сільському господарстві» Київ: НУБіП України
3. Гайдаєнко І. Альтернативна енергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. Нукові записки з української історії. *Збірник наукових статей*, (34). 146-151.

### Наталія Рогоза

Кандидат економічних наук, доцент кафедри економічної кібернетики  
НУБіП України, м. Київ  
orcid.org/0000-0003-0010-219X  
nrogoza@nubip.edu.ua

## МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

**Анотація.** Розглянуто етапи побудови і моделі інформаційного простору територіальної громади, що є формалізацією структури даних, які відображають виникнення, перебіг та результати процесів самоорганізації з точки зору їхнього впливу на процеси життєзабезпечення громади. Досліджено функціональні складові інформаційного простору територіальної громади, особливості впливу інформаційного простору на розвиток територіальної громади. Визначено, що інформаційна модель становитиме інформаційну базу даних аналізу та моделювання процесів самоорганізації населення міста.

**Ключові слова:** інформаційний простір, інформаційна модель; інформаційні ресурси, територіальної громади, інформаційні потреби.

В інформаційному суспільстві відображенням і стимулом для соціально-економічних процесів в територіальних громадах є інформація. Вплив інформації на суспільство вивчало і вивчає багато вчених. Однак механізм такого процесу саме в територіальній громаді розглядався ще недостатньо. Тому актуальними викликами є перевірка нормування, розробка відповідних методів і моделей для аналізу і

прогнозування, підтримка прийняття рішень органами місцевого самоврядування, підтримка вирішення соціально-економічних проблем у містах.

Побудова інформаційної моделі інформаційного простору територіальних громад як середовища здійснюється на наступними етапами:

*етап 1* — визначення мети інформаційної моделі;

*етап 2* — виділення істотних властивостей інформаційного простору територіальної громади як об'єкта моделювання;

*етап 3* — визначення форми подання інформаційної моделі;

*етап 4* — реалізація моделі.

Розглянемо докладніше перші етапи дослідження.

Визначення мети побудови моделі інформаційного простору територіальної громади констатує, що оцінка стану інформаційного простору територіальної громади з урахуванням процесу самоорганізації може слугувати рисою та оцінкою її стану. .

Тому метою побудови інформаційної моделі інформаційного простору місцевої спільноти є формалізація структури даних, які відображають виникнення, еволюції та результати процесу самоорганізації з точки зору їх впливу на процес життєзабезпечення територіальної громади. Модель становитиме інформаційну базу даних аналізу та моделювання процесів самоорганізації населення громади з метою їхнього залучення до участі в бюджетному процесі для економічно ефективного вирішення проблем.

Другий етап характеризується виділенням істотних властивостей інформаційного простору територіальної громади як об'єкта. Проаналізуємо складові та структуру інформаційного простору.

Отже, під інформаційним простором територіальної громади зрозуміємо сукупність інформації та інформаційної інфраструктури окремої адміністративно-територіальної одиниці, що здійснює акумуляцію, формування, розповсюдження і використання інформації з метою задоволення інформаційних потреб населення та організації ефективного управління територією. Інформаційний вплив може мати подвійну природу. З одного боку, вплив породжується особистими, суспільними та національними інтересами, а з іншого — саме він змінює чи формує простір. Ці процеси відбуваються в інформаційному просторі, який може або сприяти, або протидіяти виникненню чи реалізації тих або інших інтересів

Проведено декомпозицію функціональних складових інформаційного простору територіальної громади. Це: технічна, організаційна, лексична (або мовна) та правова.

Розглянемо детальніше компоненти основних, на нашу думку функціональних складових інформаційного простору.

Технічна складова інформаційного простору територіальної громади визначається головним чином рівнем і свободою доступу до (теле) систем зв'язку і технологій мешканців (населення). Наприклад, у багатьох містах сьогодні завжди може бути підключений високошвидкісний доступ до Інтернету, який підтримується більшістю мобільних провайдерів, але ця можливість не обмежується географічними локаціями, Він прямо корелює з розміром міста, і навіть будинок, в якому живе людина. Крім того, муніципалітети створюють вільні зони для ділового середовища, а також бездротовий і громадський доступ до громадських місць. Зокрема, бібліотеки заохочують громадян до активного доступу та використання інформації.

Для нашого дослідження і для громади першочергове значення також мають організаційні компоненти. Це відбувається тому, що найбільший вплив мають органи місцевого самоврядування та громадяни, а на громадськість впливає широкое розповсюдження інформації. Цей компонент охоплює всі медіа-ресурси території, в тому числі і організації громадянського суспільства. Ці інформаційні хвилі розвивають

інформаційний простір, який зосереджується на питаннях, які найбільше мають значення для спільноти, впливаючи на владу і сприяючи взаєморозумінню. З іншого боку, влада також впливає на громадян шляхом розробки інформаційних ресурсів. Активному обміну інформацією між владою та громадою сприяють систематичні зворотні зв'язки та зміни. Крім того, не слід забувати і про населення, особливо про літніх людей. Це не активний користувач інтернету, а використовує традиційні засоби масової інформації (газети, телебачення, радіо).

Організаційною складовою інформаційного простору міста відбувається накопичення інформації щодо організації інформування громадян про проблеми та події, які стосуються громади. Також на рівні цієї складової аналізуються не тільки мешканці, а й інформаційні інструменти, створені місцевими органами влади та бізнес-спільнотами. Іншими словами, це середовище, яке реконструюється суспільством та його інституціями на основі технічних засобів.

Організаційною складовою є також накопичення інформаційних ресурсів у різних напрямках. Це компоненти для прямого оповіщення громадян, а також компоненти зі зворотним зв'язком, які працюють не лише в напрямку Влада— Громада, а й у напрямку Громада—Влада, доводячи до керівництва інформацію про бачення стану та проблем міста очима громади.

Крім того, можна виділити дві зони інформаційного простору, одна з яких розробляється для впливу влади або бізнесу, а інша — процесу самоорганізації громадян. Тому в цілому організаційна складова відбудовується в результаті взаємодії «Бізнес - влада - громада».

Правову складову інформаційного простору територіальної громади становить низка нормативних актів, однак, на нашу думку, найбільший вплив на розвиток інформаційного простору території здійснюють регіональні нормативні акти. Накази, положення. Без них навіть найсучасніші засоби інформаційної співпраці влади та громади не працюватимуть. Тому для розвитку інформаційного простору важливо, щоб адміністрація міста приділяла увагу цим документам.

При формуванні стратегії виконавчий комітет розробляє пріоритети розвитку в конкретних областях за окремими напрямками майбутнього своєї території. Відповідно до цих пріоритетів розробляється програма і встановлюються оперативні цілі, тому при класифікації проблем у спільноті слід звернути увагу на її відношення до стратегії розвитку. Це дозволяє владі відчувати вектор розвитку ситуації у спільноті.

Розвиток інформаційного простору територіальної громади створить умови для підвищення прозорості діяльності влади, дозволяючи громадянам дивитися і слухати, що сприятиме задоволенню жителів (населення) діяльністю влади. В свою чергу, і в зворотному напрямку, ефективна діяльність органів самоуправління сприяє розвитку інформаційного простору території. Зростаючий рівень самоорганізації в громаді вказує на те, що влада не може самостійно вирішувати проблеми. Населення співпрацює з тим, щоб чинити тиск на владу, підвищити контроль, встановити зворотні зв'язки і привести до підвищення ефективності територіального контролю.

Таким чином, інформаційний простір територіальних громад є середовищем, в якому обмінюються інформацією, рушійною силою і каталізатором соціальних змін. Визначення змісту, структури інформаційного простору територіальної громади, виокремлення його складових дає змогу:

- побудувати модель інформаційного простору, що складається з функціональної моделі процесу, концептуальної моделі інформаційного простору, та моделі бази даних «сутність-зв'язок», для моніторингу проблемного поля громади та розвитку процесів самоорганізації;
- удосконалити інформаційну модель інформаційного простору територіальної

громади за рахунок розширення структури, визначення змісту та системи показників, які характеризують стан та динаміку перебігу процесів самоорганізації, що дає змогу сформувати розвинену базу даних для поглибленого аналізу впливу процесів самоорганізації на вирішення соціальних, економічних та екологічних проблем.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інструкція з діловодства за зверненнями громадян в органах державної влади і місцевого самоврядування, об'єднання громадян, на підприємствах, установах, організаціях незалежно від форм власності, в засобах масової інформації [Електронний ресурс]. Офіц. Портал Верховної Ради України. Режим доступу <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/348-97-%D0%BF/page>.
2. Киянин проаналізував прибутковість комунальних підприємств міста [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://dreamkyiv.com/kyuanyn-proanalizuvav-prybutkovist-komunalnyh-pidpryyemstv-mista/>.
3. . Криворучко О. С. "Інноваційний ландшафт" у координатах світ-економіки [Електронний ресурс] / Н. М. Краус, К. М. Краус, О. С. Криворучко. Глобальні та національні проблеми економіки. – 2017. – № 16. – Режим доступу: <http://www.global-national.in.ua/issue-16-2017>
4. Стратегія розвитку Вінниці 2020 [Електронний ресурс]. Сайт міста Вінниці. Режим доступу: <http://www.vmr.gov.ua/TransparentCity/SiteAssets/Lists/StrategyVinn2020/.../AF-2020.pdf>.

#### Катерина Наконечна

к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики  
НУБіП України  
ORCID: [orcid.org/0000-0002-1537-7201](https://orcid.org/0000-0002-1537-7201)  
[klm273125@gmail.com](mailto:klm273125@gmail.com)

#### Ганна Запорожець

Студентка 1 курсу ОС Бакалавр  
ОП «Цифрова економіка»

### ОСНОВНІ ПІДХОДИ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

Розглянуто основні підходи сучасних бізнес процесів. Проаналізовано поняття реінжинірингу. Висвітлено основні підходи щодо моделювання бізнес процесів.

**Ключові слова:** інженіринг бізнес-процесів, моделювання, реінженіринг, методологія моделювання.

Інжиніринг бізнес-процесів – це основа сучасного підходу до організації бізнесу, і найважливішим його напрямом є реінжиніринг. Реінжиніринг спрямований на використання в організації нових бізнес-процесів, заснованих на застосуванні сучасних інноваційних технологій. При аналізі існуючого та розробці нового бізнесу важливу роль відіграє побудова моделей компанії та бізнес-процесів, що проходять у ній. Моделювання – це відображення реальної дійсності за допомогою спеціальної методології. Наведено основні підходи, методи та засоби моделювання бізнес-процесів. Розглянуто найбільш популярні формалізми мереж Петрі, які застосовуються з цією метою. Як альтернатива запропоновано використовувати модифікований апарат вкладених гібридних мереж Петрі як інструмент дослідження бізнес-процесів. Висунуто пропозицію щодо розробки універсальної системи імітаційного моделювання на базі модифікованого апарату мереж Петрі. Бізнес-процес, реінжиніринг, методологія моделювання бізнес-процесів, мережі Петрі, універсальна система імітаційного моделювання. Багато сучасних компаній продовжують будувати свою діяльність на основі старих управлінських принципах, представлені ще Адамом Смітом в 1776 році. У своїй роботі Сміт ділить виробничий процес на елементарні роботи, кожна з яких

виконується одним працівником, при цьому достатньо вміти виконувати окремі операції та висока кваліфікація не потрібна. Природно, що стільки років відзначені Смітом принципи перестали задовольняти сучасні вимоги. Сьогодні продукція має бути орієнтована на вузькі групи споживачів, необхідні виконавці з якісною освітою, які не бояться відповідальності, прагнуть вирішення складних завдань. Ринок продуктів став набагато ширше, а конкуренція та боротьба за споживача – агресивнішими.

Істотно змінилися застосовувані засоби та технології виробництва. Особливу роль стали грати інформаційні технології. Багато компаній намагаються переосмислити колишні методи організації свого бізнесу, будувати нові бізнес-процеси вже із застосуванням сучасних технологій.

Бізнес-процес - це пов'язана безліч внутрішніх видів діяльності компанії, що закінчуються створенням продукції чи послуги, необхідної споживачеві. Важливим кроком структуризації діяльності будь-якої організації є виділення та класифікація бізнес-процесів. По відношенню до отримання доданої вартості продукту або послуги виділяють основні процеси, та ті, що виконують функцію забезпечення. Перші – додають вартість – орієнтовані на виробництво товарів чи надання послуг, які складають основну діяльність організації та забезпечують отримання прибутку. Другі не додають цінності продукту чи послуги для споживача, але збільшують їх вартість. Вони необхідні для діяльності підприємства та призначені для підтримки виконання основних бізнес-процесів.

Основу сучасного підходу до організації бізнесу становить інжиніринг бізнес-процесів, найважливішим напрямом якого є реінжиніринг. Під реінжинірингом розуміється «фундаментальне переосмислення та радикальне перепроєктування бізнес-процесів компаній для досягнення корінних поліпшень у найважливіших показниках своєї діяльності – вартість, якість і темпи».

Реінжиніринг є сукупність засобів, заходів та методів, в тому числі відповідних інформаційних технологій, призначених для кардинального покращення основних показників діяльності підприємства. З цією метою здійснюється аналіз та подальша зміна існуючих бізнес-процесів. Для досягнення різких покращень існуючих показників діяльності підприємства реінжиніринг передбачає фундаментальну зміну існуючих бізнес-процесів. Тому методи реінжинірингу можуть бути використані підприємством у процесі розробки інноваційної стратегії розвитку. Реінжиніринг спрямовано використання в організації принципово нових бізнес-процесів, заснованих на застосування сучасних інноваційних технологій. Перехід підприємства на використання нових інформаційних технологій значить автоматизацію існуючих процесів. Застосування їх може привести не лише до принципових змін у діяльності співробітників, а й до повної заміни існуючих бізнес-процесів.

При аналізі існуючого та розробки нового бізнесу важливу роль відіграє побудова моделей компанії та протікають у ній бізнес-процесів. Моделі можуть відрізнятися ступенем деталізації процесів, формою їх уявлення, з урахуванням лише статичних чи динамічних чинників та інших. При моделюванні бізнес-процесів дуже важливо прийняти рішення про структуру та вміст об'єктів моделювання, визначити, з яких елементів має складатися бізнес-процес. Будь-який досить складний бізнес-процес може включати п'ять основних елементів, які повинні бути відображені при формуванні моделей: планування діяльності, провадження діяльності, реєстрація фактичної інформації, контроль і аналіз, прийняття управленческих рішень.

Моделювання бізнес-процесів – це відображення суб'єктивного бачення реально існуючих в організації процесів за допомогою графічних, табличних, текстових способів уявлення. Моделювання - це процес відображення реальної (або запланованої)

діяльності організації за допомогою спеціальної методології. Важливо розуміти, що процес моделювання є суб'єктивним. Справа в тому, що 80% інформації для формування моделей надходить від інтерв'юованих співробітників та керівників організації. При цьому суб'єктивні як думка співробітників щодо реального перебігу робіт, так і погляд на процеси. аналітика, який проводив інтерв'ю. Ступінь суб'єктивності одержаних моделей може стати серйозною перешкодою для їхнього подальшого використання.

Можна виділити такі цілі моделювання бізнес-процесів:

1. Забезпечити розуміння структури організації та динаміки що відбуваються в ній процесів;
2. Забезпечити розуміння поточних проблем організації та можливостей їх рішення;
3. Переконатися, що замовники, користувачі та розробники однаково розуміють цілі та завдання організації;
4. Визначити вимоги до ПЗ, що автоматизує бізнес-процеси організації.

Під методологією (нотацією) створення моделі бізнес-процесу розуміється сукупність способів, за допомогою яких об'єкти реального та зв'язку між ними представляються як моделі. Будь-яка методологія включає три основні складники:

1. Теоретична основа;
2. Опис кроків, необхідних для одержання заданого результату;
3. Рекомендації щодо використання як окремо, і у складі групи методик.

Якщо в основі методології лежить теоретична база, то її наявність робить методологію більш обґрунтованою та передбачуваною. Однак у разі відсутності теорії (математичної моделі) методології також можуть успішно застосовуватись. Основне у методології – дати користувачеві практичну послідовність кроків, що призводять до заданого результату. Саме здатність отримувати результат із заданими параметрами характеризує ефективність методології. Методології (методики) можуть використовуватися як окремо, так і спільно.

Модель організації у загальному випадку являє собою сукупність функціональної, організаційної та інформаційної моделей:

1. Функціональна модель описує сукупність функціональних підсистем та зв'язків, що відбивають порядок взаємодії підсистем при функціонуванні компанії або її підрозділів.
2. Організаційна модель описує склад та структуру підрозділів та служб компанії.
3. Інформаційна модель описує потоки інформації, що існують у функціональній та організаційній моделі.

Для моделювання бізнес-процесів використовується кілька різних методів, основою яких є як структурний, і об'єктно-орієнтований підходи до моделювання. Однак розподіл самих методів на структурні та об'єктні є достатньо умовним, оскільки найбільш розвинені

Методи використовують елементи обох підходів. До найпоширеніших методів ставляться:

1. Метод функціонального моделювання SADT (IDEF0). збільшують їхню вартість. Вони необхідні для діяльності підприємства та призначені для підтримки виконання основних бізнес-процесів
2. Метод моделювання процесів IDEF3.
3. Моделювання потоків даних DFD.
4. Метод ARIS.
5. Метод Ericsson Penker.
6. Метод моделювання, що використовується у технології Rational Unified Process.

Частина існуючих методологій заснована на державних стандартах, частина – на корпоративних розробках окремих компаній, частина висунута окремими авторами, їх поділяють на три категорії:

1. Методологія ведення проекту.
2. Методології моделювання та аналізу бізнес-процесів.
3. Методології використання програмних продуктів для моделювання бізнес-процесів у проекті.

Нині є кілька досить чітко ідентифікованих методологій ведення проектів, пов'язаних із зміною бізнес-процесів, що існують в організації. Одним із найбільш популярних підходів є методологія Хаммера та Чампі.

Реінжиніринг по Хаммеру та Чампі – це «фундаментальне переосмислення та радикальне перепроєктування ділових процесів для досягнення різких, стрибкоподібних поліпшень у вирішальних сучасні показники діяльності компанії, таких як вартість, сервіс та темпи». Основою зазначеного підходу є розгляд діяльності організації «з чистого листа» та розробка нових, ефективніших бізнес-процесів. Крім методології Хаммера та Чампі, існують і інші методології, не мають однозначного авторства, але що належать окремим компаніям, наприклад, методології виконання проектів із впровадження систем автоматизації Oracle, SAP R/3, BAAN, RUP компанії Rational та ін.

До другої групи належать методологія моделювання та аналізу бізнес-процесів. В даний час існує кілька базових способів опису процесів, заснованих як на стандартах (IDEF0), так і на загальноприйнятих підходах (ДФД).

Крім того, існує ряд нотацій (методологій) опису процесів, запропонованих окремими компаніями - Розробниками програмних продуктів. До останніх належить методологія ARIS (eEPC) компанії IDS Scheer AG, Німеччина. Також слід зазначити методологію BPMN 2, що підтримується організацією OMG, яка стала стандартом серед професіоналів та активно використовується розробки «виконуваних» автоматизованих моделей бизнеспроцессов [11].

До третьої групи методологій належать методологія використання інструментальних засобів моделювання. для створення моделей бізнес-процесів

Сучасні засоби моделювання настільки складні у застосуванні, що вимагають розробки спеціальних методик їх застосування у проекті. Тому для простих проектів часто буває доцільніше використовувати стандартний мова малювання блок-схем та найпростіші інструменти їх створення (редактори MS Word, Visio і т.д.).

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Чернобай, Л. І. Бізнес-процеси підприємства: загальна характеристика та економічна суть [Текст] / Л. І. Чернобай, О. І. Дума // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. – 2013. – № 769. – С. 125-131. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/VNULPM\\_2013\\_769\\_20.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/VNULPM_2013_769_20.pdf).

**Людмила Галаєва**

канд. екон. наук, доц., доцент кафедри економічної кібернетики  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-3036-2830>  
email: lvgalaeva@gmail.com

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ

Розглянуті проблеми, пов'язані з вітчизняним кадровим потенціалом, що є важливим важелем повоєнного відновлення країни, в тому числі за рахунок збереження, розвитку та раціонального використання найціннішого її капіталу – інтелектуального ресурсу.

Висвітлені причини, що призвели до спаду пропозицій кваліфікованих працівників в країні і, відповідно, збільшенні попиту на них та окреслені можливі шляхи збереження та розвитку інтелектуального кадрового потенціалу для повоєнного відновлення економіки з урахуванням реалізації євроінтеграційних прагнень України щодо розвитку компетентностей, навичок і вмінь персоналу.

**Ключові слова:** інтелектуальний кадровий потенціал, освіта, компетентності, сталий розвиток.

Повномасштабне вторгнення Росії в Україну, поглибило проблеми з професійними кадрами в Україні, оскільки вітчизняний ринок праці ще не повністю відновився від пандемії коронавірусу і стикнувся з новими викликами, через посилення міграційних процесів і, відповідно, відплив професійних кадрів. До освітньої та трудової міграції, додалися такі чинники як біженство й участь у бойових діях, значне зниження зайнятості населення в більшості регіонів України та зростання безробіття внаслідок руйнувань критичної інфраструктури, військових, промислових і цивільних об'єктів.

Таким чином, раціональне використання найціннішого капіталу держави – інтелектуального ресурсу є запорукою швидкого та ефективного повоєнного відновлення економіки країни й реалізації євроінтеграційних прагнень України щодо розвитку компетентностей, навичок і вмінь персоналу.

З огляду на це надзвичайно актуальним стає завдання збереження, закріплення та розвитку інтелектуального потенціалу країни як в короткостроковій, так і довгостроковій перспективі.

На даний момент є ряд серйозних проблем, з якими вже стикнулася і може в найближчій перспективі стикнутися країна. Існує певна ймовірність неповернення в поствоєнному періоді мігрантів і біженців через неможливість знайти високооплачувану роботу, руйнування житла та непридатні для життя умови, що є загрозою для економіки країни. Через брак кваліфікованих молодих кадрів і масову міграцію талановитої молоді за кордон, стрімко підвищується середній вік трудових колективів.

У той же час держава тривалий час не звертала належної уваги на стан і тенденції розвитку власного кадрового потенціалу, на той інтелектуальний і професійний ресурс, який робить суспільство освіченим, професійно працездатним і забезпечує його динамічний і сталий розвиток. Інтелектуальний кадровий потенціал проявляється через сукупність здібностей, знань, трудових навичок та вмінь, ідей і технологій, здатність до професійного зростання та безперервної освіти, креативність і здатність до наукової творчості, які реалізуються під час роботи працівниками. [1]

Зараз Державною службою зайнятості проводиться анкетування роботодавців про потребу в працівниках на 2022 рік, що дасть можливість спрогнозувати ринок праці, підготувати кваліфікований персонал відповідно до його актуальних потреб.



Показники попиту та пропозиції працівників за професійними групами демонструють різке зростання попиту в порівнянні з 2020 роком по всім групам (табл.1).

Таблиця 1

**Показники попиту та пропозиції працівників за професійними групами**

Працівники	Потреба у працівниках на заміщення вільних робочих місць (вакантних посад), тис. осіб		Навантаження на 10 вільних робочих місць (вакантних посад), осіб	
	2020 р., на кінець року	2022 р., січень – серпень	2020 р., на кінець року	2022 р., січень – серпень
Усього	43,2	295,1	106	25
У тому числі за професійними групами:				
Законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі)	2,6	17,2	255	56
Професіонали	6,5	31,4	65	23
Фахівці	5,2	29,4	94	28
Технічні службовці	1,8	11,8	149	40
Працівники сфери торгівлі та послуг	5,4	38,5	145	33
Кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства	0,4	10,6	430	22
Кваліфіковані робітники з інструментом	9,4	45,6	45	15
Робітники з обслуговування, експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин	6,6	67,8	123	19
Найпростіші професії та особи без професії	5,3	42,8	104	22

Джерело: [1] на основі URL: <https://www.dcz.gov.ua/analytics/67>

Проблема кваліфікаційного розриву в державі має вирішуватися зусиллями як ринку праці (роботодавців), так і зусиллями вищої освіти. Система освіти має адекватно і завчасно реагувати на запити ринку праці, що зазнав шоків потрясінь.

В останні роки існує стала тенденція до зростання кількості абітурієнтів, що обирають гуманітарні науки, таких приблизно дві третини, що обумовлено, в тому числі недостатністю базових знань з точних і природничих наук (лише 6–8% випускників шкіл набирають необхідну кількість балів для вступу). Як наслідок, країна відчуває гостру потребу у фахівцях за напрямками “фізика” та “математика” [ 2,3 ].

Вбачаються ряд важливих напрямів збереження та розвитку інтелектуального кадрового потенціалу України з врахуванням глобальних світових тенденцій та потреб країни у повоєнному відновленні:

- створення в Україні комплексного механізму узгодженості потреб у кадрах з масштабами та напрямками професійної підготовки, що надається;
- пріоритетний розвиток вітчизняного інтелектуального і професійного ресурсу;
- визначення попиту на затребувані цифрові навички, освітні та професійні кваліфікації, залучення молоді до наукових і технічних професій (зокрема і через STEM-освіту);
- розвиток дуальної освіти, вдосконалення умов проходження практики студентами;
- створення нових можливостей для висококваліфікованої та самозайнятої роботи населення;
- можливість навчання персоналу кампаній для професійного та кар'єрного зростання (як нематеріальної мотивації);
- розвиток соціального партнерства між закладами вищої освіти та провідними українськими компаніями;
- визначення ключових необхідних компетентностей працівників (у співпраці роботодавців і впровадження спільно із закладами вищої освіти необхідних для їх досягнення професійних стандартів та механізмів);
- врахування зарубіжного досвіду співробітництва освіти та бізнесу; [4]
- законодавча гарантія освіти впродовж життя (освіти для дорослих) тощо.

У цьому ракурсі особливо актуальною стає підготовка фахівців за освітньо-професійними програмами «Економічна кібернетика» та «Цифрова економіка», які дають майбутнім спеціалістам як глибоку теоретичну базу знань, так і різноманітні практичні цифрові навички, що на даному етапі розвитку суспільства є необхідною умовою підготовки конкурентоздатних спеціалістів та сприяє реалізації політики держави щодо розвитку STEM-дисциплін (S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics). Стрімкий розвиток технологій, зокрема інформаційних технологій, у сучасному світі, підвищує вимоги до знань і вмінь майбутніх спеціалістів, формує запити роботодавців щодо суттєвого зменшення розривів між очікуваними та реальними компетентностями працівників – демонструє актуальність та важливу роль підготовки фахівців за вище названими освітніми програмами у розвитку інтелектуального кадрового потенціалу України.

**Висновок.** Розвиток вітчизняного інтелектуального кадрового потенціалу, навіть у непростих сучасних умовах, має потенційні можливості до динамічного розвитку. З одного боку, проблема трудової міграції, може бути вирішена через надання гідних умов праці, підвищення заробітної плати до рівня європейських, можливості будувати кар'єру у великих компаніях, з іншого боку, проблема кваліфікаційного розриву має вирішуватися спільними зусиллями ринку праці (роботодавців), сфери підготовки кадрів та держави, удосконалення їх взаємодії.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[ 1 ] Л.В.Дейнеко, Е.І.Шелудько, М.Ю.Завгородня, Л.В.Галаєва. Інструментарій збереження та розвитку інтелектуального кадрового потенціалу промисловості України. *Український соціум*, № 3 (82) С.84-105.

doi: <https://doi.org/10.15407/socium2022.03.084>

[ 2 ] Країна без математиків: від популізму – до загрози нацбезпеці. *Укрінформ*. 07.09.2021.

URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3311047-kraina-bez-matematikiv-vid-populizmu-do-zagrozi-nacbezpeci.html>.

[ 3 ] Підготовка фахівців у ЗВО на початок 2020/2021 навчального року за галузями знань відповідно до Переліку 2015 (табл. 2.3). Вища та фахова передвища освіта в Україні у 2020 році. Державна служба статистики України. 2021.

URL: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush\\_osv/arh\\_vuz\\_20\\_u.html](https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html)

[ 4 ] Т.Семигіна. Європейська політика щодо визнання професійних кваліфікацій: уроки для України. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 22. Політичні науки та методика викладання соціально-політичних дисциплін.* 2020. Вип. 28. С. 5–14.

## SECTION 2. COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS, CYBERSECURITY / КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ І МЕРЕЖІ, КІБЕРБЕЗПЕКА

### **Mazin Al Hadidi**

Associate Professor, Ph.D. Computer Engineering,  
Dep. of Computer Engineering, Engineering Faculty, Al, Йорданія  
ORCID ID 0000-0001-9173-4023

### **Валерій Лахно**

д.т.н., професор  
кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки НУБіП України, Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0001-9695-4543  
lva964@nubip.edu.ua

### **Дмитро Касаткін**

к.пед.н., доцент  
кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки НУБіП України, Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-2642-8908  
d.kasatkin@nubip.edu.ua

## ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ IDS, IPS, SIEM ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ

**Abstract.** Більшість мережевих інфраструктур об'єктів інформаційної безпеки (ОІБ) функціонують на базі стеку протоколів TCP/IP. Але цей протокол має суттєві вразливості. Частину вразливостей можна усунути інтелектуальними функціями керованого мережевого обладнання: від профілювання доступу до сегментації трафіку. Важливою ланкою захисту виступають комплексні міжмережеві екрани, що включають системи виявлення та запобігання вторгненням. Метою даної роботи було дослідження системи збору, обробки та аналізу подій інформаційної безпеки мережевої інфраструктури ОІБ.

**Keywords:** IDS, IPS, SIEM, аналіз подій інформаційної безпеки, моніторинг роботи мережі та користувачів.

Одним із пріоритетних напрямів розвитку науки, технологій та техніки у розвинутих державах виступають інформаційно-комунікаційні технології, що мають істотний вплив на рівень національної безпеки та економічної конкурентоспроможності держав. Більшість мережевих інфраструктур до державних та приватних компаній функціонують на базі стека протоколів TCP/IP з використанням технології каналного рівня Ethernet, а також мають доступ до глобальної обчислювальної мережі Інтернет. З кожним роком зростає кількість та рівень витонченості кібернетичних атак. Зловмисники, мотивовані метою отримання матеріальної вигоди, роблять спроби вивести зі стану доступності або отримати несанкціонований доступ до інформаційних систем та обчислювальних мереж, що потенційно може завдати істотних економічних збитків компанії та (у гіршому випадку) збитків суверенітету, територіальної цілісності, політичної та соціальної стабільності країни. Відповідно зростає актуальність завдання забезпечення інформаційної безпеки мережевих інфраструктур об'єктів інформаційної безпеки.

Позитивними тенденціями, що заслуговують на увагу, є: організація роботи IDS/IPS на основі вбудовуваних мікропроцесорних систем і технології data mining, а також консолідація IDS/IPS та систем управління безпекою та подіями (SIEM) [1-4]. Однак запропоновані методики не дають однозначного результату при використанні оверлейних технологій та криптографічних протоколів, а також не приділяють належної уваги обробці, аналізу мережевого трафіку та логів операційних систем (ОС) сімейства Windows/Linux та додатків.

Важливою функціональною проблемою комплексних міжмережевих екранів є відсутність можливості формування об'єктивних звітів та статистики про діяльності користувача, особливо під час використання засобів анонімізації (наприклад, мережі TOR <англ. The Onion Router>). Істотним недоліком є відсутність взаємодії наступних рішень: IDS/IPS, SIEM, систем контролю роботи користувачів, систем підтримки прийняття рішень з питань адміністрування та інформаційної безпеки, що призводить до нерентабельного надмірного споживання обчислювальних ресурсів сервера, дублювання ряду інформаційних блоків.

Сьогодні широкого поширення набули засоби мережевої анонімізації: проксі-сервери, віртуальні захищені канали зв'язку та віртуальні приватні мережі (англ. Virtual Private Network), оверлейні мережі на базі цибульної та часникової маршрутизації. Дані інструменти дозволяють користувачам відвідувати будь-які інформаційні ресурси в обхід правил фільтрації міжмережевих екранів, у тому числі UTM-шлюзів безпеки (англ. Unified threat management) та NGFW (англ. Next generation firewall).

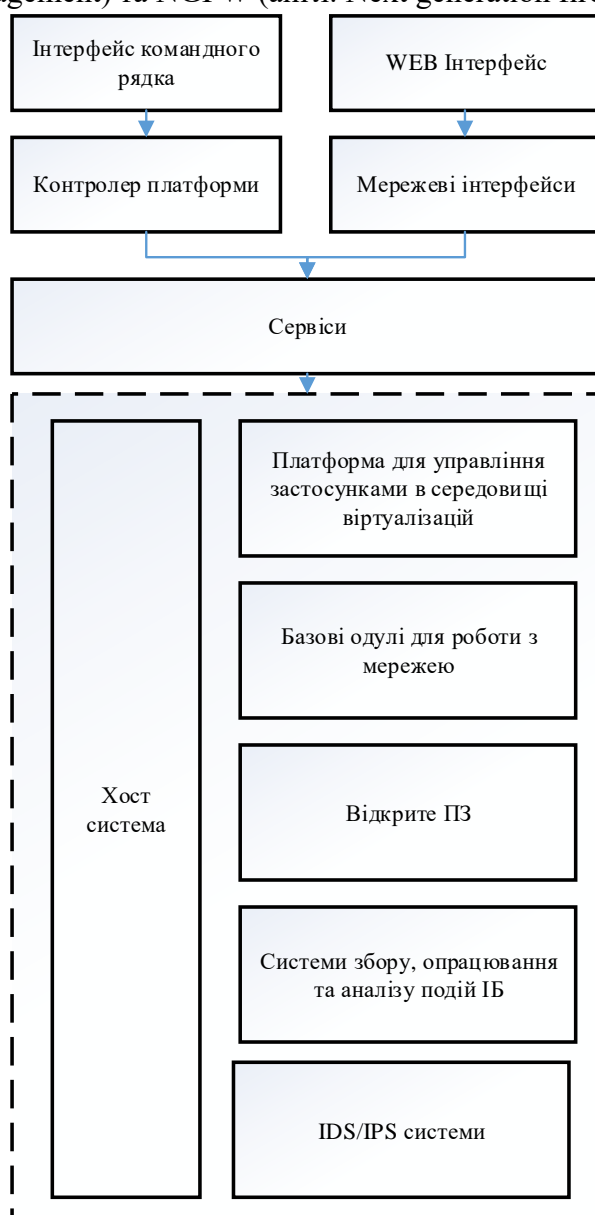


Рис. 1. Концептуальна схема комплексної системи обробки трафіку обчислювальної мережі та подій інформаційної безпеки

Одним із методів протидії виступає механізм цифрових підписів та сертифікації всіх процесів операційної системи та встановлюваних додатків.

Для вирішення цього завдання запропоновано використовувати розподілену систему збору, обробки та аналізу подій інформаційної безпеки мережевої інфраструктури компанії. Ця система проєктується як модуль системи інтелектуально-адаптивного управління мережевою інфраструктурою компанії, див. рис. 1.

## ВИСНОВКИ

Запропоновано концепцію комплексної обробки трафіку обчислювальної мережі та подій інформаційної безпеки як на стороні сервера, так і на стороні клієнта. Запропоноване рішення використано як один із модулів забезпечення мережевої інформаційної безпеки системи інтелектуально-адаптивного управління мережевою інфраструктурою компанії.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Top 10 SIEM Products [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.esecurityplanet.com/products/top-siem-products.html>
2. Evaluation criteria for SIEM [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.csoonline.com/article/2124605/network-security/network-security-evaluation-criteria-for-siem.html>
3. IBM QRadar vs. Splunk [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.itcentralstation.com/products/comparisons/ibm-qradar\\_vs\\_splunk](https://www.itcentralstation.com/products/comparisons/ibm-qradar_vs_splunk)
4. IBM QRadar vs. Splunk Enterprise [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.trustradius.com/compare-products/ibm-qradar-vs-splunk-enterprise>.

### Ахметов Бахитжан Сражатдинович

доктор технічних наук, професор, академік національної інженерної академії республіки Казахстан, академік міжнародної інженерної академії республіки Казахстан, інженерної академія республіки Казахстан, Казахстан  
ORCID ID 0000-0001-5622-2233

### Валерій Лахно

д.т.н., професор  
кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки НУБіП України, Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0001-9695-4543  
[lva964@nubip.edu.ua](mailto:lva964@nubip.edu.ua)

### Дмитро Касаткін

к.пед.н., доцент  
кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки НУБіП України, Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-2642-8908  
[d.kasatkin@nubip.edu.ua](mailto:d.kasatkin@nubip.edu.ua)

## SIEM – ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ОБ'ЄКТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

**Abstract.** проведено короткий аналіз і порівняння двох провідних SIEM-систем на ринку. Дано рекомендації щодо впровадження SIEM для централізованого ведення журналу реєстрації та допомоги у виявленні, аналізі подій інформаційної безпеки (ІБ).

**Keywords:** SIEM, управління безпекою, журнали подій, збір інформації, аналіз інформації.

SIEM системи не є гарантією ІБ, вони являють собою лише механізми для збирання та аналізу інформації з інших систем, таких як DLP, комутатори, маршрутизатори, антивірусне ПЗ, міжмережеві екрани, АРМ користувачів і т. д. Але вони також важливі для будь-яких великих об'єктів інформатизації (ОБІ). Це пов'язано

з тим, що для таких ОБІ відділ ІБ просто не зможе (фізично) покрити і зафіксувати всі інциденти ІБ.

Базові можливості системи SIEM забезпечують вирішення наступних завдань:

- збір та зберігання інцидентів ІБ;
- опрацювання та аналіз інцидентів ІБ;
- виявлення атак та порушень політик безпеки у реальному часі;
- виявлення та реєстрація інцидентів ІБ;
- формування звітів.

Крім того, до сучасних рішень SIEM пред'являються додаткові вимоги для забезпечення реалізації наступних функціональних можливостей: оцінювання захищеності ресурсів контрольованої системи; перевірка відповідності системи управління ІБ чинним вимогам та нормам; управління ризиками ІБ та ін. Функціональна модель системи SIEM поєднує такі функціональні підсистеми: колектори; сховища даних; корелятори; консоль управління.

Узагальнена послідовність обробки подій безпеки SIEM пояснюється на рис. 1.

SIEM системи не можуть захистити організацію від інцидентів ІБ. Але воно й не призначене для цього. SIEM системи можуть надавати повну інформацію про інциденти ІБ, що відбулися, у вигляді різних звітів і графіків. Це, своєю чергою, дозволить службі ІБ своєчасно припинити витоку інформації, а також впливати на ефективність використання/управління ресурсами ОБІ.

Припустимо, у нас є якась структура ОБІ, що включає:

1. IT-інфраструктуру – всі апаратно-програмні засоби.
2. IT-департамент, який включає всі відділи, пов'язані безпосередньо з IT-технологіями для підприємства (відділ системного адміністрування, відділ інформаційної безпеки тощо. п.).
3. IT-директор/директор з IT-безпеки або CIO/CISO.
4. ТОП-менеджмент - керівники організації, які несуть відповідальність за ефективне управління організацією.

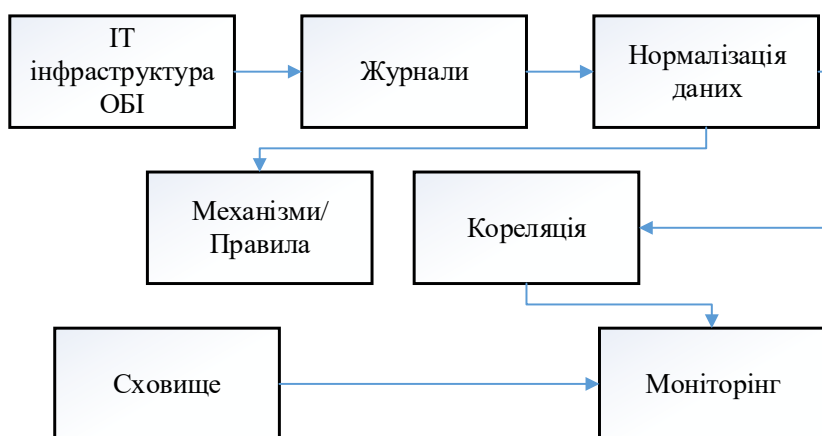


Рис. 1. Послідовність опрацювання інцидентів ІБ

Уявімо, що може бути з цією системою без SIEM. Дані надходять від IT-інфраструктури до IT-департаменту, що тягне за собою:

- перевантаженість даними;
- можлива втрата подій;
- неповний аналіз подій;
- складнощі у подання інформації тощо.

Після цього ІТ-департамент намагається якимось чином надати інформацію СІО/СІСО, і вже виникають проблеми:

- як подати результати роботи ІТ;
- як пояснити поточні проблеми ІТ-департаменту;
- як обґрунтувати потреби ІТ-департаменту;
- Далі інформація переходить до ТОП-менеджменту:
- Нерозуміння поточної проблеми ІТ;
- Нерозуміння потреб ІТ-департаменту;
- Неєфективне планування стратегії розвитку ІТ-департаменту.
- Внаслідок усіх зазначених вище проблеми виливаються у:
- неефективне керування ресурсами;
- неефективне планування;
- неадекватне реагування на інциденти ІБ;
- втрата контролю за інцидентами ІБ;
- незадоволення потреб ІТ-департаменту;
- можливі втрати прибутку.

У такому разі дані від ІТ-інфраструктури будуть проходити повний цикл обробки інформації в SIEM системі, за тим переходять до ІТ-департаменту і внаслідок цього вони мають:

- згенеровані інциденти ІБ;
- дані розбиті на категорії;
- виконані аналізи інцидентів ІБ;
- підготовлені звіти.
- Усі необхідні документи переходять з ІТ-департаменту до СІО/СІСО, тепер вони мають:
- наочне уявлення проблем: графіки, діаграми тощо;
- звіти, складені за стандартами ІБ;
- обґрунтовані потреби ІТ-департаменту, що підкріплені відповідними документами.

Далі СІО/СІСО можуть повністю показати необхідну інформацію для ТОП-менеджменту. Тому їх мають:

- розуміння поточної ситуації та проблем ІТ щодо організації в цілому;
- адекватне планування розвитку ІТ-департаменту.

Згодом ми маємо: ефективне управління ресурсами; ефективне планування; адекватне реагування на інциденти ІБ; контроль над інцидентами ІБ; задоволення потреб ІТ-департаменту; можливе збільшення прибутку.

Наведений вище приклад не є істиною для багатьох підприємств, але він наочно показує, як може вплинути використання SIEM системи.

## **ВИСНОВКИ**

Організації, що розглядають придбання продукту SIEM, повинні ретельно розглядати весь пропонуваній ним функціонал і точно знати, навіщо їм потрібна дана система, т.к. витрати на впровадження та розгортання SIEM, як правило, аналогічні іншим великим розгортанням інструментів безпеки з одним помітним винятком: інтеграція. SIEM не має значення, якщо вона не може легко отримувати та аналізувати дані журналу з різних джерел журналу безпеки. Увімкнення цього може вимагати великої кількості часу для налаштування SIEM або розробки коду, для перетворення даних журналу джерела у формат, який SIEM може зрозуміти та опрацювати.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Evaluation criteria for SIEM [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.csoonline.com/article/2124605/network-security/network-security-evaluation-criteria-for-siem.html>
2. IBM QRadar vs. Splunk [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.itcentralstation.com/products/comparisons/ibm-qradar\\_vs\\_splunk](https://www.itcentralstation.com/products/comparisons/ibm-qradar_vs_splunk)
3. IBM QRadar vs. Splunk Enterprise [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.trustradius.com/compare-products/ibm-qradar-vs-splunk-enterprise>

### **Akhmetov B.S.**

#### **Doctor of Technical Sciences, professor**

Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

ORCID NO: 0000-0001-5622-2233

*e-mail:* [bakhytzhana.akhmetov.54@mail.ru](mailto:bakhytzhana.akhmetov.54@mail.ru)

### **Ydyryshbayeva M.B. Phd. Dr.**

al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

ORCID NO: 0000-0002-5680-5444

*e-mail:* [moldir.ydyryshbaeva@gmail.com](mailto:moldir.ydyryshbaeva@gmail.com)

## DEVELOPMENT OF BAYESIAN NETWORKS FOR A DECISION SUPPORT SYSTEM DURING THE ANALYSIS OF INTERNAL CYBER THREATS AND NETWORK INTRUSIONS

**Abstract.** Currently, from the point of view of technical implementation, network attacks remain the most complex, staff abuse and the category of cyber incidents that can be attributed to internal threats remain the most dangerous from the point of view of most management companies and organizations around the world. At the same time, the decision-making procedure for assessing the situation associated with an internal threat and predicting the consequences of the implementation of an internal threat to the OI requires clear algorithms of action on the part of information security services.

Thus, such data on events and facts can be attributed to threat indicators. Such threat indicators, depending on the method of obtaining information, can be divided into the following categories: 1) technical (for example, obtained with the help of a system for monitoring the actions of personnel); 2) behavioral (the result of observations and fixation of illegal actions of an employee by the information security service). Behavioral indicators reflect the behavior of a potential insider, the damage from whose actions can many times exceed the damage from any even the most technically advanced network attack. If the information security service ignores such manifestations, then an internal attacker can proceed to real actions, for example, theft or damage of information resources. Note that it is difficult to identify the actions of an unmotivated IV. The absolute majority of such violations are implemented unintentionally and without prior preparation.

Thus, based on the results of previous research in this area and using the apparatus of Bayesian networks, in this section of the work we will focus on the issue of using the DSS and the corresponding content of the knowledge base for modeling the behavior of IV.

**Keywords:** decision support system, Bayesian networks, internal violators, cybersecurity, information technology, object of informatization, information security system

### **1. INTRODUCTION**

The design of modern ISS and the creation of their security policies (SP) requires providing them with accurate source data. An important stage preceding the analysis of the risks of IS, as a key step in the construction of a policy of ISS, is the creation of a model of

violators and threats. The correctness of the built threat model depends on the decisions that will be made at the next stages, as well as the stability of the created ISS to attacks by intruders [1, 2]. The increasing complexity of the scenarios of attacks aimed at the OI, and the decision-making procedure in the field of information security is becoming more and more difficult.

## 2. THE THEORETICAL BACKGROUNDS

As in the case of BN training for network attacks discussed in the previous subparagraph of this chapter of the work, it is necessary to choose an algorithm for BN training for the task of detecting IV. Today, BN learning algorithms are well studied and for such a task, as shown in [3, 215 p.; 4, p. 40], the most suitable are: EM algorithm; methods of relevant vectors, Monte Carlo, etc. For the DSS knowledge base being developed, it is important to correctly describe the BN and determine what the inputs to it will actually represent. In a situation with the modeling of IV actions, entering the BN are indicators of IS events related to IV actions. Based on the above, an EM algorithm was chosen for the BN model and its training.

## 3. RESEARCH METHODS

With the help of expert evaluation (experts in the field of IS with at least 5 years of experience were involved), the corresponding indicators were identified. As a result of the survey, both behavioral and technical indicators were analyzed, which are summarized in Table 1.

Table 1

**Indicators for building BN**

	Indicator category	Description	Symbols
	Technical ( $TI$ )	Suspicious transaction from an employee's account	$(TI_1)$
		Operations that fall under the category of fraudulent [80, p. 11]	$(TI_2)$
		Inconsistency of the data declared by the employee with the results of the audit	$(TI_3)$
		Facts of falsification of documents	$(TI_4)$
	Behavioral ( $BI$ )	Identified financial problems of the employee	$(BI_1)$
		Suspicious sources of income	$(BI_2)$
		Stressful state of the employee not accompanied by visible reasons	$(BI_3)$

At the next stage of the BN construction, it is necessary to fill in the tables of a priori probabilities, see, for example, Fig. 1.

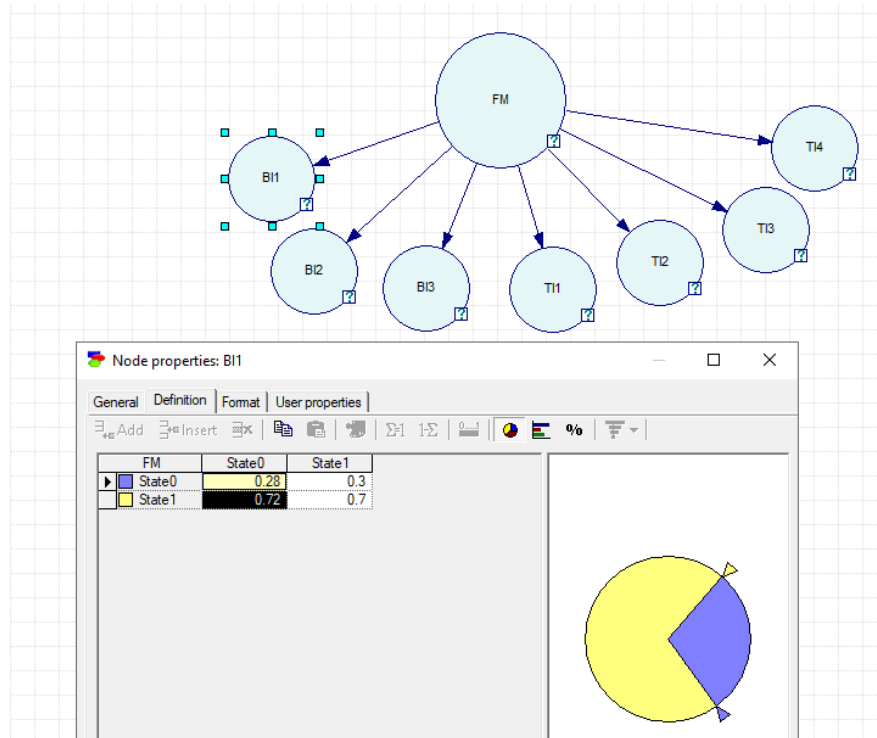
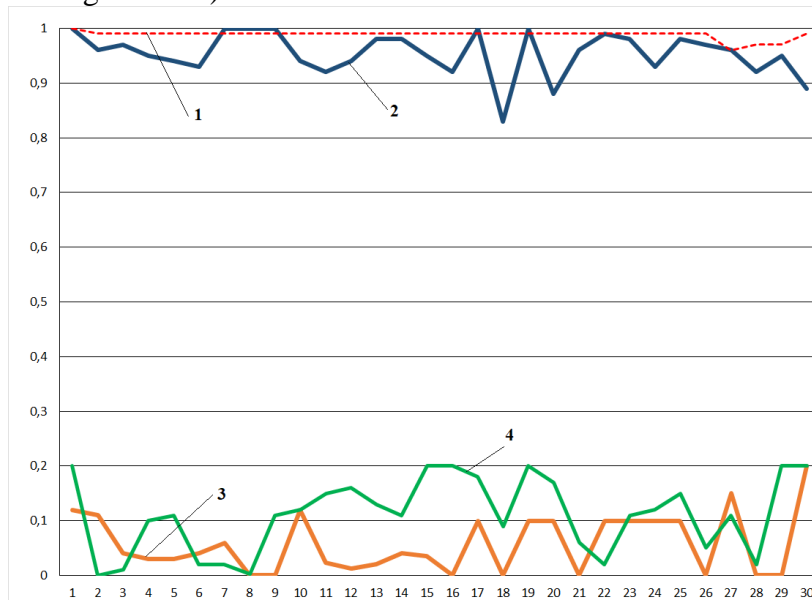


Figure 1. Filling in the table of a priori probabilities of BS for the situation of fraudulent actions in company management positions

The results of the experiments are shown in Fig. 2. The graphs show the results of modeling the probabilities of correctly identifying and interpreting fraudulent actions in the company's management positions. Data are obtained for the error of the 1st kind and the 2nd kind. The network was trained using the EM algorithm (lines 1 and 3. Respectively, 1 is a dotted red line, 3 is an orange line) and the PC algorithm (lines 2 and 4. Respectively, 2 is a solid blue line, 4 is a green line).



1 and 3 – EM algorithm;  
 2 and 4 – PC algorithm;

Figure 2. Probability of correct identification and interpretation of fraudulent actions in the company's management positions (errors of the 1st and second 2nd kind) for BN that were trained using various algorithms

#### 4. THE RESULTS AND DISCUSSION

Both the PC algorithm and the EM algorithm showed good learning results for the compiled BN. On average, both algorithms allow with 90-93% accuracy to correctly determine the identification of an internal violator of the company's information security. Although in this series of computational experiments, the EM algorithm showed better results.

Thus, in this subsection of the work, a method for identifying an internal IS violator based on the use of a Bayesian network is considered on a specific example. The example can be scaled to other situations related to the detection of IV.

However, since the work of forming a knowledge base that includes BN for each potentially dangerous situation is quite time-consuming, it is necessary to fill it with a sufficiently large number of BN for all situations that were previously listed in this paragraph of the dissertation during the development of the DSS.

#### REFERENCES

1. Meng, W., Li, W., Wang, Y., & Au, M. H. (2020). Detecting insider attacks in medical cyber-physical networks based on behavioral profiling. *Future Generation Computer Systems*, 108, 1258–1266.
2. Urbina, D. I., Giraldo, J. A., Cardenas, A. A., Tippenhauer, N. O., Valente, J., Faisal, M., ... & Sandberg, H. (2016, October). Limiting the impact of stealthy attacks on industrial control systems. In *Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security* (pp. 1092–1105).
3. Xie, P., Li, J. H., Ou, X., Liu, P., & Levy, R. (2010, June). Using Bayesian networks for cyber security analysis. In *2010 IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems & Networks (DSN)* (pp. 211–220). IEEE.
4. Shin, J., Son, H., & Heo, G. (2015). Development of a cyber security risk model using Bayesian networks. *Reliability Engineering & System Safety*, 134, 208–217.

#### Андрій Сагун

к.т.н, доцент

кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки НУБіП України, Київ, Україна

ORCID ID 0000-0002-5151-9203

a.sagun@nubip.edu.ua

#### Євгеній Патлатюк

бакалавр, спеціальність «кібербезпека»

кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки НУБіП України, Київ, Україна

evgenijpatlatuk@gmail.com

#### Богдан Кіщук

бакалавр, спеціальність «кібербезпека»

кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки НУБіП України, Київ, Україна

bogdankischuk37@gmail.com

### МОДИФІКАЦІЇ СТЕГANOГРАФІЧНОГО МЕТОДУ ВБУДОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ГРАФІЧНІ ФАЙЛИ

**Abstract.** Проведено аналіз та порівняння стеганографічних методів вбудовування інформації на основі технології Least Significant Bit (LSB). Показано особливості реалізації даного методу на мовах програмування Python, які відрізняються техніками вбудовування інформації в бітову площину зображення. Зроблено висновок про доцільність використання тої чи іншої техніки на стеганостійкість отриманого результуючого файлу.

**Keywords:** стеганографічне вбудовування; Least Significant Bit; бітова площина, XOR-операція.

Вбудовування інформації в найменш значущі біти контейнера (НЗБ-вбудовування) є одним з перших, але досі ефективних методів захисту інформації

цифровими водяними знаками. Ідея даного методу просто і полягає в тому, що будь-яке напівтонове зображення може бути представлено у вигляді сукупності бітових площин [1]. Так, контейнер буде мати вигляд:

$$C(n_1, n_2) = C_1(n_1, n_2) + C_2(n_1, n_2) * 2 + \dots + C_K(n_1, n_2) * 2^{K-1}, \quad (1)$$

де  $C_k(n_1, n_2) \in [0, 1]$  - бітові площини,  $k$  - номер бітової площини,  $k = 8$  - їх максимально можлива кількість.

Найменш і найбільш значущими бітовими площинами є відповідно  $C_1$  і  $C_8$ . У випадку вбудовування в одну  $p$ -бітову площину, носій інформації можна описати:

$$C^W(n_1, n_2) = C_1^W(n_1, n_2) + \dots + C_K^W(n_1, n_2) * 2^{K-1}, \quad (2)$$

де  $C_k^W(n_1, n_2) = C_k(n_1, n_2)$  для всіх  $k \neq p$ .

Припустимо, що необхідно вбудувати зображення (цифровий водяний знак  $W$ ) тієї ж розмірності, що містить бінарні значення. Тоді можна використати варіанти модифікації  $C_p^W$ :

1. Безпосередня заміна бітової площини контейнера бітами інформації, що приховується:

$$C_p^W(n_1, n_2) = W(n_1, n_2). \quad (3)$$

Вилучення інформації в такому випадку відбувається шляхом читання відповідної бітової площини зображення з вбудованою інформацією.

2. Побітове додавання бітової площини контейнера з бітами інформації, що приховується реалізується наступним чином:

$$C_p^W(n_1, n_2) = C_p(n_1, n_2) \oplus W(n_1, n_2). \quad (4)$$

Вилучення інформації в даному випадку реалізується шляхом побітового додавання  $C_p^W$  до  $C_p$ .

3. Застосування операції заперечення побітового додавання (XOR) бітової площини контейнера з бітами інформації, що приховується здійснюється наступним чином:

$$C_p^W(n_1, n_2) = \overline{C_p(n_1, n_2) \oplus W(n_1, n_2)}. \quad (5)$$

Вилучення інформації зі стеганоконтейнера в такому випадку відбувається шляхом застосування той же операції для площин  $C_p^W$  і  $C_p$ .

Реалізація даного методу можлива на Python, за допомогою вже готових бібліотеки `stegano`, в якій вже присутній клас `lsb` та `exifHeader`. Використовуючи метод `hide()` класу `lsb` отримаємо результат вбудовування (рис.1).

```
secret = lsb.hide("car.jpg", "Borys Johnson from London")
secret.save("car_secret.jpg")
result = lsb.reveal("car_secret.jpg")
```

```
print(result)
```

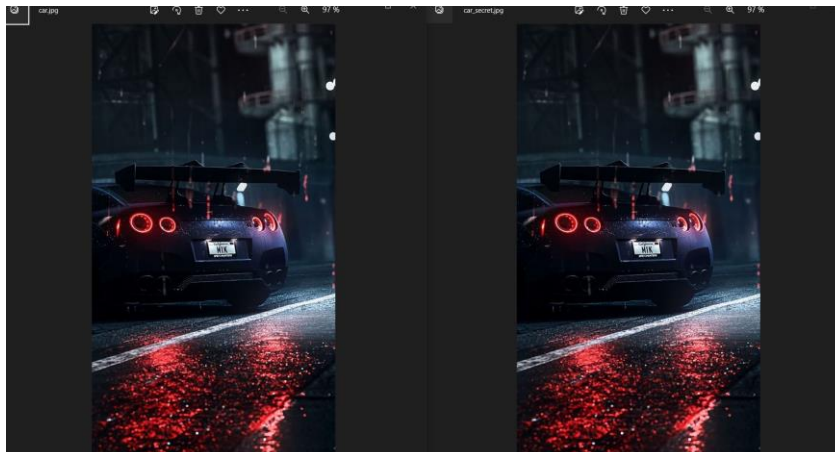


Рисунок 1. Зовнішній вигляд файлу контейнеру до та після вбудовування тесту з використанням стандартних бібліотек Python

Під час проведення вбудовування тексту до графічного файлу, як з використанням методу `hide()` класу `lsb`, так і методу `hide()` класу `exifHeader()` класу `lsb` візуальних змін зображення не відбулося. Це пов'язано з мінімальним значенням номеру бітової площини для вбудовування. У випадку, якщо ж необхідно змінити номер цієї площини, або слід реалізувати вбудовування за принципами, описаними виразами (4) та (5), використовувати бібліотеку `stegano` та її методи не має сенсу. Тоді слід або перевизначити відповідні методи, або написати інший програмний код, де слід означити маску-шаблон для зображення-контейнеру і вбудованого тексту:

```
text_mask = 0b11111111
img_mask = 0b11111111
text_mask <<= (8 - degree)
text_mask %= 256
img_mask >>= degree
img_mask <<= degree
```

Також необхідно здійснити і модифікацію при роботі по вбудовування у бітовій площині, з врахуванням того, що використовується RGB модель представлення кольору з 8-бітовим кодування кожного каналу:

```
bits = symbol & text_mask
bits >>= (8 - degree)
img_byte |= bits
```

Вказані модифікації слід проводити при зміні операції по роботі з бітовими площинами. При цьому не має значення тип та характеристика інформації, що вбудовується (графіка, текст тощо). Наведений вище приклад не є істиною для багатьох підприємств, але він наочно показує, як може вплинути використання SIEM системи.

## ВИСНОВКИ

Існуючий метод LSB на сьогодні ще не вичерпав свого потенціалу по стеганографічному вбудовуванню інформації. На сьогодні є приклади вдалих спроб

підвищення пікового співвідношення сигналу до шуму в алгоритмах стискання інформації, які застосовуються в стеганографії [2].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сагун, А.В. *et al.* (2017) "Steganographic method for protection the objects of intellectual properties and intellectual rights," *Ukrainian Information Security Research Journal*, 19(4). Available at: <https://doi.org/10.18372/2410-7840.19.12207>.
2. Dharma Walidaniy, W., Yuliana, M. and Briantoro, H. (2022) "Improvement of PSNR by using Shannon-Fano compression technique in AES-LSB STEGOCRYPTO," 2022 International Electronics Symposium (IES) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/ies55876.2022.9888656>

**Кузнюк К.В.**

**Коваленко О.Є.** д.т.н., доцент

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАСОБІВ РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Високопродуктивна комп'ютерна мережа (КМ) є базовим компонентом для функціонування ІТ-інфраструктури сучасних підприємств та організацій. Ефективне функціонування КМ забезпечує безперебійну підтримку бізнес-процесів та комунікації між різними підрозділами компанії, а також із клієнтами та партнерами.

Моніторинг комп'ютерної мережі – важливий аспект мережевого адміністрування. Впровадження новітніх комп'ютерних технологій, зокрема технологій Інтернету речей та мережевої віртуалізації, потребують відстеження стану фізичних і віртуальних пристроїв в організації.

Задля відстеження доступності, продуктивності та використання пропускну здатності в комп'ютерній мережі рекомендується застосування програмного забезпечення для моніторингу мережі.

Інструменти керування та моніторингу мережі повинні містити такі ключові функції: деталізована аналітика, сумісність, режим спрощеного огляду, сповіщення, налаштування облікових записи та інтерфейсу. Далі розглянуто кожен з параметрів більш конкретизовано.

Деталізована аналітика та звіти – основа моніторингу мережі. Обраний інструмент повинен здійснювати оцінку продуктивності роботи мережі, обробляючи параметри швидкодії та латентності мережі.

Сумісність дозволяє взаємодіяти з різними компонентами ІТ-інфраструктури. Широкий спектр сумісності забезпечує більшу різноманітність характеристик елементів та більшу адаптивність сервісу до реальних умов конкретного підприємства.

Режим спрощеного вигляду представляє собою інформаційну панель. Регулярний перегляд та оновлення основних даних про стан мережі та її продуктивність повинен бути представлений у зрозумілому форматі.

Сповіщення системи моніторингу повинні бути миттєвими та надсилатися щоразу при перевищенні порогового значення показника або відключенні пристрою. Системи моніторингу дозволяють редагувати тип, рівень критичності сповіщення, а також створювати категорії та шаблони моніторингу.

Облікові записи є важливим аспектом, зокрема для віддаленої роботи. Також система обліку користувачів дозволяє розподіляти навантаження системи, права доступу до обладнання, забезпечує коректну синхронізацію даних.

Інтерфейс користувача не менш важливий для організації процесу роботи із системою моніторингу комп'ютерної мережі з точки зору продуктивності. Важливою характеристикою інтерфейсу є адаптивність відображення на пристроях різних типів: смартфон, планшет, комп'ютер, тощо.

Ефективність використання системи моніторингу залежить від заданих налаштувань і сценаріїв її використання. Для коректного запуску моніторингу виникає потреба попереднього тестування та порівняння з роботою альтернативних сервісів.

Основні характеристики та параметри, які слід дослідити та врахувати при розгортанні системи моніторингу комп'ютерної мережі: масштабованість мережі; передбачення оновлення наявної системи після розгортання; необхідний рівень комплексності моніторингу мережі; функціональність сервісу.

Актуальність теми роботи обумовлена необхідністю обробки великого обсягу даних у мережі інтернет-провайдера та потребою коректного своєчасного відслідковування змін станів комп'ютерної мережі.

Об'єктом дослідження є комп'ютерні мережі.

Предмет дослідження – засоби моніторингу комп'ютерної мережі, достовірність інформації, що надається та продуктивність налагодженої системи моніторингу.

Метою роботи є розробка засобів розширення функціональних можливостей системи моніторингу комп'ютерної мережі на основі аналізу сфери застосування та потреб використання комп'ютерної мережі.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі задачі:

- дослідити методологію аналізу стану комп'ютерних мереж;
- провести порівняльний аналіз існуючих засобів моніторингу КМ;
- обґрунтувати вибір системи моніторингу КМ;

- розробити засоби підвищення показників продуктивності системи моніторингу комп'ютерної мережі, що сприятиме коректному її розгортанню, збільшенню швидкодії та забезпечення достовірності отриманої інформації про функціонування комп'ютерної мережі.

Практичне застосування розширення функціональності систем моніторингу КМ полягає в оптимізації роботи сервісів, прискорення взаємодії та реагування на зміни в роботі комп'ютерної мережі, мінімізації впливу моніторингу на роботу мережі.

Під час проведення дослідження передбачене використання методів системного аналізу, методів і засобів комп'ютерного моделювання, методів дослідження операцій, методів інтелектуальної обробки даних, засобів збору та обробки показників функціонування КМ.

Подальший розвиток проекту полягає у розвитку методології моніторингу КМ та практичному застосуванні засобів, що дозволять підвищити економічні та експлуатаційні показники систем моніторингу комп'ютерних мереж.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ratan, V., Li, K.F. (2017). NetFlow: Network Monitoring and Intelligence Gathering. In: Xhafa, F., Barolli, L., Amato, F. (eds) Advances on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing. 3PGCIC 2016. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 1. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-49109-7\\_83](https://doi.org/10.1007/978-3-319-49109-7_83)
2. Chiradeep BasuMallick. (2022) Top 10 Network Management and Monitoring Tools in 2022. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.spiceworks.com/tech/networking/articles/best-network-monitoring-tools>



3. How to choose the right network monitoring solution. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.paessler.com/learn/whitepapers/selection-criteria>
4. Ed Tittel, Kim Lindros. (2017) How to select the best network monitoring tool. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.techtarget.com/searchnetworking/feature/How-to-select-the-best-network-monitoring-tool>

## SECTION 3. DATA PROCESSING AND SOFTWARE SYSTEMS DEVELOPMENT/ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

**Белла Голуб**

кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних наук,  
Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-1256-6138  
bellalg@nubip.edu.ua

### ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ OLAP В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

**Анотація.** У роботі підведено підсумки використання технології OLAP в системах підтримки прийняття рішень, що використовуються в сільському господарстві та харчовій промисловості.

**Ключові слова:** СППР, сховище даних, OLAP.

#### 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** Система підтримки прийняття рішень (СППР) – інформаційна система (ІС), що використовується для підтримки різних видів діяльності у прийнятті рішень в ситуаціях, де неможливо або не бажано мати автоматичну систему, яка повністю виконує весь процес рішення. З іншого боку, на початку 80-х років ХХ ст. розпочався період інтенсивного розвитку ІС для автоматизації обробки даних. Це призвело до появи великих, а іноді, величезних, об'ємів інформації, які ховали в собі знання про взаємовідносини між даними. Усвідомлення цього надало можливість розробити концепцію накопичення даних (data warehousing). Основним посилом розробки концепції накопичення стало усвідомлення керівництвом організацій потреби в аналізі електронних масивів даних, які накопичуються роками та десятиріччями. Джерелами такої інформації, як правило, стають оперативні БД; окремі документи, збережені у файлах; зовнішні по відношенню до організації носії інформації, такі, як Web-ресурси тощо. Отже, головний елемент такої концепції полягає в тому, що до даних, які зберігаються для аналізу, може бути забезпечений найбільш ефективний доступ тільки за умови відокремлення їх з оперативної (транзакційної) системи, тобто дані з оперативної БД повинні бути винесені в окрему систему накопичення даних – сховище даних (СД). Проблемна ситуація пов'язана з вирішенням проблем побудови структури системи накопичення, обробки та передачі даних із різних джерел в єдине сховище даних.

**Мета публікації.** Основною метою публікації є підведення підсумків досвіду розробки СППР в деяких галузях сільського господарства.

#### 2. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

2.1 Система підтримки прийняття рішень щодо реалізації задач селекції у тваринництві. Система повинна вирішувати задачу оцінки племінної цінності бугаїв-плідників за якістю потомства, надавати аналітичні звіти, на основі яких ухвалюватимуться виробничі рішення. Архітектура системи представлена на рис.1.

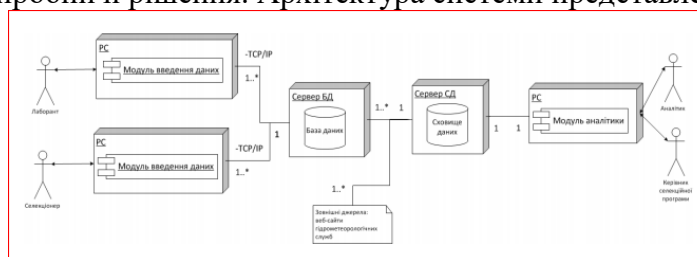


Рис.1 Архітектура СППР щодо реалізації задач селекції у тваринництві

Система повинна надавати можливість отримувати відповіді на певні запитання для прийняття управлінських рішень. Зокрема:

- якими у певний рік були середні надой за лактацію потомства бугаїв окремої породи в розрізі господарства;
- яким за певний часовий проміжок був у середньому вміст жиру/білка в надоях дочок кожного з бугаїв по всіх господарствах;
- якими були середні надой в розрізі номера лактації за даними певного часового періоду;
- якими в середньому були надой порід за певний часовий проміжок у розрізі кліматичної зони, де розташоване господарство;
- як коливається середній вміст жиру та білка в надой окремої породи залежно від місяця початку лактації (на основі вибірки за певний часовий проміжок).

Відповідно цим завданням було розроблено СД, структура якого представлена на рис.2.

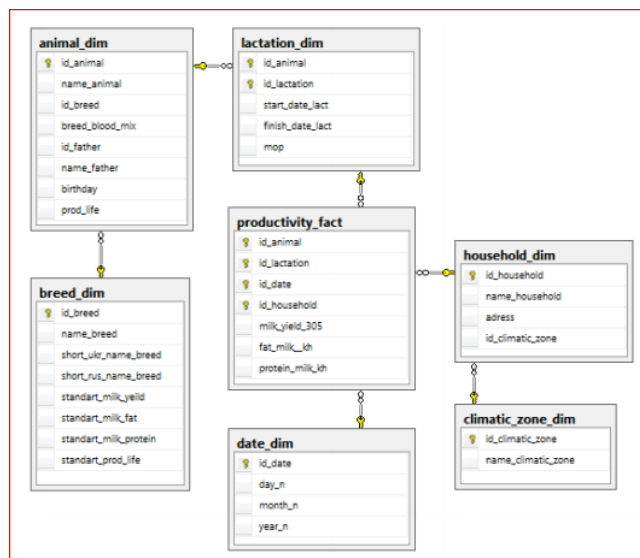


Рис. 2 Структура СД для СПІР щодо реалізації задач селекції у тваринництві

На основі даних, отриманих у СД, з використанням технології OLAP, були побудовані різноматні звіти як у табличній, так і у графічній формах. Важливий також розрахунок КРІ, що представлений на рис.3. На ньому показано приклад розрахунку КРІ за показником «Надій за 305 днів» для господарства «Екопрод ПрАТ(Прохорівка)». КРІ показує, які в середньому надой за лактацію мають корови на господарстві «Екопрод ПрАТ (Прохорівка)» за 2014 рік. За мету було взято найбільше значення надоя за лактацію, яке спостерігалось у 2014 році на цьому господарстві.



Рис. 3 КРІ для господарства «Екопрод ПрАТ (Прохорівка)» у 2014 році за показником «Надій за 305 днів»

2.2 СППР господарства з вирощування с/г культур. Для вирішення задач була побудована структура СД, яка представлена на рис.4.

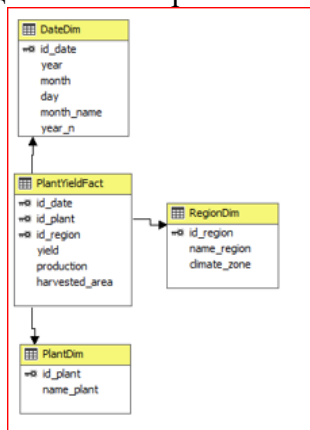


Рис. 4 Структура СД для СППР господарства з вирощування с/г культур

На рис.5 представлений приклад графічної візуалізації показників врожайності різних культур.

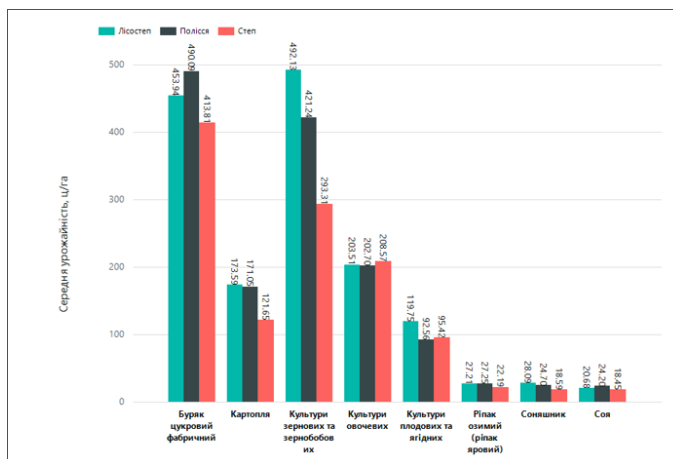


Рис. 5 Врожайність культур

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасні інформаційні технології дозволяють розробити СППР на основі накопичених даних у різних форматах та на різних вузлах. У галузі с/г господарства це дозволить озброїти керівників підприємств аналітичними звітами та слідкувати за процесами в режимі реального часу.

У подальшому може бути використані інтелектуальні технології обробки даних.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Белла Голуб, Ірина Глива 'Дослідження використання сучасних технологій інтелектуального аналізу даних для вирішення задач уплемінній справі' в 'Збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2020", Київ, 2020, с.104-106

[2] Белла Голуб, Катерина Пронішина 'Дослідження використання інформаційних технологій у перепелиному господарстві' в 'Збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2021", Київ, 2021, с.73-75.

## Яніна Криворучко

к. фіз.-мат. н., доцент

Місце роботи: кафедра комп'ютерних наук, факультет інформаційних технологій НУБіП України

ORCID ID 0000-0002-1256-6138

yanakryvoruchko@nubip.edu.ua

# МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ З ШАРУВАТИМИ СЕРЕДОВИЩАМИ

**Анотація.** Для визначення діелектричних проникностей та товщин шарів ґрунтів розроблено методику чисельного розв'язання оберненої задачі взаємодії електромагнітних хвиль з шаруватим середовищем. Запропоновані методи можуть знайти широке застосування в системі точного землеробства.

**Ключові слова:** діелектрична проникність, коефіцієнт відбиття, радіометрія.

## 1. ВСТУП

Постановка проблеми. Необхідність в отриманні достовірної інформації про вологість та глибину проникнення вологи у шарувато-неоднорідні середовища виникає безпосередньо у процесі виконання певних технологічних процесів у різних галузях народного господарства. Присутність води у таких середовищах змінює їх фізико-механічні характеристики, і, зокрема, діелектричну. Відомо, що ця зміна буде суттєво впливати на коефіцієнт відбиття електромагнітної хвилі від поверхні досліджуваного об'єкту [1]. Оскільки задача вимірювання коефіцієнта відбиття експериментально вирішена [2], це дозволяє за зміною коефіцієнта відбиття оцінювати кількість вологи, присутньої у досліджуваному об'єкті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** показала, що не створено універсальної і закінченої теорії розрахунку ефективних електромагнітних характеристик неоднорідно-шаруватих середовищ. Для кожного конкретного матеріалу таку теорію потрібно вибирати з використанням певної додаткової інформації. Недостатньо дослідженими виявились такі системи, що обумовлено складністю відповідного математичного апарату.

**Мета публікації.** Практичне застосування методів радіометрії ґрунтів в діапазоні НВЧ [1] потребує не тільки високочутливої вимірювальної апаратури, але і ефективних методик розв'язування обернених задач, коли за даними вимірювань в реальному режимі часу можливо надійно визначити необхідні параметри. Тому розробка таких методик є і досі актуальною задачею.

## 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Розглядається неоднорідний шар ґрунту як система, яка складається з  $n$  плоскопаралельних шарів з різними комплексними ДП  $\varepsilon_j = \varepsilon'_j + i\varepsilon''_j = \varepsilon'_j(1 + itg\delta_j)$  ( $\varepsilon'_j$  - дійсна,  $\varepsilon''_j$  - уявна частини,  $i$  - уявна одиниця,  $tg\delta = \varepsilon''/\varepsilon'$  - тангенс діелектричних втрат,  $j=1,2,\dots,n$ ) і товщинами  $d_j$  ( $j=1,2,\dots,n$ ), розташований між двома напівпросторами: верхній – це повітря, а нижній – це або ґрунтові води, або деяка тверда основа, наприклад глина, граніт, піщаник тощо. Нумерація шарів ведеться з нижнього півпростору.

Комплексний коефіцієнт відбиття  $V$  від  $n$  плоских шарів є функцією їх ДП  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$  і товщин  $d_1, d_2, \dots, d_n$  також залежить від кута падіння  $\theta_{n+1}$  і довжини плоскої ЕМХ  $\lambda$ . Якщо  $\theta_{n+1} \neq 0$ , то фактично, будемо мати дві різних залежності для

коефіцієнтів відбиття  $V_{\perp}$  у випадку перпендикулярної і  $V_{\parallel}$  у випадку паралельної поляризацій:

$$V_{\perp} = V_{\perp}(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n; d_1, d_2, \dots, d_n; \lambda, \theta_{n+1}), \quad V_{\parallel} = V_{\parallel}(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n; d_1, d_2, \dots, d_n; \theta_{n+1}; \lambda). \quad (1)$$

Радіометрія дозволяє визначити експериментальні залежності коефіцієнтів відбиття в діапазоні НВЧ від кута падіння та довжини хвилі:

$$V_{\perp}^{ex} = V_{\perp}^{ex}(\lambda, \theta_{n+1}), \quad V_{\parallel}^{ex} = V_{\parallel}^{ex}(\lambda, \theta_{n+1}). \quad (2)$$

### 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для визначення невідомих параметрів шарів використовуємо результати сканування по кутах падіння  $\theta = \theta_{n+1}$  для фіксованої довжини хвилі  $\lambda^*$ . Пропонується розглядати лінійну комбінацію функцій (1) і дискретні значення кута падіння  $\theta_{n+1}^{(i)}$  ( $i = 1, 2, \dots, l_1$  для  $s$ -поляризації і  $i = 1, 2, \dots, l_2$  для  $p$ -поляризації). Функціонал узагальненого методу найменших квадратів для задачі радіометрії [2, 3] це сума середньоквадратичних відхилень, розрахованих та вимірених значень коефіцієнтів відбиття для двох поляризацій. Задача полягає у відшуванні таких значень параметрів шарів, які забезпечують мінімум функціоналу.

Мінімум функціоналу відшукується методом випадкового пошуку із застосуванням спеціальних двійкових послідовностей. Експериментальні залежності коефіцієнтів відбиття, моделюються з використанням розв'язків прямої задачі [3]. Це дозволяє порівняти розв'язки оберненої задачі з заданими параметрами шарів і отримати оцінки визначення необхідних параметрів. Знайдений розв'язок потребує перевірки порівнянням безпосередньо з експериментальними даними, оскільки вибір меж інтервалів пошуку невідомих характеристик містить певну довільність. Слід відзначити, що є можливість звужити інтервали пошуку і встановити більш точні значення характеристик.

### 4. РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

Наведемо приклади виконаних розрахунків. На рисунках 1 і 2 наведено кутові залежності коефіцієнта відбиття. Точками показано змодельовані експериментальні дані, суцільними лініями – розраховані залежності за відновленими значеннями характеристик. Рисунок 1 відповідає шару зволоженого ґрунту з параметрами  $d_2 = 0,3\text{ м}$ ,  $\varepsilon'_2 = 10$ ,  $\text{tg}\delta_2 = 0,1$  для хвилі  $\lambda^* = 1\text{ дм}$ ; характеристики нижнього напівпростору  $\varepsilon'_1 = 6$ ,  $\text{tg}\delta_1 = 0,05$ . На рисунку 2 наведено аналогічні залежності з двома прошарками зволоженого ґрунту з різними значеннями характеристик.

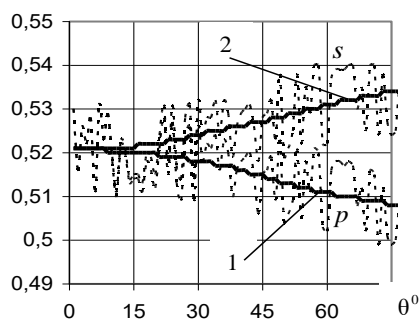


Рисунок 1. Коефіцієнти відбиття від шару зволоженого ґрунту: 1 –  $p$ -

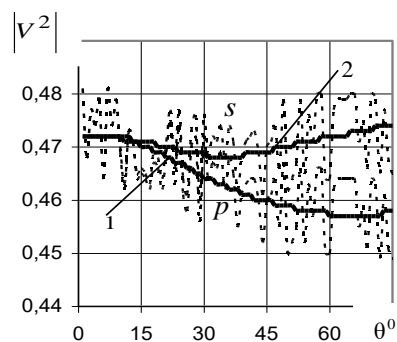


Рисунок 2. Коефіцієнти відбиття від шару зволоженого ґрунту з двома прошарками:

поляризація; 2 – s- поляризація; 1 – p- поляризація; 2 – s - поляризація;  
розрахункові значення за відновленими розрахункові значення за відновленими  
параметрами (суцільна лінія). параметрами (суцільна лінія).

Задані і відновлені значення діелектричних характеристик шарів ґрунтів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Задані та відновлені за даними радіометрії значення параметрів шарів,  
що прийняті при розрахунку коефіцієнта відбиття

Номер шару	$d_i, м$	$\epsilon'_i$		tg $\delta$	
		Задане значення	Відновлене значення	Задане значення	Відновлене значення
4	-	1,0	-	0,00	-
3	0,2	8,0	7,0	0,06	0,08
2	0,1	10,0	11,0	0,10	0,11
1	-	6,0	6,2	0,05	0,04

У даному випадку похибка при відновленні ДП не перевищує 13%, а похибка визначення tg $\delta$  більша і досягає 20%. Але в цілому результати розрахунків слід признати задовільними – про що свідчать відновлені спектри.

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Таким чином, розроблено ефективну методику визначення параметрів шарів ґрунтів за даними радіометрії в діапазоні НВЧ за допомогою розв'язання оберненої задачі. Наведені тестові приклади розрахунків свідчать, що похибка в відновленні значень діелектричних параметрів знаходиться в межах похибки змодельованих експериментальних залежностей коефіцієнтів відбиття. Запропонований метод може знайти широке застосування в системі точного землеробства.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] НВЧ-радіометрія земної і водної поверхні: від теорії до практики: монографія / за заг. наук. ред. В.С. Верба, Ю.В. Гуляєв, А.М. Шутко, В.Ф. Крапівіна. Софія: Академічне видавництво імені проф. Марина Дрінова, 2013, 296 с.
- [2] Криворучко Я.С. Багатокомпонентні гетерогенні системи: ефективна діелектрична проникність та поглинання / Я.С. Криворучко, Л.Б. Лерман, Н.Г. Шкода // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2012. – № 66(972). – С. 163 – 173.
- [3] Визначення вологості пористих середовищ з використанням методів радіометрії (обернені задачі) / Я.С. Криворучко, Л.Б. Лерман, М.О. Лющенко, Р.Я. Якимів // Вісник Національного технічного університету "Київський політехнічний інститут". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратуробудування. – 2007. – Вип. 35. – С. 49 – 53.

## Юрій Міловідов

Старший викладач кафедри комп'ютерних наук

Місце роботи: Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

yurii\_milovidov@nubip.edu.ua

## ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВИКЛАДАННІ РОБОТИ АЛГОРИТМІВ

**Анотація.** Представлені розроблені автором комп'ютерні програми для демонстрації роботи алгоритмів на графах для студентів, які вивчають дисципліну «Алгоритми і структури даних».

**Keywords:** Huffman algorithm, Binary trees, Adaptive Huffman coding, Depth First Search, Dijkstra's algorithm.

### 1. ВСТУП

Вважається, що 90% інформації людина отримує за допомогою зору і тільки 10% через інші органи чуття. Природно, що проблема візуалізації придбала першорядну важливість. Завдання візуалізації полягає в створенні зображення, що дозволяє аналізувати структуру даних і виявляти її характеристики.

Графи – це проста, потужна, елегантна абстракція, що застосовується в багатьох областях науки і техніки. Графи дозволяють моделювати довільні системи, які представлені у вигляді набору об'єктів і зв'язків між ними. За останні десятиліття популярність графів значно зросла. Пояснюється це їх універсалізмом і незалежністю від предметної області, що дозволяє обробляти і аналізувати системи довільної складності. Інформаційний вибух, викликаний розвитком Всесвітньої Павутини, і розвиток комп'ютерних технологій зробили доступним велику кількість інформації.

Графи є центральним інструментом при розробці програмного забезпечення, структуруванні бізнес-процесів, проектуванні баз даних і використовуються в багатьох областях математики і комп'ютерних наук. Різновидом графів є така структура даних, як дерево, зокрема, бінарне дерево.

В посібнику "Алгоритми та структури даних" [1] розглядаються такі алгоритми роботи з графами і бінарними деревами, як «Алгоритм Гаффмана», «Алгоритм проходження графу в глибину», «Алгоритм Дейкстри». Велику допомогу викладачеві дають авторські програми, які дозволяють наочно продемонструвати роботу вказаних алгоритмів.

**Мета дослідження:** Створити програмні засоби, які дозволяють візуалізувати виконання алгоритмів на графах для кращого засвоювання матеріалу студентами.

### 2. ТЕОРЕТИЧНІ ПІДСТАВИ

#### Алгоритм Гаффмана

Алгоритм Гаффмана (англ. Huffman's algorithm) – алгоритм оптимального префіксного кодування алфавіту. Був розроблений в 1952 році аспірантом Массачусетського технологічного інституту Девідом Гаффманом при написанні їм курсової роботи. Використовується у багатьох програмах стиснення даних, наприклад, PKZIP 2, LZH та ін.

Ідея, що покладена в основу кодування Гаффмана, заснована на частоті появи символу в послідовності. Символ, який зустрічається в послідовності найчастіше, отримує новий дуже маленький код, а символ, який зустрічається найрідше, отримує, навпаки, більш довгий код. Це потрібно для того, щоб символи, які зустрічаються найчастіше, зайняли найменше місця, а самі рідкісні – більше.



Для розуміння цього алгоритму необхідно знати устрій бінарного дерева. Вузлом такого дерева є елемент, що містить код символу, його частоту і посилання на ліве і праве піддерево.

Для прикладу візьмемо рядок «Hello world». Щоб отримати код для кожного символу на основі його частотності, треба побудувати бінарне дерево. Кожен лист цього дерева міститиме символ. Дерево будується від листя до кореня. Символи з меншою частотою розташовані далі від кореня, ніж символи з більшою частотою.

Для початку порахуємо частоти всіх символів. Після обчислення частот створимо вузли бінарного дерева для кожного символу і додамо їх в чергу, використовуючи частоту в якості пріоритету.

Тепер дістаємо два перших елемента з черзі і пов'язуємо їх, створюючи новий вузол дерева, в якому вони обидва будуть нащадками, а пріоритет нового вузла буде дорівнює сумі їх пріоритетів.

Після цього додаємо новий вузол назад в чергу враховуючи його пріоритет і повторимо ті ж кроки. Після того, як будуть пов'язані два останніх елемента, вийде підсумкове дерево. Це і є дерево Гаффмана.

### **Алгоритм проходження графу в глибину (Depth First Search, DFS)**

Під обходом графів (пошуком на графах) розуміється процес систематичного перегляду всіх ребер або вершин графа з метою відшукування ребер або вершин, які відповідають деякому умові.

При проходженні в глибину відвідується перша вершина, потім необхідно йти вздовж ребер графа, до попадання в глухий кут. Вершина графа є тупиком, якщо все суміжні з нею вершини вже відвідані. Після потрапляння в глухий кут потрібно повертатися назад уздовж пройденого шляху, поки не буде виявлена вершина, у якій є ще не відвідана суміжна вершина, а потім необхідно рухатися в цьому новому напрямку.

Процес виявляється завершеним при поверненні в початкову вершину, причому всі суміжні з нею вершини вже повинні бути відвідані.

Таким чином, основна ідея проходження в глибину - коли можливі шляхи по ребрах, що виходять з вершини, потрібно спочатку повністю дослідити одну гілку і тільки потім переходити до інших гілок (якщо вони залишаться нерозглянутими).

**Крок 1.** Всім вершинам графа присвоюється значення не відвідування. Вибирається перша вершина і позначається як відвідана.

**Крок 2.** Для останньої поміченої як відвідана вершини вибирається суміжна вершина, яка є першою поміченою що не відвідана, і їй присвоюється значення відвідана. Якщо таких вершин немає, то береться попередня позначена вершина.

**Крок 3.** Повторити крок 2 до тих пір, поки всі вершини не будуть позначені як відвідані.

### **Алгоритм Дейкстри**

Алгоритм Дейкстри (англ. Dijkstra's algorithm) – алгоритм на графах, винайдений нідерландським вченим Е. Дейкстрою в 1959 році. Знаходить найкоротшу відстань від однієї з вершин графа до всіх інших. Алгоритм працює тільки для графів без ребер негативної ваги. Алгоритм широко застосовується в програмуванні і технологіях, наприклад, його використовують протоколи маршрутизації OSPF і IS-IS.

Кожній вершині зіставимо мітку – мінімальну відому відстань від цієї вершини до а. Алгоритм працює покроково – на кожному кроці він «відвідує» одну вершину і намагається зменшувати мітки. Робота алгоритму завершується, коли всі вершини відвідані.

### 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для розробки програм обрана мова програмування C#. За всіма процесами, які пов'язані з виконанням алгоритму Гаффмана можна спостерігати під час роботи програми, яка не тільки виконує процес компресії і декомпресії даних, але і дозволяє візуалізувати дерево Гаффмана, все таблиці, двійкові коди початкового і стисненого тексту, що дозволяє наочно оцінити ступінь стиснення. Програма має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Програма, яка демонструє алгоритм проходження графа в глибину, дозволяє спостерігати за всіма кроками виконання цього алгоритму.

При обході графа в глибину ребра, за якими відбувався обхід графа – так звані прямі ребра (вони виділені жирним) – утворюють один з можливих каркасів (кістяків) цього графа. Це один зі зв'язних підграфів заданого графа. Таких підграфів може бути кілька. Якщо каркас графа збігається зі самим графом, тоді такий граф є деревом.

Програми візуалізації алгоритмів застосовувалися автором під час викладання дисциплін «Алгоритми і структури даних» і «Об'єктно-орієнтоване програмування» в Національному університеті біоресурсів і природокористування України. Студенти спостерігали за всіма процесами під час роботи програм і наочно оцінили їх користь.

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Всі програми мають інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і можуть стати корисною підмогою як для викладачів, так і для студентів, які вивчають дисципліни «Алгоритми і структури даних» і «Об'єктно-орієнтоване програмування».

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Алгоритми і структури даних: Навчальний посібник. / Ю.О. Міловідов. – К. НУБіП України, 2018. – 200 с.
- [2] David A. Huffman; A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes Proceedings of the IRE ( Volume: 40, Issue: 9, Sept. 1952) Pages: 1098 – 1101. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4051119/citations#citations> – Назва з екрана.
- [3] Кормен, Томас; Лейзерсон, Чарльз; Рівест, Рональд; Стайн, Кліфорд (2019).
- [4] Коды Гаффмана. Вступ до алгоритмів (вид. 3). К.І.С. с. 443–451. ISBN 978-617-684-239-2
- [5] Ахо Альфред, Хопкрофт Джон, Ульман Джеффри. Структуры данных и алгоритмы. : Пер. с англ.: Уч. пос. –М.: Издательский дом "Вильямс", 2000. –384 с.
- [6] Глибовець М.М. Основи комп'ютерних алгоритмів. – К.: Вид. дім «КМ Академія», 2003. – 452 с.

**Ірина Бородка**

доцент, к.т.н.

Київський національний університет культури і мистецтва, кафедра комп'ютерних наук, Київ, Україна  
2[0000-0003-3667-3728]

*borir@ukr.net*

**Георгій Бородкін**

ст. викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування, кафедра комп'ютерних наук, Київ,  
Україна

2[0000-0002-6488-6512]

*heorhii.borodkin@nubip.edu.ua*

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В КОНТЕКСТІ РЕКОМЕНДАЦІЙ SWEBOOK

**Анотація.** Дослідження присвячене питанням тенденції розвитку погромної інженерії як галузі науково-практичної діяльності у сфері виробництва програмних продуктів. В статті наведені ключові моменти становлення інженерії, версії документа SWEBOOK, аналізу сучасного стану розвитку галузі та перспективи її розвитку, а також завдання, які ставляться перед викладачами інженерії програмного забезпечення в університетах.

**Ключові слова:** програмна інженерія; області знань: основні організаційні, наукоємні; ядро SWEBOOK; технологій у процесі створення ПЗ .

### 1. Вступ

Програмна інженерія (Software Engineering) є галуззю інформатики, яка вивчає питання побудови комп'ютерних програм, відображає закономірності розвитку програмування, узагальнює досвід програмування у вигляді комплексу знань і правил регламентації інженерної діяльності розробників програмного забезпечення (ПЗ). Після виникнення в кінці 60-х років минулого століття ця галузь науково-практичної діяльності особливо бурхливо розвивається в останні десятиліття.

Тому слід зрозуміти, яким чином програмна інженерія буде розвиватись у найближчі роки і як готуватись до впровадження нових технологій у процесі створення програмних продуктів та підготовки майбутніх фахівців у цій галузі науково-виробничої діяльності [1].

### 2. Перші згадування про інженерію програмного забезпечення

Вперше термін "програмна інженерія" був застосований ще у 1968 році [2]. В жовтні того року в м. Гарміш (ФРН) під егідою NATO Science Committee була проведена конференція «NATO SOFTWARE ENGINEERING CONFERENCE» - «Конференція НАТО з програмної інженерії». У конференції взяли участь понад п'ятдесят фахівців з одинадцяти різних країн (на той час – членів НАТО), які професійно займалися програмним забезпеченням. Обговорення охопило усі аспекти програмного забезпечення, включаючи: відношення програмного забезпечення до апаратних засобів (обчислювальних машин), проектування програмного забезпечення, виготовлення, впровадження та поширення програмного забезпечення, послуги із його супроводження.

Найголовнішим досягненням цього обговорення слід вважати прийняття рішення з таких питань: вимога досягнення достатньої надійності в системах даних, які дедалі більше інтегрувалися в центральну діяльність тогочасного суспільства; труднощі дотримання графіків реалізації та специфікацій вимог для великих програмних проектів; підготовка інженерів як з програмного забезпечення так і з систем обробки даних; а також ВПЕРШЕ було підняте надзвичайно суперечливе питання, чи варто встановлювати ціну на програмне забезпечення окремо від апаратного забезпечення.

Подальший розвиток розробки, виробництва і розповсюдження ПЗ був визначений саме на цьому форумі.

### 3. Поява SWEBOOK

Наступний етап у розвитку програмної інженерії був зумовлений швидким виробництвом персональних комп'ютерів у 80х-90х роках минулого століття. Це зумовило потребу у виготовленні та розповсюдженні прикладного ПЗ за ціною, яка б була доступною для пересічного користувача. З'явилась велика кількість компаній та фірм, які почали продавати ПЗ для широкого кола споживачів. Така діяльність вимагала дотримання вимог до якості нового виду інтелектуального товару. Саме тому при американському об'єднанні комп'ютерних фахівців ACM (Association for Computing Machinery) і Комп'ютерному товаристві інституту інженерів з електроніки та електротехніки (IEEE Computer Society) у 1998 році був створений Міжнародний комітет (Software Engineering Coordinating Committee). Зусилля цієї організації у 2004 році завершилися створенням ядра знань SWEBOOK (Software Engineering Body of Knowledge). Основне призначення цього документа полягає в об'єднанні знань з інженерії програмного забезпечення. Фахівці IEEE Computer Society визначили цю сукупність знань як необхідний крок до того, щоб зробити розробку програмного забезпечення законною інженерною дисципліною та визнаною професією. Оскільки програмне забезпечення стає центром критичних систем, цілком природно, що стандарти практики, знань і навчання з розробки програмного забезпечення, мають бути систематизовані, впорядковані та надані для загального використання.

У ядрі були систематизовані різноманітні знання в області програмування, планування і управління, сформульовано поняття програмної інженерії та десяти областей, які на той час відповідали процесам проектування ПЗ і методам їх підтримки. Інженерія програмного забезпечення, як інженерна дисципліна, були визнана такою, що охоплює всі аспекти створення ПЗ, починаючи від формування вимог до створення, супроводу і зняття з експлуатації ПЗ, а також включає інженерні методи оцінки трудовитрат, вартості, продуктивності і якості. Тобто мова йде саме про інженерну діяльність в програмуванні, оскільки її сутність близька до визначення інженерної діяльності в тлумачному словнику: інженерія - це спосіб застосування наукових результатів, що дозволяє отримувати користь від властивостей матеріалів і джерел енергії; інженерія - діяльність по створенню машин для надання корисних для споживача послуг і виробів. Інженери з програмної інженерії – це фахівці, які виконують практичні роботи з реалізації програм із застосуванням теорії, методів і засобів комп'ютерної науки.

### 4. SWEBOOK (в редакції 2004 р.)

Вперше документ SWEBOOK був оформлений у 2004 році. В цій редакції визначаються десять областей знань (ОЗ) в контексті програмної інженерії, які поділено на 2 групи [3]. **Основні області** включають: вимоги до ПЗ (Software requirements); проектування ПЗ (Software design); конструювання ПЗ (Software construction); тестування ПЗ (Software testing); супроводження ПЗ (Software maintenance). **Організаційні області** включають: управління конфігурацією ПЗ (Software configuration management); управління інженерією ПЗ (Software engineering management); процеси програмної інженерії (Software engineering process); засоби та інструменти інженерії ПЗ (Software engineering tools and methods) та якість ПЗ (Software quality).

Документ SWEBOOK у редакції 2004 року визначає дисципліни, які відіграють велику роль в програмній інженерії: комп'ютерна інженерія, комп'ютерні науки, менеджмент, математика, контроль якості, ергономіка ПЗ та системне адміністрування.

Всі ці області знань мають чітке визначення цілей, сфер діяльності і відповідальності у створення програмного продукту та практичні рекомендації до реалізації ПЗ.

### **5. SWEBOOK V3 (в редакції 2014 р.)**

Минуло лиш 10 років, а життя поставило завдання внесення корегування у існуючий документ. В редакції SWEBOOK 2014 року [4] визначаються вже 15 областей знань і описує вже оновлені загальноприйняті знання про програмну інженерію. Ці області узагальнюють ключові концепції та включають список посилань для отримання детальної інформації в контексті програмної інженерії, їх поділено на 3 групи. Якщо основні області знань залишилися без змін у своїх межах (але не у тенденціях реалізації) то у другій групі (організаційні області) сталася заміна: замість засобів та інструментів інженерії ПЗ з'явилась нова область: моделі та методи ПЗ (Software Engineering Models and Methods), що вказувало на значне розширення наукової ємності і складності сучасного ПЗ).

Головною особливістю цієї версії стала поява нової групи – наукоємних областей знань: професійний практичний досвід з ПЗ (Software Engineering Professional Practices), економіка інженерії ПЗ (Software Engineering Economics), основи обчислень (Computing Foundations), математичні основи (Mathematical Foundations) та основи інженерії (Engineering Foundations), що ще більш підкреслило наукову складову інженерії ПЗ.

### **6. SWEBOOK V4 (у стадії обговорення)**

Зараз вже чітко видно нові тенденції в розвитку інженерії ПЗ [5]. Проект найновішої версія посібника SWEBOOK V4 включає нові тематичні області, оновлені описи тем і припинення використання тем, які вже не актуальні. Зокрема, agile (і DevOps) були включені в багато областей знань, оскільки ці моделі отримали широке визнання після останньої публікації SWEBOOK. Три нові області знань (архітектура програмного забезпечення, операції програмного забезпечення та безпека програмного забезпечення) скеровують базові знання з розробки програмного забезпечення. Новий посібник краще інтегрує пов'язані дисципліни та перейменує та розповсюдить деякі матеріали в різних областях знань.

### **ВИСНОВКИ**

Документ SWEBOOK є живим та актуальним програмним документом з інженерії ПЗ який створений, щоб визначити чіткий необхідний набір знань та рекомендовані практики; визначити етичні та професійні стандарти та визначити навчальну програму для студентів, аспірантів та тих, хто продовжує навчання у сфері інженерії ПЗ. Тому слід вже сьогодні закладати нові тенденції і курси в програму навчання з інженерії ПЗ, яка базується на дослідженнях Software Engineering Coordinating Committee під егідою IEEE

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

[1] І.Л. Бородкіна, Г.О. Бородкін, Інженерія програмного забезпечення. Київ, Центр учбової літератури, 2018, с. 204.

[2] [scrummanager.com](https://www.scrummanager.com/files/nato1968e.pdf), 'SOFTWARE ENGINEERING. Report on a conference sponsored by the. NATO SCIENCE COMMITTEE. Garmisch, Germany, 7th to 11th October 1968', 2015. [Online]. Available: <https://www.scrummanager.com/files/nato1968e.pdf>, [Accessed: 09- Nov- 2022]

[3] [www.computer.org](https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering) 'Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOOK)', 2014. [Online]. Available: <https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering>, [Accessed: 09- Nov- 2022]

[4] [swebokwiki.org](http://swebokwiki.org/Main_Page) 'Welcome to the SWEBOOK!', 2015. [Online]. Available: [http://swebokwiki.org/Main\\_Page](http://swebokwiki.org/Main_Page), [Accessed: 09- Nov- 2022]

[5] [www.computer.org](https://www.computer.org/volunteering/boards-and-committees/professional-educational-activities/software-engineering-committee/swebok-evolution) 'SWEBOOK Evolution', 2020. [Online]. Available: <https://www.computer.org/volunteering/boards-and-committees/professional-educational-activities/software-engineering-committee/swebok-evolution>, [Accessed: 09- Nov- 2022]

**Галина Бєлоха**

кандидат технічних наук, доцент,  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний університет" ім.І.Сікорського, м.  
Київ, Україна

**Сергій Денисюк**

доктор технічних наук, професор,  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний університет" ім.І.Сікорського, м.  
Київ, Україна

**Володимир Хиленко**

доктор технічних наук, професор,  
Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0003-3491-8621  
[vkhilenko@nubip.gov.ua](mailto:vkhilenko@nubip.gov.ua)

**Рішард Стржелецки**

доктор технічних наук, професор,  
Gdansk University of Technology, ПНР

**Олексій Степанов**

асистент кафедри комп'ютерних наук  
Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-0939-6991  
[stepanov@nubip.edu.ua](mailto:stepanov@nubip.edu.ua)

## ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ MICROGRID

**Анотація.** Розглянуто застосування блокчейн-технологій в системах Microgrid, які складаються з генераторів та навантажень, струми яких мають вищі гармоніки. Проаналізовані енергетичні характеристики і показана наявність обмінних потужностей, компенсація яких зменшує реактивну потужність та вищі гармоніки. Досліджена динаміка обмінних процесів в Microgrid і розглянуто питання визначення вартості електроенергії при динамічній тарифікації в Microgrid, враховуючи як економічну, так і технічну складові.

**Ключові слова:** Microgrid, динаміка обмінних процесів, локальні енергоринки, динамічна тарифікація, реактивна потужність, вищі гармоніки.

Ціллю даної роботи є визначення загальних вимог поєднання технічних рішень і економічних характеристик елементів розподіленої енергосистеми яка використовує блокчейн технології, для створення інтелектуальних (з використанням елементів штучного інтелекту) систем їх керування [2,6].

Для подальшого застосування математичного апарату системного аналізу, Microgrid будемо розглядати як групу взаємопов'язаних навантажень та розосереджених енергетичних ресурсів у чітко визначених територіальних межах, яка діє як єдиний керований об'єкт щодо мережі вищого рівня, та може підключатися або відключатися від цієї мережі, щоб мати можливість працювати як у підключеному, так і в острівному режимі) [5].

Фактично локальний ринок електроенергії для Microgrid надає можливості координації обсягів виробництва та споживання енергії від ДРГ (наприклад, відновлювальні джерела енергії, систем акумуляування та постачальників реагування на попит) у межах обмеженої географічної зони. Локальні ринки, вирішуючи питання енергопостачання, зберігання, транспортування, дозволяють кінцевим споживачам здійснювати торгівлю енергією на місцевому рівні та надавати послуги підтримки мережі. В локальних ринках встановлюються свої тарифи, які можуть змінюватися з часом. Такі динамічні тарифи стимулюють регулювання навантаження, як вручну, так і

автоматично, що дозволяє споживачам заощадити на електроенергії, користуючись перевагами системи [5,7-13].

Визначення вартості електроенергії при динамічній тарифікації в Microgrid залежить від двох складових: економічної та технічної, які поєднуються в один енергоекономічний контур [13]. Аналіз економічної та технічної складової функціонування Microgrid має бути направлено для:

- підвищення ефективності використання первинного палива дизель-генераторів;
- оптимізацію графіка відбору потужності;
- оптимізацію відбору потужності від генератора;
- мінімізацію втрат електроенергії при її передачі та розподілу;
- оптимізацію режимів електроспоживання; забезпечення вимог щодо якості електроенергії та якості енергопостачання,
- мінімізацію витрат сумарних коштів на генерацію та споживання електроенергії.

Точка підключення генераторів у загальному випадку може бути розглянута як точка «вводу» потужності як власних ДРГ, так і додаткових джерел (при купівлі електроенергії у «третьої» сторони), та є контрольованим перетином, де установлені Smart-лічильники. Оскільки до цієї точки можуть бути підключені різні типи генераторів, то до системи генерації будуть входити окремі джерела електроенергії, які мають різну економічно обґрунтовану вартість генерації 1 кВт·год електроенергії. Реалізація клієнтоорієнтованого підходу при аналізі та оптимізації енергопроцесів в ДРГ обумовила не тільки використання показників якості електроенергії та показників якості електропостачання, зокрема, показників безперервності та надійності, але й формування та застосування розширеної системи енергетичних показників ДРГ, які адекватно відображають енергообмін та втрати електроенергії [7].

Розглядаючи систему з ДРГ з математичної точки зору як динамічні коливальні системи, можна виділити два типи процесів – консервативні та дисипативні, яким у загальному випадку поставимо у відповідність обмінну потужність  $Q_{об}$ , потужність накопичення  $Q_{н}$ , потужність Фризе  $Q_{ф}$  і активну потужність  $P$ . Обмінна потужність  $Q_{об}$  дає можливість оцінити інтенсивність обмінних процесів через перетин системи при довільному спектрі гармонік напруги та струму у виділеному перетині. Оцінка додаткових втрат електроенергії найбільш повно здійснюється із застосуванням потужності Фризе  $Q_{ф}$  та її квадратичних складових, що відображають вплив різних факторів впливу на якість енергетичних процесів для одно- та багатозазначених систем. Метою даної роботи є аналіз обмінних процесів джерел розосередженої генерації з відновлювальними джерелами енергії для техніко-економічної оптимізації при вирішенні проблем електромагнітної сумісності, динамічної тарифікації, мінімізації витрат.

Оцінка оптимальності процесів в залежності від вимог поставлених задач має розглядатися з врахуванням системних ефектів на кількох ієрархічних рівнях:

- в конкретній точці  $t_0$ ;
- на інтервалі  $T_1$  періоду дії генератора (споживача);
- на інтервалі  $T_2$  сталості структури системи;
- періоду дії генератора  $T_{Г}$ ,
- період роботи пристроїв силової електроніки  $T_e$  чи споживачів  $T_{load}$ .
- виділеної сукупності періодів дії генераторів та/чи роботи споживачів  $T_{\Delta}$ ;
- протягом всього технологічного процесу  $T_{Г}$ .

Обмінні процеси можна поділити за першою (індекс «1») та групою гармонік, які складають множину  $M_{Г}$  потужностей  $N_{Г}$  (індекс « $\infty$ »):

$$Q_e^{(1)} = \frac{1}{2T} \int_0^{t^+} u(t) I_{m(1)} \sin(\omega t - \psi_1^i) dt \quad (1)$$

$$Q_e^{(\infty)} = \frac{1}{2T} \int_0^{t^+} u(t) \left( \sum_{k=2}^{N_r} I_{m(k)} \sin(k \omega t - \psi_k^i) \right) dt \quad (2)$$

де  $t^+$  – інтервал періоду, коли миттєва потужність  $p(t) > 0$ .

Для оцінки дольового внеску генераторів та/чи споживачів для заданої діючої напруги генератора  $u(t)$  обмінні процеси у вузлі системи, крім представлених згідно формул (1) та (2) способів, доцільно також розділити за однією  $j$ -ю вищою (індекс « $j$ ») та всіма (індекс « $\Sigma$ ») гармоніками згідно з наступними виразами:

$$Q_e^{(j)} = \frac{1}{2T} \int_0^{t^+} u(t) I_{m(j)} \sin(j \omega t - \psi_j^i) dt \quad (3)$$

$$Q_e = \frac{1}{2T} \int_0^{t^+} u(t) \left( \sum_{k=1}^{N_r} I_{m(k)} \sin(k \omega t - \psi_k^i) \right) dt \quad (4)$$

Вплив елементів системи оцінюється відношенням однієї з величин (1)–(4) до суми відповідних обмінних потужностей всіх елементів ДРГ під'єднаних до виділеного вузла.

Рівень електромагнітної сумісності можна оцінити, за показниками  $\Delta_{B1}$ ,  $\Delta_{B2}$ :

$$\Delta_{B1} = \frac{Q_e}{P} \quad (5)$$

$$\Delta_{B2} = \frac{Q_1}{Q_e} - \pi \quad (6)$$

Показник  $\Delta_{B1}$  відображає виконання критерію усереднення зворотних потоків енергії, а показник  $\Delta_{B2}$  є інтегральною характеристикою наближення енергетичного процесу до синусоїдального. При цьому міра оцінки взаємного впливу елементів ДРГ визначається ступенем їхнього наближення до нуля.

Ще одним критерієм оптимальності процесів є потужність Фризе, яка у загальному випадку є квадратичною нев'язкою між повною  $S$  та активною  $P$  потужностями та дає змогу оцінити рівень втрат від нерівномірного споживання чи генерації електроенергії.

$$Q_f^2 = S^2 - P^2 \quad (7)$$

Реактивну потужність  $Q_f$  будемо розглядати як еквівалентну величину додаткових втрат  $\Delta W$  електроенергії,

Додаткові втрати при протіканні струму  $I_r$  через еквівалентний опір (наприклад, лінії електропередачі)  $R_{ЕКВ}$  за час  $T$ :

$$\Delta W = I_r^2 R_{ek} T = \left( \frac{Q_f}{U} \right)^2 R_{ek} T \quad (8)$$

Покладемо, що за характеристиками відображення впливу визначеної множини впливів  $\alpha_j[\Delta x_1^j, \dots, \Delta x_i^j, \dots, \Delta x_{ns}^j]$  визначається відповідна  $j$ -а складова додаткових втрат електроенергії, де  $j = 1, \dots, n$ ;  $n$  – кількість факторів декомпозиції  $Q_f$ , серед яких можуть бути технологічні, електромагнітні та керуючі впливи;  $x_i$  – контрольований параметр. Згідно з виділеними характеристиками зміни  $\alpha_j[\Delta x_1^j, \dots, \Delta x_i^j, \dots, \Delta x_{ns}^j]$ ,  $j = 1, \dots, n$ , виділимо квадратичні складові діючих значень струму  $i_r(t)$  наступним чином:

$$I_r^2 = \sum_{j=1}^n I_{j,r}^2 \quad (9)$$



З урахуванням (9) квадрат потужності Фризе  $Q_f$  розбивається на  $n_f$  адитивних складових, обумовлених впливом виділених факторів. Наприклад, при  $u(t) = U_m \sin \omega t$  потужність  $Q_f$  розбивається на складові

$$Q_f^2 = \sum_{j=1}^n U^2 I_{j,r}^2 = \sum_{j=1}^n Q_{fj}^2 \quad (10)$$

де  $Q_{f,j}$  – складова додаткових втрат від впливу  $j$ -го,  $j = 1, \dots, n$ , фактора.

Вираз, аналогічний (10), можна отримати при наявності у спектрі напруги  $u(t)$  нульової та вищих гармонічних складових, а також розгляду несиметричних трифазних систем напруги електроенергосистеми.

Отже, оцінка додаткових втрат електроенергії найбільш повно здійснюється із застосуванням потужності Фризе  $Q_f$  та її квадратичних складових, що відображають вплив різних факторів впливу на якість енергетичних процесів для одно- та багатofазних систем, довільного інтервалу часу ( $Q_{fr}$ ), при несиметрії напруги ( $Q_{f,n}$ ), модуляції сигналів напруги та струму ( $Q_{f,m}$ ).

Для забезпечення оптимального функціонування локальних систем з ДРГ має бути вирішена низка оптимізаційних задач, окремі з яких наведено нижче:

- оптимізація нерівномірності генерації / споживання електроенергії  $p(t)$  за активною потужністю  $P$ :  $|p(t) - P| \rightarrow P_{\text{MIN}}$ ;
- оптимізація сумарної активної  $P$  та реактивної  $Q$  потужностей ДРГ, одночасно приєднаних до мережі;
- мінімізація обмінних процесів (обмінної потужності  $Q_e$ ):  $Q_e \rightarrow Q_{e,\text{MIN}}$ ;
- мінімізація додаткових втрат електроенергії (потужності Фризе  $Q_f$ ):  $Q_f \rightarrow Q_{f,\text{MIN}}$ ;
- мінімізація заданого рівня електромагнітної сумісності за обмінною потужністю  $Q_{e,\infty}$  вищих гармонік:  $Q_{e,\infty} \rightarrow Q_{fe\infty,\text{MIN}}$ .

Окрім досліджень обмінних процесів в ДРГ для досягнення більшого економічного ефекту необхідно проводити оптимізацію процесів генерування потужності, оптимально перерозподіляючи потужності по генераторам, які входять до локальної системи для мінімізації витрат первинного палива у випадку використання дизель-генераторів, відбору енергії сонця та вітра при оптимальних умовах.

Подальше підвищення ефективності роботи розподіленої локальної енергосистеми вимагає застосування складних алгоритмів прогнозування з урахуванням процесів як генерації, так і споживання електроенергії. Для локальних систем енергозабезпечення має бути вирішеним цілий комплекс питань на рівні кінцевого споживача. Однією із найбільш важливих задач, необхідних для забезпечення ефективної роботи розподіленої енергетичної системи є впровадження відповідних інтелектуальних систем керування, які на базі сучасних інформаційних технологій, зокрема блокчейн, зможуть використати алгоритми комплексного прогнозування роботи як генеруючих так і споживаючих елементів мережі.

**Висновки.** Проведено дослідження обмінних процесів для двох систем з різними споживачами, які показали наявність обмінних потужностей.

За значеннями отриманих обмінних потужностей оцінювалась низка додаткових енергетичних характеристик і показників, які можна успішно використати при аналізі та оптимізації енергопроцесів в ДРГ а також ефективність роботи, як генератора, так і навантаження Microgrid у цілому.

На основі отриманих результатів можуть бути сформовані пропозиції щодо зміни алгоритмів керування генераторами та навантаженнями, впровадження заходів з енергоефективності, реалізація механізмів керування попитом.

Подальша оптимізація управління процесами генерації енергії з використанням блокчейн-технологій, перерозподіл потужностей і динамічна тарифікації в системах Microgrid дозволять підвищити якість їх роботи мінімізуючи наслідки поєднання фінансової неоптимальності режимів роботи Microgrid з неоптимальністю загальної сукупності енергопроцесів (постачання, спотворення якості електроенергії, рівень втрат та ін.).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Renewable energy sources / For general. ed. S.O. Cudria. – Kyiv: Institute of Renewable Energy of NASU, 2020. – 392 p. (Ukr).
2. Zhang, Zhaoyun & Wenjun, Zhao & Mei, Yang & Li, Kang & Zhang, Zhi & Yang, Zhao & Guozhong, Liu & Na, Yao. (2019). Application of micro-grid control system in smart park. The Journal of Engineering, 2019. 10.1049/joe.2018.8771.;
3. Milind J. Pati, Shalaka N. Chaphekar. Control of Microgrid: Literature Review // International Journal of Engineering Innovation & Research, 2018 – Volume 7, Issue 2. – P.145–151.
4. Adam Hirscha, Yael Paraga, Josep Guerrero. Microgrids: A review of technologies, key drivers, and outstanding issues // [Renewable and Sustainable Energy. Reviews. Volume 90](#), July 2018, Pages 402-411.
5. Denysiuk S.P. Analysis and optimization of energy processes in dispersed power systems // Technical Electrodynamics. – 2016. – № 4. – P. 62–64. (Ukr).
6. Khilenko V.V., Stepanov O.V., Kotuliak I., Reis M. [Optimization of the Selection of Software Elements in Control Systems with Significantly Different-Speed Processes](#) / [Cybernetics and Systems Analysis](#), 2021, 57(2), pp. 185–189.

### Viktor Legeza

Sc.D., Professor National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», FAM, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID 0000-0003-0403-6143  
e-mail: [viktor.legeza@gmail.com](mailto:viktor.legeza@gmail.com)

### Oleksandr Neshchadym

Ph.D., Associate Professor National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», FAM, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID 0000-0003-2275-4797  
e-mail: [om.neshchadym@gmail.com](mailto:om.neshchadym@gmail.com)

## NUMERICAL ANALYSIS OF THE SOLUTION OF THE PURSUIT PROBLEM

**Abstract.** The formulation of the pursuit problem on the plane is considered. The differential equation of the motion trajectory is constructed. An analytical solution of the boundary value problem was found. Pursuit curves were analyzed and the obtained solution was generalized for the case of an arbitrary ratio of the speeds of the pursuer and the fugitive.

**Keywords:** pursuit problem; pursuit curve.

### 1. INTRODUCTION

One of the classical pursuit problems is considered, when the pursued point moves in a straight line. It was first described by Pierre Bouguer in 1732 [1-3]. Later, Pierre Louis Maupertuis considered the pursuit curve for other cases [4,5].

**The problem statement.** Consider the starting position of two moving points, one of which is chasing the other (Fig. 1).

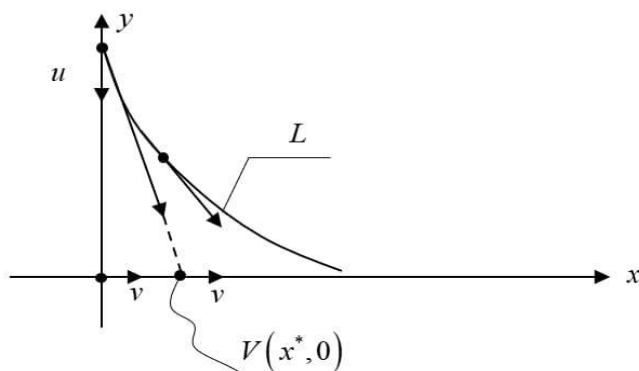


Figure 1. The starting position of two moving points

On one shore (marked in Fig. 1 as axis  $OY$ ) of a reservoir with parallel shores at a distance of  $y_0 = 1$  from each other, there are two boats - coast guard boat  $U$  (hereinafter the pursuit boat) and border violator boat  $V$  (hereinafter the escape boat). At the same time, the fleeing boat  $V$  tries to cross the reservoir as quickly as possible, and the chasing boat  $U$  tries to catch up with boat  $V$  before it reaches the opposite shore. The reservoir separates the two countries as a natural border between them.

At the initial moment of time  $t = 0$ , boat  $V$  begins to move perpendicular to axis  $OY$  to the opposite bank of the reservoir (along axis  $OX$ , Fig. 1) with a speed of  $v$ . Boat  $U$  starts simultaneously with boat  $V$  and in the process of pursuit chooses the direction of movement to the current location of boat  $V$ . At the same time, boat  $U$  has a speed of  $u$ , which is two times greater than the speed of boat  $V$ :  $u = 2v$ .

It is necessary to determine: 1) the trajectory  $L$  of the movement of the boat  $U$ ; 2) time  $T$  for which he will catch up with boat  $V$ ; 3) the point on axis  $OX$  at which it will catch up with boat  $V$ . The flow rate of the reservoir is not taken into account.

## 2. THE THEORETICAL BACKGROUNDS

Let's build a mathematical model that describes the trajectory of movement. Trajectory  $L$  movement of the boat is called the *pursuit curve*. Identify the location of boats on plane  $OXY$  with points  $U$  and  $V$ . We denote by  $(x, y)$  the coordinates of point  $U(x, y)$  and by  $x$  the abscissa of point  $V$  at the current moment of time  $t$ . Let's draw a tangent at point  $U(x, y)$  to curve  $L$ , which connects points  $U$  and  $V$ . Let's denote the current coordinates of the tangent by  $(\xi, \eta)$  and write the equation of the tangent:

$$\eta - y = y'(\xi - x). \quad (1)$$

From equation (1) of the tangent to curve  $L$  under condition  $\eta = 0$ , we find the abscissa of the point of its intersection with axis  $OX$ , which, under condition, should be equal to  $x^*$ . So, from equation (1) we have

$$x^* = v \cdot t = x - \frac{y}{y'}. \quad (2)$$

Let's establish the formula for the relationship between the shape  $y(x)$  of trajectory  $L$  and the speed  $u$  of point  $U$ :

$$u = \frac{dl}{dt} = \sqrt{1 + (y')^2} \cdot \frac{dx}{dt}. \quad (3)$$

Now we will find an expression for  $\frac{dx}{dt}$  by differentiating relation (2):

$$v = \frac{dx}{dt} - \left(\frac{y}{y'}\right)' \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{dt} \left(\frac{y''y}{(y')^2}\right) \Rightarrow \frac{dx}{dt} = v \frac{(y')^2}{y''y}. \quad (4)$$

Using the ratio between velocities  $u = 2v$ , we construct the desired differential equation of pursuit curve  $L$ :

$$u = \sqrt{1+(y')^2} \cdot v \frac{(y')^2}{y''y} \Rightarrow \frac{u}{v} = \sqrt{1+(y')^2} \cdot \frac{(y')^2}{y''y} = 2.$$

Thus, the equation of the pursuit curve has the following form:

$$y'' = \sqrt{1+(y')^2} \cdot \frac{(y')^2}{2y}. \quad (5)$$

Two boundary conditions should be added to equation (5):

$$y(x)|_{x=0} = y_0 = 1, y'(x)|_{x=0} = y'_0 = -\infty. \quad (6)$$

As a result, we obtained a closed boundary value problem consisting of differential equation (5) and boundary conditions (6).

### 3. RESEARCH METHODS

Let's solve equation (5). Since equation (5) does not contain variable  $x$  in an explicit form, the order of the equation can be reduced by replacing  $y' = p$ :

$$p'p = \sqrt{1+p^2} \cdot \frac{p^2}{2y}.$$

Reduction by a factor of  $p$  will not lead to the loss of the necessary solutions, since we are interested in a non-trivial solution, so we finally have:

$$p' = \sqrt{1+p^2} \cdot \frac{p}{2y}. \quad (7)$$

Let's solve equation (7) by separating the variables:

$$\frac{dp}{p\sqrt{1+p^2}} = \frac{dy}{2y}. \quad (8)$$

Let's integrate the left side of equation (8):

$$\int \frac{dp}{p\sqrt{1+p^2}} = \left| \begin{array}{l} p = \operatorname{tg} z \\ dp = \frac{dz}{\cos^2 z} \end{array} \right| = \int \frac{\frac{dz}{\cos^2 z}}{\operatorname{tg} z \cdot \frac{1}{\cos z}} = \int \frac{dz}{\sin z} = \ln \left| \operatorname{tg} \left( \frac{z}{2} \right) \right| + C = \ln \left| \operatorname{tg} \left( \frac{\operatorname{arctg} p}{2} \right) \right| + C.$$

So, we have a differential equation of the first order:

$$\ln \left| \operatorname{tg} \left( \frac{\operatorname{arctg} p}{2} \right) \right| + C = \ln(\sqrt{y}). \quad (9)$$

Let's find the constant  $C$  from the second boundary condition (6), which indicates that the tangent to the curve at the initial moment  $t = 0$  at point  $y(0) = y_0 = 1$  is directed along the axis  $OY$  down. Since at the initial point  $|y'|_{t=0}| = |p|_{t=0}| \rightarrow \infty$ , therefore  $C = 0$ . Further,

taking into account that inequality  $y' = p < 0$  is satisfied in the further movement, we remove the logarithms in equation (9) and obtain the following differential equation of the first order:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\operatorname{arctg} y'}{2}\right) = -\sqrt{y} \Rightarrow y' = -\operatorname{tg}(\operatorname{arctg}(2\sqrt{y})) \Rightarrow y' = \frac{2\sqrt{y}}{y-1}. \quad (10)$$

Equation (10) is also solved by separating the variables:

$$\int \frac{(y-1)dy}{\sqrt{y}} = 2x + C_1.$$

After integrating the last equation, we get:

$$\frac{2}{3}y^{\frac{3}{2}} - 2\sqrt{y} = 2x + C_1 \Rightarrow \frac{1}{3}y^{\frac{3}{2}} - \sqrt{y} = x + C_0.$$

We find the constant  $C_0$  from the first of the boundary conditions (6)  $y_0 = 1 : C_0 = -\frac{2}{3}$ ;

$$\frac{1}{3}y^{\frac{3}{2}} - \sqrt{y} = x - \frac{2}{3}.$$

Thus, we have the final algebraic equation of the pursuit curve  $L$ :

$$x(y) = \frac{1}{3}y^{\frac{3}{2}} - \sqrt{y} + \frac{2}{3}. \quad (11)$$

Now from formula (11) you can find all the characteristics of the movement: the meeting point of the boats on axis  $OX$ , the pursuit time  $T$  and the path  $s$  that the boat  $U$  will take during the pursuit.

1. The meeting point on axis  $OX$  is determined from the condition that  $y = 0 : x = \frac{2}{3}$ .

2. Time of persecution  $T = \frac{2}{3v}$ .

3. It is easy to calculate the path that the pursuit boat  $U$  will take during the pursuit. It is obvious that it is equal to twice the path found in paragraph 1, since the speeds of the boats are related by the ratio  $u = 2v$ . That is, the searched path is equal to:  $s = 2x = \frac{4}{3}$ .

#### 4. THE RESULTS AND DISCUSSION

Later, the solution of this problem was generalized to the case of an arbitrary speed ratio of boats  $\alpha = u/v$ , where  $\alpha$  is a real number. We present the final result, omitting the intermediate calculations ( $\alpha \neq 1$ ):

$$x(y) = \frac{\alpha}{2} \left( \frac{y^{\frac{\alpha+1}{\alpha}}}{\alpha+1} - \frac{y^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}}{\alpha-1} \right) + \frac{\alpha}{\alpha^2-1}. \quad (12)$$

Under condition  $\alpha = 2$ , formula (12) coincides with formula (11).

Formula (12) also makes it possible to set the required value of the speed ratio  $\alpha$  depending on the given point of detention  $x^* = x(0)$  of the runaway boat  $V$  on the axis  $OX$ . The quantity  $\alpha$  can be found by putting  $y = 0$  in the formula and solving the following quadratic

equation (only one root greater than one is suitable):

$$x^* = \frac{\alpha}{\alpha^2 - 1} \Rightarrow \alpha = \frac{1 + \sqrt{1 + 4(x^*)^2}}{2x^*}.$$

For example, to overtake boat  $V$  at a given point  $x^* = 0,5$ , boat  $U$  needs to have a speed  $\alpha = 1 + \sqrt{2}$  times greater than the speed of boat  $V$ .

For illustration, figures 2-4 show graphs of the pursuit curve  $L$  for three cases:  $\alpha = 2$ ,  $\alpha = 5$ ,  $\alpha = 10$ . It follows from them the logical fact that in order to apprehend the runaway boat  $V$ , it is necessary that the value  $\alpha = u/v$  satisfies the inequality  $\alpha > 1$ . With an increase in the value  $\alpha$ , the intersection of the pursuit curve  $L$  with the axis  $OX$  occurs much earlier, that is, closer to the starting point. Under condition  $\alpha \leq 1$ , the pursuit curve  $L$  will not cross the horizontal axis  $OX$  at all, and the fugitive will not be apprehended.

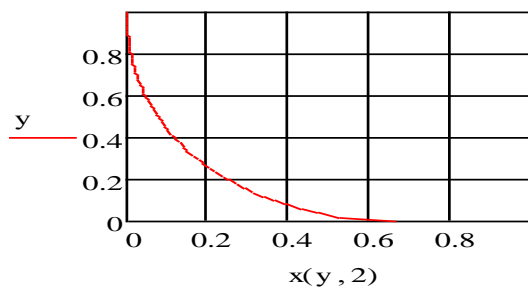


Figure 2. Pursuit curve at  $\alpha = 2$ .

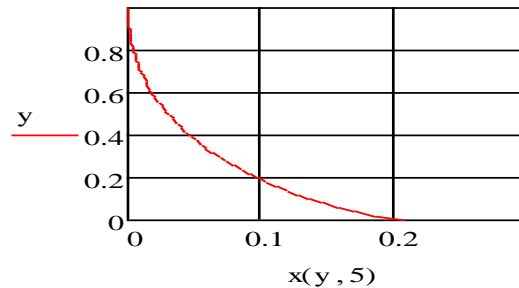


Figure 3. Pursuit curve at  $\alpha = 5$ .

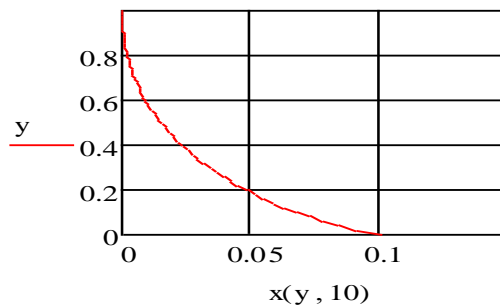


Figure 4. Pursuit curve at  $\alpha = 10$ .

## CONCLUSIONS AND PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH

Based on the generalization of this problem for the case of different ratios  $\alpha = u/v$  and the performed numerical experiments, the following conclusions were made.

Under condition  $\alpha > 1$ , the pursuit curve  $L$  will necessarily cross the straight line  $OX$  of the fleeing boat  $V$  and the pursuing boat  $U$  will catch up with boat  $V$ .

Under condition  $\alpha \leq 1$ , the pursuit curve asymptotically approaches the direct motion  $OX$  of boat  $V$  and boat  $U$  will not catch up with boat  $V$ .

For a rational value of  $\alpha \neq 1$ , the pursuit curve is an algebraic curve, for  $\alpha = 1$  (at the same speed of boats  $V$  and  $U$ ), the pursuit curve turns into a tractrix.

It is advisable to conduct further research in this direction taking into account the flow rate of the reservoir.

## REFERENCES

- [1] Bernhart A. Pursuit Curves-II. *Scripta Math.* **23**, 49-65, 1957.
- [2] Bernhart A. Curves of Total Persecution. *Scripta Math.* **24**, 189-206, 1959.

[3] Archive of history of mathematics. MacTutor. «Pursuit curve». <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Curves/Pursuit.html> .

[4] Weistein Eric W. The Pursuit Curve. *MathWorld* -- web resource Wolfram. <https://mathworld.wolfram.com/PursuitCurve.html>.

[5] Weistein, Eric W. "The Trawler's Problem." *MathWorld* -- web resource Wolfram. <https://mathworld.wolfram.com/TrawlerProblem.html>.

### **Віктор Кириченко**

к.ф.-м.н, доцент кафедри комп'ютерних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2387-2261>

*vkir@i.ua*

## **ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ В ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛАХ**

**Анотація.** В роботі розглянуто спосіб шифрування даних, який використовує пряму і обернену динамічні системи. З програмою, яка реалізує алгоритм шифрування - дешифрування виконано ряд експериментів з перетворення графічних, текстових та звукових даних. Результати цих експериментів показали деякі особливості алгоритмів, заснованих на вищевказаних системах.

**Ключові слова:** пряма та обернена динамічні системи; шифрування даних; система Лоренца.

### **1. ВСУП**

**Постановка проблеми.** Проблема конфіденційності передачі даних по каналах зв'язку та більш широка проблема захисту цих даних стає все більш актуальною на ринку комунікаційних технологій. Типовою вимогою для схем шифрування даних стає можливість масового застосування та низька собівартість на одиницю "інформаційної" продукції. При вирішенні таких задач можуть успішно застосовуватися засоби, які засновані на детермінованому хаосі, що породжується нелінійними динамічними системами [1]. За допомогою таких систем можна побудувати генератори для псевдовипадкових послідовностей, які надалі використати для гамування відкритих даних. З іншого боку будь яку динамічну систему, що має структуру вхід-вихід, можна використати безпосередньо для перетворення інформації. На основі таких систем створюється шифратор. Входом в систему служить оцифроване повідомлення, а виходом є зашифрований сигнал, який спрямовується в інформаційні канали. Необхідною умовою для однозначного дешифрування є існування оберненої системи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останній час розвивається новий напрям у криптології, який пов'язаний з використанням динамічних систем з хаотичною поведінкою [2,3]. Один з основних підходів у цій області, заснований на використанні оборотних систем управління для побудови криптографічних алгоритмів [4].

**Мета даної статті** – дослідити застосування алгоритмів генерації псевдохаотичних послідовностей для передачі повідомлень по інформаційним каналам, заснованих на динамічних системах.

### **2. ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Будь-яка інформація, що обробляється різними дискретними обчислювачами, в кінцевому результаті може бути представлена бінарною послідовністю. Це подання, власне, і використовується при перетворенні даних за допомогою різних динамічних хаотичних систем.

Алгоритм шифрування, який використовується в даній роботі, заснований на використанні дискретної моделі динамічної хаотичної системи Лоренца [4].

Кінцевий автомат Лоренца описується системою рівнянь:

$$\begin{cases} y(t) = x_2(t) + h(A_2x_1(t) - x_2(t) - x_1(t)x_3(t) + Au(t)) \\ x_1(t+1) = x_1(t) + hA_1(x_2(t) - x_1(t)) \\ x_2(t+1) = x_2(t) + h(A_2x_1(t) - x_2(t) - x_1(t)x_3(t) + Au(t)) \\ x_3(t+1) = x_3(t) + h(x_1(t)x_2(t) - A_3x_3(t)) \end{cases} \quad (1)$$

Тут адитивна складова – поточний вхідний символ вихідної інформації  $u(t)$ ,  $y(t)$  – відповідний символ зашифрованої інформації. Множини вхідних і вихідних символів, компоненти  $x_i(t)$ ,  $i=1,2,3$  розуміються як елементи кінцевого поля  $GF(q)$  або кільця  $Z(q)$ , а операції додавання і множення є відповідні операції в цьому полі, або кільці [5].

Розшифровка здійснюється зворотнім автоматом Лоренца, який існує для будь-якого  $A \in GF(q)$  або  $A \in Z(q)$ ,  $A \neq 0$ . Коефіцієнти системи і початковий стан автомата є ключем системи шифрування. Систему (1) перепишемо наступним чином:

$$\begin{cases} \dot{S}_1 = a_{11}S_1 + a_{12}S_2 \\ \dot{S}_2 = a_{21}S_1 + a_{22}S_2 + a_{23}S_1S_3 + a_{24}u \\ \dot{S}_3 = a_{31}S_3 + a_{32}S_1S_2 \\ y = \dot{S}_2 \end{cases}$$

Коефіцієнти автомата Лоренца ( $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}, a_{31}, a_{32}$ ), а також вхідні стани  $S_1, S_2, S_3$  є ключем системи шифрування. При необхідності ключовим параметром може бути також величина  $k$ , яка задає розмір блоку даних, який оброблюється за одну ітерацію (квант інформації) в  $k$  байт.

Основні етапи алгоритму шифрування наступні:

- 1) ініціалізація автомата – задаються його коефіцієнти і вхідний стан по ключу шифрування і розмір кванта;
- 2) обробка чергового кванта інформації за допомогою системи (1), яка знаходиться в поточному стані, і видає зашифрований квант після чого переходить в новий стан. Цей крок повторюється до кінця потоку даних, які обробляються.

При реалізації перерахунку значень станів  $S_i$  автомата всі операції відбуваються в полі  $GF(2^p)$  або кільці  $Z(2^p)$ .

Система шифрування автоматом Лоренца є симетричною. Це означає, що при розшифруванні файлу використовується той же ключ, що і при шифруванні. Зворотний автомат Лоренца визначається системою:

$$\begin{cases} \dot{S}_1 = a_{11}S_1 + a_{12}S_2 \\ \dot{S}_2 = a_{21}^{back} S_1 + a_{22}^{back} S_2 + a_{23}^{back} S_1S_3 + a_{24}^{back} u \\ \dot{S}_3 = a_{31}S_3 + a_{32}S_1S_2 \\ u = \dot{S}_2 \end{cases} \quad (2)$$



$$\text{де } a_{21}^{back} = \frac{-a_{21}}{a_{24}}, a_{22}^{back} = \frac{-a_{22}}{a_{24}}, a_{23}^{back} = \frac{-a_{23}}{a_{24}}, a_{24}^{back} = \frac{1}{a_{24}}.$$

Перерахунок коефіцієнтів зворотного автомата відбувається під час ініціалізації системи для розшифрування даних.

Результатом роботи алгоритму шифрування буде деяка послідовність, яка повинна мати властивості псевдовипадкової [5]. Для її дослідження використовувались дві групи тестів: графічні та оціночні які входять в пакет статистичних тестів NIST [6].

Для візуалізації вхідної, а також вихідної бінарної послідовності вона уявляється у вигляді деякої матриці. Зображення такої матриці будується за наступним правилом: чорним пікселем відображається елемент матриці рівний нулю і відповідно білим – елемент рівний одиниці. Для даного тесту використовувалися 10 вхідних різних послідовностей довжини 320 000 біт. Кожна послідовність шифрувалася з різними, довільно вибраними параметрами. У результаті роботи тестів отримані наступні висновки. При шифруванні в кільці  $Z(2^8)$  за допомогою системи Лоренца картинка "розмелюється", але при яскраво виражених областях у вхідному потоці залишаються їх контури і у вихідному потоці даних (рис 1). Це свідчить про неоднорідність вихідних даних, що може бути використано при криптоаналізі алгоритму шифрування.

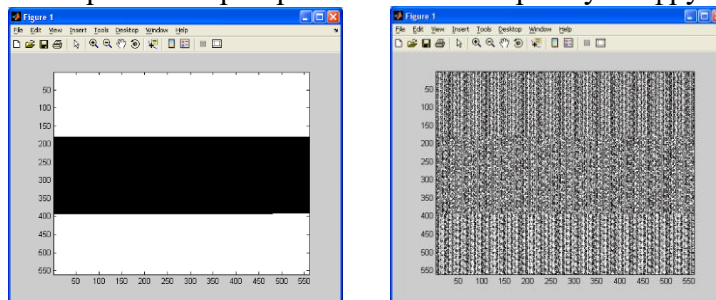


Рис.1 Візуалізація роботи автомата Лоренца в кільці  $Z(2^8)$ .

При збільшенні потужності кільця "розмитість" поліпшується, що свідчить про високу міру випадковості згенерованої бінарної послідовності.

### 3. ВИСНОВКИ

Будь-яка динамічна система з функцією управління, яка має структуру вхід-вихід, може використовуватися безпосередньо для перетворення даних. Ідея використання зворотних систем управління зі складною поведінкою траєкторій лежить в основі завдання синтезу нових ефективних алгоритмів захисту даних. Оцінка проведених досліджень дозволяє говорити, що отримані нові результати, які розширюють теоретичну базу сучасної криптології і є перспективними для створення ефективних криптографічних алгоритмів.

### ПОСИЛАННЯ

1. *Kyrychenko V.V., Lesina Ye.V.* Application of dynamic systems for encoding data in telecommunication channels // *Electronics & Control Systems*. – 3 (53), 2017. – P. 11-16.
2. *Adee, R.; Mouratidis, H.* A Dynamic Four-Step Data Security Model for Data in Cloud Computing Based on Cryptography and Steganography. *Sensors* 2022, 22, 1109. <https://doi.org/10.3390/s22031109>
3. *Kyrychenko V.V., Lesina Ye.V.* Effect of dynamic degradation in algorithms for data security // *Electronics & Control Systems*. – 1 (59), 2019. – P. 27-32.

4. *Sobhy M.J., Shehata A.* Secure computer communication using chaotic algorithms. – Int.J. of Bifurcation and Chaos. Vol. 10, N12, 2000, – P. 2831-2839.
5. *Тилборг ван Х.К.А.* Основы криптологии. Профессиональное руководство и интерактивный учебник. – М.: Мир, 2006. – 471 с.
6. A statistical test suite for random and pseudorandom number generators for cryptographic applications / Andrew Rukhin, Juan Soto, James Nechvatal, Miles Smid, Elaine Barker, Stefan Leigh, Mark Levenson, Mark Vangel, David Banks, Alan Heckert, James Dray, San Vo. – National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-22 revision 1a, April 2010. – 131 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://csrc.nist.gov/groups/ST/toolkit/rng/documents/SP800-22rev1a.pdf>

#### **Volodymyr Nazarenko**

PhD in economics, lecturer

Work place: National University of Life and Environmental Sciences, Department of Computer Science, Kyiv, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-7433-2484

[nazarenko.vladymyr@gmail.com](mailto:nazarenko.vladymyr@gmail.com)

#### **Olchedaievskiy Dmytro**

Bachelor of Science in Computer Science, student

Work place: National University of Life and Environmental Sciences, Department of Computer Science, Kyiv, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-9719-8807

[gl.olchedaievskiy@gmail.com](mailto:gl.olchedaievskiy@gmail.com)

## MODERN GAME DEVELOPMENT: SYSTEMS AND PRACTICAL APPROACHES

**Abstract.** Software developers working on complex systems design know that choosing the right tools, methodology and framework is a key step to ensure that system will work. Video games are without a doubt one of the most complex software systems currently existing and being worked on. Authors have conducted a thorough survey and study to determine major game development methodologies that are currently being employed by industry professionals. Among them, systems development, gameplay mechanics, data driven, and continuous iteration are the most used ones. In the process of research Unreal Engine and Unity Engine were selected for practical study. Software code and figures presented in this paper are based on Unreal Engine 4.

**Keywords:** game development; software development; software systems and technologies.

### 1. INTRODUCTION

In modern times people who make a game don't have to worry about hardware layers, OS and various platforms architecture, game engines cover it for them. Video game engines, such as Unity, Unreal Engine, Lumberyard, Frostbite, Source and others custom built engine provide layer of abstraction on top of hardware, cross-platform application programming interface for rendering 2D and 3D vector graphics, such as OpenGL or DirectX and allow game developer to engage in the process of making a game, rather than tools. However, does this hold true in all cases, as we shall see in this paper, there are still a lot of work that needs to be done in terms of systems and abstract development, including tools and systems to facilitate and sometime enable (bootstrap) game development process.

**The problem statement.** There is no single magnum opus, one approach to how a game should be developed, even when using a single specific game engine, such as Unreal Engine. Game developers come from different backgrounds, classical software development, design and art, dedicated game development and others. In addition to background, business

environment and company workflows play important roles in shaping the game development processes. What can be considered as the right way to develop a game, the answer is – it all depends on many factors, which we are going to briefly touch based on in this paper.

**Analysis of recent studies and publications.** Game development focused research work is a novel field of study and there are few scientific papers and works to be covered and studied. Within the context of this paper, we analyzed existing official game development documentation of specific game engines - Unreal Engine, and Unity engine [1,2].

**The article's goal.** Main purpose of this article is to provide list of current existing game development methods that are used by professionals working on making a game, using different game engines [3,4]. The secondary goal is to establish a foundation for future research and scientific generalization of game development tools, frameworks and methodologies that are used and can be used in future by both professionals and academic individuals, organizations.

## 2. THE RESULTS AND DISCUSSION

There are four main development methodologies that we cover in this article, using real game examples: data driven design; systems development; continuous iteration; gameplay mechanics development.

### 2.1. Data driven design

Table 1 denotes the data driven approach to game system design and development – we present game as major gameplay elements (Data) and classify them by appropriate systems categories that will later be developed to store and represent adjacent data.

Table 1

Sample Game Interaction Sub-System Data

Data Name	Data Category
Single Switch	Physical 2 States
Equipable	Physical 2 States
Object Viewer	In-game world interactions
Zipline	Scripted Transportation
Movable Platforms	Complex Transportation System
Dialog Tree Text[]	Dialog System

### 2.2. Systems development

Unreal Engines Modules and Gameplay Modules are powerful tools provided to game system developers. Modules in the context of system methodology enable developers to independently construct and code systems to inherit functionality. Below you can find an example source code (C++ and UE4) of how to break down interaction gameplay mechanics and functionality using systems approach.

```
CM_Interaction.cpp

#include "CM_Interaction.h"

#define LOCTEXT_NAMESPACE "FCM_Interaction"

void FCM_Interaction::StartupModule() { }
```

```
void FCM_Interaction::ShutdownModule() { }

#undef LOCTEXT_NAMESPACE

IMPLEMENT_MODULE(FCM_Interaction, CM_Interaction)

CM_Interaction.h

#pragma once #include "CoreMinimal.h"

#include "Modules/ModuleManager.h"

class FCM_Interaction : public IModuleInterface {

public:

virtual void StartupModule() override;

virtual void ShutdownModule() override;

};
```

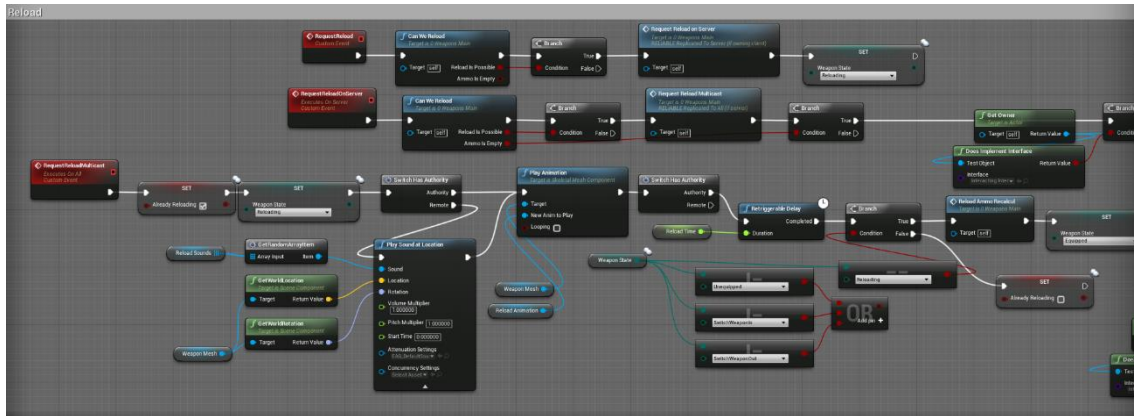
### **2.3. Continuous iteration**

Continuous development interaction loop example (from start of the loop to finish, to next cycle):

- gameplay mechanics or system or loop;
- high level functionality – system or requirement;
- system development request;
- system definition;
- development – execution (class/code);
- system/feature testing;
- development loop/iteration cycle wrapping up;
- New cycle/next system start.

### **2.4. Gameplay mechanics development methodology**

In figure 1 we outline an example scenario of specific feature development (which is part of game interaction system). The focus is on quickly developing systems that can be plug-n-play and tested in real time, as a game instance.



Figur

e1. Unreal Engine 4 blueprints code example to check whether weapon can be reloaded (part of interaction functions library)

## CONCLUSIONS AND PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH

Four game software systems development approaches were introduced and briefly explained in this paper. They are - systems development, gameplay mechanics, data driven, and continuous iteration approaches. Each one of them has their own list of benefits and drawbacks, all of them are used by video game industry professionals. We couldn't outline a single one of them that should be used, at the same time we can provide general recommendations. Systems development – can be used in case of a larger development team and when game have complex gameplay mechanics and/or is multiplayer oriented; gameplay mechanics – are optimal for quick development when game design is clear or when it is needed to be tested early in the production cycle, besides it requires less expertise and smaller number of dedicated development team; data driven - can be used in combination with others in case of focus on data design and large in-game items, marketplace or in case of Machine Learning, Data science and Analytics project requirements; continuous iteration should be picked when game is centered on small development cycles, game-as-a-service business model and have a large list of various gameplay systems and when game design need to be tested by player base early (or middle way) in the production cycle. In future we plan to further elaborate approaches and methodologies presented in this paper. We will provide a comparative study framework that can be referenced by video game industry professionals and fellow research for game development processes. Public release of Unreal Engine version 5 brought specific methodologies to general use – data tables and plugins, in future we will include this approach in our study.

## REFERENCES

1. Unreal Engine 4 Documentation. Available at: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/>.
2. Unity Manual Scripting. Available at: <https://docs.unity3d.com/Manual/ScriptingSection.html>.
3. Trent PolackBloggerJanuary 04, 2018 (2018) A guide to systems-based game development, Game Developer. Available at: <https://www.gamedeveloper.com/design/a-guide-to-systems-based-game-development> (Accessed: November 10, 2022).
4. Video game development (2022) Wikipedia. Wikimedia Foundation. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Video\\_game\\_development](https://en.wikipedia.org/wiki/Video_game_development) (Accessed: November 10, 2022).

**Yuliia Boiarinova**

PhD, senior researcher, associate professor

Work place: National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine  
ORCID ID 0000-0002-8974-529X

*ub@ua.fm*

**Olga Zajchikova**

Certified Data Scientist

Work place: IBM, San Ramon, CA, USA

*olga\_zaj@yahoo.com*

**Oksana Kuchmiy**

assistant

Work place: National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine  
*yuo@ukr.net*

**Dmitro Pushnyak**

student

Work place: National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine  
*tmwrpkv73@gmail.com*

## AUTOMATIC GENERATION OF MIGRATIONS BASED ON CHANGES IN ENTITY MODELS WITH OBJECT-RELATIONAL MAPPING COMPUTER SYSTEM

**Abstract.** This paper concerns the task of automatic generation of migrations based on changes in entity models. Situations where projects are using raw SQL queries alongside with ORMs, which provide some useful automations and an additional level of abstraction over the database driver, are not rare. ORM is a programming method in which a metadata descriptor is used to connect object code to a relational database. Object code is written in object-oriented programming (OOP), such as Java or C#. ORM converts data between type systems that cannot coexist in relational databases and OOP languages. The advantages of ORM also include: simplified development because it automates the conversion of object to table and table to object, resulting in lower development and maintenance costs, less code compared to embedded SQL and handwritten stored procedures, transparent caching of objects at the application level, improving system performance, an optimized solution that makes the application faster and easier to maintain. In this case, after creating or updating entity data model in code, the common solution would be manually creating a migration which does the same modification to table on database level. The alternative solution with automated migrations generation is proposed. The ways for further improvements are suggested as well..

**Keywords:** object-relational mapping, ORM, SQL.

### 1. INTRODUCTION

The relevance of this topic is due to the fact that a large number of new medium and small projects, especially startups that need intensive development rates, choose to use object-relational display systems when working with relational databases. As a rule, such systems solve a large number of problems of transforming database entities into model objects according to the object-oriented paradigm on which the service is built and manipulated. Compared with traditional methods of exchange between an object-oriented language and a relational database, an object-relational mapping system reduces the amount of code that needs to be created[1,2].

In addition, such systems help to facilitate the creation of database queries, enabling the creation of dynamic queries, transactions and migrations in an object-oriented style using the syntax of the same programming language, instead of using "raw" SQL. The main idea is that such systems are needed to facilitate the work of developers by saving their time. Therefore, further expansion of capabilities that will help businesses save resources by relieving developers of the need for low-level architecture and allowing them to focus instead on business logic is relevant. This article proposes a mechanism for automatic generation of migrations for a relational database after changes in the data model code by means of a

computer system of object-relational mapping (projection), which will save developers' time.

## **2. THE FOFORMULATION OF THE PROBLEM**

The task is to expand the capabilities of some modern object-relational display (projection) systems by adding a new optional functionality for the automatic generation of migrations for the relational database after changes in the data model code, ensuring the reliability of the original migrations and the consistency of the database.

## **3. DESCRIPTION**

The essence of the method is to perform the following steps in the specified order during the initialization of the object-relational mapping system each time the service is started:

1. Establish a database connection.
2. Check for the presence of a table in which the states of all data models will be stored.

The following actions depend on the availability of the required table:

- if the table does not exist, then create it. Go to step 4;
- if the table already exists, then load all the latest states of the models into the RAM in "raw" form.

3. Conduct a structural analysis of loaded model states, match the database table with the database model, data model type, constraints, etc.

4. Load all data models from the code in their current state. It is possible to distinguish models from ordinary classes that do not relate to the state of the database by storing such classes in separate modules with a special name that contains ".entity.", for example, in the case of the TypeScript programming language, it can be "name.entity.ts".

5. Conduct structural analysis of loaded current model states, match database table to database model, data model type, constraints, etc. Compare whether all the data in the model (type, constraints) are specified correctly and are supported by the database. If not, notify the user.

6. If the past state of the database was loaded in step number 2, then compare the current state with the past. Find all the differences in the models.

Further:

- if differences were found, then based on them, create migration files that will contain a set of commands for the database to synchronize the state of all tables with the current state of the data models. There should also be a set of instructions to undo this migration and revert to the previous state of the database if necessary;

- if there are no differences, complete the execution of the algorithm.

7. If the previous state of the database was not loaded in step number 2, then create migrations that initialize the database with the current state of the data models.

8. Save the current state of data models in a "raw" form to a table. These models become the last version of the models until the next launch of the service.

## **CONCLUSIONS**

When using the described mechanism, we get relief and increase the speed of making changes by the developer to sections of the code that are closely related to the state of the database.

In the future, it is necessary to improve the existing analyzer for the unique identification of each individual field of the data model class, because at this stage the identification takes place according to the order of their location in the model, which is not

permissible, because in the case of simultaneously renaming the fields and changing their order, this may lead to unexpected results in outgoing migrations.

## REFERENCES

1. *Halpin T.A.* Object-Role Modeling Workbook: Data Modeling Exercises Using ORM and NORMA, Technics Publications, , 2016,186p.
2. *Barry D. , Stanienda T.*, Solving the Java Object Storage Problem, Computer. 1998. Т. 31, № 11., P. 33–40.
3. *Roebuck K.* Object-Relational Mapping (Orm) : High-Impact Strategies - What You Need to Know: Definitions, Adoptions, Impact, Benefits, Maturity, Vendors, Samford: Tebbo, 2011, 632 p.

### Олег Густера

к.е.н. старший викладач

Місце роботи: кафедра комп'ютерних наук, факультет інформаційних технологій НУБіП України

0000-0003-1010-6100

*o.gustera@nubip.edu.ua*

## АНАЛІЗ ПУБЛІЧНОЇ КАДАСТРОВОЇ КАРТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНЛАЙН СЕРВІСІВ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЦІЛЬОВОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА ПРАВОМІРНОСТІ ВІДЧУЖЕННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**Анотація.** У роботі здійснено постановку задачі аналізу публічної кадастрової карти для перевірки цільового використання та правомірності відчуження земель сільськогосподарського призначення та відокремлення суттєвих параметрів, які будуть досліджуватись та використовуватись у подальших розробках при аналізі публічної кадастрової карти. Основним результатом є відокремлення категорій ділянок та правил для їх порівняння, що дозволить провести оцінку цільового використання земель сільськогосподарського призначення.

**Ключові слова:** публічна кадастрова карта, цільове використання земель сільськогосподарського призначення.

### 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** Сільськогосподарська галузь є одною з ключових у розвитку сучасної економіки України та суттєво впливає на рівень економічної безпеки нашої держави. Україна на сьогоднішній день посідає перше місце серед європейських держав за площею сільськогосподарських земель, при цьому значна частина територій використовується не за цільовим призначенням, в той самий час як у деяких випадках території взагалі не використовуються при їх потенційній прибутковості. Так, наприклад, державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру виявила 10 тис. га земель у розпорядженні Міністерства оборони, які незаконно оброблялися для вирощування сільгоспкультур, при чому тільки в межах одного об'єкту. Землі полігону «Широкий лан» фактично використовувались підприємцями для вирощування зернових культур, сої та соняшнику, в той час як відводились для розміщення Збройних сил України.

В той самий час, досить велика частка земель сільськогосподарського призначення не відчужується та не обробляється, тобто при цьому втрачається потенційний дохід від цих земель, а також не задіяні працівники підприємств, які б могли обробляти ці земельні ділянки. В деяких випадках земельні ділянки, які були виділені для певних потреб, ніяким чином не використовуються, що є негативним фактором як для розвитку економіки через те що не отримується потенційний



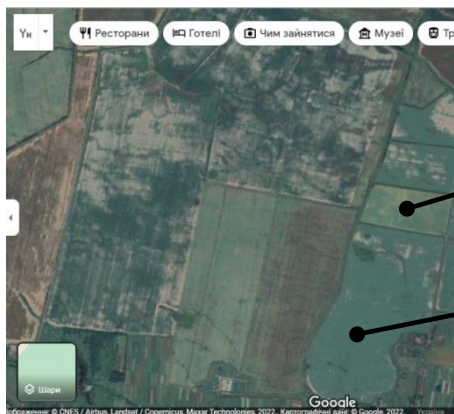
прибуток, так і для земельних ресурсів, через те що не здійснюються необхідні технологічні роботи. Таким чином, проблема цільового використання та правомірності відчуження земель сільськогосподарського призначення на сьогоднішній день є достатньо актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Всі питання стосовно статусу земельних ділянок на сьогоднішній день регламентуються законодавством та відповідними нормативно-правовими актами, інформація стосовно яких знаходиться на сайті держгеокадастру [1]. Основними законодавчими документами на момент написання роботи є Земельний кодекс України [2] та Закон України про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель [3].

**Мета публікації.** Основною метою роботи є постановка задачі аналізу публічної кадастрової карти з використанням онлайн сервісів для перевірки цільового використання та правомірності відчуження земель сільськогосподарського призначення та відокремлення суттєвих параметрів, які будуть досліджуватись та використовуватись у подальших розробках при аналізі публічної кадастрової карти.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

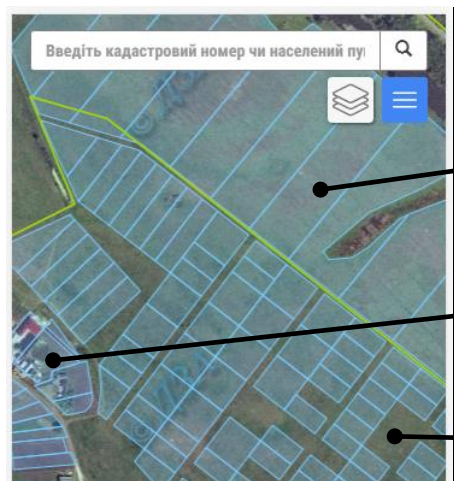
Згідно з вимогами законодавства публічна кадастрова карта періодично доповнюється новими шарами, які дозволяють відокремлювати різні категорії земельних ділянок, проводити візуальний аналіз різних видів земель за призначенням та формою власності. При цьому візуальний аналіз є основним параметром для прийняття рішення відносно коректності використання відповідної категорії земельної ділянки. Однак не завжди враховуються інтереси всіх учасників даного процесу.



а

Категорії

Категорії



б

Категорії

Категорії

Категорії

*Рис. 1. Приклад зображення отриманого з Google Maps (а) та публічної кадастрової карти з різними категоріями земельних ділянок (б)*

Як видно з рисунку 1, онлайн сервіси в першу чергу надають якомога більш актуальне зображення поверхні, що дає можливість проводити моніторинг змін (різка зміна кольору певної області на карті у порівнянні із сусідніми свідчить про обробку земельної ділянки). В той же час публічна кадастрова карта надає інформацію про юридичний статус земельної ділянки, не враховуючи актуальне зображення поверхні, що ускладнює моніторинг використання ділянки із застосуванням лише цього інформаційного джерела. У якості прикладу наведено лише 3 категорії ділянок.

Одночасне використання публічної кадастрової карти та відкритих онлайн-сервісів із супутниковим зображенням дозволяє отримувати більш повну та достовірну інформацію відносно використання та стану обробки земельної ділянки.

При цьому в процесі порівняння зображень ділянок отриманих з публічної кадастрової карти та інших джерел, що надають можливість отримувати зображення з більшою частотою оновлення, доцільно аналізувати наступні параметри: чи виходять за межі ділянки, що обробляються (реальна площа суттєво перевищує номінальне значення), чи міняється зображення ділянок, які не повинні оброблятися (не передбачено виділення під сільськогосподарські потреби), чи міняють статус ділянки, які потрібно обробляти (виділені для сільськогосподарських потреб ділянки не використовуються за призначенням).

Таким чином, порівняння зображень ділянок отриманих з публічної кадастрової карти та онлайн сервісів пропонується здійснювати за наступними правилами:

- при змінах в категорії 1 не повинно бути змін в категорії 3,
- при змінах в категорії 2 не повинно бути змін в категорії 3,
- при змінах в категорії 3 не повинно бути змін в категорії 1 та категорії 2.

Наведені правила виявляють тип взаємозв'язків між різними категоріями земельних ділянок, та демонструють яким чином здійснюється аналіз їх цільового використання. У даному випадку наведено лише три типи ділянок, в той час як в реальній моделі можуть використовуватись більше 10 різних категорій.

### **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Основним результатом роботи є постановка задачі аналізу публічної кадастрової карти з використанням онлайн сервісів для перевірки цільового використання та правомірності відчуження земель сільськогосподарського призначення та відокремлення суттєвих параметрів, які будуть досліджуватись та використовуватись у подальших розробках при аналізі публічної кадастрової карти. У подальшій роботі будуть використовуватись всі доступні для користувачів публічної кадастрової карти категорії та буде використано програмні засоби для порівняльного аналізу із супутниковими зображеннями, які є у відкритому доступі для громадян України.

### **ПОСИЛАННЯ**

1. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру <https://land.gov.ua/>
2. Земельний кодекс України (25 жовтня 2001 року № 2768-III) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>
3. Закон України про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель (17 червня 2020 року № 711-IX) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/711-20#Text>

## SECTION 4. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE DISSEMINATION OF KNOWLEDGE / ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПОШИРЕННІ ЗНАНЬ

### Михайло Швиденко

канд. екон. наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних систем і технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
ORCID ID 0000-0002-9025-1326  
shvydenko@nubip.edu.ua

### Сергій Саяпін

ст. викладач кафедри інформаційних систем і технологій НУБіП України

## СИСТЕМА ТРАНСФЕРУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗНАНЬ ТА ІННОВАЦІЙ (AKIS УКРАЇНА)

**Анотація.** Розглядаються питання створення системи трансферу сільськогосподарських знань та інновацій як дієвого інструменту впровадження державної аграрної політики, моніторингу інфраструктури сільських територій, унаочнення статистичних даних балансів виробництво-переробка-споживання, інформаційного забезпечення інноваційного розвитку сільського господарства та сільських територій шляхом впровадження просвітницької діяльності та надання соціально спрямованих дорадчих послуг суб'єктам господарювання на селі і сільському населенню з метою підвищення рівня знань та вдосконалення практичних навичок прибуткового ведення сільського господарства на засадах сталого розвитку  
Ключові слова. Інформаційна система. Дорадництво. Трансфер знань. Іновації. E-learning

Сталий розвиток агропромислового виробництва в Україні неможливий без швидкого розповсюдження сільськогосподарських знань та інформації, впровадження сучасних технологій у виробництво та інтеграції аграрного сектору економіки країни в світову економічну систему. Глобалізація економіки зумовлює аграрний сектор економіки України переходити на міжнародні стандарти, налагоджувати зв'язки з вітчизняними та зарубіжними науковими й інформаційними центрами, використовувати найбільш ефективні інформаційні технології накопичення, обробки та представлення даних.

Запропонована урядом концепція цифровізації економіки, яка інтенсивно впроваджується та має сервіс орієнтоване направлення, потребує не лише інформаційного та сервісного забезпечення населення та об'єктів господарювання посередництвом веб-ресурсів органів виконавчої влади, а й інформаційно-довідкової інформації організаційного, правничого, технологічного, маркетингового (та інших) характеру, яка дозволяє приймати виважені рішення в господарюванні з оптимальними затратами на всіх рівнях: домогосподарство, підприємниць (фермер), с/г підприємство, територіальні громади, держава.

Сучасні інформаційні технології дозволяють ефективно представляти дані та інфраструктуру у розрізі територій, а технологій баз даних та веб-технології надають ефективні інструменти накопичення та використання великих обсягів структурованих даних. Наявні публічні державні, громадські та приватні локальні та веб-ресурси даних (зокрема сільськогосподарського призначення) відрізняються переважно вузькою спеціалізацією або комерційною спрямованістю не на користь повноті інформаційного забезпечення, а також вимагають від користувача ефективних вмій пошуку та самостійного відбору необхідної інформації. Окрім того відчувається недостатньо повне геопросторове представлення даної інформації та ресурсів з ефективними інструментами аналізу, прогнозування та підтримки прийняття рішень.

Ставиться мета побудувати інтерактивну інформаційно-аналітично-дорадчу систему підтримки сталого розвитку сільськогосподарського виробництва та сільських територій.

Основні завдання, які будуть вирішені при розробці Системи трансферу сільськогосподарських знань та інновацій:

1. Створення електронної платформи (порталу) на основі веб-технологій для розміщення інформаційної системи в складі інтегрованих модулів дорадчих, освітніх та енциклопедичних сервісів інформаційного забезпечення ефективного природокористування в сільському господарстві як ресурсу за принципом «єдиного вікна» доступу користувача до достовірної, вивіреної інформації;

2. Розробка модулю з інтеграції сервісів представлення атрибутивних та геопросторових даних моніторингу інфраструктури мережі сільськогосподарського дорадництва з сайтами окремих служб та дорадників України з можливістю внутрішньо та зовнішньо направленої інтеграції системи з міжнародною мережею сільськогосподарських дорадчих служб та сервісів;

3. Розробка модулю моніторингу первинних економіко-статистичних даних окремих адміністративно-територіальних одиниць України та територіальних громад з поглибленим аналізом локалізованих балансових даних порівняно з узагальненими даними для регіону країни та модулів підтримки прийняття рішень, пов'язаних з транспортування продукції з метою реалізації чи переробки, розгортання інфраструктурних об'єктів, управлінських рішень на підставі даних балансових показників.

4. Розробка інформаційно-довідкової системи технологій та інновацій для сільськогосподарського виробництва за агрокліматичною та економічно доцільною спрямованістю даних, надання сервісів доступу через Інтернет до основаної на інноваціях високоякісної інформації щодо сільського господарства і охорони довкілля та механізмів її поширення, як для фахівців так і для широкої аудиторії веб-користувачів, адаптація та інтеграція інструментів системи дистанційної дорадчої підтримки виробників сільгосппродукції та загальної інформаційної підтримки населення сільських територій з територіальною адаптацією даних.

5. Розробка освітнього онлайн-середовища (E-learning) отримання сільськогосподарських знань, основаних на інноваціях та з врахуванням факторів зміни клімату, процесів реформування економіки та інтеграційних процесів до світової економіки та пов'язаних з цим викликів, охорони довкілля, розвитку територіальних громад, впровадження сучасних безпекових систем) та механізмів контролю якості засвоєння інформації з підтвердженням у вигляді системи сертифікатів.

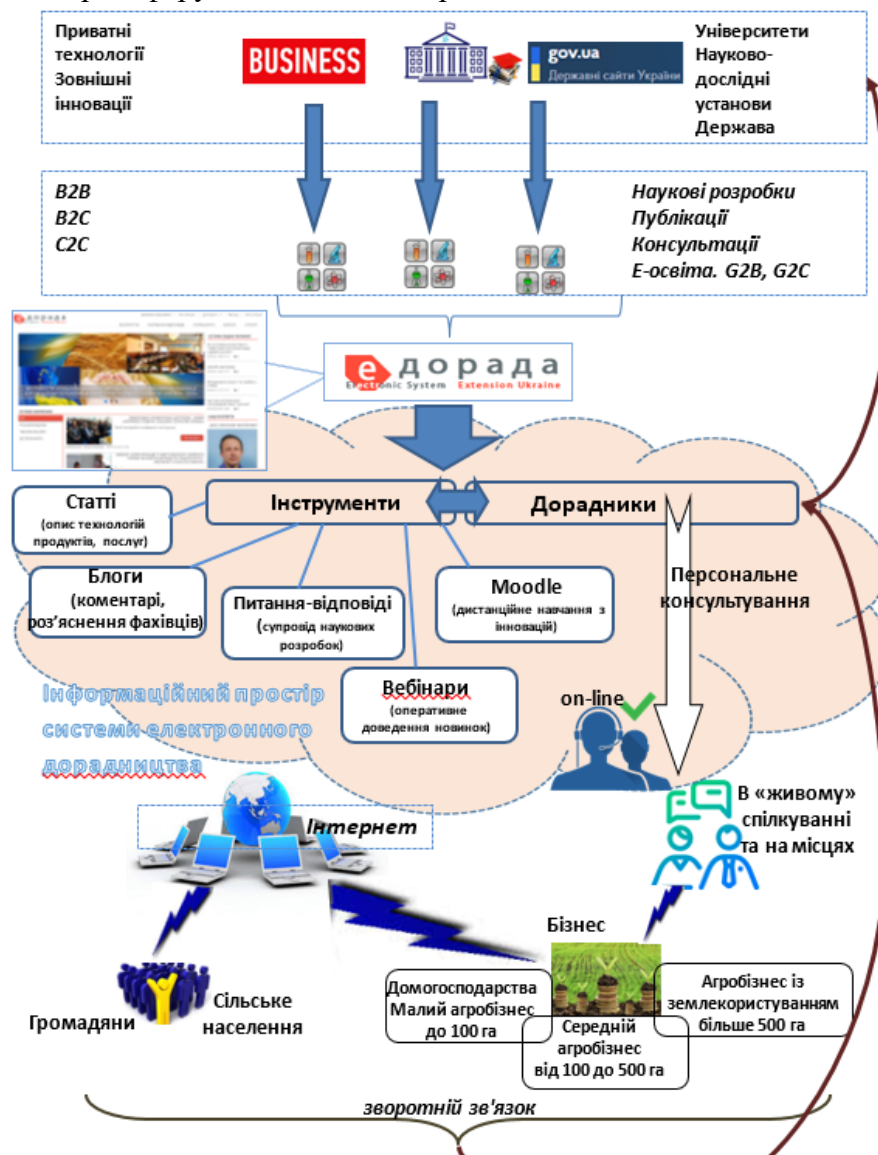
В кінцевому результаті буде створено систему інтегрованих функціонально спеціалізованих веб-ресурсів з доступом користувачів за принципом «єдиного вікна» автентифікації та доступних сервісів:

– веб-портал системи електронного дорадництва як базової платформи сервісів доступу через Інтернет до основаної на інноваціях високоякісної інформації щодо сільського господарства і охорони довкілля та механізмів її поширення, як для фахівців так і для широкої аудиторії веб-користувачів, а також надання безпосередньої достовірної інформаційної підтримки користувачів з консультаційним он-лайн сервісом «Питання-Відповіді» та соціальною мережею спільнот практиків;

– підсистему веб-ресурсів сільськогосподарських дорадчих служб та дорадників з відправною точкою користувача з веб-ресурсу НАСДСУ;

– підсистему освітнього онлайн-середовища (E-learning) отримання сільськогосподарських знань з визначенням пріоритетних освітніх напрямків та створенням навчальних курсів.

Нижче наведена схема поєднання генераторів інновацій та контенту, інструментів системи електронного дорадництва та способів донесення інформації до споживача системи трансферу сільськогосподарських знань та інновацій.



### Список використаних джерел

1. Швиденко М. З. Система edorada.org – електронна платформа інформаційного забезпечення впровадження інновацій аграрних університетів. – IV Міжнародна конференція "Цифрова освіта в природничих університетах", 2017, с. 20-31.
2. Підготовка змісту електронних посібників (Методичний посібник для науково-педагогічних працівників та викладачів аграрних вищих навчальних закладів)/ВВ Іль'їн, МЗ Швиденко, ММ Пастушенко - К.: Наукметодцентр аграрної освіти, 2005
3. Швиденко М. З. Сучасні інформаційні технології моніторингу і аналізу стану інфраструктури аграрного ринку України / М. З. Швиденко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2013. – Вип. 181(4). – С. 350-359.
4. Швиденко М. З. Стариченко Є. М. Система моделей прогнозування ринку сільськогосподарської продукції: монографія. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 357 с.



### **Олена Глазунова**

доктор педагогічних наук, професор, декан факультету інформаційних технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, факультет інформаційних  
технологій, Київ, Україна  
ORCID 000-0002--0136-4936  
[o-glazunova@nubip.edu.ua](mailto:o-glazunova@nubip.edu.ua)

### **Тетяна Волошина**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інформаційних систем і технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, кафедра інформаційних систем і  
технологій, Київ, Україна  
ORCID 0000-0001-6020-5233  
[t-voloshina@nubip.edu.ua](mailto:t-voloshina@nubip.edu.ua)

### **Валентина Корольчук**

доктор філософії, доцент кафедри інформаційних систем і технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, кафедра інформаційних систем і  
технологій, Київ, Україна  
ORCID 0000-0002-3145-8802  
[korolchuk@nubip.edu.ua](mailto:korolchuk@nubip.edu.ua)

## **ХМАРНІ СЕРВІСИ MICROSOFT 365 ДЛЯ ЦИФРОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ УЧАСНИКІВ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ**

**Анотація.** Для викладачів та студентів закладів освіти в умовах дистанційного навчання необхідно організувати ефективну комунікацію, співпрацю, взаємодію, командну роботу та забезпечувати просте та безпечне управління навчальною діяльністю студентів. Організувати таку взаємодію можливо з використанням середовища Microsoft 365. Здатність ефективно комунікувати, використовуючи цифрове середовище Microsoft 365, передбачає: вміння проектувати цифрові комунікації для різних навчальних цілей і аудиторій; розуміння особливостей різних цифрових інструментів для спілкування; вміння виявляти та боротися з шкідливими цифровими повідомленнями; здатність зберігати конфіденційність у приватному спілкуванні; вміння дотримуватись корпоративної етики спілкування під час освітньої діяльності. Ефективна комунікація є основою залучення студентів до різних видів навчальної діяльності під час дистанційної освіти, саме викладачу важливо створити канал для спілкування в реальному часі. Microsoft 365 це не лише доступ студентів і викладачів до сервісів Microsoft Word, PowerPoint і Excel Online, але крім того, це хмарна платформа призначена для підтримки онлайн спілкування, зокрема в межах академічних установ. До таких сервісів відносять: Люди, Delve, Outlook, Yammer, Kaizala, Teams. Сервіси Люди, Delve дозволяють як викладачу, так і студенту відслідковувати взаємодію з іншими учасниками освітнього процесу та фільтрувати необхідні файли, налагоджувати з ними цифрову комунікацію. При взаємодії у цифровому середовищі, користувачам необхідно організувати та налагодити канали комунікації. Таким каналом може виступати електронна пошта Outlook, яка дасть можливість не тільки спілкуватись між собою учасникам освітнього процесу, а й планувати та організувати спільну роботу. Організувати навчальний процес викладачеві можна і для більш ширшої аудиторії (зовнішніх користувачів), то для цього доцільно використовувати приватну соціальну мережу Yammer і можливість організації в ній зовнішніх закритих мереж. Сервіс Kaizala є безпечною програмою для обміну повідомленнями та керування роботою як викладача так і студентів, яка дозволяє співпрацювати з іншими користувачами в корпоративному акаунті та за її межами. Microsoft Bookings інтегровано з Календарем Microsoft 365 та Teams також може бути використано як середовище для різних видів комунікації між учасниками освітнього процесу.

**Ключові слова:** хмарні сервіси; цифрова комунікація; дистанційне навчання; заклад освіти.

### **1. ВСТУП**

COVID-19 та військові дії на території України докорінно змінили організацію освітнього процесу, змусивши заклади освіти перевести навчання в аудиторіях у віртуальний простір. Для ефективної організації освітнього процесу дистанційно

необхідно організувати цифрове середовище, у якому забезпечити цифрову комунікацію усіх учасників освітнього процесу.

**Постановка проблеми.** Для ефективної організації дистанційного навчання необхідно проаналізувати наявні хмарні сервіси Microsoft 365, які використовуються для організації цифрової комунікації учасниками освітнього процесу. При організації різних видів навчальної діяльності викладачу необхідно особливу увагу приділяти поєднанню різних інструментів комунікації, яке дозволило б дистанційне, персоналізоване та адаптивне навчання, спрямувати на особистість студента з можливостями роботи у групах будь-якого масштабу та колективного навчання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Праці вітчизняних і зарубіжних науковців С. Супріанто (S. Suprianto) [1], З. Місनावаті (Z. Misnawati), Е. Нофріаті (E. Nofriati) [2] присвячені використанню хмарних сервісів Microsoft 365 для організації електронного навчання, а використанню інструментів цифрової комунікації даної платформи в умовах дистанційної освіти приділено недостатньо уваги. Саме тому, **метою даної праці** є аналіз хмарних сервісів Microsoft 365 цифрової комунікації та визначення їх функціональних можливостей для ефективної організації дистанційного навчання в сучасних умовах.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Інструменти, які входять до Microsoft 365 дозволяють викладачам і студентам спілкуватись, взаємодіяти та співпрацювати в режимі реального часу. С. Супріанто (S. Suprianto) стверджує, що спроектувати середовище електронного навчання можна лише за допомогою одного пакета програм Microsoft 365 та відповідно налагодити ефективну комунікацію та спільну роботу між учасниками освітнього процесу [1]. Розвиток навичок мовлення за допомогою Microsoft 365, як засобу навчання під час пандемії Covid 19, розглядають у своєму дослідженні З. Місनावаті (Z. Misnawati), Е. Нофріаті (E. Nofriati) [2]. Сервіс Люди дозволяє організувати книгу контактів, з якими часто відбувається комунікацій, взаємодія чи співпраця під час управління навчальною діяльністю. Таким чином викладач або ж студент може створити, як окремий контакт для взаємодії, так і групи користувачів під час дистанційного навчання. Переглядаючи контакт, доданий до списку, можливо не лише переглянути інформацію про нього, а також його основні контактні дані, контакти організації даного користувача, файли над якими ви спільно працюєте, останні електронні листи та вкладення у них.

На базі сервісу Delve можна розгорнути персоналізоване навчання. Можливості сервісу Delve дозволяють знайти інформацію про учасників освітнього процесу та документи, над якими вони працюють (аналізувати кількість переглядів та хто вносив останні зміни). Необхідні пояснення щодо роботи з навчальним контентом викладач може додавати до закритої соціальної мережі Yammer, не виходячи з сервісу Delve, таким чином буде налагоджена зі студентами ефективна комунікація. Якщо ж у студента з'явиться необхідність поставити запитання, то на сторінці профілю викладача є можливість надіслати електронний лист зі звернення або ж одразу розпочати чат для швидкого спілкування.

Використання Outlook викладачем дозволить надіслати для студентів навчальні матеріали, розміщені як на власному пристрої так і на хмарному сховищі OneDrive, додавши їх до листа. За необхідності організувати взаємодію з отримувачами, викладач може додати до листа компоненти Loop, які дозволять розіслати студентам список завдань, порядок денний чи задати запитання. Інтеграція додаткових програм дозволяє викладачу, вбудувавши в електронний лист: доставити до студентів візуальний навчальний контент, побудований у Power BI; провести опитування, створене з

використанням Forms; поділитись вмістом чи результатом спільної роботи, за допомогою monday.com.

В сервісі Yammer викладач разом зі студентами може налаштувати ефективну комунікацію, надсилаючи оголошення з форматованим текстом, відео, опитуваннями, запитаннями, похвалою та зображеннями у форматі gif в створеній спільноті. Студенти можуть використовувати Yammer, як закриту спільноту, ділитись навчальним контентом та власними досягненням у самоосвіті. Якщо викладачу необхідно організувати інтерактивну взаємодію між кількома академічними групами із залученням зовнішніх спікерів (стейкхолдерів), інтегруючи різноманітні навчальні ресурси доцільно також використати закриту соціальну мережу Yammer.

У сервісі Kaizala викладач може надсилати й отримувати від студентів миттєві повідомлення, координувати завданнями, відмічати присутність, використовувати спеціальні інструменти для взаємодії з командою віддалено. Такий інструмент взаємодії, автоматично буде розміщений у чаті групи, наприклад: оголошення, заплановані зустрічі, нагадування про які приходите з Календаря, опитувань різного типу, вікторини, списки завдань, а також навчання для команди.

Функція чату в Microsoft Teams дозволяє вести бесіди в ланцюжках, допомагаючи зберігати сеанси мозкового штурму, відеоконференції та інші зустрічі в одному місці, які легко знайти пізніше для повторного перегляду студентами. Використовуючи інструмент планування Bookings, учаснику освітнього процесу можуть надсилати нагадування про зустрічі для організації онлайн комунікації. Таким чином з використанням даного інструменту можливе планування взаємодії між викладачами, студентами та персоналом і управління ними. Використовуючи таке планування, студенти мають можливість записатись на консультацію на той час, коли викладач вільний, що дозволить усім користувачам зустрічі відстежувати всі зміни, внесені до зустрічей, організувати цифрову комунікацію. Отже, зворотній зв'язок, ефективна комунікація в режимі реального часу всіх учасників освітнього процесу, відіграють ключову роль в е-навчанні, що впливає на результати навчання студентів та якість організації різних видів діяльності як викладача так і студента.

## **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Організація дистанційного навчання в сучасних умовах з використанням хмарної платформи Microsoft 365 надає студентам можливість скористатися перевагами даної платформи, яка включає не лише інструменти безпеки, але й сервіси для ефективної цифрової комунікації. Функціонал представлених сервісів, дозволяє викладачам здійснити добір інструментів, які забезпечать ефективну комунікацію, співпрацю, взаємодію, командну роботу для учасників освітнього процесу. Таким чином студенти матимуть постійний доступ до відповідних інструментів, які необхідні для онлайн навчання, а саме використовуватимуть платформу Microsoft 365, щоб спілкуватися зі своїми колегами, обмінюватись навчальним цифровим контентом та спільно виконувати практичні завдання та групові проєкти, комунікуючи в цифровому середовищі.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. S. Suprianto. (2018). Perancangan E-Learning Menggunakan Office 365 Dalam Proses Belajar Mengajar. Seminar Nasional Royal (SENA R) 2018. STMIK Royal – AMIK Royal, hlm. 381 – 386.
2. Zuraini, Misnawati, Eli Nofriati. Empowering Speaking Skill Through Microsoft Office 365 As A Learning Medium During a Pandemic Covid 19, Advances in Social Science, Education and Humanities Research, volume 584, 487-491.



### **Олена Кузьмінська**

Доктор педагогічних наук, професор

Місце роботи: Національний університет біоресурсів і природокористування України, доцент  
кафедри інформаційних систем і технологій, м. Київ, Україна

ORCID 0000-0002-8849-9648

o.kuzminska@nubip.edu.ua

### **Ольга Барна**

Кандидат педагогічних наук, доцент

Місце роботи: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира  
Гнатюка, м. Тернопіль, Україна

ORCID ID 0000-0002-2954-9692

barna@tnpu.edu.ua

## **ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА: ЧИМ ПОСЛУГОВУЮТЬСЯ КЕРІВНИКИ МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ ДЛЯ АКТУАЛІЗАЦІЇ НАПРЯМІВ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Анотація.** Сплановано та проведено вибіркоче статистичне опитування 68 керівників магістерських досліджень з числа науково-педагогічних працівників Національного університету біоресурсів і природокористування України та Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Виявлено, що вибір підходів наукових керівників при визначенні тематики досліджень частково залежить від галузі досліджень та власного досвіду: недосвідчені керівники, а також керівники в галузі суспільно-гуманітарних наук в недостатній мірі використовують канали та інструментарій сучасних цифрових наукових комунікацій.

**Ключові слова:** магістерська робота, джерельна база, вища освіта, опитування

### **ВСТУП**

Дослідницький потенціал закладів вищої освіти зазвичай пов'язують із науковими працями науково-педагогічних працівників. Разом з тим, за умови наявності потужних інституційних наукових шкіл; розбудови цифрових освітньо-наукових середовищ [1, 2] з акцентом на цифровізацію наукової діяльності та комунікації [3]; максимальної залученості до реалізації наукових проєктів, в тому числі міжнародних, та проведення спеціалізованого навчання [4], саме молоді дослідники можуть не лише прискорено інтегруватись до єдиного наукового простору, але й стати каталізатором розвитку науки як на рівні закладу освіти чи країни, так і на рівні галузей досліджень.

В цьому контексті актуалізується питання вибору тематики та обґрунтування напрямів досліджень молодих науковців загалом і магістрів зокрема. У реалізації цього завдання провідна роль належить науковим керівникам, від яких в значній мірі залежить вибір способів визначення тематики, постановки дослідницьких завдань та добір інструментарію для їх реалізації.

**Мета публікації.** Визначити джерельну базу для здійснення аналізу предметної області та актуалізації напрямів досліджень, а також виявити зв'язки між групами респондентів, що відрізняються досвідом керування дослідженнями молодих науковців (визначено категорії: до 5 років, 10 та понад 10 років) та галуззю досліджень (суспільно-гуманітарні, технічні, природничі науки).

### **РЕЗУЛЬТАТИ**

Враховуючи провідну роль керівників досліджень магістрів, ми розробили електронну форму (<https://forms.gle/k1BU2AkhV4jKgKFYA>) та провели опитування серед науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти України. Оскільки це перше подібне дослідження, незначна кількість респондентів (68) з числа науковців 2-х

університетів: Національного університету біоресурсів і природокористування України та Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, певним чином обмежує аудиторію респондентів, але все ж дозволяє зробити висновки щодо існуючих тенденцій та закономірностей і може бути масштабована, як на рівні методики проведення, так і розширення педагогічного експерименту. Разом з тим, аналіз контекстуальних характеристик учасників опитування свідчить про рівномірний розподіл вибіркової популяції щодо галузей досліджень респондентів (30,9% респондентів є представниками природничих наук; 35,3% - технічних; 33,8% - суспільно-гуманітарних) та досвіду керування магістерськими роботами (52,9% опитаних є досвідченими керівниками, тобто здійснюють керівництво понад 10 років; 23,5% мають досвід від 5 до 10 років; недосвідчені керівники, тобто досвід яких є меншим 5 років, складають 23,6%).

В ході аналізу даних застосовувався комплекс методів і моделей, що дозволяють розрахувати всі описові статистики. Вибір тих чи інших показників визначався типом даних, шкалою оцінювання та обмеженнями застосування методів. Для розрахунків використовувався програмний інструментарій статистичної обробки даних SPSS.

Спираючись на результати опрацювання відповідей респондентів, можна зробити висновки, що, незалежно від досвіду керування дослідженнями магістрів, для актуалізації перспективних напрямів найменше використовують інституційні репозитарії. При цьому «молоді керівники» (досвід керування дослідженнями магістрів не перевищує 5 років) використовують інституційні репозитарії усього у 15% випадків. Проте, ця група респондентів частіше використовує ресурси Google-академії, ніж вчені з більшим досвідом роботи. Пошук у Scopus та інших науково-метричних базах найчастіше здійснюють вчені, досвід роботи яких (як керівників) понад 10 років (майже 27%), тоді як вчені з досвідом роботи до 10 років користуються базами Scopus тільки у 21% випадків, а вчені з досвідом менше 5 років – у 24% випадків.

Якщо розглядати відповіді респондентів щодо джерельної бази у розрізі галузей досліджень (*research areas*), то керівники досліджень із суспільно-гуманітарних наук найменше використовують пошук тем для актуалізації предметної області досліджень магістрів у наукометричних базах даних (13% вказали, що здійснюють пошук у Scopus та інших науково-метричних базах). Найчастіше керівники досліджень із суспільно-гуманітарних наук здійснюють пошук у Google-академії (32,6%), простий пошук у Google (28,3%) чи використовують інституційні репозитарії (26,1%). Керівники магістерських робіт з технічних наук також перевагу віддають Google-академії (34,7%), але досить часто використовують і пошук у Scopus та інших науково-метричних базах (28,6%). Найбільшу перевагу у пошуку у Scopus та інших науково-метричних базах віддають керівники робіт з природничих наук (більше 30%). Простий пошук у Google чи у Google-академії керівники з природничих наук здійснюють у 26% та 27% випадків відповідно.

Ці результати показали, що викладачі, при визначенні тематики досліджень магістрів, найменше, незалежно від досвіду керування магістерськими роботами, використовують інституційні репозитарії. Пошук у Scopus та інших науково-метричних базах для актуалізації напрямів досліджень у визначеній галузі також найменше здійснюється керівниками магістерських робіт, досвід яких (як керівників) не перевищує 10 років, а також «представників» суспільно-гуманітарних наук.

Таким чином, за результатами опитування можна зробити висновки, що недосвідчені керівники, а також керівники в галузі суспільно-гуманітарних наук в недостатній мірі використовують канали та інструментарій сучасних цифрових наукових комунікацій [5].

## ВИСНОВКИ

Актуалізація напрямів досліджень магістрів та їх відповідність передовим дослідженням галузі, залучення магістрів до реальних наукових проєктів в значній мірі залежить від наукових керівників молодих вчених. Однак, за результатами опитування 68 науково-педагогічних працівників Національного університету біоресурсів і природокористування України та Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка щодо підходів та інструментарію добору тем досліджень магістрів, можна висловити припущення, що недосвідчені керівники досліджень магістрів (викладачі, досвід керування яких менший за 5 років), а також «представники» соціо-гуманітарних наук потребують допомоги, що стосується використання сучасних засобів наукових комунікацій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Olena Kuzminska, Mariia Mazorchuk, Nataliia Morze, and Oleg Kobylin. Attitude to the digital learning environment in Ukrainian Universities. *CEUR Workshop Proceedings* 2393 (2019), 53–67, 2019, [http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper\\_245.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_245.pdf)
- [2] С. Cirkony. Students learning science: representation construction in a digital environment. *Environmental Education Research*, 26:1, 150-151, 2020, doi:[10.1080/13504622.2019.1667307](https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1667307).
- [3] Кузьминская, Е. Г. Информационные технологии и научная коммуникация: инструменты и модели внедрения в условиях университета. *Образовательные технологии и общество*, Т. 17, №1, с. 447–456, 2014.
- [4] N. Morze, T. Liakh, and O. Kuzminska. Development of educational, scientific collaboration and project management with IC tools in universities. *Effective Development of Teachers' Skills in the Area of ICT and E-learning*, vol. 9, pp. 347–364, 2017.
- [5] Kuzminska, O. H., Mazorchuk, M. S., Barna, O. V., & Sydorenko, S. Bibliometric analysis in determining the research directions of early career researchers. *Information Technologies and Learning Tools*, 91(5), 113–129, 2022, <https://doi.org/10.33407/itlt.v9i1i5.4944>

**Badri Gechbaia**

Doctor, Professor  
Batumi Shota Rustaveli Shtate University, Georgia  
ORCID ID 0000-0003-2815-2228  
gechbaia.badri@bsu.edu.ge

**Liliya Filipishyna**

Doctor, Professor  
National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID 0000-0001-9552-1367  
[ontariofilpi@ukr.net](mailto:ontariofilpi@ukr.net)

## THE ADVANTAGE AND TRANDS OF CLOUD TECHNOLOGIES IN CORPORATE COMMUNICATIONS

A flexible and advanced IT infrastructure has become one of the main factors for the survival and development of a business. The migration of companies to the cloud is not only a trend, but also a requirement of today.

In the conditions of a full-scale war, Ukrainian business and international partners faced serious problems in securing their IT infrastructure, access to work resources, as well as preserving and protecting both their own data and the data of their clients. Cybersecurity and effective information security capabilities have come to the fore.

It became obvious that moving a business to the cloud allows you to work more securely, more reliably and more flexibly. Physical piles of archives or separate rooms with their own servers have lost their meaning, and the loyalty and trust of customers, on the contrary, have acquired a special value.

**Keywords:** cloud technologies, enterprises, digital environment, trends

Enterprise cloud communications in the workplace play a very important role filled with new tools. To better tie their enterprises' current communications capabilities and plans to future business goals, business leaders and information technology decision makers continue to evaluate these factors. Enterprises will continue to invest heavily in cloud communications technologies today and into the future [1;2].

The cloud is changing the way people interact, collaborate, and do business in today's digital environment. Cloud-based enterprise models are being adopted and used by organizations of all sizes to drive expansion and increase profits. According to the study, the cloud communication platform market will grow from \$4,632.3M in 2021 to \$22,408.5M in 2028, growing by 25.3% on average [3].

It is also worth noting that, based on market analysis, Amazon Web Services is the world leader in cloud computing. As of 2022, AWS, an Amazon subsidiary, controls 32 percent of the market, followed by Microsoft Azure with 20% and Google Cloud with 7%. However, the largest share of the cloud computing market in 2022 is actually in the Other Providers category, with AWS in second place, followed by the largest percentage [3;4].

Keeping abreast of cloud communications trends can be tricky because they change quickly. More businesses are moving their applications and data to the cloud for increased security, scalability and simplicity. With the increase in remote work due to the COVID-19 epidemic, Russia's military invasion of Ukraine and the general economic crisis of the countries of the world, its importance is expanding. This makes the data available to anyone with an Internet connection and login credentials, and makes it easier to communicate and collaborate.

The main trends in cloud communications are:

1. 5G network connection. This new form of communication will be made possible by 5G networks, keeping up with the fast pace of the business world. This is one of the most

discussed issues in the cloud communications market today. Enterprises are conducting research on how 5G rollout will impact the future business environment for both consumers and organizations. Deploying 5G connectivity has many benefits.

During data transmission, the elimination of call delay and network congestion is one of the most important points. Higher data rates, higher quality, gapless video streaming, reliable and fast wearable device connectivity, and fewer missed calls are some of the benefits that encourage businesses to embrace 5G. It provides improved mobile broadband, lightning-fast surfing speeds, and higher networking capabilities, among other benefits.

2. AI for customer service. Businesses are predicted to rely heavily on AI assistance across multiple sectors such as social media or video streaming platforms, where it can suggest relevant content based on audience preferences. More businesses will choose to automate their sales processes, include automated customer service agents in their customer support, and use artificial intelligence to try and prevent online security breaches.

For example, AI-based chatbots for interaction. Providing consumers with self-help alternatives that allow them to quickly and efficiently get the help they need has changed the way services are delivered in the call center industry. This improves the customer experience and relieves employees of the need to quickly respond to simple issues, allowing them to focus on more complex work.

3. Cloud software. Software that can be used and accessed over the Internet is known as cloud software. They are different from intranet systems, which rely on a specific location. Teams can work remotely and collaborate using cloud solutions. Most of the most popular cloud business solutions available today for collaboration, ERP, file sharing, CRM, project management and other functions are based on the cloud.

The transformation of the enterprise cloud will evolve as remote work grows in popularity, and most of these applications provide some form of collaboration and communication.

4. Distributed cloud. Demand for a distributed cloud arises from the combination of large, centralized public clouds with smaller, edge data centers. A public cloud computing solution called a distributed cloud allows you to manage your public cloud architecture from a single control plane while running it in multiple locations at the same time.

The core of edge computing is the distributed cloud, which can be thought of as creating a slice similar to a virtualized network that can geographically span multiple physically dispersed data centers. This allows service providers to deploy applications consistently, no matter where the physical application resides.

5. Hybrid work culture. Due to the spread of the pandemic and economic instability between countries around the world, businesses from all industries are considering implementing a permanent hybrid work environment where employees will spend several days on site while others will work remotely. By giving employees the choice of tools and applications they need on a single platform, regardless of location or device they use, cloud communications can be an important enabler for a hybrid workforce.

The cloud is reshaping the workspace, replacing the traditional notion of "location" with a set of additional models and tools. Businesses can provide quick access to call analysis tools, instant messaging, file sharing, video conferencing capabilities, calendaring and scheduling systems, and other technology tools that improve employee productivity.

Summing up the above, it should be noted that in recent years cloud communication has become a more popular and preferred tool for business. More and more large organizations must move to this adaptable, scalable and integrated communications stack, even as the opportunities offered by the cloud become more and more competitive. Businesses looking to raise their business standards can get professional support from a digital transformation company to leverage cloud computing solutions to stay ahead in the global marketplace.

## REFERENCES

1. L. Filipishina, V. Gonchar, O. Bohachov (2020) Research of IT influence on the price perception // *Economics. Ecology. Socium*, Vol. 4, No.2, 2020 (p.40-51)
2. L.Filipishyna, K. Filipishyna. Digitization and its importance in Development of the state, Business / *Проблеми обліково-аналітичного забезпечення управління підприємницькою діяльністю* : матеріали IV Міжнар. наук. – практ. конф. (м. Полтава, 20-21 квітня 2022 р.) / за ред. проф. Пилипенко К. А. Полтава : ПДАУ, 2022. 428 с.
3. Найкращі хмарні сервіси України у 2022 році: дослідження Molfar [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ain.ua/2022/09/15/najkrashhi-hmarni-servisy-ukrayiny-u-2022-roczii-doslidzhennya-molfar/> Дата звернення: жовтень 19, 2022.
4. В. Фогельс Технологічні прогнози на 2022 рік. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://wiseit.com.ua/tech-predictions-for-2022-aws/> Дата звернення: жовтень 19, 2022.
5. В. Велигченко, Н. Дегтярьова, В.Шамоняз (2022) Використання хмарного сервісу OneNote в освітньому процесі *Education. Innovation. Practice* Vol. 10, № 3, 2022 (С.16-22)

### Володимир Харченко

к.е.н, доцент, доцент кафедри інформаційних систем і технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна  
ORCID: 0000-0001-5067-7181  
VKharchenko@nubip.edu.ua

### Ганна Харченко

к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту ім. проф. Й.С. Завадського,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна  
ORCID: 0000-0002-0705-447X  
Kharchenko.a.a@nubip.edu.ua

## ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Анотація.** Нині цифровізація підприємницької діяльності радикально змінює фундаментальні підходи до виробничо-господарських та організаційних процесів. Тому стає все більш важливим для організацій швидко, ефективно, і належним чином спланувати цифрову трансформацію, що націлена на більшу гнучкість та підтримку конкурентоспроможності підприємства на певному ринку. У такому контексті розуміння цифровізації є досить важливим. Дане дослідження висвітлює концептуалізацію цифровізації підприємницької діяльності, обґрунтовуючи її цілі та переваги в організаціях. Разом з цим виділено основні етапи впровадження цифровізації в підприємницьку діяльність з метою підвищення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств.

**Ключові слова:** цифровізація, підприємницька діяльність, стратегія, бізнес, діджитал-технології.

Щоб залишатися конкурентоспроможними та створювати вищу додану вартість, компаніям необхідно впроваджувати технологічні інновації та водночас залучати та навчати працівників, щоб вони відповідали новим вимогам, висунутим Четвертою промисловою революцією (так звана Індустрія 4.0), з яких є цифровізація бізнесу в усіх його аспектах. Відмітимо, що цифровізація бізнесу за допомогою об'єднання різних технологій (наприклад, хмарних технологій, датчиків, великих даних, 3D-друку) відкриває значні можливості та пропонує потенціал для створення радикально нових продуктів та послуг. Такі інновації можуть призвести до нових форм співпраці між підприємствами чи зміни відносин з клієнтами та співробітниками. Разом з цим за рахунок використання цифрових технологій підприємства можуть досягти успіху з погляду оптимізації використання ресурсів, зниження витрат, підвищення продуктивності та ефективності роботи співробітників, оптимізації ланцюгів поставок, підвищення лояльності та задоволеності клієнтів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питаннями розвитку процесу цифровізації присвятили свої дослідження зарубіжні науковці, зокрема, О. Мерло, Л. Сендіз, Л. Лазебник, Л. Федулова, Г. Берг, Б. Соліс, В. Ткачук та ін. Однак, не зважаючи на вагомі наукові здобутки, значні зміни зовнішніх умов господарювання під впливом веденням військових дій країною-агресором та пандемії коронавірусу актуалізують потребу подальших досліджень питань цифровізації підприємницької діяльності як передумови забезпечення конкурентоспроможності та ефективності діяльності вітчизняних підприємств.

**Метою публікації** є обґрунтування теоретичних аспектів цифровізації підприємницької діяльності з метою підвищення їх конкурентоспроможності.

**Результати та обговорення.** Відмітимо, що цифровізація – це процес трансформації бізнесу за допомогою впровадження сучасних технологій та інструментів, що допомагають просувати підприємство, покращувати позиції на ринку, взаємодіяти з клієнтами та автоматизувати багато процесів.

В науковій літературі ряд науковців вважають, що «цифровізація є однією з основних тенденцій, що змінять суспільство та бізнес у найближчому та довгостроковому майбутньому, вплив цифровізації буде великим» [2].

Відмітимо, що цифровізація бізнес процесів має певні цілі [3;4]:

- забезпечення ефективної взаємодії між підприємством та споживачами;
- автоматизація внутрішніх процесів, формування та удосконалення системи комунікацій всередині підприємства;
- покращення якості обслуговування;
- оперативне вирішення питань клієнта, стимулювання до купівлі;
- надання широкого набору інструментів для продажу товару чи послуги;
- удосконалення якості продукту, модернізація послуг доставки, оплати тощо.

Варто зауважити, що сучасні підприємства інвестують значні кошти в інноваційні технології, які дозволяють автоматизувати різні операційні процеси для подальшого підвищення продуктивності та ефективності власної діяльності. За допомогою цифровізації можна знизити рівень витрат підприємства, залучати нових користувачів та клієнтів, що дозволить збільшити прибутковість.

Цифровізація – це багатовимірний процес, який призводить до зближення реального та віртуального світу, стаючи основним двигуном інновацій та змін в економіці. Його розвиток зумовлений такими основними чинниками як [6]:

- Інтернет речей;
- повсюдно доступне підключення (гіперпідключення);
- додатки та сервіси на основі хмарних технологій;
- аналітика великих даних;
- автоматизація та роботизація;
- багатоканальні моделі розповсюдження товарів та послуг.

Дослідження наукових джерел дозволяє виділити три етапи впровадження цифровізації в підприємницьку діяльність [1; 2]:

1. Аналіз підприємства, формування цілей та розробка стратегії. Даний етап полягає у проведенні аналізу всіх бізнес-процесів та стратегічних напрямів підприємства. Це дозволить охарактеризувати чинники внутрішнього середовища, визначити ефективність роботи всіх його відділів, внутрішніх та зовнішніх комунікацій, зрозуміти стратегічний результат від застосування діджитал технологій, в основі яких – система спрощення бізнес-процесів з урахуванням ризиків.

2. Використання діджитал-технологій. Вибір діджитал-інструментів, впровадження яких передбачає цифрові експерименти для швидкого, клієнтоцентричного

інноваційного розвитку для поширення інноваційної спроможності, впровадження платформ програм з low-code, які дозволяють швидко розгортати та масштабувати експериментальні бізнес-додатки. Трансформаційні платформи забезпечують видимість бізнесу, покращують обслуговування клієнтів та високу експлуатаційну ефективність нововведень.

3. Аналіз одержаних результатів. В основі даного етапу – здійснення аналізу ефективності діджитал-рішень, зміни динаміки отримання додаткових доходів, та, за необхідності, коригування архітектури рішень.

Цифровізація підприємницької діяльності, що постійно набирає обертів, надає все більш сильний вплив на традиційні правила бізнесу, пропонуючи нові бізнес-моделі, які дозволяють отримувати вигоду на кожному етапі створення вартості та отримувати конкурентні переваги [2; 5]. Щоб досягти успіху в сучасному цифровізованому світі, підприємство повинно мати стратегію цифровізації, що поєднує цифрові технології з інформаційними ресурсами та відповідними знаннями, а також матеріальними ресурсами. Цифровізація докорінно змінює стратегічний підхід до конкуренції, ведення бізнесу та продуктивності в окремих галузях. Вона дає нові способи створення цінності для підприємства, споживача та економіки загалом. Вплив цифровізації відчувають не лише технологічні, але й інші підприємства, незалежно від сектора чи галузі. Щоб розвиватися, вони мають інвестувати у нові технології, що дозволяють діджиталізувати свої бізнес-процеси, змінюючи бізнес-модель, а також методи та способи конкуренції на ринку.

**Висновки.** Отже, цифровізація для бізнесу – це сучасний інструмент, що дозволяє вивести підприємство на новий рівень. Вона призводить до зростання, масштабованості підприємницької діяльності та зумовлює підвищення конкурентоспроможності товарів та послуг підприємства. Цифровізація передбачає введення бізнес-інновацій, які створюють нові можливості для інноваційного досвіду клієнтів, оптимізації процесів і створення нових бізнес-моделей.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Rachinger, Michael & Rauter, Romana & Ropposch, Christiana & Vorraber, Wolfgang & Schirgi, Eva. Digitalization and its influence on business model innovation. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2018. 30. 10.1108/JMTM-01-2018-0020.
- [2] Bouwman, Harry, de Reuver, Mark, Nikou, Shahrokh The impact of Digitalization on Business Models: How IT Artefacts, Social Media, and Big Data Force Firms to Innovate Their Business Model. URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/168475/1/Bouwman-Reuver-Nikou.pdf> (дата звернення: 10.10.2022).
- [3] Kotarba Marcin Digital transformation of business models. *Foundations of Management*, 2018. Vol. 10. URL: <https://sciendo.com/pdf/10.2478/fman-2018-0011> (дата звернення: 16.10.2022).
- [4] Parviainen, P.; Tihinen, M.; Kääriäinen, J.; Teppola, S. Tackling the digitalization challenge: How to benefit from digitalization in practice. *Int. J. Inf. Syst. Proj. Manag.* 2017, 5, 63–77.
- [5] Федулова Л. Тенденції розвитку та впровадження цифрових технологій для реалізації цілей сталого розвитку. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. Київ: ДУ ІСПСР НАН України, 2020. No 7(26). С. 6–14. URL: <http://dSPACE.nbuv.gov.ua/handle/123456789/166840> (дата звернення: 10.10.2022).
- [6] Лісова Р.М. Вплив діджиталізації на бізнес-моделі: етапи та інструменти цифрової трансформації. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2019. Вип. 24(2). С. 114–118. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg\\_2019\\_24%282%29\\_\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2019_24%282%29__24) (дата звернення: 16.10.2022).



## **Мокрієв Максим**

к.е.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем і технологій

Місце роботи: НУБіП України, Київ, Україна

ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-6717-3884](https://orcid.org/0000-0002-6717-3884)

[m.mokriiev@nubip.edu.ua](mailto:m.mokriiev@nubip.edu.ua)

## **СПОСОБИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО КУРСУ В MOODLE ДЛЯ ВЕДЕННЯ КІЛЬКОМА ВИКЛАДАЧАМИ ДЛЯ РІЗНИХ ГРУП**

**Анотація.** Кооперація викладачів може давати швидкі результати для створення нових електронних курсів. Але при цьому необхідно враховувати технічні можливості системи управління електронними курсами, щоб створити зручне середовище для подальшої роботи всіх викладачів та студентів. В межах дослідження розглянуто такі можливості системи Moodle та запропоновано методичні підходи ведення електронного курсу для різних спеціальностей, груп, різними викладачами.

**Ключові слова:** електронний курс; moodle; методика викладання.

### **ВСТУП**

В процесі підготовки навчального матеріалу важливим є подати його в оптимальному для засвоєння об'ємі для всіх категорій студентів. А також, коли такий матеріал подається в електронних курсах, мінімізувати повторення цього матеріалу для спрощення його введення, подальшого удосконалення та зменшення зайнятого дискового простору на сервері.

**Постановка проблеми.** В процесі випрацювання методичних рекомендацій до створення та ведення електронних навчальних курсів побудованих в середовищі Moodle важливим розділом є врахувати можливість працювати з одним курсом різними групами студентів та різними викладачами, які в цих групах викладають.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні роки тема дистанційного навчання стала неймовірно актуальною як в цілому Світі (через фактор всесвітньої пандемії COVID-19) так і в Україні цього року зокрема (через повномасштабне військове вторгнення Російської Федерації). Тому кількість досліджень на тематику створення дистанційних курсів на різних платформах має великі масштаби. Так про методику створення електронних курсів публікували свої роботи Н.Морзе, О.Глазунова, В.Кухаренко та багато інших українських та світових науковців [1-5].

Проте, всі ці публікації розглядають ідеальний варіант електронного курсу, який веде один викладач або кілька для одного потоку студентів без передбачення варіативності, яка притаманна викладанню на різних спеціальностях викладачами з різним стилем викладання.

**Мета публікації.** Враховуючи це, метою статті є висвітлення підходів у підготовці та веденні електронних навчальних курсів на платформі Moodle, які дозволяють ефективно використовувати спільні наробки спеціальностей та груп студентів.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ**

Навчальні заклади, які відчули сучасність та перспективу від впровадження елементів дистанційного навчання (навіть не здогадуючись, що це знадобиться в часи таких складних випробувань) та почали їх впроваджувати ще до настання всесвітньої пандемії, відносно легко увійшли в стадію змушеного переходу до дистанційного навчання.

Багато хто використовували Moodle як платформу для своїх потреб у електронному навчанні. Moodle — це найпопулярніша з відкритих систем для дистанційного навчання [7]. Вона представляє собою так звану систему управління навчанням, які дозволяють організувати процес навчання і відстежувати успішність студентів за допомогою створення онлайн-курсів, доступних у будь-який час і в будь-якій точці світу, де є Інтернет.

За даними міжнародного опитування 2021 року, ця система займає 16-те місце серед найпопулярніших інструментів підтримки навчання та друге серед навчальних платформ, поступаючись у популярності лише Google Classroom [8].

Тож, чи можна таку гарну систему використати для поставленої нами мети? Як результат вивчення нами цієї проблематики можна відповісти - так.

Якщо ми говоримо про створення не вузькоспеціалізованого навчального курсу, який буде викладатися студентам різних спеціальностей, то дотримуючись нескладних правил ми можемо швидко створювати електронні курси спільними зусиллями. В подальшому такі курси можна без проблем викладати різним викладачам для своїх окремих груп не заважаючи один одному.

Такий підхід дозволяє викладачам кооперувати свої зусилля створюючи кожен окремі теми дуже швидко підготувати новий електронний курс, який зможе забезпечити навчання для багатьох студентів.

Для того, щоб почати ефективно створювати такий електронний курс необхідно розуміти деякі важливі передумови:

1. Для всіх спеціальностей на цей курс повинна бути відведена однакова кількість годин (принаймні для основної частини без врахування самостійної роботи).
2. Кількість практичної роботи (лабораторні, практичні, семінарські) повинна бути у всіх однакова.
3. Бали за практичні роботи по курсу повинні бути уніфіковані для всіх (тобто, кожна конкретна практична діяльність повинна оцінюватися в однакову кількість балів для студентів будь-якої спеціальності).
4. Тестовий контроль передбачає однаковий набір питань для всіх в межах одних тестів.

В принципі, ці передумови не є беззастережними і можуть бути порушеними. Але для цього принцип оцінювання всього курсу (та/або його складових у вигляді окремих модулів) повинен бути змінений з накопичувального на середньозважений. Тоді кількість практичних, самостійних робіт та тестового контролю може бути різною для різних груп студентів. Проте, тут необхідно дотримуватися прагматичного підходу, і при великій різниці в цих показниках для різних груп перевірити, чи не доцільніше вже буде створювати різні електронні курси.

Для реалізації ж одного такого курсу перше та обов'язкове, що потрібно зробити на курсі, це розділити студентів на окремі групи (при наявності на одному потоці спеціальності кількох груп також і на групування) та додати до кожної такої групи викладача, який в ній проводить заняття.

Це дає змогу пов'язати всі подальші повідомлення в електронному курсі між цими викладачами та групами. А якщо на рівні курсу включити метод групової роботи "Окремі групи", то студенти взагалі не будуть перетинатися в межах курсу.

Для вирішення питання доступу різних студентів до різних елементів курсу Moodle має набір модулів умовного доступу. З їх використанням можна налаштувати окремі елементи теорії, інформаційних написів, а з використанням середньозваженого оцінювання і практичних діяльностей та тестів для окремих груп так, що інші про них навіть не будуть знати.

В межах практичних діяльностей, при накопичувальній системі оцінювання і однакової кількості цих діяльностей для всіх, але з нюансами завдань для кожної спеціальності, просто розміщують в середині діяльності окремі файли завдань та методичні рекомендації для них.

Щоб визначити різні часові норми для виконання цих завдань в різних групах, необхідно використовувати функцію переозначення для груп. Таким чином кожна група буде здавати роботи у свій час, а викладачі при цьому будуть самостійно не заважаючи один одному визначати цей час. Цей же підхід використовується при визначенні часу тестування студентів.

Спілкування у форумі також може бути без створення окремих ресурсів для кожної групи. Але при створенні повідомлення для своєї групи викладач вказує, яка це група. І в подальшому лише її студенти будуть бачити це повідомлення та мати змогу відповідати на нього

### **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Таким чином, правильно використовуючи технічні можливості Moodle можна зекономити місце дискового простору сервера, спільно швидко створити новий курс та вести його паралельно на кілька груп та різних викладачів не заважаючи один одному.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Глазунова, О., Волошина, Т., Корольчук, В., Мокрієв, М., & Кузьмінська, О. (2022). Модель доставки цифрового навчального контенту в умовах відкритої університетської освіти. *Фізико-математична освіта*, 34(2), С. 12-17.
2. Кухаренко, В. М., and В. В. Бондаренко. "Екстрене дистанційне навчання в Україні." Монографія. Харків: Вид-во КП Міська друкарня (2020).
3. Abdula, A. I., Baluta, H. A., Kozachenko, N. P., Kassim, D. A., & Zhuravlev, F. M. (2022). The use of Moodle in the teaching of philosophy and distance learning. *AET* 2020, 616.
4. Mahasneh, O., Tawarah, H., & Al-lawama, H. (2021). Using Structural Equation Model to Reveal Factors Affecting Faculty Members in University Colleges in the Use of Moodle. *International Journal of Education and Practice*, 9(1), 171-184.
5. Sáiz-Manzanares, M. C., Marticorena-Sánchez, R., Muñoz-Rujas, N., Rodríguez-Arribas, S., Escolar-Llamazares, M. C., Alonso-Santander, N., ... & Mercado-Val, E. I. (2021). Teaching and learning styles on moodle: An analysis of the effectiveness of using stem and non-stem qualifications from a gender perspective. *Sustainability*, 13(3), 1166.
6. Pappas C. The best learning management systems (2022 update). eLearning Industry. URL: <https://elearningindustry.com/the-best-learning-management-systems-top-list> (date of access: 08.10.2022).
7. Top 100 tools for learning 2022 – results of the 16th annual survey. URL: <https://www.toptools4learning.com/> (date of access: 08.10.2022).

**Роман Руденський**

д.е.н., професор, професор кафедри ІТ  
ЗІЕІТ, Запоріжжя, Україна  
0000-0002-0367-7880  
r.rudenskiy@econot.zp.ua

**Станіслав Левицький**

д.е.н., доцент, завідувач кафедри ІТ  
ЗІЕІТ, Запоріжжя, Україна  
0000-0001-6014-1276  
s.levitskiy@econot.zp.ua

## ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ІТ У ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

**Анотація.** Ключовим завданням дослідження є визначення проблем управління та основних напрямків розвитку інформаційних технологій підприємства чи установи на коротко- та середню перспективу на базі концепції антисипативного управління та методів удосконалення її діяльності відповідно до визначених обмежень, наявних ресурсів та можливостей, ризиків та перспектив зростання. Об'єктом є процеси управління підсистемою ІТ у прикладних дослідженнях, предметом — її структура та логічна організація, які забезпечують внутрішню впорядкованість та узгодженість взаємодій в інформаційній діяльності, а також сукупність методів, забезпечення єдності форми та способів їх застосування для вирішення логічно узгодженого комплексу завдань на коротко- та середню перспективу. Метою антисипативного управління підсистемою ІТ визначено підвищення рівня її готовності до появи та розвитку несподіваних подій як кризового характеру, так і пов'язаних з новими можливостями.

**Ключові слова:** управління розвитком; антисипативність; інформаційні технології.

### ВСТУП

Ефективне управління інформаційними технологіями (ІТ) прикладних досліджень у теперішніх умовах є досить складним завданням для системи менеджменту підприємств та установ різних галузей, зокрема, для закладів вищої освіти (ЗВО) та закладів професійно-технічної освіти (ЗПТО). З урахуванням воєнного стану в Україні, дистанційної роботи персоналу, аварійних відключень електроенергії, логістичних обмежень на ринках, інфляції, міграції значної частини населення, тощо, належне функціонування комп'ютерних систем та мереж вимагає сучасних управлінських механізмів, які б забезпечили безперебійну та ефективну підтримку інформаційної діяльності та її технологічний розвиток.

**Постановка проблеми.** Завданням дослідження у межах теми «Сучасні напрямки розвитку інформаційних технологій у прикладних дослідженнях» ЗІЕІТ (номер державної реєстрації 0122U201321) є визначення основних напрямків розвитку інформаційних технологій в установі на коротко- та середню перспективу на базі концепції антисипативного управління та методів удосконалення її діяльності відповідно до визначених обмежень, наявних ресурсів та можливостей, ризиків та перспектив зростання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** показав, що перспективи розвитку ІТ у прикладних дослідженнях та огляд інструментів підсистем ІТ на підприємствах та в установах для впровадження результатів у практику їх діяльності розкрито у працях [1-3]. Але також актуальним є подальше запровадження кібернетичних методів для оптимізації підсистем управління ІТ.

**Мета публікації.** Розглянуто проблеми управління та шляхи удосконалення антисипативного управління підсистемою ІТ в установах, зокрема, ЗВО та ЗПТО, що передбачає підвищення рівня її готовності до появи та розвитку несподіваних подій як кризового характеру, так і пов'язаних з новими можливостями.

## **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ**

Проблеми управління підсистемою ІТ підприємств та установ, зокрема, ЗВО та ЗПТО, викликані як сучасним кризовим станом економіки та соціальної сфери, так і застарілими підходами до організації процесів управління. Менеджмент стикнувся з викликами, з якими не мав справи у мирний час, і тому актуальним завданням наразі є запропонувати підходи, які б дали змогу оптимізувати функціонування ІТ з урахуванням не тільки антикризових заходів, але й тих, що виявляють та "підсвічують" перспективи та нові можливості у теперішній час.

Одним з таких підходів є антисипативне управління. Воно оперує поняттям "готовності" системи до змін та характеризується наявністю "готових" управлінських рішень у вигляді шаблонів планів дій, організаційних та ресурсних можливостей для їх реалізації в умовах настання невизначених подій. Подібний підхід до управління базується на декількох принципах — керованості, забезпеченості, готовності, адаптивності, цілісності, ієрархичності, гомоморфізму ситуацій, відкритості та історичності [4].

Так, для розвитку та удосконалення підсистеми ІТ в ЗВО та ЗПТО можна запропонувати низку "готових" наборів рішень — операційних систем (ОС) та програмних засобів на базі академічних або вільних ліцензій від таких провідних розробників, як Microsoft, Google, Zoom або спільноти Linux з: управління серверами — ОС Ubuntu Server; управління комп'ютерними класами — ОС Ubuntu; організації сховищ даних — Google Workspace, Microsoft 365; автоматизації документообігу — Libre (або Open) Office, Google Office, Microsoft Office 365; дистанційного навчання — Moodle, Google Classroom, Microsoft 365 Education; організації систем відеоконференцій — Zoom, Google Meet, Microsoft Teams; створення та обслуговування сайтів — Wordpress, Google Sites, Microsoft Sharepoint; створення та підтримки репозитаріїв — DSpace; створення академічних журналів, монографій та конференцій — системи від РКР: OJS, OCS, OMP, OHS.

Використання подібних систем та рішень для управління ІТ підсистемою відповідає методології та концепції антисипативного управління у ЗВО та ЗПТО, економічно обґрунтовано та забезпечує високий рівень готовності системи управління закладом до різних збурень зовнішнього та внутрішнього середовищ.

Визначивши основні принципи антисипації у підсистемі ІТ та тенденції розвитку сучасних інформаційних рішень для ЗВО та ЗПТО, відзначимо такі особливості удосконалення організації процесу управління: при виборі рівня деталізації проблем у інформаційній підсистемі необхідно виходити із забезпеченості технічними, інформаційними, кадровими ресурсами та організаційними можливостями для їх адекватного сприйняття, розуміння та вирішення. Інакше слід або підвищувати потенціал системи управління, або спрощувати сприйняття проблеми; при розробці заходів щодо вирішення проблеми необхідно враховувати декілька сценаріїв розвитку подій та відповідно розробляти кілька варіантів вирішення проблеми; при організації управлінської діяльності необхідно забезпечити взаємозамінність різних інструментів і механізмів, що підвищує можливості адаптації моделей і механізмів антисипативного управління до умов, що змінюються.

## **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Застосування концепції антисипативного управління підсистемою ІТ, зокрема, для оцінки готовності системи управління до несподіваних подій та розробка відповідних інструментів антисипативного управління забезпечує зниження часу реакції від настання події до її усвідомлення та розпізнавання як кризової ситуації чи

нової можливості та скорочення часу на підготовку, опрацювання та реалізацію управлінських рішень. Все це в кінцевому підсумку дозволяє говорити про підвищення адекватності підсистеми ІТ для управління зовнішнім і внутрішнім середовищами функціонування, що, у свою чергу, гарантує її спостереження та керованість, а також передбачуваність.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Levytskyi S.I. Modeliuvannia, analiz ta konstruiuvannia prohramnoho zabezpechennia: proektnyi aspekt / Levytskyi S.I., Zherebtsov O.A., Dereza K.V. - Kramatorsk, DDMA, 2022.
- [2] Shliaha O.V. Trends and prospects of the development of the world market of information technologies - Kyiv, NAU, 2021. Available at: <http://feba.nau.edu.ua/images/conf-ec-2021/2-18.pdf>
- [3] Levytskyi S.I. Modeliuvannia proektnoho upravlinnia skladnymy ekonomichnymy ob'ektamy – Donetsk: Yuho-Vostok, 2012. – 341 s.
- [4] Upravlinnia stratehichnym rozvytkom zhyttiezdatsnykh ekonomichnykh system: modeli, mekhanizmy ta instrumenty [Iu.H.Lysenko ta in.]. – Donetsk, Yuho-Vostok, 2012. – S.306-338.

### Таїсія Саяпіна

кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри інформаційних систем і технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, кафедра інформаційних систем і технологій, Київ, Україна  
ORCID 0000-0001-9905-4268  
[t-sayapina@nubip.edu.ua](mailto:t-sayapina@nubip.edu.ua)

### Єлизавета Кривобок

асистент кафедри інформаційних систем і технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, кафедра інформаційних систем і технологій, Київ, Україна  
[y.kryvobok@nubip.edu.ua](mailto:y.kryvobok@nubip.edu.ua)

## ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ЦИФРОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

**Анотація.** «Цифрова комунікація» є складовою цифрової компетентності, яка розуміється як здатність ефективно обмінюватись повідомленнями, ідеями та думками в інтернеті. Оскільки вміння використовувати різні інструменти комунікації для ефективного обміну повідомленнями; здатність створювати та передавати цифровий контент, самостійно організувати канали зв'язку; здатність використовувати одразу кілька інструментів комунікації не порушуючи при цьому робочий процес; вміння створювати та налагоджувати різні середовища комунікації для обговорення та формування стратегії та тактики ведення бізнесу, з метою досягнення цілей організації, бо головним завданням процесу комунікації в бізнесі є забезпечення інформацією керівництва та працівників на всіх рівнях управління, необхідним для прийняття та реалізації управлінських рішень. Для майбутнього економіста сформованість складової цифрової компетентності «цифрова комунікація» рівня «Цифрове громадянство» передбачає знання та вміння використовувати різні інструменти комунікації для ефективного обміну повідомленнями. Сформованість складової цифрової компетентності «цифрова комунікація» рівня «Цифрова творчість» передбачає здатність створювати та передавати цифровий контент, самостійно організувати канали зв'язку для комунікацій; зберігати історії повідомлень та вміння повертатись до потрібного в будь який момент; здатність використовувати одразу кілька інструментів комунікації не порушуючи при цьому робочий процес; самостійно створювати та налагоджувати відеоконференції тощо. Сформованість складової цифрової компетентності «цифрова комунікація» на третьому рівні передбачає вміння створювати та налагоджувати різні середовища комунікації для обговорення та формування стратегії та тактики ведення бізнесу, з метою досягнення цілей організації.

**Ключові слова:** цифрова комунікація; навички цифрової комунікації; цифрові інструменти.

## 1. ВСТУП

Розвиток цифрової економіки, використання різноманітних інструментів супроводжують всі аспекти економічної діяльності, а ведення бізнесу онлайн стає базисними. Інформаційних технологій на яких сьогодні базується цифрова економіка впливають на традиційну економіку, трансформуючи її від такої, яка споживає ресурси, до економіки, яка створює нові ресурси. Дані, що генеруються та забезпечують цифрову комунікацію, взаємодію та співпрацю завдяки функціонуванню різноманітних засобів, сервісів і систем є основним ресурсом цифрової економіки в сучасних умовах.

**Постановка проблеми.** Головною метою освітнього процесу в сьгоднішніх умовах є підготовка висококваліфікованих фахівців, які володіють сучасним економічним мисленням, теоретичними знаннями і практичними навичками, здатні розв'язувати управлінські задачі, проблеми функціонування економічних систем різного рівня, а також ефективно налагоджувати цифрову комунікацію в умовах гібридної (онлайн) діяльності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливість цифрової комунікації для економістів не підлягає сумніву, адже інформаційно-комунікаційні технології є рушієм цифрової економіки [1]. Праці вітчизняних і зарубіжних науковців присвячені дослідженням формування готовності до професійного спілкування майбутніх фахівців фінансово економічної сфери (В.Я.Чорній); формування комунікативної компетентності майбутнього менеджера (В.П.Черевко); підготовка майбутніх економістів до професійного спілкування (М.І.Лісовий). **Метою даної праці** є аналіз та визначення найбільш ефективних інструментів цифрової комунікації для підготовки майбутніх фахівців в сфері цифрової економіки.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Стандарти цифрової компетентності за європейською мережею EUROPASS призначені для фахівців різних сфер. Однією з складових цифрової компетентності є: комунікація (здатність використовувати різноманітні засоби комунікації для спілкування в цифровому просторі, створювати та керувати вмістом використовуючи інструменти для співпраці, використовувати розширені функції засобів зв'язку) [2]. В табл. 1 подано розгорнуту характеристику показників сформованості навичок цифрової компетентності майбутніх економістів для складової «Цифрова комунікація».

Таблиця 1

### Показники сформованості навичок «Цифрова комунікація» майбутніх економістів

Рівень: «Цифрове громадянство»	
Знає	ЦК1. Канали та технології комунікації ЦК2. Правила спілкування в інтернеті та усвідомлює наслідки некоректних дій ЦК3. Усвідомлює соціальну та правову відповідальність в маніпулюванні інформацією
Вміє	ЦК4. Безпечно добирати програмне забезпечення для комунікацій, встановлювати та налаштовувати його з точки зору якості комунікацій та безпеки персональних даних
Використовує	ЦК5. Офіційне програмне забезпечення для різної комп'ютерної техніки в залежності від використовуваних операційних систем ЦК6. Організаційні та програмні засоби для перевірки безпечності отриманого цифрового контенту комунікаційними каналами даних
Рівень: «Цифрова творчість»	
Знає	ЦК7. Інструменти та технології комунікацій онлайн спілкування ЦК8. Функціональні можливості інструментів комунікацій для реалізації оптимальних способів суспільних комунікацій

	ЦК9 Виступає як модератор цифрового простору ЦК10. Усвідомлює потребу модерування інформації в цифровому просторі комунікацій з огляду направлення на суспільне благо
<b>Вміє</b>	ЦК11. Створювати якісний цифровий контент як інформаційний базис власного цифрового профілю ЦК12. Використовувати оптимальні канали передачі даних цифрового контенту та відповідні ресурси колективної взаємодії
<b>Використовує</b>	ЦК13. Усвідомлено використовує персональний цифровий контент при формуванні особистого цифрового профілю в використовуваних каналах комунікацій, соціальних мережах в публічних інструментах донесення особистої думки на веб-ресурсах
<b>Рівень: «Цифрове підприємництво»</b>	
<b>Знає</b>	ЦК14. Технології та інструменти колективної взаємодії в бізнес-процесах ЦК15. Структуру та класифікацію цифрового бізнес-контенту ЦК16. Потреби бізнесу направлені на соціальні комунікації та формування позитивного цифрового профілю бізнесу
<b>Вміє</b>	ЦК17. Використовувати інструменти комунікацій які використовуються в бізнес-процесах ЦК18. Використовувати технічні та програмні засоби для підготовки цифрового контенту ЦК19. Аналізувати та обирати перспективні види комунікацій для бізнесу направлені як на внутрішню взаємодію так і формування позитивного соціального профілю бізнесу
<b>Використовує</b>	ЦК20. Технології колективної взаємодії в бізнес-процесах ЦК21. Канали суспільних комунікацій для створення позитивного іміджу бізнесу

Для формування цифрової компетентності майбутніх економістів охоплюють широкий спектр інструментів для організації різних видів навчальної діяльності, зокрема для здатності ефективно обмінюватись повідомленнями, ідеями та думками в інтернеті. У табл. 2 наведено загальний вигляд таблиці фіксування балів, що показують пріоритетність категорій цифрових інструментів відповідно до однієї з складових цифрової компетентності майбутніх економістів, а саме цифрова комунікація.

Таблиця 2

### Загальний вигляд таблиці фіксування балів, що показують пріоритетність категорій цифрових інструментів для комунікації

Складова цифрової компетентності	Категорії інструментів цифрової комунікації	Бали	Оцінка експертів
Цифрова комунікація	Поштові системи	1...4	<b>1,63</b>
	Соціальні мережі	1...4	1,09
	Сервіси для онлайн зустрічей	1...4	1,31
	Месенджери	1...4	<b>1,54</b>

Для формування складової цифрової компетентності майбутніх економістів «Цифрова комунікація» експертами перевага надавалась поштовим системам (Microsoft Outlook, Google Пошта) та месенджером (Viber, Telegram, WhatsApp, Facebook Messenger, Slack).

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В результаті нашого дослідження було здійснено добір інструментів до формування складової цифрової компетентності майбутніх економістів, застосувавши метод експертного оцінювання. При формуванні складових цифрової компетентності майбутніх економістів, зокрема «Цифрова комунікація» перевага надавалась поштовим системам та месенджером для використання у професійній діяльності, зокрема для



ведення бізнесу в умовах цифрової економіки. Отож, цифрова комунікація для сучасного економіста це водночас вміння використовувати інструменти збору та поширення професійної економічної інформації і даних, які доступні через цифрові засоби.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Domazet, I., & Lazić, M. (2017). Information and communication technologies as a driver of the digital economy. In: XXII International Scientific Conference Strategic Management and Decision Support Systems in Strategic Management: proceedings. Ekonomski fakultet, Subotica, pp. 11-19.

2. Саяпіна Т. П. Формування цифрової компетентності майбутніх економістів у процесі професійної підготовки у закладах вищої освіти. Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 011 «Освітні, педагогічні науки». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2021

#### Марусяк Валентина

асистент кафедри іноземних мов хіміко-фізичних факультетів  
Київського національного університету ім. Тараса Шевченка  
м. Київ, Україна

### ОСОБЛИВОСТІ СЕРВІСУ GOOGLE WORKSPACE FOR EDUCATION ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

У роботі розглядаються можливості та особливості отримання безкоштовних сервісів Google Workspace for Education, які надаються компанією Google Україна для організації дистанційного навчання в освітніх закладах. Аналізуються основні переваги сервісу Google Workspace for Education, який став вагомим інструментом в процесі організації освітнього дистанційного процесу зважаючи на рекомендації МОН в умовах жорстких карантинних обмежень.

**Ключові слова:** дистанційне навчання, хмарні технології, Google Workspace for Education, Google Suit, безкоштовні сервіси Google, основні та додаткові послуги пакету.

Дистанційне та змішане навчання стають традиційними формами організації освітнього процесу в умовах карантинних обмеження та адаптивного карантину не тільки в світі, а й в Україні. Після тимчасової розгубленості щодо реорганізації навчального процесу в нових умовах обмежень освітяни швидко прийняли цей виклик та почали адаптуватися до нових реалій дистанційної освіти, яка набуває неабиякої актуальності, прискорення та незворотності з 2019р. Вже після перших місяців дистанційної роботи, для реалізації повномасштабних потреб освітнього процесу та його реорганізації у вищій школі, виникла потреба використання сервісів хмарних технологій та переходу до якісних систем управління навчанням Google Classroom, Canvas, Moodle, тощо.

З кожним день хмарні технології набувають надзвичайної популярності в освіті, кількість їх користувачів стрімко зростає. У 2008 році корпорація Google запропонувала освітянам безкоштовний пакет хмарних сервісів Google Apps for Education (зараз Google Workspace for Education). На той момент його підключили біля 80 тисяч викладачів і студентів США. Сьогодні у пакета G Suite for Education є більше 70 мільйонів користувачів у всьому світі. Такий стрімкий ріст свідчить про актуальність і популярність хмарних технологій, їх затребуваність і корисність. [5, с.2] Корпорації Google та Microsoft – є лідерами з надання хмарних послуг не тільки для корпоративної сфери, а й для освіти. Вони пропонують навчальним закладам безкоштовно пакети хмарних сервісів Google Workspace for Education та Microsoft

Office 365. Детальніше розглянемо умови та переваги отримання версій *Google Workspace for Education*

### *Що таке Google Workspace for Education*

*Google Workspace for Education* – це набір інструментів та сервісів Google, які розроблені спеціально для навчальних закладів та організацій, які займаються домашнім навчанням. Він призначений для ефективної спільної роботи, зручності процесу викладання та безпеки всіх учасників. Цей пакет доступний у всьому світі для всіх установ, що відповідають вимогам [1, с.1].

### *Хто може використовувати Google Workspace for Education*

Отримати доступ до *Google Workspace for Education* можуть загальноосвітні школи, заклади середньої та вищої освіти по всьому світу та організації, які займаються домашнім навчанням у США, які відповідають певним критеріям. Навчальний заклад повинен мати офіційну реєстрацію та акредитацію та надавати документи про початкову, середню або вищу освіту, схвалені на державному або міжнародному рівні. Навчальному закладу потрібно подати заявку на використання *Google Workspace for Education*.

### *Версії Google Workspace for Education*

- *Education Fundamentals* (попередня версія – *G Suite for Education*) -- безкоштовна версія *Google Workspace*, яка включає всі Сервіси *Google Workspace*, крім *Currents*, *Google Cloud Search* і *Доповнень Workspace*. Пропонує безкоштовні корпоративні функції та інструменти для навчання та викладання, наприклад *Клас*, *Google Meet*, *Google Документи*, *Google Форми* та *Google Chat*. Забезпечує доступ до основних та додаткових послуг *Google* для середніх та вищих навчальних закладів, що відповідають вимогам.
- *(Під час передплати на Teaching and Learning Upgrade доступні додаткові функції)*.
- *Education Standard* -- платне оновлення для *Google Workspace for Education Fundamentals* доступне з квітня 2021 р. Ті ж можливості, що й у *Education Fundamentals*, плюс розширені функції безпеки та обробки інформації. Воно містить додаткові функції налаштування правил збереження даних для основних Даних Клієнтів у деяких Сервісах, розширене керування безпекою та покращені функції аналітики.
- *Teaching and Learning Upgrade* -- платне оновлення для *Google Workspace for Education Fundamentals*, доступне з квітня 2021 р.

Додаткові функції для організації навчального процесу, що розширюють можливості версій *Education Fundamentals* та *Education Standard*. Воно містить додаткові функції для спілкування, спільної роботи та керування курсами через додавання вдосконалених можливостей відеозв'язку, додатків для Класу та інших функцій та інструментів до версії *Education Fundamentals* або *Education Standard*.

- *Education Plus* (попередня версія – *G Suite Enterprise for Education*) – платне оновлення для версії *Google Workspace for Education Fundamentals*. Воно містить додаткові функції, зокрема налаштування правил збереження основних Даних клієнта для деяких Сервісів, розширене керування, покращені функції аналітики й пошуку (допоміжні функції та функції пошуку контенту в сторонніх джерелах даних доступні лише для клієнтів, що мають не менше 500 ліцензій для Кінцевих користувачів), а також додаткові функції для спілкування, спільної роботи й керування курсом. Ця версія включає всі функції *Education Standard* та *Teaching and Learning Upgrade*, а також додаткові функції для деяких сервісів, наприклад, корпоративні засоби комунікації, відстеження учасників у *Google Meet*. [1, с.3]

Google Workspace for Education Fundamentals надається безкоштовно навчальним закладам, які відповідають певним вимогам. Google Workspace for Education Standard, Education Plus та Teaching and Learning Upgrade пропонуються за платною підпискою.

*Основні та додаткові послуги пакета Google Workspace for Education*

У Google Workspace for Education є два види сервісів:

1. Основні сервіси Google Workspace -- Gmail, Диск, Календар та Клас, забезпечують ключові можливості, які Google пропонує навчальним закладам.
2. Додаткові сервіси -- такі як YouTube, Blogger, Google Аналітика доступні всім користувачам, у тому числі облікових записів Google Workspace for Education, якщо адміністратор домену дозволив працювати з ними з метою навчання.

Адміністратори Google Workspace for Education можуть включати та вимикати основні та додаткові сервіси для користувачів. Пакет Google Workspace for Education Fundamentals пропонує безкоштовні корпоративні функції для початкових та середніх шкіл, вищих навчальних закладів та організацій, які займаються домашнім навчанням. Якщо навчальний заклад потребує додаткових можливостей, компанія рекомендує версію Google Workspace for Education Plus, в якій доступні:

- розширені засоби керування для адміністраторів;
- покращені звіти та функції пошуку;
- Корпоративні засоби комунікації [1, с. 6].

### **Переваги Google Workspace for Education**

*Відсутність реклами*

Всі інструменти GW for Education не містять реклами і не використовують інформацію користувачів для рекламних цілей.

*Просте налаштування*

Завдяки простому налаштуванню, GW для освіти спрощує повторювані завдання та полегшує фокус на навчанні. Система оновлюється автоматично, що забезпечує користувачів найновішими функціями.

*Безкоштовний інструмент*

GW for Education — безкоштовний інструмент для шкіл та університетів з найкращим у своєму класі рівнем безпеки, гнучкою системою управління доступом та політикою доступу.

*Швидке підключення*

Викладачі та здобувачі можуть приєднатися до навчального процесу та отримати доступ до пошти, файлів, завдань і матеріалів курсів з будь-якого комп'ютера або мобільного пристрою.

*Відстеження успішності*

Викладачі можуть відстежувати успіхи здобувачів та їх динаміку. За допомогою широких функцій, викладач може співпрацювати один-на-один або з усім курсом. За допомогою спрощених робочих процесів, викладачі можуть без зайвих зусиль надавати конструктивні та персоналізовані рекомендації [4, с.2].

Задля максимального впровадження новітніх технологій та підвищення цифрової компетенції педагогів у серпні 2020 освітній омбудсмен виступив з ініціативою організувати курси для освітян «Розгортання та використання середовища G Suite в діяльності освітньої установи» [2, с.1].

### **Перелік використаних джерел**

1. Безплатні можливості для організації дистанційного навчання: G Suite for Education. URL: <https://eo.gov.ua/bezplatni-mozhlyvosti-dlia-orhanizatsii-dystantsiynoho-navchannia-g-suite-for-education-ta-domen/2020/11/10/> (дата звернення: 05.11.2022)
2. МОН та Google Україна ініціюють безкоштовне навчання для вчителів з використання цифрових інструментів для дистанційного навчання. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-ta-google>

[ukrayina-iniciuyut-bezkoshtovne-navchannya-dlya-vchiteliv-z-vikoristannya-cifrovih-instrumentiv-dlya-distancijnogo-navchannya](#) (дата звернення: 20.10.2022).

3. Переваги Google Workspace for Education. URL: <https://cloudfresh.com/ua/product/g-suite-for-education/> (дата звернення: 5.11.2022).

4. Хмарні технології в освіті. URL: <https://sites.google.com/view/cloudinedu/> (дата звернення: 27.10.2022).

### Михайло Садко

к.е.н., доцент кафедри інформаційних систем і технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
факультет інформаційних технологій НУБіП України  
e mail: sadko@nubip.edu.ua

## ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА РОЗВИТОК АГРАРНОЇ ГАЛУЗІ

**Анотація:** Ефективне впровадження цифрових технологій в сільське господарство вимагає достатнього рівня технічних, програмних засобів та кваліфікованих працівників, які можуть забезпечити впровадження в галузь інформаційно-комунікаційних технологій. Основні умови впровадження цифрових технологій: простота та надійність доступу до комп'ютерних послуг, інформації та знань. Можливість для користувачів отримання доступу до первинних звітних матеріалів організацій та структур системи агропромислового комплексу.

**Ключові слова:** цифрова економіка, структуровані реляційні бази даних, інформаційно-комунікаційні технології.

Сучасний етап розвитку агропромислового комплексу України характеризується впровадженням в галузь сучасних інформаційно-комунікаційних та цифрових комп'ютерних технологій. В першу чергу це діджиталізація, цифровізація економіки сільськогосподарських підприємств України, яка повинна забезпечити простий та надійний доступ кожного підприємця до глобальної мережі Інтернет, можливості зручного та швидкого доступу користувачів до послуг, інформації та знань.

Впровадження та ефективність використання цифрових технологій в агробізнес передбачає достатнього рівня розвитку його окремих складових, який включає:

- наявність та можливість використання кожним користувачем, для вирішення своїх нагальних завдань, відповідних обчислювальних засобів: комп'ютера, ноутбука, планшета, смартфона тощо;
- наявність розвиненої, надійної та ефективно працюючої інформаційної інфраструктури: локальної мережі, мобільного зв'язку, швидкісного Інтернету, засобів, пристроїв, які дозволяють забезпечити автоматизацію введення необхідної інформації: сканери, плоттери, датчики тощо;
- наявність на підприємстві програмного забезпечення, яке дозволяє забезпечити доступ до будь-якої частини інформації, виконання швидкої, якісної обробки даних та отримання необхідних для подальшого використання результативних матеріалів;
- можливість швидкого доступу до державних та приватних порталів, сайтів з необхідною для працівників інформацією та можливості використання в повсякденному житті сучасних інформаційних технологій;
- наявність працівників, які мають достатні знання або можливості їх отримання, з використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Цифрові технології в Україні повинні бути доступними для широкого загалу користувачів, для яких доступ до інформації є основою для вирішення своїх нагальних питань. Найбільш швидке та ефективне розповсюдження інформації здійснюється

через мережу Інтернет та соціальні мережі. З розвитком інформаційно-комунікаційних технологій та Інтернету виникає необхідність забезпечення відкритості даних, вільного доступу всіх користувачів до джерел інформації державних та комерційних структур, які повинні стати основним джерелом цифровізації суспільства. Відкриті програмні інтерфейси сайтів, порталів повинні відповідати принципу **open by default**, згідно якого відкритий доступ повинен бути без обмежень, зумовлених торговими марками або авторськими правами.

Ці питання актуальні і для аграрної галузі. Цифрова трансформація, яка відбувається в Україні, передбачає переведення первинної статистичної звітності сільськогосподарських підприємств з паперового в електронний формат. Перенесені на машинний носій звітні матеріали по каналам зв'язку передаються в регіональні структурні підрозділи державної служби статистики, що дозволяє автоматизувати всі процеси - від завантаження даних, конвертації, редагування, обробки, отримання результативних матеріалів до їх розповсюдження. Подання паперових звітів для збору статистичних даних юридичними особами буде заборонено. Ці положення закріплюються відповідними статтями нового Закону України "Про офіційну статистику", який набирає чинності з 1 січня 2023 року.

Поширення публікацій офіційної статистики відбувається через статистичні збірники, експрес-випуски, аналітичні матеріали та офіційні сайти через мережу Інтернет Державної служби статистики, яка стосується галузі сільського господарства. Користувачі мають можливість ознайомитись з окремими узагальнюючими показниками господарської та фінансової діяльності всіх категорій сільськогосподарських підприємств України: підприємств різних організаційно-правових форм господарювання, фермерських та домашніх господарств. До складу основних звітних матеріалів великих і середніх підприємств входять форми статистичної звітності: - про площі та валові збори сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду; - про виробництво продукції тваринництва, кількість сільськогосподарських тварин і забезпеченість їх кормами; - про реалізацію продукції сільського господарства; - про основні економічні показники роботи сільськогосподарських підприємств; - внесення мінеральних, органічних добрив, гіпсування та вапнування ґрунтів; - наявність сільськогосподарської техніки в сільськогосподарських підприємствах. Звітність малого фермерського господарства регламентується формою про затрати на виробництво продукції сільського господарства.

Електронний варіант первинних звітних матеріалів сільськогосподарських підприємств по каналах зв'язку поступає в обчислювальні центри регіональних структурних підрозділів Державної служби статистики, де їх розміщують в структуровані реляційні бази даних, виконують їх конвертацію, накопичення, перевірку на достовірність та первинну обробку інформації. Згідно закону "Про офіційну статистику", який розроблено на базі рамкового регламенту Євросоюзу та максимального наближення законодавства ЄС в сфері статистики передбачається:

- 1) **удосконалення технологій введення та обробки даних**, яке передбачає: - поетапне впровадження інтегрованої системи обробки даних; - розширення використання програмного засобу SPSS для введення та обробки даних; - збирання звітів в електронному виді;
- 2) **задоволення потреб користувачів статистичної інформації**: - забезпечення вільного доступу до статистичної інформації, розміщення всіх даних в **OPEN DATA** (відкриті дані); - опитування користувачів, моніторинг їх потреб; - підвищення рівня та прозорості органів Державної статистики; - інформаційне забезпечення **Цілей сталого розвитку**.

Доступ користувачів до первинних звітних матеріалів сільськогосподарських підприємств регламентується положеннями статті №32 Доступ до мікроданих Закону "Про офіційну статистику", згідно яких передбачається, що центральний орган виконавчої влади з питань статистики має право надавати доступ до мікроданих у дослідницьких цілях та з метою виконання Україною взятих на себе зобов'язань у рамках міжнародних угод, якщо дані, що містяться у цих мікроданих, не дають змоги здійснити пряму ідентифікацію респондента, на підставі письмового запиту, в якому зазначаються найменування міжнародної угоди, підстава виконання зобов'язання, результат, що передбачається отримати, та обґрунтовується необхідність використання відповідних мікроданих для отримання такого результату.

В той же час зростає потреба великого кола користувачів агропромислового сектору в отриманні швидкої та достовірної інформації, яка базується на первинних звітних матеріалах сільськогосподарських товаровиробників. Можливість використовувати таку інформацію широкому загалу користувачів: від підприємців, фахівців державних та комерційних структур, науковців до студентів, буде дуже корисною для вирішення різноманітних аналітичних та прогнозних завдань вирощування та виробництва продукції сільського господарства, прийняття вірних управлінських рішень в діяльності підприємств, використання сучасних програмних засобів для визначення перспектив розвитку агропромислової галузі.

Користувачі повинні мати можливість, згідно своїх запитів до Державної служби статистики, отримувати потрібні порції інформації (мікроданих), які можна використовувати для своєї дослідницької роботи. Ознаками, для отримання мікроданих можуть виступати окремі об'єкти (записи): кліматична зона, область, район, територіальна громада, сільська рада, категорія господарювання, тип організаційно-правової форми підприємств, культура, вид продукції, рік та з іншого боку перелік окремих показників. Для реалізації цим можливостей необхідна: - наявність сукупності структурованих реляційних баз даних для кожної форми звітних матеріалів статистичної звітності підприємств, в яких буде зберігатись та накопичуватись інформація для кожного часового періоду; - наявність ключових полів, ознак, згідно яких будуть зв'язуватись БД між собою та відбиратись необхідна порція мікроданих; - створення програм, які дозволяють реалізувати автоматизацію вибірки необхідної інформації, їх обробку та отримання результативних матеріалів.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Цифрова економіка: тренди, ризики та соціальні детермінанти, центр Разумкова, видавництво "Заповіт", К., 2020. – 274 с.
2. Економіка та управління національним господарством, Концептуальні засади цифровізації економіки України, 2018, випуск 17;
3. Закон України "Про офіційну статистику" від 16.08.2022 р. № 2524-IX <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2524-20#Text>,
4. Опис національної моделі статистичного виробництва в органах державної статистики: [http://www.ukrstat.gov.ua/norm\\_doc/dok/nmsv.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/norm_doc/dok/nmsv.htm).

## SECTION 5. AUTOMATION, COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES, ROBOTICS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE/АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, РОБОТОТЕХНІКА, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ

**Лисенко В.П.**, доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5659-6806>  
lysenko@nubip.edu.ua

**Мартиненко О.І.**, доктор технічних наук, професор, Dalhousie University, Halifax, Canada.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2559-977X>  
alex.martynenko@dal.ca

**Болбот І.М.**, доктор технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5708-6007>  
igor-bolbot@ukr.net

### ПЕРСПЕКТИВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СКЛАДНИХ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

**Анотація.** Аграрний сектор економіки України, особливо його промислова складова, до складу котрої входять птахофабрики, тепличні комбінати, підприємства переробки сільськогосподарської продукції, демонструє в останні роки стабільно високі показники. Проте в структурі собівартості продукції таких виробництв енергетичні витрати суттєві й досягають, іноді 80% (тепличні комбінати з вирощування квіткової продукції). Окрім того, якість продукції, на оцінку котрої впливає людський фактор, у значній мірі визначає й рівень прибутковості таких підприємств. Традиційні ж системи автоматизації створювались без врахування цих обставин. Та й взагалі, людський фактор на виробництві створює додаткові ризики, тому майбутнє виробництво бачиться з мінімальною участю людини.

**Ключові слова:** алгоритми керування, мікроклімат, система керування, теплиця.

### ВСТУП

#### Постановка проблеми.

Аграрний сектор економіки України, особливо його промислова складова, до складу котрої входять птахофабрики, тепличні комбінати, підприємства переробки сільськогосподарської продукції, демонструє в останні роки стабільно високі показники. Проте в структурі собівартості продукції таких виробництв енергетичні витрати суттєві й досягають, іноді 80% (тепличні комбінати з вирощування квіткової продукції). Пояснюється зазначене, окрім високої вартості енергоносіїв в Україні, використанням для управління енергетичними потоками традиційних витратних стабілізаційних алгоритмів, де не враховуються: стани біологічної складової біотехнічного об'єкта, неповнота інформації про зв'язки таких станів із сукупністю факторів впливу, випадковістю факторів впливу, тощо. Окрім того, якість продукції, на оцінку котрої впливає людський фактор, у значній мірі визначає й рівень прибутковості таких підприємств. Традиційні ж системи автоматизації створювались без врахування цих обставин. Та й взагалі, людський фактор на виробництві створює додаткові ризики,

тому майбутнє виробництво бачиться з мінімальною участю людини. Перед підприємствами постають актуальними наступні задачі: мінімізувати енергетичні витрати, забезпечуючи продукцію заданої якості з максимально можливим обсягом; шляхом прогнозування визначати необхідні обсяги енергії для її замовлення в енергокомпаніях, для уникнення штрафних санкцій.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Сучасне високотехнологічне виробництво потребує нових інструментів та підходів до управління технологічними процесами, це підприємство, що виробляє продукцію, шляхом систематичного використання наукових та технічних знань. На сьогодні одним з напрямів розвитку автоматизації сучасного суспільства є сумісне використання декількох інструментів, включає робототехніку, штучний інтелект і інтелектуальне управління бізнес-процесами та технології інтернет речей.

### **Мета публікації.**

Метою дослідження є встановлення перспективних шляхів розвитку систем автоматизації в аграрному секторі.

## **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ**

Якими ж повинні бути в перспективі системи автоматизації в аграрному секторі?

По-перше, майбутня автоматизація не здатна реалізувати всі можливості в не пристосованих технологічних приміщеннях. Тому можна прогнозувати, що в найближчі роки відбудеться суттєва модернізація не лише технологій, а й технологічних приміщень, що дасть можливість змінювати технологічні умови в окремих частинах простору технологічних приміщень.

По-друге, важливо оцінювати: стани біологічного наповнення технічного об'єкта, їх залежності від факторів впливу та врахуванні цього при формуванні стратегій керування. Зазначене можливе за рахунок проведення додаткових досліджень фахівцями-технологами.

По-третє, природні збурення (температура, вологість, сонячна радіація тощо) змінюються за випадковими законами, що ускладнює їх прогнозування та створює в технологічних приміщеннях умови, відмінні від пропонованих технологами, а це негативно впливає на економічні показники виробництва.

По-четверте, роботи поступово упродовжуються у виробництво, у тому числі в аграрному його секторі, звільнюючи уже тепер обслуговуючий персонал від рутинної роботи (молочні ферми, тепличні комбінати).

По-п'яте, на сьогодні роль диспетчера в автоматизованій системі управління величезна. Він бере на себе відповідальність за результати виробництва на поточний момент, що не завжди відбувається найкращим чином. Величезну кількість інформації, що надходить до оператора, неможливо оцінити швидко та прийняти найкраще рішення, що гарантувало б підприємству найбільш можливий прибуток. Заміною оператору стає штучний інтелект, який здатний упоратись із такою задачею. Важливо фактом при цьому є те, що штучний інтелект створює умови для проявів синергетичного ефекту, коли створена на основі нейронної мережі база знань забезпечує самонавчання системи автоматизації.

По-шосте, розсосередженість виробництв аграрного сектору створює додатковий фактор ризику: обмежена кількість обслуговуючого персоналу, який уже на сьогодні в дефіциті і не лише в Україні, не завжди якісно обслуговує виробництво і, у тому числі системи автоматизації. Вирішення такої проблеми бачиться у використанні технологій Інтернет речей, що передбачає застосування в управлінні окремими об'єктами глобальної мережі.



По-сьоме, обмеженість енергетичних ресурсів в Україні спричиняє суттєве підвищення їх вартості. У першу чергу зазначене стосується природного газу, а тому йому шукають заміну. Оскільки Україна має значні ресурси рослинних решток, вбачається перспективним їх зброджування для отримання біогазу. У перспективі вбачається таким чином отримувати близько третини газу для його використання як в побуті, так для промислових цілей. Для автоматизації тут величезне поле діяльності.

По-восьме, важливо вибрати вірний критерій для управління складним біотехнічним об'єктом. За нашим переконанням таким критерієм має бути максимізація прибутку із обмеженням якості продукції, що виробляється. Саме такий підхід створює всі умови для вдосконалення технологій виробництва та забезпечує необхідну якість продукції.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, у найближчі 10 років вісім зазначених пунктів неупинно формують майбутнє автоматизації. Це реконструкція технологій і технологічних приміщень, використання якомога повнішої інформації про стани біологічного наповнення біотехнічних об'єктів при формуванні стратегій управління, прогнозування динаміки природних збурень та використанні результатів в управлінні, роботизація виробництва, використання штучного інтелекту для формування стратегій управління, що максимізують прибуток виробництва за умов забезпечення заданої якості продукції, використання поновлювальних джерел енергії та застосуванні технологій Інтернет речей для дистанційного управління відповідними об'єктами.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Lysenko V., Bolbot I., Lendiel T., Nakonechna K., Kovalskiy V., Rysynets N., Amirgaliyev K., Nurseitova K. Mobile robot with optical sensors for remote assessment of plant conditions and atmospheric parameters in an industrial greenhouse. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2021, 12040, 80-89. 2021/11/3.
2. Lysenko, V., Koval, V., Bolbot, I., Nakonechna, K., Bolbot, A. The Criterion of the Effective Use of Energy Resources while Producing Plant Products of Specified Quality. CEUR Workshop Proceedings, 2021, 3200, p. 80-85.
3. Шворов С.А., Лукін В.Е. Побудова інтелектуальних систем навчання - Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2011
4. Заєць, Н. А., Дудник А. О., Якименко І. Ю. Експериментально-статистичне дослідження теплиці як об'єкта керування з метою підвищення ресурсоефективності виробництва / Енергетика і автоматика. – 2017. – №4 (34). – С. 200–211.
5. Dmytro Polishchuk, Vitaliy Lysenko, Serhii Osadchiiy, Nataliia Zaiets Intellectual Scenario-synergetic Control of the Humidity and Temperature Regime of the Greenhouse Facilities. International Journal of Computing. Ternopil National Economic University, Vol 21, No 3. P.311-317. 2022 (SCOPUS) <https://doi.org/10.47839/ijc.21.3.2686>.

## Михайло Степанов

К.т.н., доцент

Місце роботи: ОНТУ каф. АТП і РС, Одеса, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1297-5537>

E-mail: [stepanov197818@gmail.com](mailto:stepanov197818@gmail.com)

## ІНВАРІАНТНА САР З ПОШУКОВОЮ ОПТИМІЗАЦІЄЮ КОЕФІЦІЄНТА ПЕРЕДАЧІ У МОДЕЛІ КОРИГУВАЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

**Анотація.** У статті розглядається система автоматичного регулювання яка реалізує комбінований принцип керування з інваріантністю відносно дії контрольованих збурень. При побудові інваріантної системи автоматичного регулювання використовувався принцип двоканальності Б.Н. Петрова. За цим принципом математична модель коригувального зв'язку включає в себе математичні моделі об'єкту керування за каналами дії контрольованих збурень та каналу керування. Динамічна точність системи автоматичного регулювання інваріантної до контрольованих збурень залежить від точності завдання цих моделей зокрема їх параметрів. Результатами моделювання підтверджено, що динамічна точність системи значно залежить від значення коефіцієнта передачі у математичній моделі коригувального зв'язку і ця залежність має екстремальний характер. Коефіцієнт передачі моделі коригуючого зв'язку дорівнює відношенню коефіцієнта передачі моделі об'єкту керування за каналом дії контрольованого збурення до коефіцієнта передачі моделі об'єкту за каналом керування. В умовах параметричної невизначеності і нестационарності властивостей об'єкту керування значення цих коефіцієнтів на етапі синтезу системи автоматичного регулювання можуть бути отримані лише приблизно та в процесі експлуатації значно змінюватися. Тому запропоновано оптимальне значення коефіцієнту передачі коригувального зв'язку визначати безпосередньо при роботі системи регулювання у реальному часі з використанням екстремального пошукового алгоритму із запам'ятовуванням екстремуму. У статті наведено приклад структурної схеми такої системи. В ній передбачено не тільки реалізацію безпосередньо екстремального пошукового алгоритму, а і спеціальних алгоритмів автоматичного включення та зупинки пошукового алгоритму. Дослідження роботи системи проводилися методом імітаційного моделювання в середовищі Simulink системи MatLab. Результати моделювання підтверджують працездатність розробленої системи і ефективність її роботи в умовах зміни коефіцієнтів передачі у каналах об'єкту керування під час його експлуатації.

**Ключові слова:** динамічна точність; система автоматичного регулювання; інваріантність; коефіцієнт передачі; оптимізація.

### 1. ВСТУП

Побудова САР інваріантних до контрольованих збурень на основі принципу двоканальності Б.Н. Петрова дозволяє значною мірою компенсувати наслідки дії цих збурень і знизити похибки стабілізації. В САР яка побудована за цим принципом математична модель коригувального зв'язку включає в себе математичні моделі об'єкту керування за каналами дії контрольованих збурень та каналу керування. Динамічна точність системи інваріантної до контрольованих збурень залежить від точності завдання цих моделей, зокрема їх параметрів.

Для об'єктів технологічного типу коефіцієнти передачі за каналами контрольованих збурень та керування на етапі синтезу САР відомі не точно, а в процесі експлуатації об'єкту можуть суттєво змінюватися. Тому запропоновано оптимальне значення коефіцієнту передачі коригувального зв'язку визначати безпосередньо при роботі системи регулювання у реальному часі з використанням екстремального пошукового алгоритму із запам'ятовуванням екстремуму.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В інженерній практиці досить часто реалізують комбіновані САР інваріантні до контрольованих збурень [1]. Готові програмні модулі для реалізації таких систем інтегрують безпосередньо у бібліотеки

сучасних програмних середовищ (наприклад середовище SIMATIC PCS 7) [2]. При реалізації систем інваріантних до контрольованих збурень параметри коригувального зв'язку залишають фіксованими, що в умовах нестационарних властивостей ОК може знижувати їх динамічну точність.

Наведені в [3] результати досліджень показують що побудова САР інваріантних до контрольованих збурень з алгоритмами прогнозування контрольованих збурень та оптимізацією інтервалу прогнозування у реальному часі на основі екстремального пошукового алгоритму із запам'ятовуванням екстремуму дозволило значною мірою покращити динамічну точність системи регулювання.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є підвищення динамічної точності САР інваріантної до контрольованих збурень в умовах коли коефіцієнти передачі в каналах дії контрольованих збурень та каналі керування в процесі експлуатації об'єкта можуть суттєво змінюватися за рахунок пошукової оптимізації коефіцієнта передачі у математичній моделі коригувального зв'язку.

## 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для проведення досліджень як основний використовувався метод імітаційного моделювання в середовищі Simulink системи Matlab. На рисунку 1 представлена залежність критерію оптимальності (I - середньоквадратичне відхилення помилки регулювання) від коефіцієнту передачі коригувального зв'язку та структурна схема інваріантної САР з екстремальним пошуковим алгоритмом оптимального значення коефіцієнта передачі  $k_m$  в моделі коригувального зв'язку.

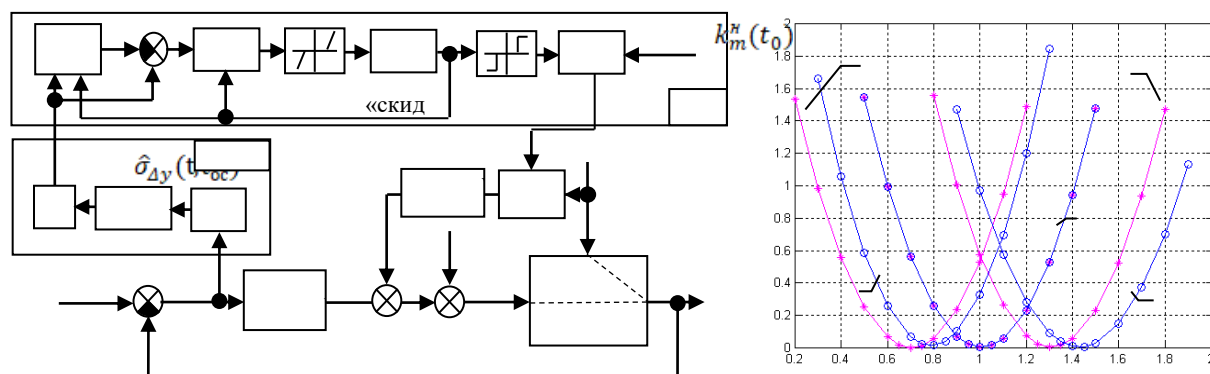


Рисунок 1. Структурна схема інваріантної САР з оптимізацією коефіцієнта передачі  $k_m$  в моделі коригувального зв'язку та залежність критерію оптимальності від коефіцієнту передачі коригувального зв'язку при різних значеннях нормованих коефіцієнтів передачі  $k_{uy}^n$  і  $k_{ky}^n$  в каналах керування та дії контрольованих збурень.

Для оптимізації коефіцієнта передачі  $k_m$  в моделі коригувального зв'язку структурна схема інваріантної САР була доповнена блоком розрахунку критерію «БРК» і блоком оптимізації «БО». У «БРК» виконується розрахунок оцінки середньоквадратичного відхилення помилки регулювання  $\hat{\sigma}_{\Delta y}(t, t_{oc})$  на ковзному інтервалі часу. Розрахунок  $\hat{\sigma}_{\Delta y}(t, t_{oc})$  виконується методом експоненціального осереднення. У «БО» детектор зростаючого сигналу (ДЗС) перетворює  $\hat{\sigma}_{\Delta y}(t, t_{oc})$  в зворотний сигнал і «пропускає» через себе тільки його зростаюче значення. У тому випадку, якщо сигнал починає зменшуватися, то на виході детектора залишається максимальне значення сигналу. Фільтр низьких частот (ФНЧ) і зона нечутливості (ДТ) служать захистом від шумів, попереджаючи неправильні реверси. Пристрій реверсу (ПР) видає імпульс на 3-х

позиційне реле, яке змушує виконавчий пристрій (ВП) (інтегратор) змінювати на своєму виході значення  $k_m^*(t)$ . У момент реверсу через запізнення (його значення відповідає еквівалентному запізнюванню в каналі керування) видається сигнал «скидання», який обнуляє ФНЧ, і на вихід ДВС записує поточне значення сигналу зворотного  $\hat{\sigma}_{\Delta y}(t, t_{oc})$ .

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

На рисунку 2 представлені фрагменти моделювання САР при лінійній зміні коефіцієнту передачі моделі ОК за каналом дії контрольованого збурення  $k_{\text{кгу}}$ .

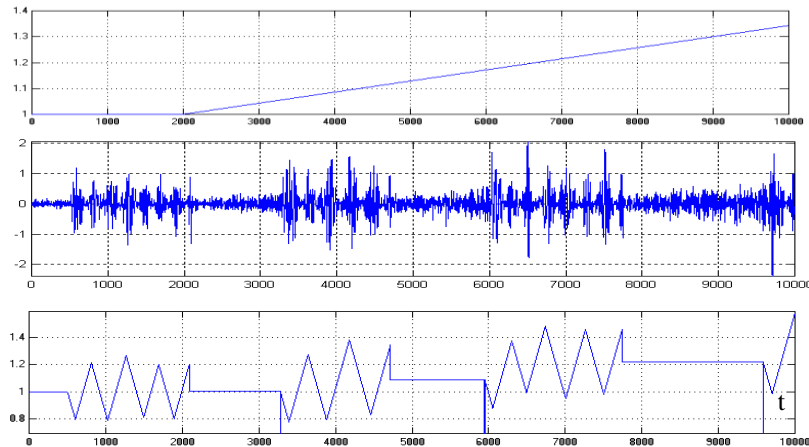


Рисунок 2. Динаміка зміни коефіцієнту передачі моделі ОК за каналом дії контрольованого збурення  $k_{\text{кгу}}$ , регульованої змінної  $y(t)$  та коефіцієнта  $k_m$  при моделювання роботи інваріантної САР і роботи пошукового алгоритму оптимізації.

Аналізуючи результати (рис.2) можна зробити висновок що система ефективно відслідковує зміни коефіцієнта передачі  $k_{\text{кгу}}$  періодично вмикаючи пошуковий алгоритм оптимізації  $k_m$  і фіксуючи його нове оптимальне значення  $k_m^*$  при якому забезпечується мінімальне поточне значення показника якості I.

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати моделювання підтверджують працездатність розробленої системи і ефективність її роботи в умовах зміни коефіцієнтів передачі у каналах об'єкту керування. Система визначає оптимальні значення як при фіксованих значеннях коефіцієнтів передачі у каналах ОК так і при їх зміні. До недоліків системи можна віднести втрати на пошук, що виникають при її роботі. Зменшення втрат на пошук виконано шляхом застосування спеціальних алгоритмів які у разі необхідності вмикають алгоритм пошуку на нетривалий час.

### ПОСИЛАННЯ

- [1] SIMATIC Dynamic Disturbance 1.0, Beitrags-ID: 38755516. Siemens AG, 10/2009. 28p.
- [2] Siemens AG, Sektor Industry: Online-Hilfe zur PCS7 Advanced Process Library V7.1, Nov. 2008.
- [3] M.T. Stepanov et al. "Systema avtomatichnogo reguluvannya invariantna do kontrolovanykh zburen z prognozuvannyam sygnalu korekciyi po kubichnomu splajnu", Avtomatizatsiya tehnologichnih ta biznes-protsesiv", no.1, vol 12, pp.67-74, 2020.

**Алла Абрамова**

к.т.н, доцент, доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

ORCID ID 0000-0003-3475-8584

[alla\\_abramova@ukr.net](mailto:alla_abramova@ukr.net)

## БАГАТОРІВНЕВА ОРГАНІЗАЦІЯ МЕРЕЖЕВОЇ ВЗАЄМОДІЇ СИСТЕМ У NETCRACKER

**Анотація.** Проаналізовано специфіку багаторівневої організації мережевої взаємодії систем на основі прийому декомпозиції. Описано семирівневу модель OSI, що визначає різні рівні взаємодії систем, яка є основою для створення комп'ютерних мереж. Описано основні можливості програмного пакету Netcracker. Вивчено застосування програмного пакету Netcracker для створення багаторівневого проекту. Метою роботи є висвітлення специфіки реалізації багаторівневої організації мережевої взаємодії у програмному комплексі Netcracker. В результаті роботи побудовано багаторівневу мережу на основі архітектури "клієнт-сервер" із заданим обладнанням. Описано повну послідовність дій для побудови багаторівневого проекту.

**Ключові слова:** Netcracker, модель OSI, комп'ютерна мережа, багаторівневий проект.

### 1. ВСТУП

Організація взаємодії між пристроями у мережі є складним завданням. Як відомо, для розв'язання складних завдань використовується універсальний прийом - декомпозиція, тобто розбиття однієї складної задачі на більш простих задач-модулів. Процедура декомпозиції включає чітке визначення функцій кожного модуля, що вирішує окреме завдання, і інтерфейсів між ними [1].

Багаторівневе уявлення засобів мережевої взаємодії має власну специфіку, що з процесі обміну повідомленнями беруть участь дві машини, тобто у разі необхідно організувати узгоджену роботу двох «ієрархій».

**Метою роботи** є висвітлення специфіки реалізації багаторівневої організації мережевої взаємодії у програмному комплексі Netcracker.

### 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

На початку 80-х років низка міжнародних організацій зі стандартизації – ISO, ITU-T та деякі інші – розробили модель, яка відіграла значну роль у розвитку мереж. Ця модель називається модель взаємодії відкритих систем (Open System Interconnection, OSI) або модель OSI [2]. Модель OSI визначає різні рівні взаємодії систем, дає їм стандартні імена та вказує, які функції має виконувати кожен рівень. Модель OSI була розроблена на підставі великого досвіду, отриманого при створенні комп'ютерних мереж, в основному глобальних, у 70-ті роки. У моделі OSI засоби взаємодії поділяються на сім рівнів: прикладний, представницький, сеансовий, транспортний, мережевий, каналний та фізичний. Кожен рівень має справу з одним певним аспектом взаємодії мережевих пристроїв.

NetCracker® – програмний пакет, розроблений компанією NetCracker Technology, дозволяє створювати проекти обчислювальних мереж різної складності топології і проводити їх аналіз використовуючи технологію імітаційного моделювання. Область застосування пакету NetCracker – створення проекту мережевого рішення, тестування цього рішення і документування остаточного варіанту. База даних обладнання допускає, хоча і з деякими обмеженнями, додавання нового обладнання з характеристиками, які задаються користувачем [3].

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1. Створення та наповнення нового багаторівневого проєкту у Netcracker

Створимо новий проєкт. У браузері пристроїв знайдемо Buildings, campuses and LAN workgroups. Перенесемо один з об'єктів Building на робочу область. Розкриємо проєкт і в контекстному меню виберемо команду Expand, це створить новий підрівень.

Наповнимо проєкт використовуючи архітектуру "клієнт-сервер". Архітектура клієнт – сервер (client-server architecture) – це концепція інформаційної мережі, в якій основна частина її ресурсів зосереджена в серверах, обслуговуючих своїх клієнтів. Розглянута архітектура визначає два типи компонентів: сервери і клієнти. Використаємо сконфігуровані пристрої. У браузері розкриємо LAN workstation і оберемо Ethernet workstation у вікні Building. Далі робимо дублікати у меню Edit – Duplicate. У Devices розкриваємо Switches –>Workgroup –>Ethernet –>Generic devices. Ethernet switch з'явиться в панелі зображень пристроїв, там оберемо комутатор. Створимо зв'язок від робочої станції до комутатора. Зв'яжемо комутатор з другою робочою станцією. Зробимо поточним вікно сайту Top. Виберемо Buildings, campuses і LAN workgroups в браузері пристроїв. Виберемо і перенесемо робочу групу у вікно сайту Top. З'єднаємо робочу групу і Building. Встановлюємо з'язок між Ethernet Switch в вікні сайту Building та Workgroup сайту Top. З'явиться діалог Асистента зі зв'язків та обираємо Link для завершення зв'язку. Тепер робоча група і Building з'єднані. Додамо дві станції з E-mail сервером та дві без сервера. У браузері пристроїв знайдемо розділ "Network and enterprise software" і обираємо "Server software". З'являться доступні типи серверів. Перенесемо E-mail server на дві робочі станції. Встановимо клієнт-серверний трафік (Set traffic - E-mail). У вікні сайту Top клацнемо робочу групу Workgroup, потім у вікні Building оберемо робочу станцію без серверного програмного забезпечення, у вікні обрання трафіку виберемо Small office environment. Запустимо мережу (Рис.1).

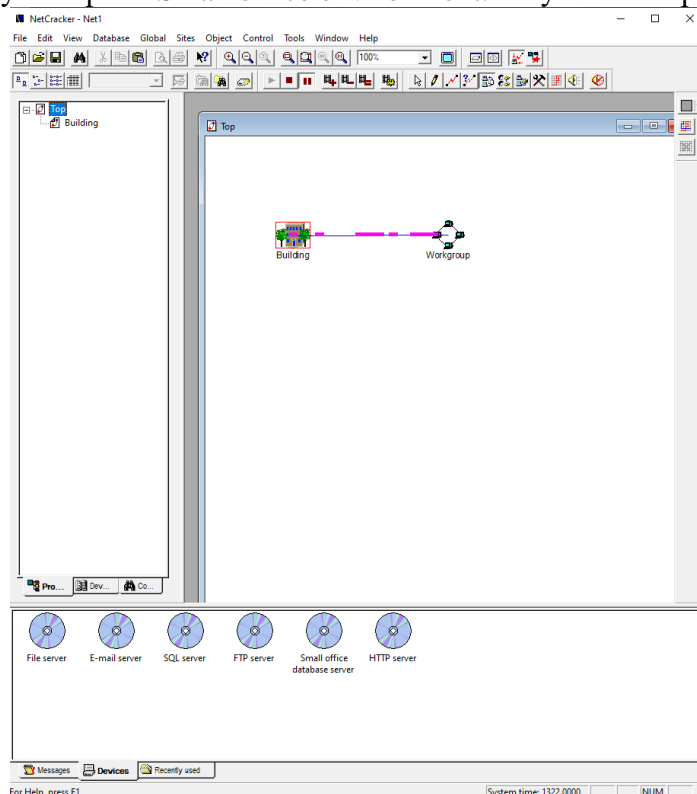
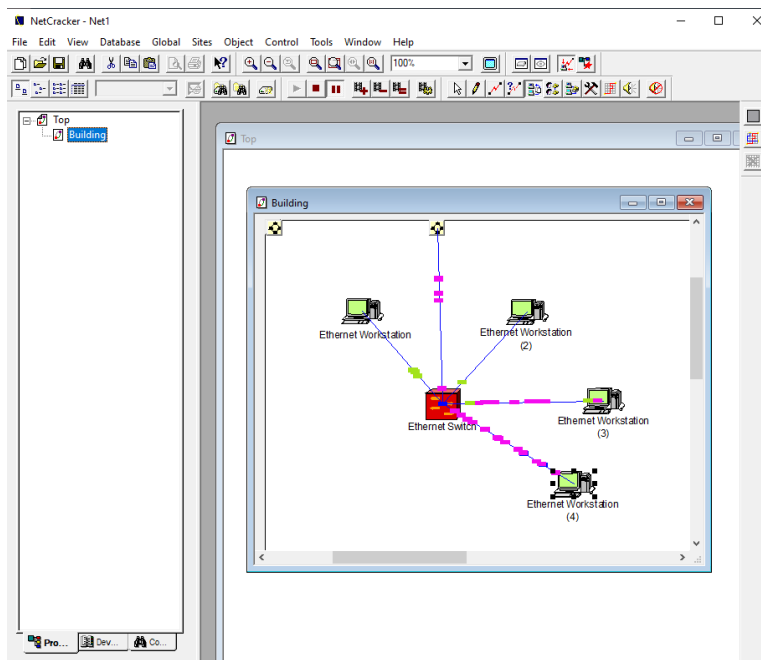


Рисунок 1. Запуск мережі





*Рисунок 2. Результат роботи*

Отже, побудований багаторівневий проект використовуючи архітектуру "клієнт-сервер".

#### **4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

NetCracker дозволяє розробляти багаторівневі проекти із заданим проектувальником ступенем деталізації; при цьому є досить зручний інтерфейс та засоби швидкого перегляду всіх рівнів проекту. Для реалізації функцій імітаційного моделювання у складі NetCracker передбачені засоби завдання характеристик трафіку різних протоколів; засоби візуального контролю заданих параметрів; засоби накопичення статистичної інформації та формування звітної документації про проведені експерименти.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Комп'ютерні мережі : підручник / С.В. Буров. – Львів : Магнолія 2006, 2010. – 262 с. - (Вища освіта в Україні).
2. Комп'ютерні мережі. Загальні принципи функціонування комп'ютерних мереж : навчальний посібник / С.В. Мінухін, С.В. Кавун, С.В. Знахур; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний економічний університет. – Харків : ХНЕУ, 2008. – 208 с.
3. NetCracker Professional [Електронний ресурс]: Users Guide and Reference Manual// <http://www.netcracker.com>

### **Дмитро Ковальчук**

Кандидат технічних наук, старший викладач

Місце роботи: Одеський національний технологічний університет (кафедра Автоматизації технологічних процесів і робототехнічних систем), м. Одеса, Україна

ORCID ID: 0000-0003-0549-5244

[radiolomaster@gmail.com](mailto:radiolomaster@gmail.com)

### **Олександр Мазур**

Кандидат технічних наук, доцент

Місце роботи: Одеський національний технологічний університет (кафедра Автоматизації технологічних процесів і робототехнічних систем), м. Одеса, Україна

ORCID ID: 0000-0001-7104-9010

[mazur.av.ua@gmail.com](mailto:mazur.av.ua@gmail.com)

### **Віктор Хобін**

Доктор технічних наук, професор

Місце роботи: Одеський національний технологічний університет (кафедра Автоматизації технологічних процесів і робототехнічних систем), м. Одеса, Україна

ORCID ID: 0000-0003-0238-8371

[khobin@ontu.edu.ua](mailto:khobin@ontu.edu.ua)

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ПАРОВОПІТРЯНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ПАРОКОМПРЕСІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ**

**Анотація.** Розглянуто актуальність і необхідність застосування систем, що дозволяють утилізувати тепло пароповітряних сумішей як енергетичних відходів. Розглянуто різні варіанти утилізації на прикладі газових котлів, як джерела великої кількості енергетичних відходів у вигляді димових газів, виділені їх недоліки. Для більш глибокої утилізації тепла пароповітряних сумішей запропоновано можливість застосування теплового насоса, а також удосконалення системи автоматичного керування процесом утилізації тепла димових газів з тепловим насосом у складі, для подальшого підвищення енергетичної ефективності. Представлена параметризована схема технологічного процесу утилізації тепла димових газів. Наведені результати експериментів, по дослідженню процесу утилізації в автоматичному режимі на фізичній моделі, розробленій авторами. Проведено аналіз результатів. Виконана структурна ідентифікація процесу утилізації тепла димових газів як об'єкту керування, виділені основні канали керування, перехресні зв'язки між ними, та найбільш впливові збурення. Складено параметричну схему процесу як об'єкту керування. Проведено параметричну ідентифікацію основних каналів керування, перехресних зв'язків та контрольованих збурень в ході якої отримані математичні моделі основних каналів перетворення координатних дій.

**Ключові слова:** дослідження, тепловий насос, утилізація тепла, статичні характеристики, динамічні характеристики.

### **1. ВСТУП**

Постійне зростання вартості енергоносіїв все більш загострює питання енергозбереження. Одним з заходів, що дозволяє знизити енергетичні витрати на ведення технологічного процесу, є утилізація теплової енергії енергетичних відходів, що утворюються при веденні технологічного процесу.

### **2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ**

У [1, 2] було розглянуто тепловий потенціал пароповітряних сумішей (ППС), які уявляють собою енергетичні відходи технологічних процесів та актуальність застосування систем утилізації їх тепла. Це дозволяє зменшити енергетичні витрати на ведення технологічного процесу та знизити собівартість готової продукції. Значну кількість енергетичних відходів утворює теплогенеруюче обладнання на базі газових



котлів. Найбільш суттєвими є втрати з димовими газами, які можуть складати до 15% [3].

Різноманітні системи утилізації тепла димових газів, поширені у промисловості, розглянуто та досліджено у багатьох джерелах, зокрема у [4]. Для отримання максимально можливої кількості теплової енергії необхідно охолодити димові гази суттєво нижче точки конденсації водяного пару, що входить до їх складу. Глибина утилізації тепла димових газів буде залежати від того, наскільки вони переохолоджені відносно точки роси.

Для всіх цих засобів існує загальна проблема – для максимальної утилізації тепла потрібно мати навантаження у вигляді споживача теплової енергії з низьким температурним потенціалом (від 10 до 30 °С). Тому одним з можливих рішень побудови системи глибокої утилізації тепла є застосування теплового насоса (ТН). Це дозволяє знизити температуру охолодження ППС і підняти температурний потенціал отриманої теплової енергії, що суттєво збільшує кількість варіантів можливого її застосування та дозволяє підвищити ефективність системи утилізації в цілому. При зниженні температури охолодження димових газів, глибина утилізації теплової енергії росте, однак при цьому і зростають питомі витрати енергії на роботу теплового насоса і знижується енергетична ефективність системи утилізації в цілому.

Підвищення енергетичної ефективності та надійності системи глибокої утилізації з використанням ТН можливе за рахунок розробки та впровадження вдосконалених алгоритмів керування. Цей етап потребує великої кількості попередніх досліджень. Із застосуванням фізичної моделі було проведено ряд експериментів з дослідження процесу утилізації тепла ППС як об'єкту керування (ОК).

Параметризована схема процесу глибокої утилізації тепла з використанням ТН представлена на рисунку 1.

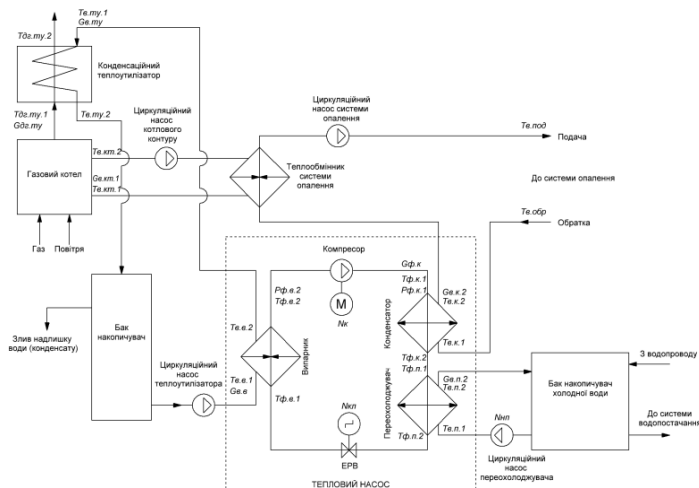


Рисунок 1. Параметризована схема процесу глибокої утилізації тепла з використанням теплового насоса

Аналіз літературних джерел [1-4] показує, що для забезпечення нормальної роботи ТН в системі управління ним повинні бути присутні мінімум 2 контури керування:

1. Контур керування температурою перегріву парів холодоагенту на виході випарника. Він забезпечує, з одного боку, відсутність в складі холодоагенту на вході в компресор крапельної фази, а з іншого боку - максимально можливе завантаження випарника. При цьому величина перегріву вираховується як різниця між температурою парів холодоагенту на виході випарника та кінцевою температурою кипіння холодоагенту, вирахованою по рівню тиску парів холодоагенту на виході випарника.

2. Контур керування продуктивністю ТН. Регульованою координатою контуру є температура охолоджуючої води на виході випарника.

Основними збуджуючими змінними для цих контурів регулювання є температури води на вході випарника та конденсатора.

### **3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ**

При дослідженні режимів роботи теплового насосу були отримані сімейства квазістатичних та динамічних характеристик теплового насоса як об'єкта керування (ОК) по основних каналах керування та контрольованих збурень.

Отримані залежності демонструють суттєвий вплив режиму роботи конденсатора та режиму роботи компресора на тиск холодоагенту на виході випарника. Це свідчить про наявність значного перехресного зв'язку і сильного збурення в ОК.

Виходячи з фізичної суті теплових процесів, що протікають в ОК, відомо, що відносно у повній мірі математично ці процеси можуть бути описані нелінійними диференціальними рівняннями. Але також відомо, що номінальний режим функціонування ОК пов'язаний з порівняно вузьким діапазоном змін регульованих координат. А в такому діапазоні процеси можуть бути описані лінійними диференціальними рівняннями, тобто припустимою є лінеаризація моделі ОК. Результати експериментів підтверджують, що основні канали системи УТДГ як об'єкта керування, який відноситься до класу теплових об'єктів, мають властивість самовирівнювання, тому їх математичні моделі можуть бути описані передатними функціями першого та другого порядку.

### **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Застосування теплових насосів у системах утилізації тепла пароповітряних сумішей є перспективним напрямом, оскільки дозволяє утилізувати більшу кількість теплової енергії, що в решті-решт призведе до зниження споживання енергії технологічним процесом. Однак для досягнення максимальної енергетичної ефективності необхідна розробка вдосконалених алгоритмів керування тепловим насосом та процесом утилізації в цілому.

### **ПОСИЛАННЯ**

- [1] Tyurin M. P. et al, "Effektivnyie tipovyye ustroystva dlya utilizatsii teploty ot teplotehnologicheskogo oborudovaniya" in *Uspehi v himii i himicheskoy tehnologii*, vol. 24, no. 1, p. 106, 2010.
- [2] A. B. Suhotskiy, "Vtorichnyie energeticheskie resursyi", 2014.
- [3] D.A. Kovalchuk [D. A. Kovalchuk, A. V. Mazur, S. S. Hudz], "Otsenka energeticheskoy effektivnosti gazovogo kondensatsionnogo vodogreynogo kotla kak ob'ekta upravleniya" in *Naukovi pratsi ONAHT*, vol. 80, no. 2, 2017.
- [4] ZhovmIr M.M., "UtilizatsIya nizkotemperaturnoyi teploti produktiv zgorannya paliv za dopomogoyu teplovih nasosiv" in *Promyshlennaya teplotehnika*, vol. 30, no. 2, pp. 90-98, 2008.

**Сергій Андрійович Шворов**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (кафедра автоматичної та  
робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка), Київ, Україна  
0000-0003-3358-1297  
[sosdok@nubip.edu.ua](mailto:sosdok@nubip.edu.ua)

**Віктор Миколайович Поліщук**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (кафедра охорони праці і  
біотехнічних систем в тваринництві), Київ, Україна  
0000-0002-9654-9051  
[polischuk.v.m@gmail.com](mailto:polischuk.v.m@gmail.com)

**Наталія Анатоліївна Пасічник**

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (кафедри агрохімії та якості  
продукції рослинництва), м. Київ, Україна  
0000-0002-2120-1552  
[n.pasichnyk@nubip.edu.ua](mailto:n.pasichnyk@nubip.edu.ua)

**Тарас Сергійович Давиденко**

Аспірант  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (кафедра автоматичної та  
робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка), Київ, Україна  
0000-0003-0277-6892  
[davidenkotaras009@gmail.com](mailto:davidenkotaras009@gmail.com)

**Євгеній Олексійович Дворник**

Аспірант  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (кафедра технічного сервісу і  
інженерного менеджменту імені Н.П. Момотенка), Київ, Україна  
0000-0002-5982-8983  
[dvornykevgen@gmail.com](mailto:dvornykevgen@gmail.com)

## МЕТОД АВТОМАТИЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ СУБСТРАТУ ДЛЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

**Анотація.** Метою роботи є обґрунтування методу автоматизації підготовки оптимального складу дозування різних видів органічних відходів до субстрату біогазової установки. Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання: визначався вихід біогазу з додаванням до субстрату різних обсягів органічних відходів при періодичному завантаженні метантенка; на основі отриманих експериментальних графічних даних здійснювалось знаходження інтервалу унімодалності для максимального виходу біогазу; за допомогою методу дихотомії розраховувався оптимальний обсяг дозування різних видів органічних відходів до субстрату для квазібезперервного завантаження метантенка. Експериментальні графічні дані виходу біогазу з додаванням різного складу органічних відходів отримані при проведенні досліджень на лабораторній біогазовій установці корисним об'ємом 30 л і газгольдера мокрого типу. Обробка та відображення експериментальних даних здійснювалось за допомогою спеціального програмного забезпечення автоматизованого робочого місця оператора-технолога, що забезпечує за даними експериментальних досліджень виходу біогазу при періодичному режимі завантаження субстрату з використанням методу дихотомії визначати оптимальні обсяги органату, крохмалю, борошна, сироватки, стічних вод виноробних виробництв, сирого гліцерину, фузу, соапстоку та мелясної барди для квазібезперервного завантаження метантенка. В результаті проведених досліджень з використанням автоматизованого робочого місця оператора-технолога визначається оптимальна рецептура дозування різних видів органічних відходів для інтенсифікації зброжування субстрату в біогазовій установці. В умовах енергетичної кризи значимість

результатів досліджень полягає в тому, що при оптимальному додаванні в метантенк за допомогою спеціальних дозаторів вказаних косубстратів вихід біогазу збільшується в 1,5 рази і вище, підвищується виробництво теплової і електричної енергії, а також високоякісних органічних добрив.

Ключові слова: біогазові установки, метантенк, субстрат, органічні відходи, суха органічна речовина, метанове бродиння, біогаз.

## 1. Вступ

У зв'язку з зростанням вартості природного газу, постійним зменшенням його запасів та погіршенням екологічної обстановки у світі спостерігається підвищений інтерес до перспективних альтернативних джерел енергії. Одним із таких джерел є біогаз (метан) – паливний газ, отриманий в результаті анаеробної ферментації органічної сировини. Даний процес здійснюється у спеціальних резервуарах – метантенках біогазових установок (БГУ). В якості сировини, як правило, використовуються відходи тваринництва та птахівництва. Для підвищення виробництва біогазу на заході застосовують в БГУ рослинну біомасу. Повна автоматизація всіх процесів моніторингу рослинної біомаси із застосуванням космічних апаратів та безпілотних літальних апаратів для біогазових установок та її збирання за допомогою безпілотних комбайнів входить до стратегії розвитку сучасних агропромислових і машинобудівних компаній світу. Україна належить до країн із розвиненим сільським господарством, продукція якого не лише переробляється та використовується в Україні, а й у значній кількості експортується за кордон. При цьому особливо актуальним є проблема переробки сільськогосподарських відходів в БГУ.

**Постановка проблеми.** Як відомо, в сучасних БГУ для отримання біогазу часто використовується гній великої рогатої худоби (ВРХ). Однак, вихід біогазу при його зброджуванні за допомогою БГУ відносно низький. Тому актуальним завданням в умовах енергетичної кризи є підвищення виходу біогазу з гною ВРХ за рахунок оптимального додавання до субстрату різних видів органічних відходів як стимулюючих процес бродиння добавок. Однак, на даний час недостатньо повно вирішена проблема визначення обсягів додавання таких добавок, відсутні засоби автоматизації підготовки оптимального складу субстрату для біогазових установок.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** показує, що дозування вхідних субстратів та спеціальних домішок для БГУ відбувається на основі особистого досвіду оператора. У даному випадку неоптимальне керування процесом завантаження субстратом БГУ призводить до неефективного її використання [1], [2], [3]. Перспективним напрямком усунення зазначеного недоліку є розробка та використання в математичному забезпеченні системи управління БГУ спеціального методу оптимального дозування вхідних субстратів та спеціальних домішок.

**Метою дослідження** є розробка методу автоматизації підготовки оптимального складу субстрату для БГУ.

## 2. Методи дослідження

Для проведення експериментальних досліджень використовувалась лабораторна БГУ з метантенком корисним об'ємом 30 л з фіксацією виходу біогазу за допомогою мокрого газгольдера. Режим завантаження субстрату в метантенк – періодичний, температурний режим роботи БГУ – мезофільний.

Вихід біогазу при зброджуванні гною ВРХ незначний, що не дозволяє швидко окупити капіталовкладення. Як показують результати досліджень для покращення виходу біогазу доцільно до субстрату додавати косубстрати органічних відходів: сирий гліцерин, розмелене некондиційне зерно хлібних злаків, соапсток, фуз, меляса, барда та

інші. При додаванні вказаних косубстратів у незначній кількості вихід біогазу збільшується, при додаванні великих обсягів домішок – вихід біогазу незначний.

Організація оптимального дозування різних видів органічних відходів базується на знаходженні таких обсягів стимулюючих процес бродіння домішок, при яких на кожному етапі функціонування БГУ забезпечується максимальний вихід біогазу. Після отримання даних експериментальних досліджень щодо дозування різних видів органічних відходів, за допомогою АРМ оператора-технолога проводиться їх обробка для виявлення певних закономірностей, характеру зв'язків між рівнями факторів ( $x$ ) і функціями відгуку ( $y$ ). Обробка результатів досліджень з використанням АРМ здійснюється як для всіх отриманих даних (генеральна сукупність), так і вибірково для частини отриманих даних (вибіркова оцінка).

Загальна постановка задачі оптимізації передбачає наявність одного параметра оптимізації  $x$  (обсяги домішок) і цільової функції  $f(x) \rightarrow \max$  (вихід біогазу), що визначається в області допустимих значень  $x \in D$ , де  $D=[a, b]$ , а  $a$  і  $b$  – дійсні числа. В залежності від налаштування оптимального калькулятора пошук оптимуму може бути обмежений пошуком мінімального значення, що не грає суттєвої ролі, оскільки пошук максимуму  $f(x)$  еквівалентний пошуку мінімуму –  $f(x)$ .

Сутність методу автоматизації підготовки оптимального складу субстрату для отримання максимальних обсягів біогазу полягає в тому, що на основі статистичної обробки експериментальних даних будуються графіки залежності виходу біогазу для різних складів субстрату та визначається інтервал унімодальності, в межах якого методом дихотомії знаходиться оптимальний склад субстрату, що забезпечує досягнення максимального виходу біогазу.

Вирішення цих задач здійснюється за допомогою АРМ оператора-технолога, який контролює процес статистичної обробки експериментальних даних, визначення інтервалу унімодальності та вирішення задачі однопараметричної оптимізації, що здійснюється з використанням оптимального калькулятора хмарних технологій [4], [5].

Таким чином, за допомогою розробленого методу автоматизації підготовки оптимального складу субстрату забезпечується обґрунтування рецептури субстрату для отримання максимальних обсягів біогазу, що в умовах підвищення цін на природний газ є дуже актуальним завданням.

### Список літератури

1. Павліський В.М. Техніко-економічне обґрунтування вибору технологій та сільськогосподарських культур для виробництва біоопалів / В.М. Павліський, Ю.П. Нагірний, О.В. Павліська [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elibrary.nubip.edu.ua/5684/1/10nup.pdf>.
2. Фльонц І.В. Попередня обробка екструдованої соломи пшениці розчином  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  з метою підвищення виходу біогазу/ І.В. Фльонц, С.М. Підховна, Н.М. Голяш // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2014. – Вип. 194, ч. 1. – С. 236-242.
3. Эдер Б. Биогазовые установки. Практическое пособие / Эдер Б., Шульц Х. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zorg-biogas.com>.
4. Polishchuk, V.M., Shvorov, S.A., Tarasenko, S.Ye., Antypov, I.O. Increasing the biogas release during the cattle manure fermentation by means of rational addition of substandard flour as a cosubstrate Science and Innovation, 2020, 16(4), стр. 23–33.
5. The method of dividing a segment in half. URL: <http://https://math.semestr.ru/optim/dichotomy-minimum.php> (Last accessed: 05.11.2022).

**Лариса Никифорова**

Професор, д.т.н., НУБіП  
Професор кафедри автоматики та робототехнічних систем,  
Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0001-6913-1672  
*e-mail: l.nikiforova@nubip.edu.ua*

**Сергій Павлов**

Професор, д.т.н., ВНТУ  
Професор кафедри біомедичної інженерії,  
Вінниця, Україна  
ORCID ID 0000-0002-0051-5560  
*e-mail: psv@vntu.edu.ua*

**Олександр Кіктєв**

Доцент, к.т.н.  
Доцент кафедри автоматики та робототехнічних систем  
ORCID ID 0000-0001-7682-280X  
*e-mail: nkiktev@gmail.com*

**Тарас Лендел**

Доцент, к.т.н.,  
доцент кафедри автоматики та робототехнічних систем  
ORCID ID 0000-0002-6356-1230  
*e-mail: taraslenddel@gmail.com*

## ПРИНЦИПИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИМ СТАНОМ РОСЛИН

**Анотація.** Актуальною на сьогоднішній день стає розробка нових біомедичних інформаційно – обчислювальних засобів, що комбінують перетворення й оброблення як оптичної аналогової, так і дискретної інформації з новими показниками якості. У цьому плані особливо актуальними є завдання багатоканальної паралельного оброблення оптичних сигналів у реальному масштабі часу. Для вирішення вищевказаних завдань, що стосуються підвищення якості й ефективності технічних засобів перетворення, оброблення і відображення інформації пропонується використання новітніх досягнень оптоелектроніки. Одним із шляхів вирішення цих завдань є новий напрямок – оптоелектронні логіко-часові середовища, де разом з електронними методами застосовуються оптичні методи послідовного і паралельного оброблення інформації. В основу реалізації поставлено задачу створення пристрою для розпізнавання зображень з око-процесорним виділенням ознак, у якому за рахунок введення нових блоків аналізатора, синтезатора-генератора ознак, порівняння і формування бази знань і вибору еталонів, а також нових зв'язків у блоках аналізатора і синтезатора-генератора досягається паралельне оброблення усієї вхідної інформації і створення різних систем неявно виражених ознак зображень різних типів. Розроблений пристрій дозволить синтезувати інтелектуалізовану систему керування фізіологічним станом рослин, за допомогою фізичних факторів впливу

**Ключові слова:** оптико-електронні системи, інтелектуальні алгоритми, фізіологічний стан рослин, опромінення.

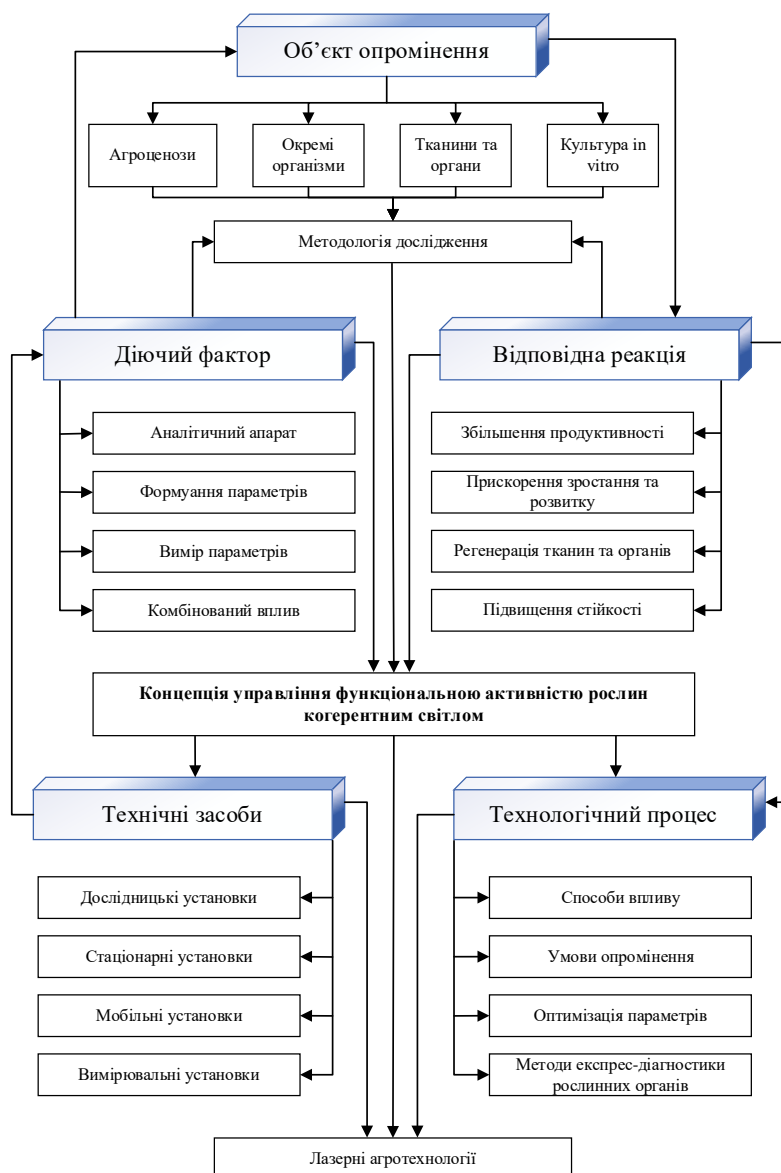
**Постановка проблеми.** Дослідження за даною темою присвячено вирішенню важливої, з точки зору гарантування національної безпеки України, проблеми збільшення продовольчої продукції та підвищення її якості й безпечності. Пропонується переведення існуючих, енергозатратних екологічно небезпечних, технологій вирощування рослин сільськогосподарського призначення на технології із застосуванням електрофізичних керуючих впливів, що є природними для рослин. Значна увага приділяється обґрунтуванню способів управління функціональною активністю рослин за допомогою електромагнітного випромінювання на різних стадіях органогенезу. Для вирішення даної проблеми, пропонується обґрунтування методів та засобів контролю і управління сільськогосподарськими технологіями, на базі застосування фізичних коригуючих впливів з контролем фізіологічного стану рослин в масштабі реального часу. З цією метою пропонується розробка опто-електронного

пристрою, що базується на останніх досягненнях в даній галузі і комбінує перетворення й оброблення як оптичної аналогової, так і дискретної інформації з новими показниками якості.

**Аналіз останніх публікацій.** В живих організмах фізіологічні процеси неодмінно супроводжуються процесами електричними, а останні є факторами, які регулюють процеси життєдіяльності. В роботі [1] досліджено перспективність застосування електромагнітного випромінювання в імпульсному режимі для інтенсифікації фотосинтезу розсади овочевих культур, однак наведено тільки інтегральний показник, що унеможливорює автоматизацію даного методу і знижує ефект від його впровадження. Однією із самих відомих публікацій, які присвячені використанню поляризованого світла як окремого механізму для дослідження і визначення структурних властивостей біологічних тканин, можна справедливо вважати роботу [2]. В роботі [3] досліджено вплив різних спектрів випромінювання на рост та розвиток овочевих культур, але розглянуто тільки оптичний діапазон. Для вирішення вищевказаних задач, що стосуються підвищення якості й ефективності технічних засобів перетворення, оброблення і відображення біологічної інформації дослідниками пропонується використання новітніх досягнень оптоелектроніки. Одним із шляхів вирішення цих завдань є новий напрямок – оптоелектронні логіко – часові середовища, де разом з електронними методами застосовуються оптичні методи послідовної і паралельної і паралельного оброблення інформації. [ 106,229,240,244,253,188,316]

**Мета роботи.** Метою роботи є обґрунтування та розробка інтелектуалізованої системи керування фізіологічним станом рослин.

**Основна частина.** Реалізація мети передбачає рішення комплексу науково-методичних, технологічних та технічних питань, що входять до компетенції біології, фізики, інженерії, агрономії. Кожен із цих напрямів має властивий йому аналітичний апарат та свої специфічні способи та засоби реалізації поставлених завдань. Усі вони повинні бути об'єднані у дослідницькому процесі. На цій базі будувалася методологія досліджень. Вона містить сукупність методів та прийомів, необхідні для всебічного вивчення предмета досліджень: управління функціональною активністю рослин когерентним світлом. Даний предмет має комплексний характер і представляє вивчення п'ять основних компонент (блоків). У стисnutій формі їх взаємозв'язок та структуру можна представити структурною схемою (рис.1): Біологічна модель - рослинні організми, їх тканини, органи або цілі агроценози, піддані лазерного опромінення. Чинник, що впливає - когерентне електромагнітне випромінювання оптичної області спектра. Комбінована дія когерентного випромінювання спільно з іншими факторами (іонізуючою радіацією тощо). Реакція у відповідь - зміна морфологічних та фізіологічних показників опромінених організмів: стійкість, імунітет, регенерація, продуктивність; виявлення біологічно значимих закономірностей реакції у відповідь. Технологічний процес – організація лазерної обробки у виробничих умовах; способи проведення опромінення; узгодження просторово-часового положення електромагнітного випромінювання та біологічний об'єкт; оптимізація режимів опромінення та експрес- діагностика функціонального стану рослинних організмів. Технічні засоби - лазерні опромінювальні та опто-електронні пристрої; оптимізація конструкції, розрахунок характеристик, регулювання та контроль параметрів опромінення.



## Перелік використаних джерел

1. Степанчук Г. В., Юдаєв І. В., Жарков А. В. Енергоефективна система облучення в теплиці // Вестник аграрной науки Дона. 2017. № 33. Том 1. С. 5–12.
2. Tuchin V.V. Polarized light interaction with tissues / V.V. Tuchin // J. Biomed. Opt. – 2019. – Vol. 21, No.7, 071114.
3. Курьянова І.В. Олонина С. І. Оцінка впливу різних спектрів світлодіодного світельника на ріст і розвиток овочевих культур // Вестник НГІЕІ. -2017.-№7(74) – С 35-44
4. С.В. Павлов, О.Д. Азаров. Застосування оптико-електронних технологій для оброблення біомедичних зображень шляхом формування інформаційних ознак // Збірник наукових праць Національного авіаційного університету. «Проблеми інформатизації та управління». -№1(41) 2013.-С.81-87.



### **Ірина Чернова**

Кандидат технічних наук

ІТІ «Біотехніка» НААН, провідний науковий співробітник НДВ автоматизації, приладобудування та експериментальної техніки, Одеська область, Україна

ORCID ID 0000-0002-9995-3834

[bioischernova@ukr.net](mailto:bioischernova@ukr.net)

### **Віталій Лисенко**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою автоматизації та робототехнічних систем імені академіка І. І. Мартиненка

НУБіП України, ННІ енергетики, автоматизації і енергозбереження, Київ, Україна

ORCID ID 0000-0002-5659-6806

[lysenko@nubip.edu.ua](mailto:lysenko@nubip.edu.ua)

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ВИРОБНИЦТВІ ЕНТОМОФАГІВ**

**Анотація.** Робота присвячена питанню моделювання систем підтримки прийняття рішень у виробництві ентомофагів, котре на сьогодні є однією зі складових біологічного захисту рослин. Метою досліджень було розроблення моделі інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень у виробництві ентомофагів. Методи досліджень – структурний синтез; онтологічний та синергетичний підходи; інтелектуальний аналіз. Об'єктом дослідження були процеси управління виробництвом ентомофагів. Розроблено онтологічну модель інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень у виробництві ентомофагів. Запропонований підхід дозволяє підвищити ефективність управління виробництвом за рахунок синергетичного ефекту від застосування різних методів обробки інформації.

**Ключові слова:** виробництво ентомофагів; інтелектуальна система; онтологічний підхід; синергетичний підхід; підтримка прийняття рішень

### **1. ВСТУП**

Управління підприємством включає в себе велику кількість глобальних і локальних завдань на різних рівнях від управління параметром, процесом до управління фінансовими потоками підприємства. Для даних задач один з найважливіших критеріїв будь-якого підприємства є його керованість [1].

Нинішній етап розвитку біотехнологій, зокрема, виробництво ентомофагів гарантованої якості для біологічного захисту рослин потребує використання технічних систем керування на основі застосування комп'ютерно-інтегрованих інформаційних технологій. Організація процесу керування виробництвом ентомофагів базується на результатах досліджень стосовно впровадження інтелектуальних інформаційних технологій, що покликано особливостями виробництва як складної біотехнічної системи ергатичного типу із значною сукупністю дискретних операцій, яке функціонує в умовах невизначеності біологічного об'єкту та дії різного роду збурень.

**Постановка проблеми.** Створення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень у виробництві ентомофагів пов'язано з необхідністю підвищення ефективності управління виробництвом за рахунок використання інтелектуальних алгоритмів обробки інформації (нечіткої логіки, нейронних мереж, когнітивного аналізу), фреймових моделей подання знань та попереднього досвіду у вигляді бази знань прецедентів [2], а також імовірного підходу [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні напрями щодо розробки та створення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень базуються на методології онтологічного аналізу та семантичної мережі представлення знань [4], взаємодії онтології прецедентів з онтологією предметної області [5], системній інтеграції різних методів моделювання нечітких знань та процесів [6].

**Мета публікації.** Розроблення моделі інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень у виробництві ентомофагів.

## 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень дає користувачу допомогу у процесі прийняття рішень і забезпечує підтримку у всьому діапазоні контекстів задач [7]. Успіх підприємства залежить від того, як швидко будуть прийняті рішення на кожному рівні управління [1].

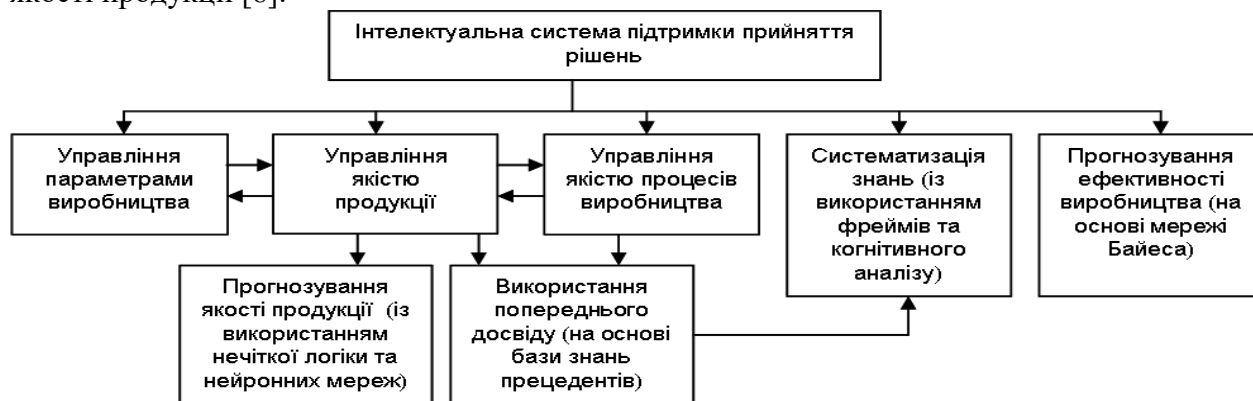
Комплексне вирішення завдання ґрунтується на аналізі результатів досліджень [2-8].

## 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Структурний синтез, онтологічний та синергетичний підходи, інтелектуальний аналіз.

## 4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Розроблено онтологічну модель інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень у виробництві ентомофагів (рисунок), що дозволяє наочно продемонструвати взаємодії між процесами керування виробництвом. При цьому параметрами виробництва є абіотичні і технологічні параметри; на якість процесів виробництва впливають рівні автоматизації, технологічної інтенсивності та керованості, рівень якості продукції [8].



*Онтологічна модель інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень у виробництві ентомофагів*

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботі науково обґрунтовано підхід до моделювання інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень у виробництві ентомофагів, що дає змогу інтегрувати якісно різні методи обробки інформації для підвищення ефективності управління виробництвом.

## ПОСИЛАННЯ

- [1] V. Sidletskyi. Osoblyvosti pry pobudovi system avtomatyziatsii v kharchovii promyslovosti. Materialy Mizhnar. nauk. konf. «Novi idei v kharchovii nauksi – novi produkty kharchovii promyslovosti», 13-16 zhovtnia 2014 r. Kyiv: Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii, 2014, P. 255.
- [2] I. Chernova, V. Lysenko, *Strukturuvannia znan yak metod vdoskonalennia system pidtrymky pryiniattia rishen u vyrobnytstvi entomofahiv*. Enerhetyka i avtomatyka, 2022, 3. P. 5-15.
- [3] V. Lysenko and I. Chernova, On the Issue on the Development of Intelligent Decision Support Systems in the Production of Entomophages. 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PICS&T), 2021 October 5–7. P. 229-232.
- [4] D. Pankov. Pidtrymka pryiniattia rishen pry keruvanni skladnym tekhnolohichnym kompleksom khlibopekarskoho vyrobnytstva na osnovi ontolohichnoi bazy znan. Materialy III Mizhnar. nauk.-tekhn. Internet-konfer. «Suchasni metody, informatsiine, prohramne ta tekhnichne zabezpechennia system upravlinnia orhanizatsiino-tekhnichnymy ta tekhnolohichnymy kompleksamy», 23 lystopada 2016 r. [Elektronnyi resurs].

- Kyiv: Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii, 2016, P. 68-69. Rezhym dostupu: <https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii/?active=materali-konferenczj>
- [5] Marushkevych Ye.M. Systema pidtrymky pryiniattia rishen na osnovi ontolohii. Materialy VI Mizhnar. nauk.-tekhn. Internet-konfer. «Suchasni metody, informatsiine, prohramne ta tekhnichne zabezpechennia system keruvannia orhanizatsiino-tekhnichnymy ta tekhnolohichnymy kompleksamy», 20 lystopada 2019 r. [Elektronnyi resurs]. Kyiv: Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii, 2019, P. 261. Rezhym dostupu: <https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii/?active=materali-konferenczj>
- [6] V. Shavranskyi, M. Shavranskyi, *Osnovy nechitkoї intelektualnoi systemy pidtrymky pryiniattia rishennia u protsesi burinnia naftohazovykh sverdlovyn v umovakh uskladnen.* Naftohazova enerhetyka, 2011, 3(16). P. 72-85.
- [7] O. Nesterenko, O. Savenkov, O.Falovskiyi, *Intelektualni systemy pidtrymky pryiniattia rishen. Navchalnyi posibnyk.* Kyiv, Natsionalna akademiia upravlinnia, 2016.
- [8] I. Chernova. Do pytannia zabezpechennia yakosti protsesiv vyrobnytstva entomofahiv. Materialy Mizhnar. nauk. konf. z nahody 50-richchia ITI "Biotekhnika" NAAN Ukrainy «50 rokov doslidzhen Inzhenerno-tekhnolohichnoho instytutu "Biotekhnika": dosiahnennia ta perspektyvy» 4-8 zhovtnia 2021 r. Odesa, ITI "Biotekhnika" 2021. P. 56-60. Rezhym dostupu: <https://biotekhnika.od.ua/uk/diialnist/publikatsii>

### **Володимир Грищенко**

к.т.н., ст.викл.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, кафедра автоматики та робототехнічних систем, м. Київ, Україна

ORCID ID 0000-0001-7789-3650

[vlgr@nubip.edu.ua](mailto:vlgr@nubip.edu.ua)

### **Борис Котов**

д.т.н., проф.

Подільський державний університет, кафедра агроінженерії і системотехніки, м. Кам'янець-Подільський, Україна

ORCID ID 0000-0001-6369-3025

[eetsapk@pdatu.edu.ua](mailto:eetsapk@pdatu.edu.ua)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРА З ДИСКОВОЮ ОБЕРТАЛЬНОЮ НАСАДКОЮ**

**Анотація.** Досліджено використання відпрацьованої теплоти теплоносія різними конструкціями утилізаторів. Визначено доцільність використання регенеративного теплообмінника з обертовою дисковою насадкою, яка від дією відцентрової сили самоочищається. Досліджено математичну модель нестационарного режиму дискового регенеративного теплоутилізатора, як об'єкта з розподіленими параметрами, яка дозволяє визначати вплив конструктивних і режимних параметрів на ефективність вторинного використання відпрацьованої теплоти. Проведені дослідження дозволили розробити дослідний зразок регенеративного повітрянагрівача для сушильного агрегату АВМ, в конструкції теплообмінника якого для компенсації теплових витрат використано обертовий теплосифон у вигляді обертової труби, та при зміні швидкості обертання в певних межах, величина вихідної температури залежить від обертів насадки лінійно. Розроблений спрощений математичний опис перехідного процесу в теплоутилізаторі, дозволяє визначити зміну основних параметрів в часі, на виході теплообмінника і може бути використаний при синтезі системи автоматичного керування.

**Ключові слова:** теплоутилізатор, теплоносії, дискова обертова насадка, тепловий режим, математична модель.

### **1. ВСТУП**

Значна кількість теплоти міститься в низькопотенційних парогазових викидах приміщень експлуатації існуючих систем вентиляції, а також відпрацьованому сушильному агенті сушильних агрегатів. Парогазові викиди характеризуються вмістом

«явної» і «неявної» теплоти та пиловидних включень. Використання відпрацьованої теплоти теплоносія відбувається в наслідок зниження його температури і вологовмісту шляхом конденсації вологи на поверхнях теплообміну утилізаторів. Разом з вологою на поверхні відкладаються тверді фракції, які засмічують робочі поверхні пластинчастих теплообмінників, зменшуючи їх ефективність.

**Постановка проблеми.** Для використання відпрацьованої теплоти вентиляційних викидів застосовують теплообмінні апарати рекуперативного і регенеративного типу (із нерухомими і обертально-рухомими насадками).

Регенеративні утилізатори з дисковою обертальною насадкою, мають певні переваги перед рекуператорами: швидке безперервне видалення конденсату із механічними домішками (самоочищення) і можливість керування температурно-вологісним режимом шляхом зміни швидкості обертання насадки.

Для визначення ефективності і можливості автоматизації дискового типу регенеративного теплоутилізатора необхідно мати математичну модель нестационарних режимів функціонування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основним типом теплоутилізаторів, які використовуються для утилізації відпрацьованих вентиляційних потоків і теплоносіїв є рекуперативні теплообмінники [1], [2], [3], параметри призначення яких регламентовані в [3]. Методи досліджень і отримані результати визначення характеристик теплообмінників висвітлено в роботах [4], [5], [6], [7], [8], [9], але тільки для сталих режимів. Дослідженням рекуперативних теплообмінників присвячено роботи [10], [11], в яких визначені математичні залежності роботи утилізаторів у встановленому режимі. Динамічним режимам приділено у публікаціях недостатньо уваги.

**Мета публікації.** Розробити математичні моделі нестационарних режимів функціонування регенеративного утилізатора з дисковою обертальною насадкою на основі спрощених фізичних уявлень та дослідити режими роботи.

## 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В рамках сформульованої мети найбільш доцільним методом дослідження, враховуючи специфіку питання, є аналітичний, а саме формування диференціальних рівнянь нестационарного теплообміну в елементах узагальненої конструктивної схеми теплоутилізатора.

## 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Розглядається конструктивна схема регенеративного утилізатора з дисковою насадкою з горизонтальною віссю обертання (схема на рисунку 1а). Дискова насадка являє собою пакет дисків встановлених на полуму валу з проміжками для проходу газових теплоносіїв, які утворюють поверхню теплообміну, одна половина яких нагрівається гарячими газами, а друга охолоджується повітрям, яке проходить між дисками нагрівається. Розрахункова схема функціонування рекуператора наведена на рисунку 1б.

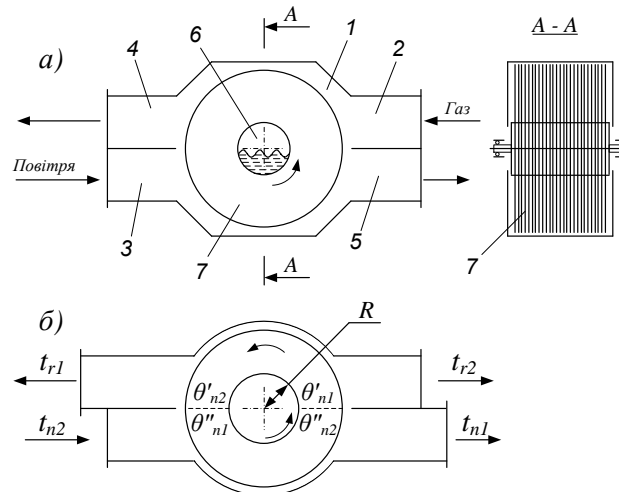


Рисунок 1. Конструктивна (а) і технологічна схема (б) регенеративного теплоутилізатора: 1 – корпус; 2 – вхідний патрубок подачі газу; 3 – вхідний патрубок подачі повітря; 4, 5 – вихідні патрубки виводу газу і повітря; 6 – ротор-термосифон; 7 – дискова насадка

Для формулювання математичної моделі теплових процесів в дисковому теплоутилізаторі приймаємо наступні припущення: 1) коефіцієнти тепло і масообміну, теплофізичні властивості теплоносіїв і матеріалу насадки від температури не залежать і визначаються, як середні значення; 2) потоки теплоносіїв за рівномірні в перетині каналів і стаціонарні; 3) перемішування теплоносіїв виключене.

Тепловий баланс визначається за такою схемою: теплота газового потоку передається до насадки конвективним теплообміном, збільшуючи її температуру в газовому каналі; після обертв насадки вона віддає накопичену теплоту повітрю; при взаємодії з повітряним потоком, температура його збільшується. Рівняння теплового балансу складаються для окремих каналів і насадки та описані в [12].

Дослідити отриману систему диференціальних рівнянь можна тільки числовим методом. Для розв'язку з використанням прикладних комп'ютерних середовищ MathCAD або MATLAB систему рівнянь можна спростити, шляхом усереднення параметрів. Оскільки для практичного використання (в тому числі і для розробки САК) інтерес являє значення температур теплоносіїв на виході із теплообмінника виключимо з рівнянь частинні похідні, які визначають зміну параметрів за координатою шляхом

заміни:  $\frac{\partial T}{\partial y} \approx \frac{dT}{dy} \approx \frac{\Delta T}{\Delta y} \approx \frac{T_1 - T_2}{l}$ . В цьому випадку, враховуючи незначну довжину

шляху переміщення теплоносіїв, приймається лінійний розподіл параметрів за координатою і система вихідних рівнянь набуває вигляду:

$$m_r c_r \frac{dt_r}{d\tau} = G_r c_r (t_{r1} - t_{r2}) + \alpha f (\bar{\theta}'_n - \bar{t}_r) - r \beta f (d - d(\bar{\theta}'_n)), \quad (1)$$

$$m_n c_n \frac{d\theta'_{n2}}{d\tau} = G_n c_n (\theta'_{n1} - \theta'_{n2}) - \alpha f (\bar{t}_r - \bar{\theta}'_n) + r \beta f (d - d(\theta'_{n2})), \quad (2)$$

$$m_n c_n \frac{d\theta''_{n2}}{d\tau} = G_n c_n (\theta''_{n1} - \theta''_{n2}) + \alpha f (\bar{t}_n - \bar{\theta}''_n), \quad (3)$$

$$m_n c_n \frac{dt_{n2}}{d\tau} = G_n c_n (t_{n1} - t_{n2}) + \alpha f (\bar{\theta}''_n - \bar{t}_n), \quad (4)$$

де  $\bar{t}_n = 0.5(t_{n1} + t_{n2})$ ;  $\bar{t}_r = 0.5(t_{r1} + t_{r2})$ ;  $\bar{\theta}_n = 0.5(\theta_{n1} + \theta_{n2})$  – середні за довжиною каналів значення температур;  $t_r, t_n$  – температура відпрацьованого теплоносія (газу) і припливного повітря;  $\theta'_n, \theta''_n$  – температура насадки у газовому і повітряному контурі;  $S_{r,n}, S'_n$  – площа перетину газу у просторі між дисками і площа перетину дискової насадки в напрямку руху теплоносіїв;  $l, l'$  – довжина газового тракту і еквівалентна довжина насадки ( $l' = R0.5$ );  $R$  – радіус дисків насадки;  $c_r, c_n, c_n$  – питома теплоємність газу, повітря і насадки;  $\rho_r, \rho_n, \rho_n$  – густина газу, повітря і насадки;  $G_r, G_n, G_n$  – масові витрати газу, повітря і насадки;  $V_r, V_n, V_n$  – швидкість руху газу, повітря і насадки;  $\alpha, f$  – коефіцієнт і поверхня теплообміну;  $m_r, m_n, m_n$  – маса газу, повітря і насадки;  $\delta$  – товщина диска насадки;  $n$  – кількість дисків;  $\omega$  – швидкість обертання дискової насадки;  $y, \tau$  – точна координата в напрямку руху і час;  $r$  – теплота конденсації;  $\beta$  – коефіцієнт масопередачі;  $d_r, d''(\theta'_n)$  – вологовміст газу та його насичене значення при температурі поверхні  $\theta'_n$  насадки.

Отримана система лінійних диференціальних рівнянь (1) – (4) визначає зміну в часі температури нагрітого повітря  $t_{n2}(\tau)$  і відпрацьованого газу  $t_{r2}(\tau)$  (температура насадки є проміжним теплоносієм).

Для стаціонарного режиму роботи [9] отримана залежність температури нагріваемого (припливного) повітря в залежності від режимних параметрів  $G_r, G_n \omega = \pi n' / 30$  ( $n'$  – швидкість обертання).

На рисунку 2 наведено розрахункові залежності температури нагріву повітря від швидкості обертання насадки, для різних значень коефіцієнта теплообміну. На основі проведених досліджень розроблено дослідний зразок регенеративного повітрянагрівача для сушильного агрегату АВМ, з витратами відпрацьованого теплоносія  $G_r = 16000 \text{ м}^3/\text{год}$  і температурою  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ .

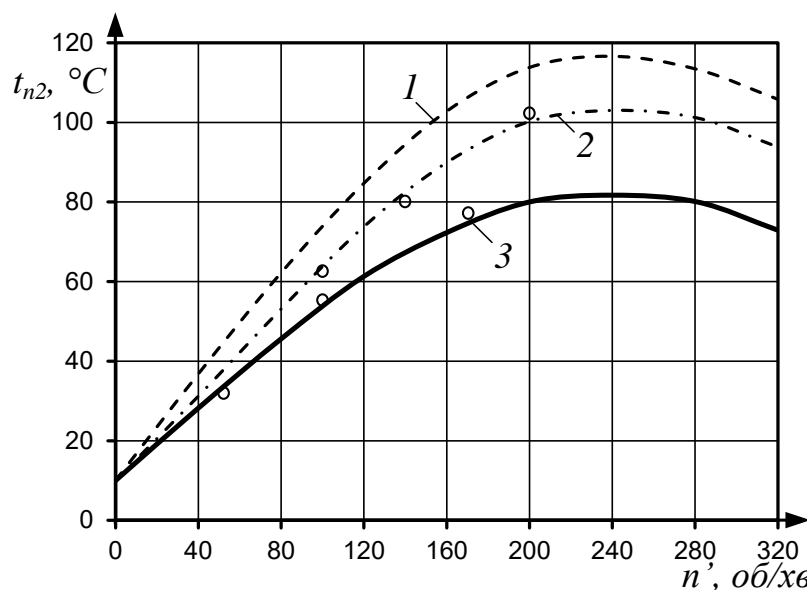


Рисунок 2. Залежність температури повітря на виході теплоутилізатора від швидкості обертання насадки і коефіцієнта теплообміну  $\alpha, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ : 1 – 200; 2 – 100; 3 – 50 (o – дані експерименту при  $G_r = 16000 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  $t_{r1} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$ )

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження математичної моделі регенеративного теплоутилізатора показали, що вплив в межах зміни швидкості обертання 80...160 об/хв величина вихідної температури залежить від обертів насадки лінійно та дозволяє визначити зміну основних параметрів в часі, на виході теплообмінника і може бути використано при синтезі системи автоматичного керування.

## ПОСИЛАННЯ

1. Пришляк В. М., Яропуд В. М. Аналіз і класифікація технологічних схем теплоутилізаторів для тваринницьких приміщень. Науково-теоретичний збірник "Вісник ЖНАЕУ. 2014. Вип. 2(45), № 4(2). С. 344–350.
2. Бурдо О. Г. Еволюція сушильних установок: монографія. Одеса: Полиграф, 2010. 368 с.
3. Техніка сільськогосподарська. Рекуперативні теплоутилізатори вентиляційних викидів тваринницьких приміщень. Методи випробувань: СОУ 74.3-37-265-2005. К.: Мінагрополітики України, 2005. 37 с.
4. Порев И. А., Алиев Б. М. Рекуперация тепла отработанных газов высокотемпературных сушилок. Научно-технич. бюллетень ВИМ. 1984. Вип. 57. С. 60–62.
5. Довбненко О. Ф. Обґрунтування режимів роботи теплоутилізаторів вентиляційних викидів тваринницьких приміщень: автореф. дис... канд. техн. наук. . Глеваха: 2001. 22 С.
6. Яропуд В. М. Обґрунтування конструкційно-режимних параметрів теплоутилізатора для тваринницьких приміщень: автореф. дис... канд. техн. наук. . Вінниця: ВНАУ, 2016. 19 С.
7. Яропуд В. М., Алієв Е. Б. Методика інженерного розрахунку параметрів теплоутилізатора для тваринницьких приміщень. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2015. Вип. 212, № 2. С. 214–221.
8. Герасимчук Ю. В. Математична модель рекуперативного теплоутилізатора вентиляційних викидів тваринницьких приміщень. Науковий вісник НУБіП України. 2014. Вип. 194, № 2. С. 93–99.
9. Герасимчук Ю. В., Гирченко М. Т., Довбненко О. Ф. Эффективность использования систем управления теплоутилизаторами вентиляционных выбросов животноводческих помещений. Автоматизация сельскохозяйственного производства. Сборник докладов международной научно-технической конференции. 2004. Вип. 4. С. 59–66.
10. Котов Б. І. Визначення параметрів регенеративного утилізатора теплоти з дисковою насадкою. Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. 2001. Вип. 9. С. 93–97.
11. Спирін А. В., Котов Б. І., Труханська О. О. Математична модель регенеративного теплоутилізатора теплових викидів сільськогосподарських. Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення: 2016. С. 92–95.
12. Котов Б. І., Грищенко В. О., Панцир Ю. І., Герасимчук І. Д. Моделювання динамічних режимів регенеративного теплоутилізатора з дисковою обертальною насадкою. Енергетика і автоматика. 2022. С. 62–72.

**Olha Kysliak**

PhD student

Work place: NULES of Ukraine, Department of Automation and Robotic Systems named by I. Martynenko, Kyiv, Ukraine

*kislyak.olya1999@gmail.com*

**Alla Dudnyk**

Associate professor

Work place: NULES of Ukraine, Department of Automation and Robotic Systems named by I. Martynenko, Kyiv, Ukraine

*dudnikalla@nubip.edu.ua*

## INTELLIGENT CONTROL SYSTEM OF ALUMINUM CONTAINERS DRYING PROCESS

**Abstract.** The relevance is the wide use of aluminum containers in the food industry. The high quality of products is reached by keeping clear technological standards and using materials of the highest class in the manufacture of aluminum containers for long-term and safe storage of food products. Water-based paints and varnish are used for production, which helps to avoid the negative influence of the printing and varnishing process on the environment.

A neural network (also called an artificial neural network) is an adaptive system that learns by using interconnected nodes or neurons in a layered structure that resembles a human brain. A neural network can learn from data—so it can be trained to recognize patterns, classify data, and forecast future events. A neural network breaks down the input into layers of abstraction. It can be trained using many examples to recognize patterns in speech or images, for example, just as the human brain does. Its behavior is defined by the way its individual elements are connected and by the strength, or weights, of those connections. These weights are automatically adjusted during training according to a specified learning rule until the artificial neural network performs the desired task correctly. Neural networks are especially suitable for modeling non-linear relationships, and they are typically used to perform pattern recognition and classify objects or signals in speech, vision, and control systems. [1] In our case is control system of the temperature in the drying oven.

**Keywords:** neural network; adaptive system, control system, intelligent control system.

### 1. INTRODUCTION

**The purpose** is order to minimize energy costs and maintain quality of product by creating an automated system of comprehensive evaluation of parameters of technological process based on artificial intelligence.

**The novelty** of this research is the implementation of a neural network, which allows to obtain better quality of work and products, and get an economic effect from its implementation. The theoretical basis of the research is the fundamental provisions of the theory of decision-making and the theory of automatic control.

**Practical application.** Implementation of the results of research into the practice of building evaluation subsystems in decision support systems may improve product quality and reduce time spent on evaluating technological process indicators in the drying oven. This model of the drying oven of printing machine allows conducting research on control systems without the risk of significant economic losses.

### 2. THE RESULTS AND DISCUSSION

#### 2.1. Identification of dynamic objects using neural networks

The identification of dynamic objects using neural networks was considered on the example of a control object described by a first-order link with a delay [2]:



$$W_0(s) = \frac{k_0 \cdot e^{-\tau_0 s}}{T_0 s + 1}, \quad (1)$$

where  $k_0$  - object transfer coefficient;  $T_0$  - time constant of the object;  $\tau_0$  - time delay.

$$W_0(s) = \frac{0.02 \cdot e^{-25s}}{375s + 1}. \quad (2)$$

The dynamic single-layer linear neural network was used to identify a dynamic object. The integral quadratic criterion was used as a criterion for comparing models with each other and for evaluating their adequacy to the object. There is a question of choosing the discreteness rate (discretization step) of neural networks, because the dynamic object is continuous, and the neural networks that will reproduce it are discrete.

#### 4.2. Formation of the training sequences

In order to study the influence of the discretization step on the quality of the dynamic neural network model of the object, a neural network was created with a discreteness cycle of 5 s. The discretization rate of the neural network should correspond to the discretization step of the training sequences. MATLAB Simulink software was chosen for forming the training data set (Fig.1)

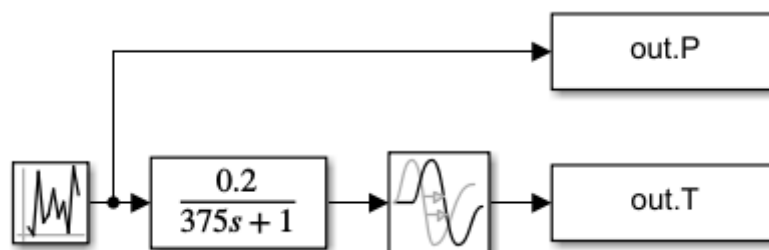


Figure1. Scheme for formation of training sequences

#### 4.3. Identification using a dynamic single-layer forward-propagation linear neural network

The NNTool GUI interface was used to creating and training a linear single-layer neural network, which is "called" as a result of executing the command of the same name in the command window of the MATLAB system:

```
>> nntool;
```

Linear layer (train) was chosen as type of neural network and set the following parameters:

- input ranges,
- number of neurons,
- input delay vector,
- learning rate [3].

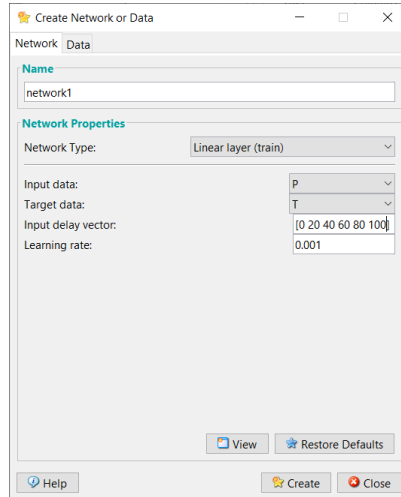


Figure2. Creating a neural network using the nntool command

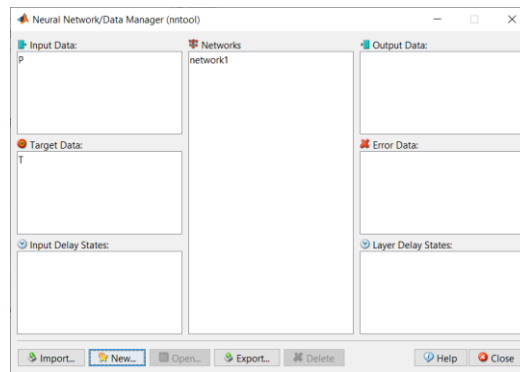


Figure3. The window Data Manager

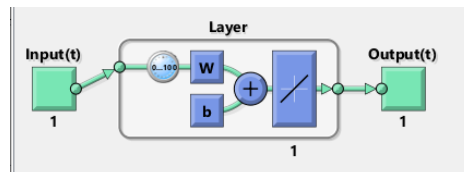


Figure4. The structure of the radial basis neural network: P - input vector;  $W\{1\}$  - matrices of weights of the first layer;  $b\{1\}$  - shift of the first layer; T - the output vector

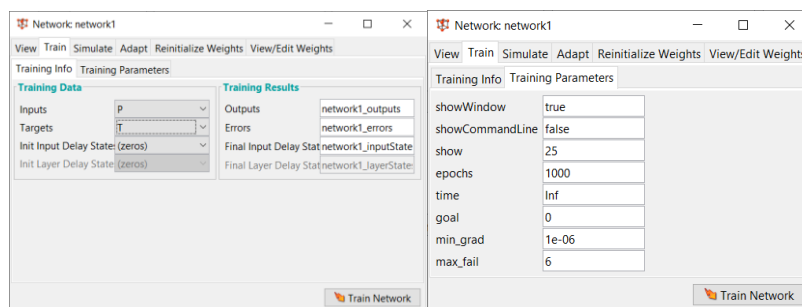


Figure5. Training Info tab and Training Parameters tab

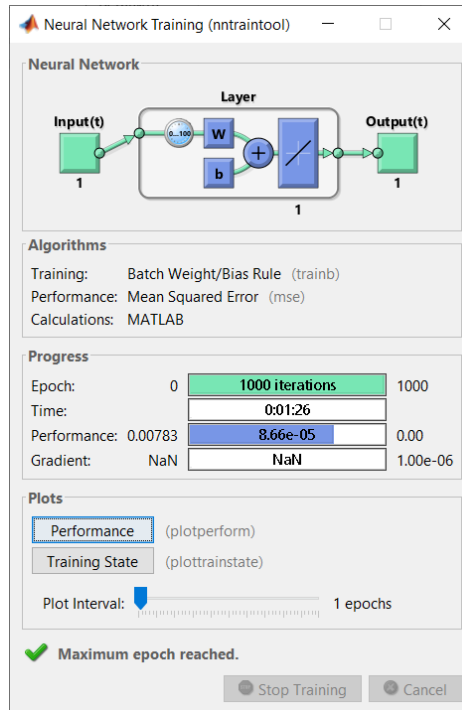


Figure6. Testing of neural network and analysis of identification accuracy

Figure 7 illustrate the graph of the error change depending on the number of training cycles performed.

This graph is built automatically when the train function is executed.

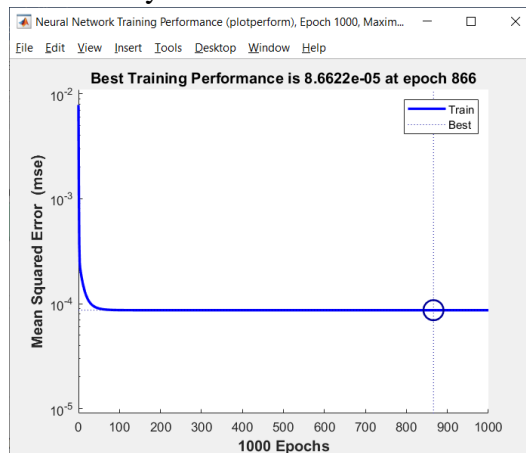


Figure7. Graph of the change of the error

At first, object identification was considered (1) by using a dynamic single-layer linear neural network of direct propagation.

The trained neural network was exported to the MATLAB workspace and formed their S-models using the gensim function (net, TS). As the created neural networks are discrete, the value of the TS parameter was set for forming the S-model to be equal to the discreteness tact of the network. Figure 8 illustrate the scheme for testing dynamic neural network models.

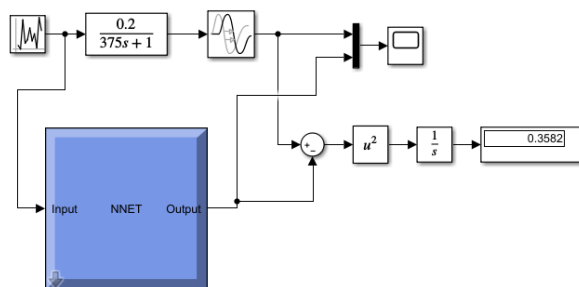


Figure8. The scheme for testing dynamic neural network models

Figure 9 illustrate the results of the identification of our object using the neural network.

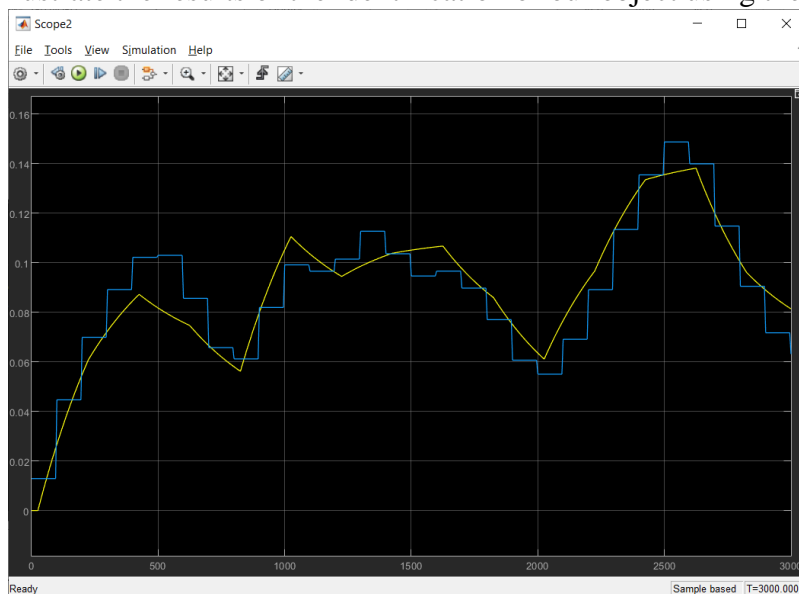


Figure9. Results of dynamic object identification using a dynamic single-layer linear neural network with a discrete time of 5 s and a depth of the delay line of 100 cycles

## CONCLUSIONS AND PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH

Neural networks increase the accuracy of the decision and reduce its subjectivity, speed up decision-making processes. They make it possible to reach better quality of work and products, get an economic effect from their implementation, provide an opportunity to learn independently and automatically based on samples. A neural network can be a great addition to an automation system, as it is an effective tool for processing large databases.

## REFERENCES

- [1] *Neural Networks*. The MathWorks, Inc, 1994-2022.
- [2] Lysenko V.P., Reshetyuk V.M., Shtepa V.M., Zayets N.A., *Artificial intelligence systems: fuzzy logic, neural networks, fuzzy neural networks, genetic algorithm*. Kyiv: NUBIP of Ukraine, 2014.
- [3] V. Lysenko, N. Zayets, M. Gachkovska, O. Savchuk, *Intelligent systems for managing biotechnical objects*. Kyiv: KomPrint, 2019.

### **Андрій Буков**

Аспірант

НУБіП України, кафедра автоматизації та робототехнічних систем ім. І. Мартиненка, Київ, Україна  
andreybukow@gmail.com

### **Віталій Лисенко**

Доктор технічних наук, професор

НУБіП України, кафедра автоматизації та робототехнічних систем ім. І. Мартиненка, Київ, Україна  
lysenko@nubip.edu.ua

## **ГІБРИДНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ТЕПЛИЦЯХ**

**Актуальність.** Нині підприємства агропромислового сектору в Україні зіштовхуються із серйозними проблемами, що гальмують їх розвиток: невпинне зростання ціни на енергію, високий рівень оподаткування та ін., що суттєво ускладнює, а часто робить і неможливим підтримку та модернізацію виробництва. Усе зазначене суттєво збільшує собівартість продукції, що виробляється, і підприємства змушені підвищувати її ціни, що ускладнює її реалізацію, а значить і дохід підприємства. Так, наприклад, доля енергії у структурі собівартості продукції рослинництва у спорудах закритого ґрунту становить до 80 %. Ось чому так важливо запроваджувати ресурсоефективні режими керування значними за обсягами енергетичними потоками, що циркулюють в таких підприємствах.

Тому актуальним є використання ресурсоефективних алгоритмів для: прогнозування параметрів теплиці та формування з високою надійністю оптимальних режимів вирощування овочевої продукції із врахуванням станів біологічної складової об'єкта керування та цінової політики на ринку товарної продукції.

**Ключові слова:** нейронна мережа; система управління, гібридна система управління.

### **1. Вступ**

**Метою** дослідження є підвищення ресурсоефективності процесу виробництва овочевої продукції в тепличних комплексах шляхом розроблення оптимальних режимів вирощування, котрі мінімізують ресурсні та енергетичні витрати при дотриманні вимог щодо забезпечення високої якості продукції.

**Новизна** даного дослідження полягає у впровадженні гібридної експертної системи керування в тепличних комплексах дозволить заощадити природний газ на опалення, електричну енергію на привод електротехнологічних комплексів, підвищити точність підтримання агротехнічних параметрів вирощування на, збільшити прибуток підприємства.

**Практичне застосування.** Використання бази правил нечіткої логіки дозволить проводити якісну оцінку як вхідних даних, так і виведених результатів, що підвищить швидкість прийняття рішення завдяки оцінці ступеню вірогідності вхідних даних. За рахунок означеного досягається енергоефективність системи, оскільки не витрачатиметься час на з'ясування точних значень керуючих рішень і складання рівнянь, що їх описують, та завдяки правилам нечіткої логіки оцінюватимуться різні варіанти вихідних значень, що відповідно зменшить час виведення керуючої дії системи

## 2. ПОБУДОВА ГІБРИДНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ТЕПЛИЦІ

Для навчання нейронної мережі сформовано набір даних значень температури і вологості повітря як вхідних змінних, а також режими роботи системи опалення у якості вихідної змінної. Вигляд таблиці даних наведено на рис.1[1].

1	Час,	Тзов, °С	Радіація,	Відносна	Твнутр,°С	Контур 1	Контур 2	Контур 3	CO2	Витрата газу, м3	Потужність	
2	15.01.201	1	1	0	68,50	12,18	26,55	22,74	0	0,00	312	1560
3		2	1,5	0	69,40	11,78	26,72	22,25	0	0,00	224	1120
4		3	1,31	0	68,80	11,95	26,64	23,15	0	0,00	80	400
5		4	1	0	67,90	11,87	26,81	23,48	0	0,00	384	1920
6		5	1,27	0	67,80	11,95	26,89	23,24	0	0,00	192	960
7		6	0,56	0	66,90	12,2	27,63	25,76	0	0,00	328	1640
8		7	1,01	0	63,80	12,53	26,74	29,09	0	0,00	112	560
9		8	1	0	62,20	13,26	30,23	32,58	0	0,00	584	2920
10		9	1,27	20,1	63,60	13,1	26,5	30,4	0	0,00	456	2280
11		10	1,92	73,5	59,10	13,76	31,86	39,33	0	0,00	648	3240
12		11	1,61	122	62,10	12,78	29,43	31,62	0	0,00	480	2400
13		12	2,71	281	61,90	14,25	30,73	43,4	0	0,00	480	2400
14		13	3,22	327	60,60	14,98	29,44	40,07	0	929,00	272	1360
15		14	3,5	196	63,80	14,58	29,52	36,66	0	846,00	288	1440
16		15	2,61	57,2	66,30	12,96	29,44	47,06	0	732,00	320	1600
17		16	2,07	11,3	61,30	13,61	29,06	33,60	0	660,00	328	1640

Рис.1. Набір даних для навчання нейронної мережі

Далі здійснюється навчання нейронної мережі (рис.2).

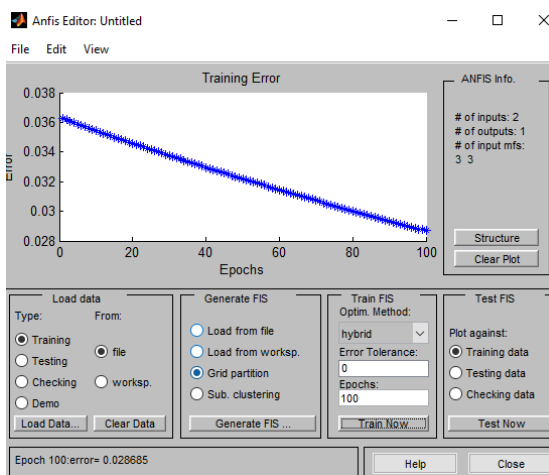


Рис. 2. Результат навчання мережі

Перевіряємо нейронну мережу за допомогою тестової вибірки даних (рис.3).



Рис. 3. Результат тестування  
 навченої системи

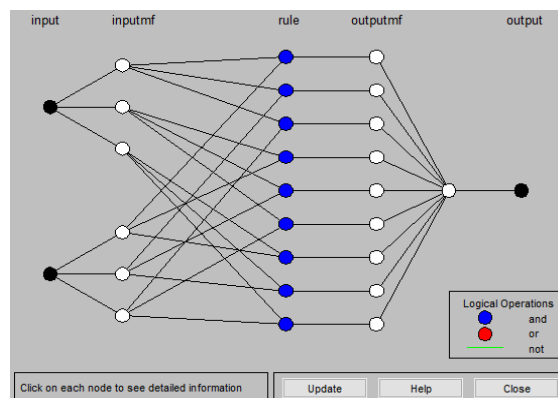


Рис. 4. Структура створеної  
 гібридної мережі

Задаємо структуру системи передбачення. На вхід подаємо дві величини - значення температури (Temp) та вологості (Vol). На виході задаємо контур опалення – 1 – система опалення ввімкнена, 0 – система опалення вимкнена.

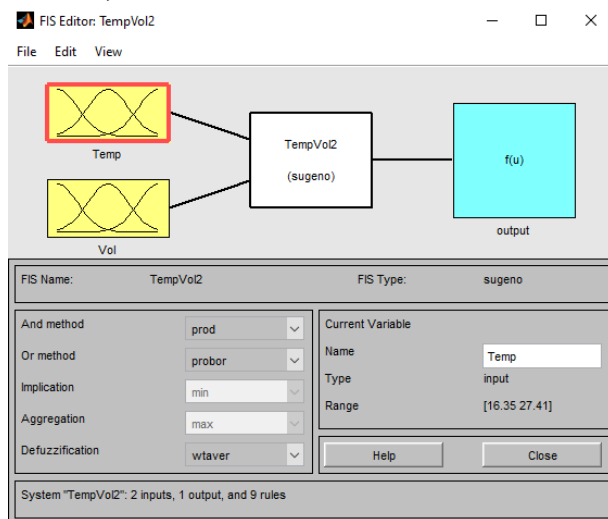


Рис. 5. Вигляд вікна FIS-редактори після завдання структури системи

Наступним кроком є завдання інтервалів функцій належності змінних.

Завдання параметрів функції належності температури внутрішньої виконуємо, виходячи з технологічних параметрів при вирощуванні томатів в теплиці. Тобто за норму (Tz) приймаємо значення +18-+25 °С, Tmin в межах – +17-+21°С, і Tmax в діапазоні значень +24-+28°С [2].

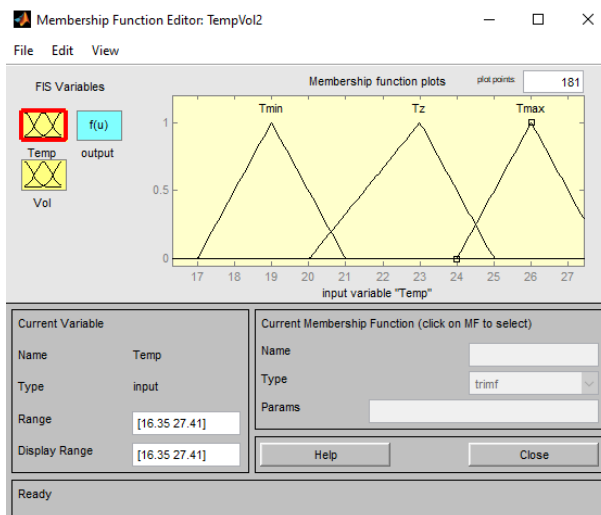


Рис. 6. Вигляд завдання параметрів функції належності змінних температури повітря в теплиці

Параметри функції вологості обираємо по відсотку вологості теплиці. Отже, інтервал Vmin – 40% - 66%, Vz – 60% - 80%, Vmax – 75% - 100%.

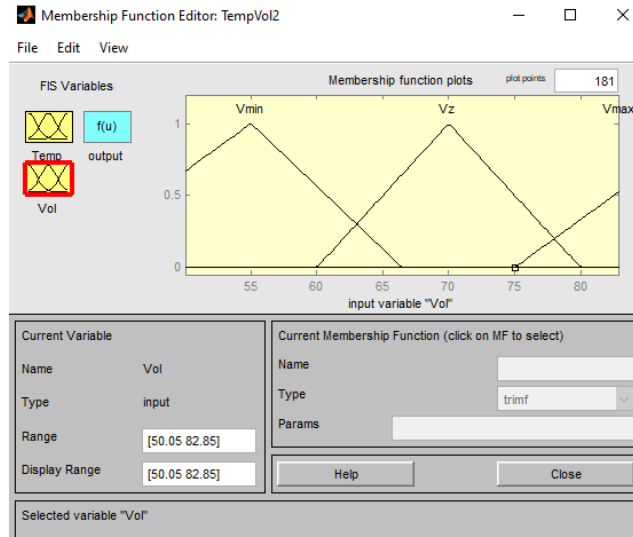


Рис. 7. Вигляд завдання параметрів функції вологості в теплиці

Для розробки програми прогнозування записуємо правила, за якими буде працювати система. Отже, при умові що температура або вологість відповідає одному з інтервалів, виконується умова ввімкнення – 1 або вимкнення – 0 обраних контурів опалення.

Записуємо правила згідно яких будуть прийматися рішення.

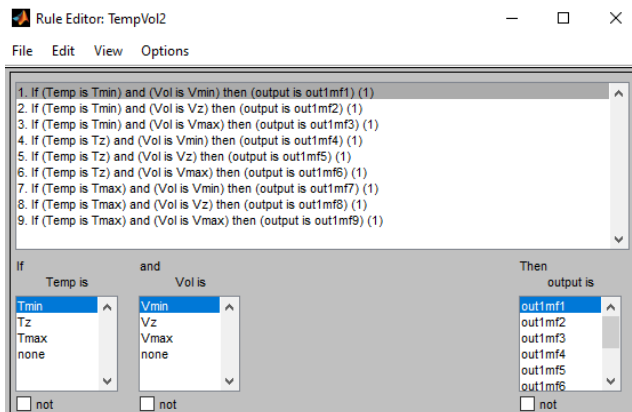


Рис. 8. Вікно попередньо заданих правил

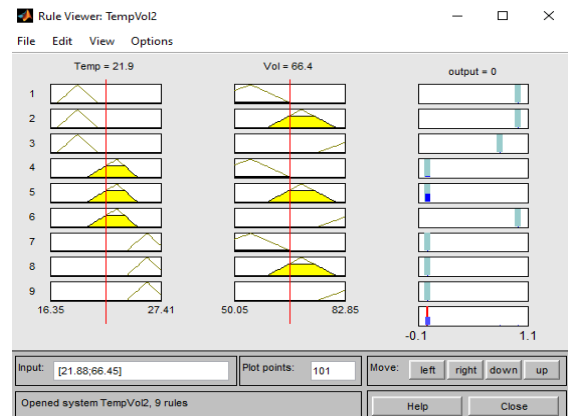


Рис. 9. Вікно перегляду правил

Результат роботи системи відображається у вікні перегляду правил. Змінюючи положення повзунка вхідних параметрів, отримуємо прогнозування ввімкнення відповідних контурів опалення[3].



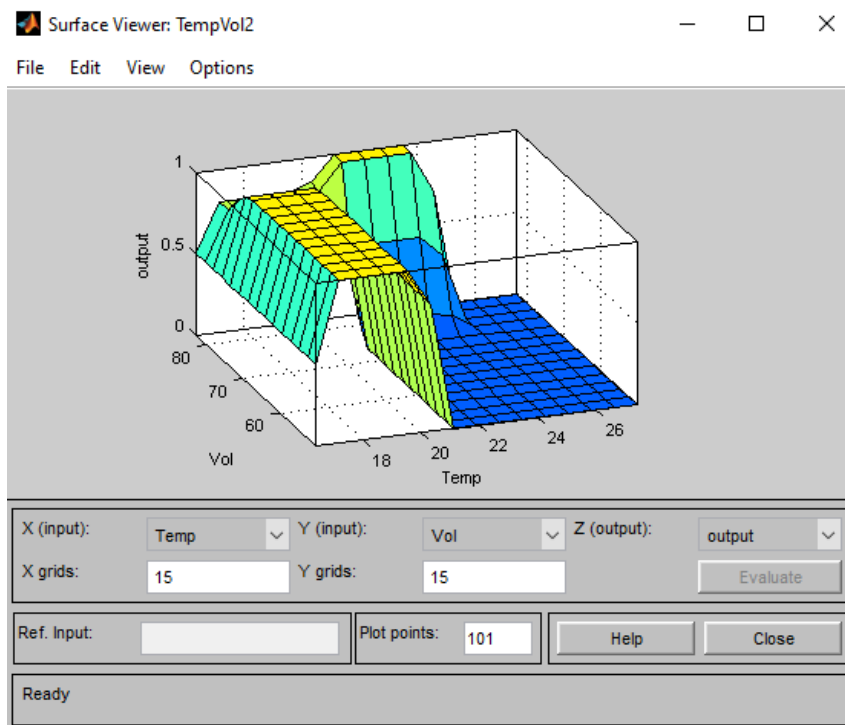


Рис. 10. Графічний вигляд залежності вихідної змінної від вхідних

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Запропонований підхід дає необхідні можливості практичного застосування результатів для прогнозу подальшої поведінки об'єкта та формуванні в подальшому енергоефективних стратегій керування тепличним комплексом.

## REFERENCES

- [1] Нейронні мережі. The MathWorks, Inc, 1994-2022.
- [2] Лисенко В.П., Решетюк В.М., Штепа В.М., Заєць Н.А. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм. Київ: НУБіП України, 2014.
- [3] Лисенко В., Заєць Н., Гачковська М., Савчук О. Інтелектуальні системи управління біотехнічними об'єктами. Київ: КомПринт, 2019.

**Олександр Гурський**

К.т.н, доцент

Одеський національний технологічний університет (кафедра автоматизації технологічних процесів і  
робототехнічних систем), Одеса, Україна

ORCID ID 0000-0001-5158-2125

*gurskiya2017@gmail.com*

**Андрій Денисенко**

К.т.н, доцент

Національний університет «Одеська політехніка» (кафедра інформаційних систем), Одеса, Україна

ORCID ID 0000-0002-8610-0082

*denisenko\_1965@gmail.com*

## РОЗШИРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ДИСКРЕТНО-БЕЗПЕРЕРВНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ СИНТЕЗУ АЛГОРИТМІВ ЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ

**Анотація.** В роботі представлений відповідний етап розширення математичного опису складних систем на основі засобів дискретно-безперервних мереж, який необхідний для розробки інтелектуальної системи, пов'язаної з формуванням алгоритмів логічного управління. Метою даної роботи є мінімізація часу та автоматизація процесу синтезу деяких алгоритмів управління складних систем. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити задачу, пов'язану з розширенням математичного апарату дискретно-безперервних мереж для синтезу алгоритмів логічного управління. Особливість розширеного математичного апарату полягає в тому, що визначається комбінація матриць інцидентності мереж Петрі яка використовується згідно з дією відповідного вектора керування. Така комбінація матриць інцидентності повинна входити до системи рівнянь, що описують дискретно-подійну частину дискретно-безперервної мережі. В роботі, також представляється математичний опис складних систем які об'єднуються з двох частин неперервно-подійної та дискретно-подійної в структурній єдності. Ці дві частини взаємодіють між собою, утворюючи тим самим, різні режими функціонування системи або логіко-динамічної моделі, що представляє цю систему. В заключній частині роботи визначаються особливості математичного опису на основі засобів дискретно-безперервних мереж, їх розширення для розробки відповідної платформи візуалізації функціонування логіко-динамічної моделі та представляється висновок стосовно подальшого розвитку наукової роботи.

**Ключові слова:** дискретно-неперервна мережа, мережа Петрі, логіко-динамічна модель, матриця інцидентності, логічне управління

### 1. ВСТУП

Розробка логіко-динамічної моделі складної технологічної системи на основі засобів дискретно-безперервних мереж (ДБ-мереж) доцільна, коли необхідно, для відповідного аналізу відобразити як безперервну динаміку складної системи, так і структурну динаміку режимів функціонування [1]. В даному випадку засоби дискретно-безперервних мереж мають переваги у моделюванні складних систем.

**Постановка проблеми.** В процесі виконання деяких задач виникає необхідність розширення математичного опису ДБ-мереж, наприклад, при автоматизації процесу синтезу багаторівневих систем управління [2]. В даному випадку була розроблена відповідна логіко-динамічна модель, яка визначає поетапний характер налаштування рівнів управління. Однак алгоритми поетапного налаштування багаторівневих систем можуть бути різні при обмеженій кількості елементів ДБ-мережі. В даному випадку необхідна розробка відповідної інтелектуальної системи на основі засобів ДБ-мережі, в якій змінюються зв'язки між елементами. Це в свою чергу тягне за собою зміну рівнянь, які описують поведінку дискретно-подійної частини дискретно-безперервної мережі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В наш час розширення математичного апарату ДБ-мереж виконувалася у межах синтезу платформи візуалізації функціонування логіко-динамічних моделей [3]. Зміна зв'язків у ДН-мережі шляхом композиції та декомпозиції функціональних підмереж розглядалася у роботі [2]. Аналогічний підхід відомий при синтезі мереж Петрі, проте вони представляють лише дискретну динаміку системи [1]. Таким чином, розширення математичного апарату ДБ-мереж відповідає сучасному розвитку інтелектуальних технологій, як у подібних прикладах пов'язаних з автоматичним синтезом мереж Петрі [4].

**Метою даної роботи** є мінімізація часу та автоматизація процесу синтезу деяких алгоритмів управління складних систем.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити задачу, пов'язану з розширенням математичного апарату дискретно-неперервних мереж для синтезу алгоритмів логічного управління.

## 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Логіко-динамічна модель, що представлена засобами дискретно-неперервних мереж, складається з двох частин: неперервно-подійної (НПЧ) та дискретно-подійної (ДПЧ) у структурній єдності. Динаміка НПЧ у неперервному просторі  $X(t|t_k)$  може бути представлена рівняннями стану та

$$\dot{X}(t|t_k) = f(\Xi_1({}^d u_o(t_k)), X(t|t_k), u(t|t_k)), \quad (1)$$

рівнянням виходу

$$Y(t|t_k) = f(\Xi_3({}^d u_o(t_k)), X(t|t_k)), \quad (2)$$

ДПЧ може бути представлена відповідними рівняннями стану

$${}^d X_L(t_k) = {}^d X_L(t_{k-1}) + |A_L| \cdot {}^d v_L(t_k) + {}^d u_L(t_k) + {}^d w_L(t_k), \quad (3)$$

та рівнянням виходу

$${}^d Y_L(t_k) = \Lambda \cdot {}^d X_L(t_k), \quad (4)$$

де  $X(t|t_k)$  – вектор неперервно-подійного стану НПЧ;  $Y(t|t_k)$  – вектор неперервно-подійного виходу;  $u(t|t_k)$  – вектор неперервного впливу;

$\Xi({}^d u_o(t_k))$  – вектор-функція управління структурними змінами (режимами функціонування),  $\Xi_1({}^d u_o(t_k)) = \left| \xi_1^1 \quad \xi_2^1 \quad \dots \quad \xi_N^1 \right|^T$  і  $\Xi_2({}^d u_o(t_k)) = \left| \xi_1^2 \quad \xi_2^2 \quad \dots \quad \xi_N^2 \right|^T$  – вектора-функції управління структурою, що залежать від дискретного стану  $X_0^d(t_k)$  неперервно-подійної частини.  ${}^d w_L(t_k)$  – зовнішній управляючий вплив,  ${}^d X_L(t_k)$ ,  ${}^d X_L(t_{k-1})$  – попередній та наступний дискретний стан (маркування) мережі Петрі,  $|A_L|$  – інцидентна матриця, що відображає взаємозв'язок елементів у ДБ-мережі,  ${}^d v_L(t_k)$  – управляючий вектор в ДБ-мережі.

Диференціальна частина (1), (2) та ДПЧ (3), (4) об'єднуються за рахунок відповідних функцій –  $\Xi(t_k) = f(\beta_k)$ ,  $v_k = f_{C/D}(y(t))$ .

Дані рівняння (1–4) є основою для розширення математичного апарату з урахуванням процедур автоматичного синтезу мереж Петрі.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

В результаті розгляду математичного опису логіко-динамічної моделі було встановлено, що при синтезі мережі Петрі та відповідних алгоритмів, розмірність векторів  ${}^d X_L(t_k)$ ,  ${}^d u_L(t_k)$  і матриці  $|A_L|$  може не змінюватися, однак елементи матриці  $|A_L|$  повинні змінюватися при різних запусках моделі системи. У цьому випадку інцидентна матриця  $|A_L|$  може бути  $|A_{L1}|$ ,  $|A_{L2}|$ , таким чином,  $|A_L| \in \{|A_{L1}|, |A_{L2}|, \dots, |A_{Ln}|\}$ , при цьому, значення  $n$  заздалегідь невідоме і залежить воно від поставленої задачі. Отже, рівняння повинно бути перетворено згідно з вектором початкових умов  $\bar{S}$ , що формується деякою експертною системою.

Для візуалізації процесу синтезу мережі Петрі та відповідного алгоритму логічного управління, змінні стану  ${}^d X_L(t_k)$ ,  ${}^d X_L(t_{k-1})$  та приріст необхідних значень критерію якості роботи системи  $\Delta J$  можуть виводитися за допомогою параметричного файлу на платформу візуалізації, як показано в роботі [3]. Візуалізація процесу синтезу мережі Петрі на основі відповідної платформи Flash або Unity є важливою складовою для взаємодії експерта з інтелектуальною системою.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В процесі виконання поставленої задачі визначили основний напрямок у розширенні математичного опису дискретно-безперервної мережі для розробки відповідних логіко-динамічних моделей.

Подальший розвиток наукової роботи безпосередньо має бути пов'язаний з розробкою логіко-динамічної моделі, яка забезпечує синтез багаторівневих систем управління на основі певної інтелектуальної технології.

## ПОСИЛАННЯ

1. Згуровский МЗ. Дискретно непрерывные системы с управляемой структурой. Київ: Наукова думка; 1998. 350 с.  
Zgurovskiy MZ. Diskretno nepreryivnyie sistemyi s upravlyayemoy strukturoy. Kyiv: Naukova dumka; 1998. 350 s.
2. A. Gurskiy, A. Denisenko, S. Dubna, "The automatic synthesis of Petri nets based on the functioning of artificial neural network," *Radio Electronics, Computer Science, Control.*, vol. 11, no. 2, pp. 84–92, Jul. 2021. doi: 10.15588/1607-3274-2021-2-9
3. A. Gurskiy and A. Denisenko, S. "Information technology of visualization for technological processes for research modes of functioning of complex technological systems," *System research and information technologies.*, vol. 8, no. 2, pp. 74-83. Dec. 2016.
4. D. W. He, B. Strege, and A. Kusiak "Decomposition in automatic generation of Petri nets for manufacturing system control and scheduling," *International Journal of Production Research.*, vol. 38, no. 6, pp. 1437–1457, Jul. 2000. doi: 10.1080/002075400188942

**Юрій Харченко**

студент 1-го року магістратури, ФІТ, НУБіП, Україна

ORCID 0000-0001-9152-0236

[youry@ukr.net](mailto:youry@ukr.net)

**Алла Дудник**

доцент, к.т.н, ФІТ, НУБіП, Україна

ORCID 0000-0001-9797-3551

[dudnikalla@nubip.edu.ua](mailto:dudnikalla@nubip.edu.ua)

## СТРУКТУРА ПРОГРАМНОГО АГЕНТА ЗАСНОВАНОГО НА ЗНАННЯХ STRUCTURE OF A KNOWLEDGE-BASED SOFTWARE AGENT

**Анотація.** Пропонується до розгляду концептуальна схема структури інтелектуального програмного агента заснованого на знаннях. Визначаються вимоги до побудови та функціонування агента. Наводиться структурна схема, система програмних компонентів та опис їх взаємодії. Обґрунтовується актуальність подальшого дослідження в напрямку інтелектуальних агентів та представлення знань в комп'ютері.

**Ключові слова:** knowledge-based software agent, knowledge representation.

### 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** Сучасний стан розвитку комп'ютерної техніки, мов та систем програмування, методів та технологій обробки та організації інформації вимагають від розробників програмного забезпечення нових підходів до ролі та функцій комп'ютерних додатків. Одним з таких підходів є створення додатків, які б перетворювали звичайний персональний комп'ютер, ноутбук чи мобільний пристрій на інтелектуального помічника, асистента та секретаря. Комп'ютерний додаток має не просто полегшувати виконання повсякденних рутинних завдань, він має повністю брати їх на себе. Такий інтелектуальний додаток буде *програмним агентом заснованим на знаннях*.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Представлення знань в інтелектуальних програмних агентах є головним напрямком досліджень. В [1] дається всебічний та глибокий аналіз інтелектуальних агентів, від простих рефлексивних агентів до агентів з функціями представлення знань та логічного виводу, які діють в недетермінованому середовищі. Аналізу, проектуванню і реалізації мультиагентних систем та розподіленого штучного інтелекту присвячено [2]. Важливим джерелом є [3], де розглядаються напрямки та стан досліджень в сфері представлення знань та логічного виводу, спеціалізовані методи рішення задач в таких областях як, час, простір, причинно-наслідковий зв'язок і дія. В [4] пропонуються теоретичні та практичні підходи до представлення знань на основі концепції багаторівневої розширеної семантичної мережі. Питання когнітивного сприйняття, структурні моделі представлення знань розглядаються в [5]. Темою [6] є застосування в організації знань моделей модальної логіки та інших методів заснованих на розширеннях класичної логіки.

**Мета публікації.** Маючи за мету зформулювати підходи до створення інтелектуальних програмних агентів заснованих на знаннях в статті пропонується розглянути вимоги до побудови таких агентів та подається концептуальна структура, яка є наслідком цих вимог та поточного стану досліджень.

### 2. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Пропонується концептуальна структура програмного агента заснованого на знаннях [1,р.234].

## 2.1. Вимоги до програмного агента

*Динамічність*: знання не абсолютні, а залежні від часу. *Гнучкість*: структура представлення знань може змінюватися. *Гібридність*: знання представляються як декларативно, так і процедурно. *Дискретність*: стани агента, час та простір середовища скінченні та перелічувані. *Backtracking*: механізм відкату знань до попереднього стану при невдачі. *Немонотонність* [3,р.239]: можливість обробляти суперечливі знання. *Dataflow*: обчислення як орієнтований граф, де вершини є обчисленнями, а потоки даних - дугами.

## 2.2. Структура агента

*Початковий стан бази знань*: містить базові знання [1,р.235]; декларативний [1,р.236] опис типів, об'єктів, атрибутів, відношень, правил логічного виводу; використовується *модулем операцій над базою знань* для ініціалізації агента та його переходу в початковий стан.

*Канал сприйняття*: забезпечує прийом та первинну синтаксичну та лексичну обробку вхідних текстових повідомлень [1,р.865], [4,р.9]; перетворює їх в записи *журналу сприйнятого* [1,р.446], [4,р.17].

*Журнал сприйнятого*: містить впорядковану послідовність формалізованих записів *каналу сприйняття*.

*Модуль обробки сприйнятого*: сервіси аналізують записи *журналу сприйнятого*; кінцеві результати розміщують в *журнал операцій над базою знань*; проміжні в *журнал сприйнятого*; можуть робити запити до *актуального стану бази знань*; згідно правил рефлексивної поведінки можуть напряму звертатися до функцій *планувальника* та сервісів *модуля формування дій*.

*Актуальний стан бази знань*: зберігає та відображає поточний стан бази знань агента [1,р.440], [3,р.213], [4,р.39]; відповідає на запити модульних сервісів; формується та змінюється на підставі записів *журналу операцій над базою знань* сервісами *модуля операцій бази знань*.

*Журнал операцій над базою знань*: містить впорядковану послідовність формалізованих записів створених сервісами *модуля обробки сприйнятого* та *модуля операцій бази знань*.

*Модуль операцій бази знань*: сервіси аналізують записи *журналу операцій над базою знань*; результати застосовуються до *актуального стану бази знань*, що переводить агента до іншого стану; сервіси можуть робити запити до *актуального стану бази знань*; мають можливість звертатися до функцій *планувальника*.

*Планувальник*: на підставі правил та цілей відображених в *актуальному стані бази знань* [4,р.85] та функціональних зверненнях інших модульних сервісів формує сценарії дій агента [1,р.401]; шляхом створення можливих світів [1,р.240], [2,р.335], [5,р.5], [6,р.15] та застосування відповідних алгоритмів пошуку [1,р.75], [2,р.165], [3,р.181] та правил логічного виводу [1,р.322], [2,р.331], [3,р.285] сервіси формують записи *журналу планувальника*.

*Журнал планувальника*: містить впорядковану послідовність формалізованих записів створених сервісами *планувальника*; записи обробляються сервісами *модуля формування дій*.

*Модуль формування дій*: сервіси аналізують записи *журналу планувальника* та *журналу дій*; результати розміщують в *журнал дій*; сервіси можуть робити запити до *актуального стану бази знань*; виконують звернення інших модульних сервісів.

*Журнал дій*: містить впорядковану послідовність формалізованих записів створених сервісами *модуля формування дій*; записи обробляються *каналом дій*.

*Канал дій:* аналізує записи журналу дій; згідно з встановленими правилами виробляє повідомлення, команди та запити до навколишнього середовища [2,р.29].

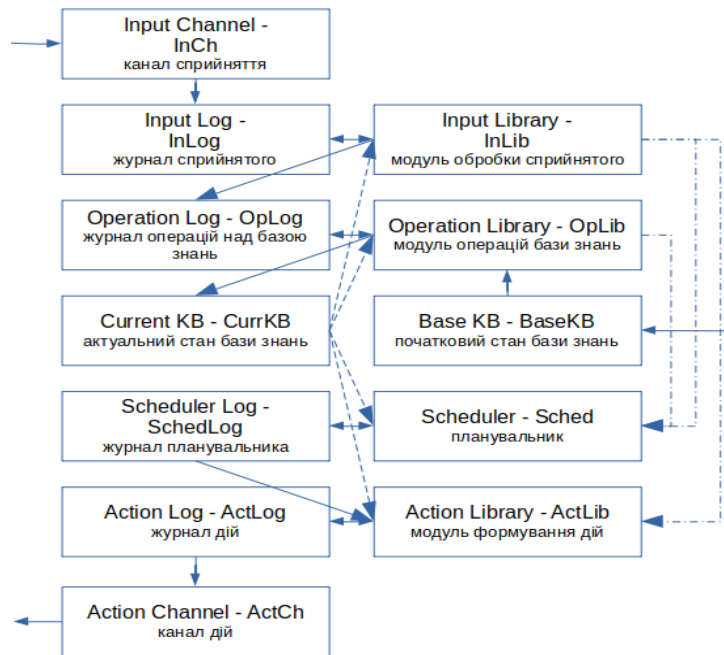


Рисунок 1. Структура програмного агента

На рис.1 показана концептуальна схема структури програмного агента, заснованого на знаннях (суцільні стрілки показують основний потік даних, пунктирні — запити до бази знань, штрих-пунктирні — функціональні звернення).

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати дослідження дають перспективу для проектування та реалізації прототипу інтелектуального програмного агента згідно з наведеними в статті вимогами та функціональністю.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Russell, Stuart J. Norvig, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd ed.). Pearson Education. 2010.
2. Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence. (edited by Weiss G.). The MIT Press. 1999.
3. Harmelen F., Lifschitz V., Porter B. Handbook of Knowledge Representation. Elsevier. 2008.
4. Helbig H. Knowledge Representation and the Semantics of Natural Language. Springer. 2006.
5. Markman A. Knowledge Representation. Lawrence Erlbaum Associates. 1999.
6. Fagin R., Halpern J.Y., Moses Y., Vardi M.Y. Reasoning about Knowledge. The MIT Press. 1995.



**Пашков С. О.**

Магістрант кафедри АТПіРС  
ОНТУ (факультет комп'ютерних систем та автоматизації), Одеса, Україна  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0202-7015>  
[sergypashkov2001@gmail.com](mailto:sergypashkov2001@gmail.com)

**Мазур О. В.**

к.т.н., доцент кафедри АТПіРС  
ОНТУ (факультет комп'ютерних систем та автоматизації), Одеса, Україна  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7104-9010>  
[mazur.a.v.ua@gmail.com](mailto:mazur.a.v.ua@gmail.com)

**Петренко Д. С.**

Магістрант кафедри АТПіРС  
ОНТУ (факультет комп'ютерних систем та автоматизації), Одеса, Україна  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-7739-5755>  
[dmytropetrenko00@gmail.com](mailto:dmytropetrenko00@gmail.com)

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ПЛІВКОВОГО ВИПАРНИКА ЯК ОБ'ЄКТУ КЕРУВАННЯ

**Анотація.** Доповідь присвячена розробці імітаційної математичної моделі термоелектричного плівкового випарника як об'єкту керування (ОК), що включає в себе три основні складові: модель термоелектричного перетворювача (ТЕП), модель теплопередачі через плоску стінку та модель тепломасообмінних процесів у плівковому випарнику. Імітаційна модель реалізована в середовищі Matlab Simulink.

**Ключові слова:** термоелектричний перетворювач, плівковий випарник, тепломасообмін.

### 1. ВСТУП

При виробництві різноманітних алкогольних напоїв зазвичай постає проблема нормалізації вмісту алкоголю в готовому продукті. Процес деалкоголізації застосовується для зменшення вмісту алкоголю в одних продуктах та отримання спирту для зміцнення інших. Для підвищення енергоефективності процесу та поліпшення якості отриманих продуктів зазвичай використовується вакуумна дистиляція у плівкових випарниках. Використання термоелектричних перетворювачів (ТЕП) дозволяє значно зменшити енергетичні витрати при реалізації таких процесів. Розробка ефективних САК неможлива без наявності імітаційної математичної моделі такого процесу як об'єкту керування (ОК).

### 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Математична модель термоелектричного плівкового випарника як ОК включає в себе три основні складові: модель термоелектричного перетворювача (ТЕП), модель теплопередачі через плоску стінку та модель тепломасообмінних процесів у плівковому випарнику.

1) Для розрахунку теплового потоку через плоску стінку  $Q_c$  скористуємося наступною залежністю

$$Q_c = F \cdot k \cdot \Delta t \text{ або } Q_c = F \cdot \frac{\Delta t}{R_{ст}} \quad (1)$$

$$\text{Звідки } \Delta t = Q_c \cdot \frac{R_{ст}}{F} \quad (2)$$

Де:  $t_{ст1}$  і  $t_{ст2}$  – температури стінки з гарячої та холодної сторони відповідно;  $\Delta t = t_{ст1} - t_{ст2}$  – температурний напір;  $R_{ст}$  – термічний опір теплопровідності (стінки);  $F$  – товщина стінки;  $k$  – еквівалентний коефіцієнт теплопровідності.

$$R_{ст} = \frac{F}{k} \quad (3)$$

Теплова енергія що витрачається на зміну температури стінки  $Q$ .

$$Q = c_{ст} \cdot m_{ст} \cdot \Delta t \quad (4)$$



$$\text{Звідки } \Delta t = \frac{Q}{c_{\text{ст}} \cdot m_{\text{ст}}} \quad (5)$$

Де:  $c_{\text{ст}}$  – питома теплоємність матеріалу стінки;  $m_{\text{ст}}$  - маса стінки.

2) При розробці моделі тепломасообмінних процесів у випарнику приймемо наступні спрощення: а) моделюється процес кипіння азеотропної водно-спиртової суміші (при тиску менше 75 мбар); б) до досягнення температури кипіння вся енергія що підводиться до випарника витрачається на підігрів продукту до цієї температури; в) в подальшому тепла енергія що підводиться до випарника витрачається на випаровування спиртів; г) після випаровування всіх спиртів тепла енергія що підводиться до випарника буде витрачатися на перегрів деалкоголізованого продукту (ДП) вище температури кипіння спиртів.

В моделі тепломасообмінних процесів у випарнику як ОК використані наступні залежності:

$$Q_{\text{г}} = Q_{\text{н}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{п}} \quad (6)$$

$$Q_{\text{н}} = c_{\text{п}} \cdot G_{\text{п}} \cdot (T_{\text{к}} - T_{\text{п}}) \quad (7)$$

$$Q_{\text{в}} = r_{\text{с}} \cdot G_{\text{с}} \quad (8)$$

$$Q_{\text{п}} = c_{\text{дп}} \cdot G_{\text{дп}} \cdot (T_{\text{дп}} - T_{\text{п}}) \quad (9)$$

Де:  $Q_{\text{г}}$  – тепловий потік від гарячої сторони ТЕП;  $Q_{\text{н}}$  - тепловий потік на нагрів продукту до температури кипіння;  $Q_{\text{в}}$  - тепловий потік на випаровування спиртів;  $Q_{\text{п}}$  - тепловий потік на перегрів ДП вище температури кипіння;  $c_{\text{п}}$  – теплоємність продукту;  $G_{\text{п}}$  – масова витрата продукту;  $T_{\text{п}}$  – початкова температура продукту;  $T_{\text{к}}$  – температура кипіння спирту;  $T_{\text{дп}}$  – температура перегріву ДП;  $r_{\text{с}}$  – теплота пароутворення спирту;  $G_{\text{с}}$  – масова витрата спирту що випаровується;  $c_{\text{дп}}$  – теплоємність ДП;  $G_{\text{дп}}$  – масова витрата ДП.

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

В результаті аналізу процесів що протікають в термоелектричному плівковому випарнику як об'єкту керування для його математичної моделі була прийнята наступна структура (рис.1).



Рисунок 1 – Структурна схема математичної моделі термоелектричного плівкового випарника як об'єкту керування

На рисунку прийняті наступні позначення:  $T_{\text{г}}$  – абсолютна температура гарячої сторони;  $T_{\text{х}}$  – абсолютна температура холодної сторони;  $I$  – струм від вхідного джерела живлення;  $Q_{\text{х}}$  - «холодного» теплового потоку;  $Q_{\text{г}}$  - величина «гарячого» теплового потоку;  $T_{\text{пв}}$  - температура продукту в випарнику;  $T_{\text{нс}}$  - температура навколишнього середовища;  $Q_{\text{с}}$  – величина теплового потоку через плоску стінку.

**Математична модель термоелектричного перетворювача (ТЕП).** Величини «холодного»  $Q_{\text{х}}$  та «гарячого» теплового потоку  $Q_{\text{г}}$  ТЕП описуються рівняннями (10) та (11) відповідно.

$$Q_{\text{х}} = am \cdot T_{\text{х}} \cdot I - \frac{I^2 R_{\text{м}}}{2} - \frac{T_{\text{г}} - T_{\text{х}}}{\theta_{\text{м}}} \quad (10)$$

$$Q_{\text{г}} = am \cdot T_{\text{х}} \cdot I + \frac{I^2 R_{\text{м}}}{2} - \frac{T_{\text{г}} - T_{\text{х}}}{\alpha_{\text{н}}} \quad (11)$$

Параметри  $am$ ,  $\theta_{\text{м}}$  і  $R_{\text{м}}$  розраховуються з листа даних виробників відповідно до рівнянь (12 – 14).

$$R_{\text{м}} = \frac{V_{\text{max}}}{I_{\text{max}}} \cdot \frac{(T_{\text{г}} - \Delta T_{\text{max}})}{T_{\text{г}}} \quad (12)$$

$$\theta_m = \frac{\Delta T_{\max}}{I_n a_m} = \frac{2 \cdot T_r}{T_r - \Delta T_{\max}} \quad (13)$$

Де:  $R_m$  – електричний опір термоелемента;  $\Theta_m$  – тепловий опір елемента;  $a_m$  – коефіцієнт Зеебека р–п переходу;  $I_{\max}$  – максимально допустимий струм ТЕП;  $V_{\max}$  – напруга що подається на ТЕП при  $I_{\max}$ ;  $\Delta T_{\max}$  – максимально допустима різниця температур між холодною та гарячою стороною.

**Математична модель теплопередачі через плоску стінку.** Моделі температури стінки з гарячої сторони  $t_{ct1}$  (15) та теплового потоку крізь неї  $Q$  (16) мають вигляд:

$$t_{ct1} = \int \left( \frac{\left( \frac{Q_{ГВ} \cdot R_{СТ} + t_{ct2}}{F} - (t_{ct2} - \frac{Q_{ГВ} \cdot R_{СТ}}{F}) - t_{ct1.1} \right) \cdot F}{R_{СТ}} - Q_{ГВ} \right) dt + t_{nc} \quad (15)$$

$$Q = Q_{ГВ} - \left( \frac{\left( \frac{Q_{ГВ} \cdot R_{СТ} + t_{ct2}}{F} - (t_{ct2} - \frac{Q_{ГВ} \cdot R_{СТ}}{F}) - t_{ct1} \right) \cdot F}{R_{СТ}} - Q_{ГВ} \right) \quad (16)$$

Де:  $t_{ct1.1}$  – температури стінки з гарячої сторони на крок раніше;  $t_{ct1} = T_r$ ,  $t_{ct2} = T_{пв}$ .

**Математична модель тепломасообмінних процесів у випарнику.** Модель зміни продукту в описується рівнянь (17).

$$T_{пв} = \begin{cases} \int \frac{Q_{ГВ}}{C_{п} \cdot m_{п}} dt + T_{п}; T_{пв} < T_{к}, m_{зал.спирту} > 0 & \text{температури} \\ \int (T_{дп} - T_{к}) dt + T_{дп}; T_{пв} \geq T_{к}, m_{зал.спирту} > 0 & \text{випарнику (} T_{пв} \text{)} \\ \int \frac{Q_{ГВ}}{C_{дп} \cdot m_{дп}} dt + T_{дп}; T_{пв} \geq T_{к}, m_{зал.спирту} < 0 & \text{системою} \end{cases} \quad (17)$$

Де:  $m_{зал.спирту}$  – маса спирту, що не випарилася.

Модель зміни витрат спирту що випаровується  $G_c$  описується залежністю (18).

$$G_c = \frac{Q_c + (T_{п} - T_{к}) \cdot C_{в} \cdot m_{в}}{r_c}; T_{дв} \geq T_{к} \quad (18)$$

На рисунку 2а представлено реалізацію в середовищі Simulink моделі тепломасообмінних процесів у випарнику та математичної моделі термоелектричного плівкового випарника як об'єкту керування.

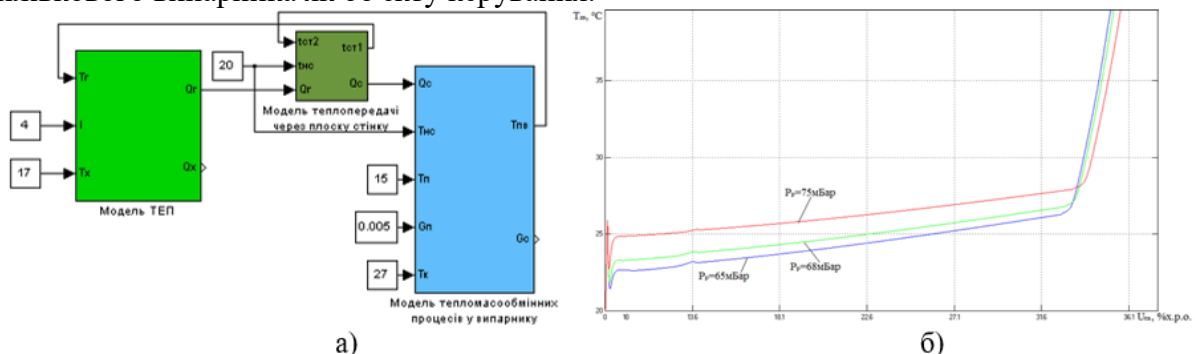


Рисунок 2 – а) реалізація в середовищі Simulink моделі тепломасообмінних процесів у випарнику та математичної моделі термоелектричного плівкового випарника як об'єкту керування; б) квазістатичні залежності температури продукту у випарнику від струму живлення ТЕП при різному тиску в ресивері.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Модель була застосована як складова частина загальної моделі процесу деалкоголізації вина в потоці як ОК. На рисунку 26 представлені квазістатичні залежності температури продукту у випарнику від струму живлення ТЕП при різних тисках. У зв'язку з обмеженістю об'єму доповіді інші складові загальної моделі будуть розглянуті в наступних доповідях.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: Підруч. / Іванов С.В., Домарецький В.А., Прибильський В.Л. та ін. // За загальною редакцією Іванова С.В. – К.: НУХТ, 2012. – 487с.
- [2] БОЙКО, Валентин Семенович, et al. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси: підручник, книга 3.
- [3] DISALVO, Francis J. Thermoelectric cooling and power generation. Science, 1999, 285.5428: 703-706.

### Петренко Д. С.

Магістрант кафедри АТПіРС ОНТУ  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-7739-5755>  
[dmytropetrenko00@gmail.com](mailto:dmytropetrenko00@gmail.com)

### Мазур О. В.

Доцент кафедри АТПіРС ОНТУ; к.т.н.  
Одеський національний технологічний університет  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7104-9010>  
[mazur.a.v.ua@gmail.com](mailto:mazur.a.v.ua@gmail.com)

### Пашков. С. О.

Магістрант кафедри АТПіРС ОНТУ  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0202-7015>  
[sergypashkov2001@gmail.com](mailto:sergypashkov2001@gmail.com)

### Ковальчук Д.А.

ст. викладач ОНТУ, к.т.н.  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0549-5244>  
[radiolomaster@gmail.com](mailto:radiolomaster@gmail.com)

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО РЕКУПЕРАТОРА ТЕПЛА "ПОВІТРЯ - ПОВІТРЯ" ЯК ОБ'ЄКТУ КЕРУВАННЯ

**Анотація.** Доповідь присвячена розробці імітаційної математичної моделі термоелектричного рекуператора тепла "повітря - повітря" як об'єкту керування, що включає в себе три основні складові: модель термоелектричного перетворювача, модель теплопередачі через плоску стінку та модель конвективного теплообміну. Імітаційна модель реалізована в середовищі Matlab Simulink.

**Ключові слова:** термоелектричний перетворювач, теплопередача, конвективний теплообмін, математична модель.

**1.ВСТУП.** Використання термоелектричних перетворювачів (ТЕП) для рекуперації теплової енергії паро-повітряних сумішей при реалізації технологічних процесів харчових технологій дозволяє суттєво зменшити енергетичні витрати і знизити собівартість готової продукції. Енергетична ефективність ТЕП при реалізації таких процесів в значній мірі залежить від здатності системи керування підтримувати енергоефективні режими рекуперації. Розробка ефективних систем автоматичного керування (САК) неможлива без наявності імітаційної аналітичної математичної моделі такого процесу як об'єкту керування (ОК).

## 2.ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Математична модель термоелектричного рекуператора тепла «повітря – повітря» як ОК включає в себе три основні складові: модель ТЕП, модель теплопередачі через «плоску стінку» та модель конвективного теплообміну «стінка-повітря»

**2.1.** Для розрахунку конвективного теплового потоку  $Q_k$  скористаємося наступною залежністю

$$Q_K = F \cdot a \cdot \left( t_{CT} - \frac{(t_{ПВХ} + t_{ПВИХ})}{2} \right) \quad (1)$$

Де:  $F$  – площа поверхні плоскої стінки,  $a$  – коефіцієнт теплопередачі Вт/(м<sup>2</sup>·К) в залежності від швидкості руху середовища відносно стінки,  $t_{CT}$  – температура стінки,  $t_{ПВХ}$ ,  $t_{ПВИХ}$  – температура повітря на вході та виході рекуператора відповідно.

**2.2.** При розробці моделі радіатора рекуператора як ОК приймемо спрощення, що радіатор є плоскою стінкою з середнім тепловим опором  $R_{al}$ . В такому разі тепловий потік крізь радіатор розраховується наступним чином

$$Q_{CT} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F \cdot (t_{CT1} - t_{CT2}) \quad (2)$$

Теплова енергія що витрачається на зміну температури стінки радіатора рекуператора розраховується наступним чином

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad (3)$$

Де:  $\lambda$  – еквівалентний коефіцієнт теплопровідності,  $F$  – площа поверхні плоскої стінки,  $\delta$  – товщина стінки,  $t_{CT1}$ ,  $t_{CT2}$  – температури стінки з гарячої та холодної сторони відповідно,  $c$  – теплоємність радіатора,  $\Delta t$  – зміна температури радіатора,  $m$  – маса радіатора.

### 2.3. Тепловий баланс з «холодного» боку ТЕП

$$Q_X = Q_{XCT} - Q_{HXCT} = Q_{XK} \quad (4)$$

$$Q_{XCT} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F_{XCT} \cdot \Delta T_{XCT} \quad (5)$$

$$Q_{XK} = F_X \cdot \alpha_X \cdot \left( t_{XCT} - \frac{(t_{XПВХ} + t_{XПВИХ})}{2} \right) \quad (6)$$

$$Q_{HXCT} = c_{XCT} \cdot m_{XCT} \cdot (t_{XCT1} - t_{XCT2}) \quad (7)$$

### 2.4. Тепловий баланс з «гарячого» боку ТЕП

$$Q_G = Q_X + P = Q_{GCT} - Q_{HGCT} = Q_{GK} \quad (8)$$

$$Q_{GCT} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F_{GCT} \cdot \Delta T_{GCT} \quad (9)$$

$$Q_{GK} = F_G \cdot \alpha_G \cdot \left( t_{GCT} - \frac{(t_{GПВХ} + t_{GПВИХ})}{2} \right) \quad (10)$$

$$Q_{HGCT} = c_{GCT} \cdot m_{GCT} \cdot (t_{GCT1} - t_{GCT2}) \quad (11)$$

Де:  $Q_X, Q_G$  – теплові потоки від ТЕП

відповідно холодний і гарячий;  $Q_{XCT}, Q_{GCT}, Q_{HXCT}, Q_{HGCT}$  – тепловий потік через холодну і гарячу сторону рекуператора та кількість тепла затрачувана на нагрів холодної та гарячої сторін відповідно;  $Q_{XK},$

$Q_{GK}$  –

тепловий конвективний потік з холодної та гарячої сторони рекуператора;  $t_{XПВХ},$

$t_{XПВИХ}, t_{GПВХ}, t_{GПВИХ}$  – температури повітря на вході та виході рекуператора;  $t_{XCT1}, t_{XCT2},$

$t_{GCT}, \Delta T_{GCT}, t_{GПВХ}, t_{GПВИХ}, t_{GCT1}, t_{GCT2}, t_{XCT}, \Delta T_{XCT}$  – температури стінок в різних точках;  $\alpha_X, \alpha_G$

– коф тепловіддачі;  $m_{XCT}, c_{XCT}, c_{GCT}, m_{GCT}$  – маси та теплоємності радіаторів;  $F_X, F_G$  – площі радіаторів.

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

В результаті аналізу процесів що протікають в термоелектричному рекуператорі тепла «повітря - повітря» як ОК для його математичної моделі була прийнята наступна структура (рис.1).



Рис. 1 Структурна схема математичної моделі термоелектричного рекуператора тепла «повітря-повітря» як ОК.

На рисунку прийняті наступні позначення:  $I$  – струм живлення ТЕП,  $Q_g$  – тепловий потік від гарячої сторони ТЕП,  $Q_x$  – тепловий потік від холодної сторони ТЕП,  $T_{гп}$  – температура гарячої сторони ТЕП,  $T_{хп}$  – температура холодної сторони ТЕП,  $S_{пг}$  та  $S_{пх}$  – швидкість руку потоку повітря,  $T_{алг}$  та  $T_{алх}$  – температура поверхні радіатора з гарячої та холодної сторони відповідно.

**3.1. Математична модель термоелектричного перетворювача (ТЕП).** Величини «холодного»  $Q_x$  та «гарячого» теплового потоку  $Q_g$  ТЕП описуються рівняннями (12) та (13) відповідно.

Величина «холодного» теплового потоку може бути описана з рівняння

$$Q_x = -\frac{\Delta T}{\theta_m} + a_m \cdot T_a \cdot I - \frac{I^2 R_m}{2} \quad (12)$$

Величина «гарячого» теплового потоку дорівнює є сумі ефекту Пельть'є ( $a_m \cdot T_p$ ), теплопровідності елемента ( $t / \Theta_m$ ) і теплового ефекту Джоуля ( $I^2 R_m$ ). Дію ефекту Томсона не описуємо остільки вона не значна. Описується залежністю.

$$Q_g = -\frac{\Delta T}{\theta_m} + a_m \cdot T_a \cdot I + \frac{I^2 R_m}{2} \quad (13)$$

Параметри  $a_m$ ,  $\Theta_m$  і  $R_m$  можуть бути розраховані з листа даних виробників відповідно до рівнянь (14-15).

$$R_m = \frac{V_{max} \cdot (T_e - \Delta T_{max})}{I_{max} \cdot T_e} \quad (13)$$

$$\theta_m = \frac{\Delta T_{max}}{I_{max} \cdot V_{max}} \cdot \frac{2 \cdot T_e}{(T_e - \Delta T_{max})} \quad (14)$$

$$a_m = \frac{V_{max}}{T_e} \quad (15)$$

де:  $I_{max}$  – максимально допустимий струм,  $V_{max}$  – напруга яка виникає на термоелементі при  $I_{max}$ ,  $\Delta T_{max}$  – максимально допустима різниця температур між холодною та

гарячою стороною,  $Q_x$  – холодний тепловий потік,  $Q_g$  – гарячий тепловий потік,  $R_m$  – електричний опір термоелемента [Ом],  $\Theta_m$  – тепловий опір елемента [K/W],  $a_m$  – коефіцієнт р-п переходу Зеебека [V/K],  $T_e$  - абсолютна температура теплої сторони [K],  $T_a$  - абсолютна температура холодної сторони [K].

**3.2. Математична модель теплопередачі через плоску стінку.** Математичні моделі температури поверхні радіатора з гарячої сторони  $t_{сг1}$  (15) та поверхні радіатора з холодної сторони (16) мають вигляд:

$$T_{алг} = \left( \int \frac{Q_{гп} - (T_{ал1} - T_{пвх}) \cdot F_{ал} \cdot a}{m_{ал} \cdot c_{ал}} + T_{0_{пвх}} \right) \quad (15)$$

$$T_{alx} = \left( \int \frac{(T_{пвх} - T_{al.1}) * F_{al} * a - Q_{хп}}{m_{al} * c_{al}} + T_{0_{вх}} \right) \quad (16)$$

Математичні моделі температури гарячої(17) та холодної(18) сторін ТЕП мають вигляд

$$T_{гп} = \int \frac{Q_{гп} - (T_{al} - T_{пвх}) * F_{al} * a}{m_{al} * c_{al}} + \frac{Q_{гп} * F_{al} * R_{al}}{h_{al}} \quad (17)$$

$$T_{хп} = \int \frac{Q_{хп} - (T_{al} - T_{пвх}) * F_{al} * a}{m_{al} * c_{al}} - \frac{Q_{хп} * F_{al} * R_{al}}{h_{al}} \quad (18)$$

**3.3. Математична модель конвективного теплообміну.** Математичні моделі температури повітря на виході з гарячої (19) та холодної (20) сторони рекуператора мають вигляд

$$T_{п\_вих\_г} = \frac{(T_{alг} - T_{воздвх}) * F_{al} * a}{m_{возд} * c_{возд}} + T_{воздвх} \quad (19)$$

$$T_{п\_вих\_х} = \frac{(T_{alх} + T_{воздвх}) * F_{al} * a}{m_{возд} * c_{возд}} - T_{воздвх} \quad (20)$$

де:  $T_{гп}$  – температура робочої сторони ТЕП,  $T_{alг}$ ,  $T_{alх}$  – температура(гарячої та холодної) поверхонь радіаторів,  $Q_{гп}$ ,  $Q_{хп}$  - гарячий та холодний тепловий потік від ТЕП,  $F_{al}$  – площа поверхні радіатора,  $R_{al}$  – тепловий опір радіатора,  $h_{al}$  – товщина радіатора,  $T_{воздвх}$  – температура вхідного повітря,  $a$  - коефіцієнт тепловіддачі,  $c_{al}$  – теплоємність алюмінію,  $m_{возд}$  – масові витрати повітря,  $c_{возд}$  – теплоємність повітря,  $T_{(0\_вх)}$  –початкова температура радіатора,  $T_{(al.1)}$  – температура радіатора на крок раніше,  $m_{al}$  – маса радіатора,  $c_{al}$  – теплоємність радіатора.

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Модель була застосована як складова частина загальної комірчастої моделі рекуперації тепла «повітря-повітря» технологічного процесу гарячого копчення ковбаси як ОК. На рисунку 2 представлені квазістатичні залежності температури гарячого (а) та холодного(б) повітря у рекуператорі від струму живлення ТЕП.

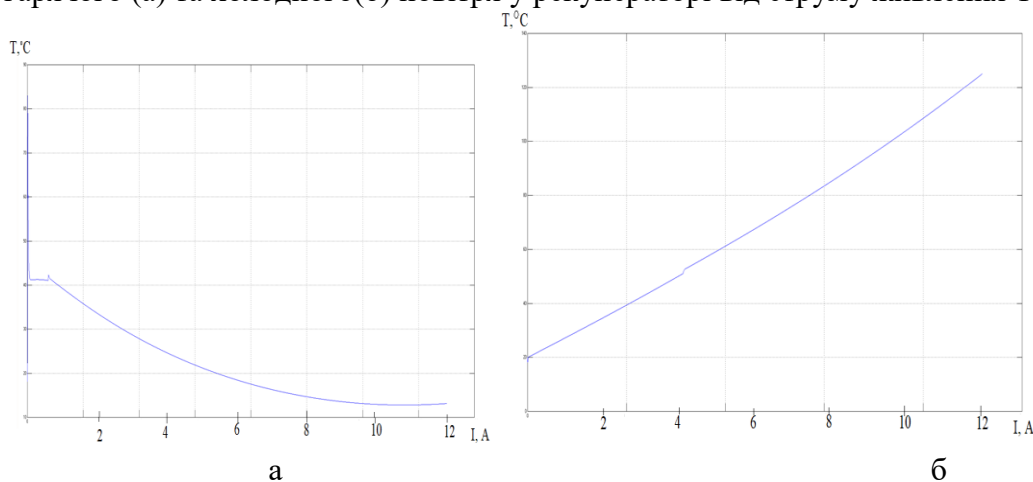


РИС.2- квазістатичні залежності температури гарячого (а) та холодного(б) повітря у рекуператорі від струму живлення ТЕП.

У зв'язку з обмеженістю об'єму доповіді інші складові загальної моделі будуть розглянуті в наступних доповідях.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] БОЙКО, Валентин Семенович, et al. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси: підручник, книга 3.
- [2] DISALVO, Francis J. Thermoelectric cooling and power generation. Science, 1999, 285.5428: 703-706.

### Олексій Ситніков

старший викладач

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря

Сікорського», Київ, Україна

ORCID ID 0000-0002-6806-1665

[o.sitnikov@kpi.ua](mailto:o.sitnikov@kpi.ua)

## СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ З ВИКОРИСТАННЯМ UML-ДІАГРАМ

**Abstract.** Проаналізовано принцип створення системи керування технічним процесом виготовлення скломаси з використанням *UML*-діаграм різного типу. Описано основні типи діаграм, засіб їх створення та використання на різних стадіях процесу. Розглянуто відображення групи вхідних та вихідних параметрів. Метою роботи є доведення необхідності застосування *UML*-діаграм класів та стану та при синтезі системи керування тепловим режимом роботи скловарної печі. В результаті роботи розроблено *UML*-діаграму стану керування роботою пальників скловарної печі. Описано призначення та функціональні особливості блоків діаграми.

**Keywords:** *UML*-діаграм; елементи блоків; діаграма стану.

### 1. ВСТУП

Процес виготовлення скла являє собою дуже енерговитратну галузь виробництва. Виходячи з цього, раціональний підхід до створення системи керування тепловим режимом скловарної печі стає першочерговою задачею при їх експлуатації. В свою чергу основною задачею виробництва скломаси є зниження витрат природного газу при збереженні показників якості продукту заданим технологічним регламентом [1].

При дослідженні та синтезі системи керування скловарної печі застосуємо методу системного аналізу. Для реалізації алгоритму керування застосовано універсальна мова програмування *UML*, що надає максимально широкі можливості для реалізації задач керування тепловим режимом печі.

**Метою роботи** доведення необхідності застосування *UML*-діаграм класів та стану та при синтезі системи керування тепловим режимом роботи скловарної печі.

### 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

*UML* – *Unified Modeling Language*, являє собою уніфіковану графічну мову моделювання загального призначення, що використовується для специфікації, візуалізації, проектування та документування всіх об'єктів, що були створені при розробці систем керування [2, 3].

Під час проектування використовують три типи моделей-діаграм: класу, стану та взаємодії. Діаграма класу описує статичну структуру системи керування та відношення між складовими, визначає контекст розробки. Діаграма, це граф вершинами якого є об'єкти, а ребрами співвідношення між ними. Діаграма стану описує параметри об'єкту, що змінюються з часом. Діаграма взаємодії описує взаємодію між складовими системи для оптимізації роботи. Побудова починається з відображення варіантів роботи, які потім починають уточнювати під час процесу синтезу. Три наведені діаграми зв'язані між собою. Центральна діаграма – діаграма класів, внаслідок того, що

необхідно встановити основні об'єкти системи керування. Також існує діаграма варіантів (*Use-case diagram*), дозволяє встановити канали зв'язку між відображеннями сигналів в системі керування.

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Якість отриманої скломаси визначена точністю підтримки параметрів на всіх етапах процесу виготовлення скломаси.. При синтезі системи керування тепловим режимом скловарної печі використано метод системного аналізу, що мають значно ширші можливості в порівнянні над іншими методами синтезу системи керування [2, 3]. При реалізації алгоритму керування використана універсальна мова програмування *UML* за допомогою діаграми варіантів (*Use-case diagram*). На теоретично-множинному рівні технологічний процес виготовлення скломаси може бути представлений у вигляді відображень  $T_n: A \times B \times Y_{inp} \times R \rightarrow Y_{out}, 1 \leq n \leq N$ , де  $A = \{a_1 \dots a_n\}$  – блок активних елементів системи керування,  $B = \{b_1 \dots b_n\}$  – блок базових функцій,  $R = \{r_1 \dots r_n\}$  – блок технологічного регламенту, що накладені на показники системи та відповідає технологічному процесу,  $Y = \{y_1 \dots y_n\}$  – блок інформаційних потоків в системі. Відображення  $T$  діляться за функціональним призначенням: показання датчиків вимірювання, кут повороту димового шиберу, витрата газ-повітря, робота регенератора робота завантажувача реверс факелу пальника, візуальний контроль, дія при аварійній ситуації, зміна параметрів тех. процесу. Та розроблена відповідна діаграма, що представлена на Рис.1.

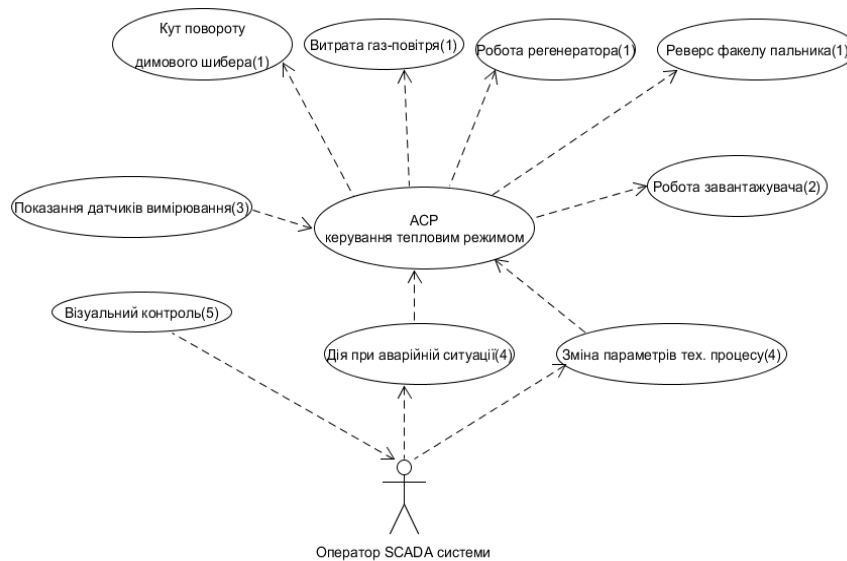


Рисунок 1. Діаграма варіантів.

Нумерація складових діаграми: 1 – керування тепловим режимом печі, 2 – керування матеріальним балансом печі, 3 – передача даних системі керування, 4 – можливі дії оператора, 5 – візуальний контроль оператора. Фактично отримано два рівня керування – АСП теплового режиму та оператор *SCADA* системи. Таким чином АСП являє собою нижній рівень керування процесом, а оператор *SCADA* системи – верхній рівень керування.

Процес взаємодії між складовими компонентами системи керування виконана з допомогою послідовної передачі повідомлень за певні часові проміжки. Кількість та порядок повідомлень визначена значимістю даного повідомлення в процесі виготовлення скломаси та відповідністю до технологічного регламенту.

В системі керування тепловим режимом скловарної печі, що буде реалізована за допомогою діаграми класів [2, 3], що дозволила в графічній формі описати всі взаємодії



між складовими алгоритму керування та в загальній формі самі складові. Всі описи створені у відповідних програмних блоках, в яких під класом розглянуто конкретна складова системи керування. Кожний клас містить відповідні активні елементи, базові функції, технологічний регламент, інформаційні потоки.

Процеси, що відбуваються в основному регуляторі подачі пального по пальниках печі представлено на діаграмі стану, де в ролі кожного складового елементу виступають події верхнього нижнього рівня керування [4].

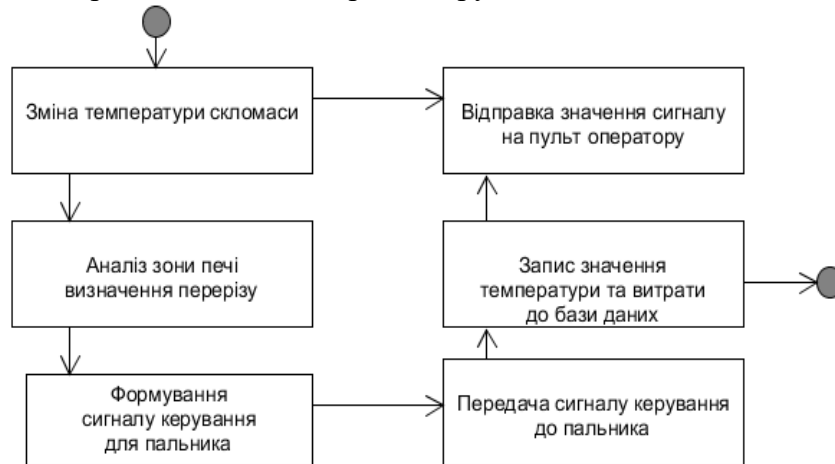


Рисунок 2. Діаграми стану.

На діаграмі наведено, що окрім задачі формування сигналу керування для пальника, регулятор взаємодіє з оператором системи керування шляхом передачі результатів до SCADA-системи керування. Виходячи з діаграми стану доведено, що алгоритмом передбачено запис значення даних (температури скломаси) в модуль пам'яті, який представлений коміркою бази даних, надає можливість використовувати результати вимірів температури для досліджень об'єкту і системи керування віддалено від виробництва за наданим доступом до відповідних даних.

#### 4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Внаслідок використання засоби системного аналізу було розроблено та синтезовано блок програмного керування для системи керування тепловим режимом скловарної печі, що виконаний з використанням UML-моделювання. Розроблені UML-діаграми дали можливість врахувати задачу зменшення витрати пального по кожному із групи пальників печі окремо.

В результаті роботи розроблено UML-діаграму стану керування роботою пальників скловарної печі. Описано призначення блоків діаграми, функціональні особливості та взаємозв'язок між ними.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Numerical simulation and experimental analysis of an industrial glass melting furnace / A. Abbassi, Kh. Khoshmanesh – Applied Thermal Engineering, volume 28, issues 5–6, 2008. – 450-459p.
2. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. 2-е изд. / Дж. Рамбо, М. Блаха. – СПб.: «Питер», 2007. – 544с.
3. Застосування UML 2.0 і шаблонів проектування. 3-й вид / К. Ларман. – М.: «Діалектика», 2019. – 736с.
4. UML-проектирование систем реального времени параллельных и распределенных приложений / Х. Гома. М.: «ДМК», 2011. – 704с.

**Тарас Лендел**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматики та робототехнічних систем

ім. І.І. Мартиненка

Національний університет біоресурсів і природокористування України, ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження, м. Київ, Україна

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-6356-1230>

[taraslendel@gmail.com](mailto:taraslendel@gmail.com)

## РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦІ

**Анотація.** Світ розвивається за рахунок передових технологій. Розглянуто актуальність розвитку систем автоматизації технологічних процесів в теплиці. Запропоновано методику моніторингу показників температури і вологості повітря теплиці. Розглядається актуальність впровадження та удосконалення систем дистанційного керування параметрами мікроклімату у тепличному господарстві.

**Ключові слова:** автоматизація, Arduino, мікроклімат в теплиці, система керування, підсистема моніторингу.

### 1. ВСТУП

Біологами доведено, що одним із основних технологічних параметрів для тепличних рослин у спорудах закритого ґрунту є температура, котра забезпечується системою мікроклімату. Підтримання заданої температури повітря в промисловій теплиці – складна задача, оскільки площі самих теплиць є значними, що сприяє тепловтратам, нерівномірному переходу теплоти від системи опалення, впливам зовнішніх збурень. Пропонується удосконалити апаратне та програмне забезпечення існуючих систем керування параметрами мікроклімату комплексом технічних засобів Arduino та створення SCADA-системи. Також доповнивши модулями зв'язку ethernet можливість дистанційно зчитування інформацію з датчика температури. Зчитування відбувається в режимі реального часу та дає змогу переглядати інформацію з декількох пристроїв які під'єднані до мережі.

**Постановка проблеми.** При виборі систем автоматичного керування мікрокліматом теплиці варто враховувати вимоги, які впливають на сам процес. У процесі вирощування різних культур у теплиці необхідно підтримувати температуру та вологість повітря згідно технології для комфортного розвитку рослини, що надалі вплине на якісний урожай. Важливим фактором є фіксація всіх вимірних значень та керування виконавчими механізмами для забезпечення показників вирощування рослинної продукції.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У сьогоднішній існують SCADA-системи [1-5], які допомагають управляти мікрокліматом теплиці. Однією з таких систем є WebHMI, що складається з мікроконтролерів, датчиків, програмований логічний контролер (PLC), людино-машинний інтерфейс панелі для кожної теплиці, системи SCADA з віддаленим введенням/виведенням.

За допомогою автоматизованих систем керування є можливість дистанційного вимірювання температури та вологості повітря і керування виконавчими механізмами.

**Мета публікації.** розробити програмне забезпечення для станції дистанційного керування параметрів мікроклімату в теплиці із використанням технічних засобів Arduino.

## 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Для технічної реалізації системи автоматизованого керування з використання дистанційного доступу використано основи створення Вебсерверу. Вказаний сервер являє собою складову, що приймає HTTP-запити від клієнтів, зазвичай веб браузерів, видає їм HTTP-відповіді, зазвичай разом з HTML-сторінкою, зображенням, файлом, медіа-потоком або іншими даними. HTTP належить до протоколів моделі OSI 7-го прикладного рівня. Основним призначенням протоколу HTTP є передача веб сторінок. Обмін повідомленнями йде за звичайною схемою «запит-відповідь». Для ідентифікації ресурсів HTTP використовує глобальні URI.

## 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За допомогою мобільної станції вимірювання параметрів мікроклімату можливо дистанційно передавати і отримувати дані про виміряні технологічні параметри в системі реального часу. Пропонується розробити web-сервер на базі апаратного забезпечення Arduino для керування технічними засобами автоматики, виконавчими механізмами та здійснення моніторингу параметрів мікроклімату в теплиці.

## 4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Для вимірювання вибрано датчик температури та вологості повітря DHT11. DHT11 - це цифровий датчик вологості і температури, що складається з термістора і ємнісного датчика вологості. Також датчик містить в собі АЦП для перетворення аналогових значень вологості і температури. У проекті використовуються наступні складові (рис. 1): персональний комп'ютер, контролер Arduino, модуль реле керування, модуль Ethernet Shield, блок живлення, блок безпроводної мережі.

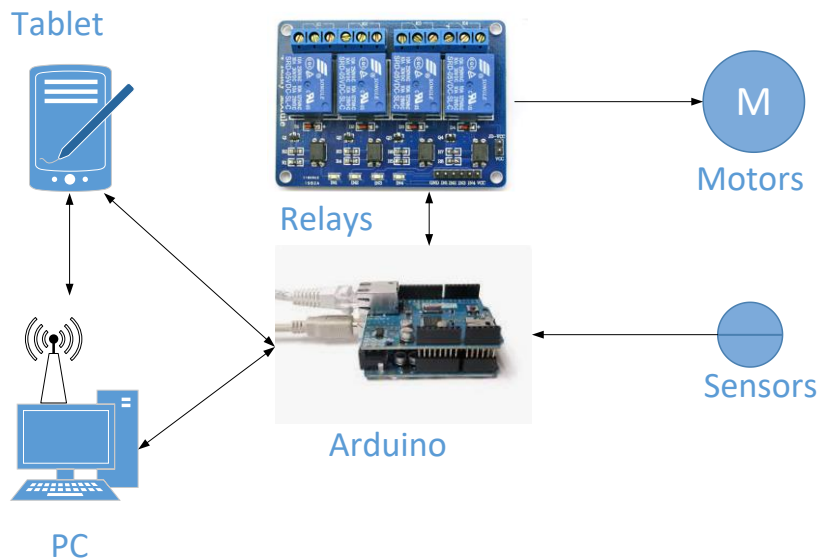


Рисунок 1. Структурна схема системи автоматизованого керування

Дані та стан виконавчих механізмів виводяться на екран оператора на персональний комп'ютер. Також можливо переглядати інформацію з декількох пристроїв які під'єднані до мережі (як приклад Wi-Fi). Для перегляду поточного стану параметрів мікроклімату необхідно через веб ресурси, через запит з будь якого пристрою з web-інтерфейсом (мобільний телефон, планшет, персональний комп'ютер та і.н) на її IP-адресу. Вказується IP-адреса контролера Arduino, яку йому присвоєно через модуль Ethernet Shield. Приклад знімку екрану мобільного пристрою, в якому вбудований блок безпроводної передачі даних Wi-Fi, наведено на рис. 2.

Програмне забезпечення реалізовано в прикладному додатку Arduino IDE.

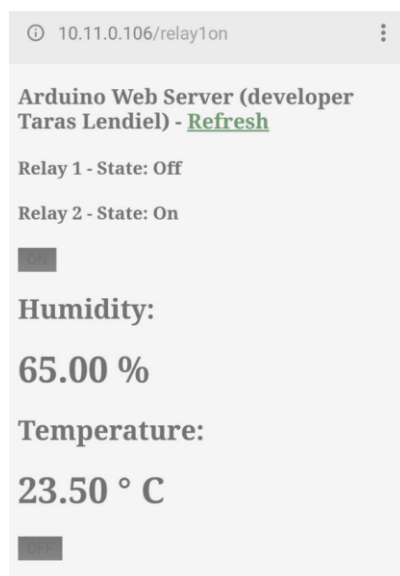


Рисунок 2. Інтерфейс керування

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розроблено систему автоматизованого керування параметрами мікроклімату в біотехнічному об'єкті (на прикладі теплиці). Запропоновано дистанційне керування виконавчими механізмами з використанням апаратного забезпечення Arduino. Реалізовано програмне забезпечення наведеної системи керування з можливістю дистанційного керування.

## ПОСИЛАННЯ

- [1] Lysenko V. P., Zhylytsov A. V., Bolbot I. M., Lendiel T. I., Nalyvaiko V. A. Phytomonitoring in the phytometrics of the plants. E3S Web of Conferences 154, 07012 (2020) ICoRES 2019 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015407012>
- [2] Lysenko, V., Bolbot, I., & Lendel, T. (2019). Energy efficient system of electrotechnological complex control in industrial greenhouse. Technical Electrodynamics, 2019(2), pp. 78-81. doi:10.15407/techned2019.02.078.
- [3] Zaiets N., Kondratenko I. Development of an Intelligent System for Predicting the Reliability of Electric Motors. IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), April 16-18, 2019, Kyiv, Ukraine, p. 614-619. DOI: 10.1109/ELNANO.2019.8783564
- [4] Lutsкая N., Vlasenko L., Zaiets N., Shtepa V. Ontological Aspects of Developing Robust Control Systems for Technological Objects // ICO 2020: Intelligent Computing and Optimization, Advances in Intelligent Systems and Computing book series (AISC, volume 1324), SpringerLink, 2021, P. 1252-1261 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68154-8\\_107](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68154-8_107).
- [5] Ouammi, A., Achour, Y., Dagdougui, H., & Zejli, D. (2020). Optimal operation scheduling for a smart greenhouse integrated microgrid. Energy for Sustainable Development, 58, 129-137.
- [6] Ouammi, A., Achour, Y., Zejli, D., & Dagdougui, H. (2019). Supervisory model predictive control for optimal energy management of networked smart greenhouses integrated microgrid. IEEE transactions on automation science and engineering, 17(1), 117-128.

**Дмитро Ковалюк**

к.т.н, доцент, доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

ORCID ID 0000-0002-9729-1443

*dmytro.kovalyuk@gmail.com*

**Олег Ковалюк**

к.т.н, доцент, доцент

Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

ORCID ID 0000-0002-0718-010X

*oleh.kovalyuk@vntu.edu.ua*

**Денис Складанний**

к.т.н, доцент, доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

ORCID ID 0000-0003-3624-5336

*skl\_den@ukr.net*

## ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ

**Abstract.** Розглядається сучасний стан застосування апарату нечіткої логіки для задач керування та прийняття рішень. Наведено основні переваги нечітких регуляторів та припущення, які повинні виконуватися для їх розроблення і використання. Окреслено коло об'єктів та задач для яких нечітке керування є доцільним. Наведено основні етапи синтезу нечітких регуляторів, особливу увагу зосереджено на проблемі налаштування функцій належності. Проаналізовано можливі схеми поєднання нечіткого і ПД-регуляторів: схема з переключенням, схема з супервізорним налаштуванням. Наведено методіку та розроблено нечіткий регулятор, функцією якого є розрахунок коефіцієнтів ПД-регулятора в залежності від роботи об'єкту керування. Нечітка модель розроблена в середовищі Matlab Fuzzy Logic Toolbox, Виконано моделювання та досліджено перехідні характеристики системи керування в середовищі Simulink. Виконано порівняння показників якості адаптивної та класичної системи керування з ПД-регулятором з урахуванням збурень, що діють на об'єкт.

**Keywords:** нечітка логіка; системи керування; нечіткий регулятор.

### 1. ВСТУП

Нечітка логіка, що набула стрімкого поширення у 2000-х роках зайняла своє місце в системах керування різними технологічними і бізнес процесами. Впроваджені системи прийняття рішень для постановки медичних діагнозів та прогнозування показників пацієнтів, класифікація клієнтів банківськими установами, вибір програм пральної машини, системи кондиціонування та навіть керування метрополітемом – все це доводить перспективність і актуальність використання даного математичного апарату.

Останні десятиліття нечітка логіка знайшла своє застосування і у системах керування технологічними процесами. Метою роботи є визначення задач та найкращих варіантів використання нечіткої логіки в системах керування.

### 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Використання нечіткої логіки для керування технологічними об'єктами можна продемонструвати на прикладі реалізації системи «круїз контролю» транспортного засобу (підтримання заданої швидкості автомобіля). Як показано в [1] цю задачу можна розв'язати з використанням класичної теорії автоматичного керування, але це буде досить складний і трудомісткий процес, що вимагає наявності математичної моделі динаміки транспортного засобу. Крім того, такий регулятор за завданням не буде добре

працювати в умовах зміни параметрів об'єкту керування (різна кількість пасажирів, завантаженість, тощо) і зовнішніх збурень (нахили дороги, боковий вітер, аеродинаміка, якість пального, тощо).

Це показує основні переваги застосування апарату нечіткої логіки:

- Керування нелінійними об'єктами або об'єктами, які описуються складними математичними моделями. В деяких випадках можливе керування об'єктами навіть за відсутності їх математичної моделі.
- Реалізація знань експертів для підвищення рівня автоматизації. Особливо це стосується технологічних процесів хімічної промисловості, де часто керування здійснюється вручну враховуючи досвід та інтуїцію технологів.
- Зменшення часу та вартості розробки систем керування, можливість легко масштабувати отриманий результат на інші об'єкти.

Незважаючи на різні області застосування, структура [2] та алгоритм синтезу нечітких регуляторів є однаковим: розробка функцій належності для вхідних та вихідної (вихідних) змінних, вибір типу системи нечіткого логічного виводу, процес фазифікації вхідних та дефазифікації вихідних змінних моделі. Типова структура нечіткого регулятора в системі керування наведена на рисунку 1.

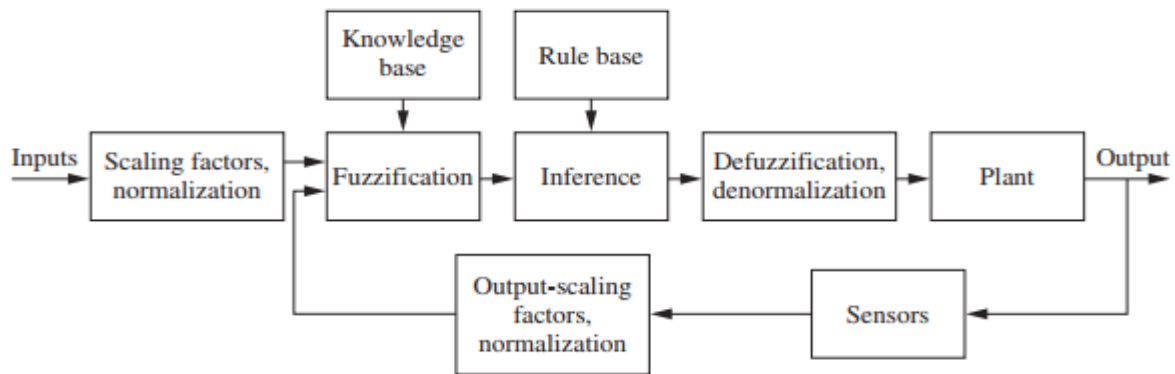


Рис 1. Структура системи керування з нечітким регулятором

### 3. РОЗРОБЛЕННЯ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА

Відомо, що сьогодні 90% відсотків всіх промислових регуляторів, що впроваджені на виробництвах реалізують лінійні закони керування, які за присутності всіх складових, можна описати наступною формулою:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_I \int e(t)dt + K_D \cdot e(t)$$

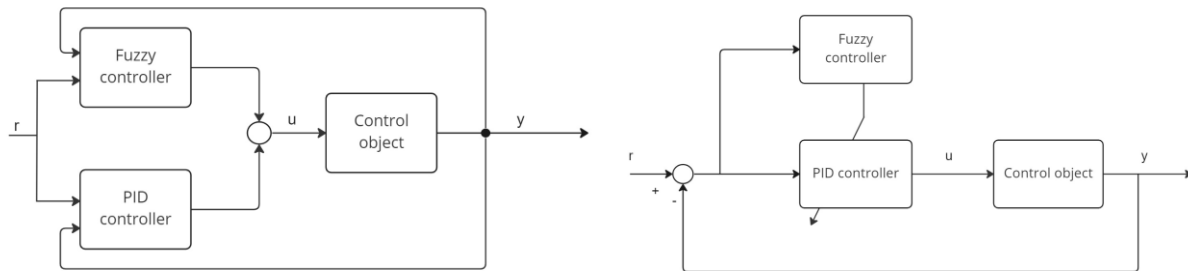
де,  $u(t)$  – сигнал керування,  $e(t)$  – помилка між заданим і дійсним значенням технологічного параметру.

Тому нечіткі регулятори (найбільш поширеними з яких є ПД), працюють за цим же принципом і розраховують сигнал керування на основі помилки та швидкості зміни помилки. Тобто нечітка модель має два входи, які як правило описують трикутними функціями належності [1-2] і містять 5-7 термів: NB (negative big), NM (negative medium), NS (negative small), Z (zero), аналогічно, PS, PM, PB (positive big). Універсум цих функцій належності залежить від предметної області, або масштабується в межах від -1 до 1, якщо значення помилки нормується перед подачею на нечіткий регулятор.

Нечіткі регулятори, побудовані за цим принципом, не можуть показати кращі за звичайні ПД-регулятори результати. Проте їх можна використати у селективному керуванні, коли об'єкт зазнає збурень і суттєво відхиляється від регламенту (рис. 2, а).

У цьому випадку керування об'єктом здійснює нечіткий регулятор, але при наблизженні до нормального режиму – керування передається ПІД-регулятору.

Іншим перспективним напрямком застосування нечітких регуляторів є регулятор, запрограмований на налаштування коефіцієнтів ПІД-регулятора (рис. 2, б).



а)

б)

Рис 2. Схеми підключення нечіткого і ПІД регулятора

В роботі розроблено нечіткий регулятор з використанням схеми 2,б на основі підходу, запропонованого в роботі [3]. Нечітка модель має 2 входи (помилка і похідна) і три виходи (коефіцієнти  $K_p$ ,  $K_d$ ,  $\alpha$ ). Коефіцієнт  $K_i$  розраховується за відомою формулою через три інші коефіцієнти. Фактично створюється адаптивний регулятор, який налаштовує свої коефіцієнти в процесі роботи (рисунок 3).

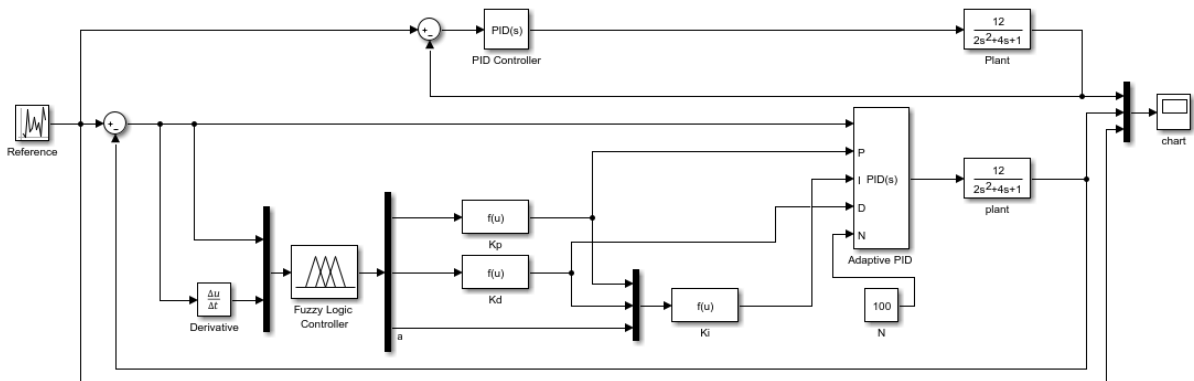


Рис 3. Схема моделювання систем керування з нечітким та ПІД-регулятором

#### 4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проаналізовано переваги нечітких регуляторів та схеми їх використання в існуючих системах керування. Розроблено нечітку модель для налаштування параметрів ПІД-регулятора.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] D. S. Hooda , Vivek Raich Fuzzy Logic Models and Fuzzy Control. An Introduction, Alpha Science International LTD. 2017, E-ISBN 978-1-78332-326-5
- [2] Fuzzy logic with engineering applications / Timothy J. Ross. -3rd ed. p. см. Includes bibliographical references and index. ISBN 978-0-470-74376-8 (cloth)
- [3] Zhao, Zhen-Yu & Tomizuka, Masayoshi & Isaka, Satoru. (1993). Fuzzy gain scheduling of PID controllers. Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on. 23. 1392 - 1398. 10.1109/21.260670.