

ISSN 2786-5460 (Print)
ISSN 2786-5479 (Online)

МІЖРЕГІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ
INTERREGIONAL ACADEMY OF PERSONNEL MANAGEMENT



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СУСПІЛЬСТВО

INFORMATION TECHNOLOGY AND SOCIETY

Випуск 1 (16), 2025
Issue 1 (16), 2025



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Міжрегіональної Академії управління персоналом
(протокол № 5 від 28 травня 2025 року)*

Інформаційні технології та суспільство / [головний редактор О. Попов]. – Київ : Міжрегіональна Академія управління персоналом, 2025. – Випуск 1 (16). – 292 с.

Журнал «Інформаційні технології та суспільство» є науковим рецензованим виданням, в якому здійснюється публікація матеріалів науковців різних рівнів у вигляді наукових статей з метою їх поширення як серед вітчизняних дослідників, так і за кордоном.

Редакційна колегія не обов'язково поділяє позицію, висловлену авторами у статтях, та не несе відповідальності за достовірність наведених даних і посилань.

Головний редактор: **Попов О. О.** – член-кор. НАН України, д-р техн. наук, професор, в.о. директора Центру інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики Національної академії наук України.

Редакційна колегія:

Василенко М. Д. – д-р фіз.-мат. наук, проф., професор кафедри кібербезпеки, Національний університет «Одеська юридична академія»; **Горбов І. В.** – канд. техн. наук, с.н.с., старший науковий співробітник, Інститут проблем реєстрації інформації НАН України; **Дуднік А. С.** – д-р техн. наук, доц., доцент кафедри мережних та інтернет технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка; **Євсєєв С. П.** – д-р техн. наук, лауреат національної премії імені Патона 2024 р., професор кафедри кібербезпеки, Національний технічний університет «ХПІ»; **Зибін С. В.** – д-р техн. наук, доц., завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення, Національний авіаційний університет; **Кавун С. В.** – д-р екон. наук, канд. техн. наук, проф., завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних систем та технологій, Міжрегіональна Академія управління персоналом; **Комарова Л. О.** – д-р техн. наук, с.н.с., директор Навчально-наукового інституту інформаційної безпеки та стратегічних комунікацій, Національна академія Служби безпеки України; **Охріменко Т. О.** – канд. техн. наук, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії протидії кіберзагрозам в авіаційній галузі, Національний авіаційний університет; **Рудніченко М. Д.** – канд. техн. наук, доц., доцент кафедри інформаційних технологій, Державний університет «Одеська політехніка»; **Скуратовський Р. В.** – канд. фіз.-мат. наук, доц., доцент кафедри обчислювальної математики та комп'ютерного моделювання, Міжрегіональна Академія управління персоналом; **Супрун О. М.** – канд. фіз.-мат. наук, доц., доцент кафедри програмних систем і технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка; **Табунщик Г. В.** – канд. техн. наук, проф., професор кафедри програмних засобів, Національний університет «Запорізька політехніка»; **Фомін О. О.** – д-р техн. наук, доц., професор кафедри комп'ютеризованих систем управління, професор кафедри прикладної математики та інформаційних технологій, Державний університет «Одеська політехніка»; **Хохлачова Ю. С.** – канд. техн. наук, доц., доцент кафедри безпеки інформаційних технологій, Національний авіаційний університет; **Чолишкіна О. Г.** – канд. техн. наук, доц., доцент кафедри Інтелектуальних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка; **Чорний О. П.** – доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту електричної інженерії та інформаційних технологій, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського; **Юдін О. К.** – д-р техн. наук, проф., директор центру кібербезпеки Навчально-наукового інституту інформаційної безпеки та стратегічних комунікацій, Національна академія Служби безпеки України; **Гопеснко Віктор** – dr. sc. ing., проф., проректор з наукової роботи, директор навчальної програми магістратури «Комп'ютерні системи», Університет прикладних наук ISMA (Латвійська Республіка); **Leszczyna Rafal** – dr hab. inż., професор кафедри комп'ютерних наук у менеджменті, Гданський технологічний університет (Республіка Польща).

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа:

Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 1173 від 11.04.2024 року.

Ідентифікатор медіа: R30-03890

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Приватне акціонерне товариство «Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна Академія управління персоналом» (вул. Фрометівська, буд. 2, м. Київ, 03039, iart@iart.edu.ua, тел. (044) 490-95-00).

Мова видання: українська, англійська, німецька, французька та польська.

Періодичність видання: 4 рази на рік.

Відповідно до Наказу МОН України № 1290 від 30 листопада 2021 року (додаток 3) журнал включено до Переліку наукових фахових видань України (категорія Б) зі спеціальностей F2 – Інженерія програмного забезпечення; F3 – Комп'ютерні науки; F4 – Системний аналіз та наука про дані; F5 – Кібербезпека та захист інформації; F6 – Інформаційні системи і технології; F7 – Комп'ютерна інженерія.

Усі електронні версії статей журналу оприлюднюються на офіційній сторінці видання
<http://journals.maup.com.ua/index.php/it>

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

*Recommended for publication
by Interregional Academy of Personnel Management
(Minutes No. 5 dated 28 May 2025)*

Information Technology and Society / [chief editor Oleksandr Popov]. – Kyiv : Interregional Academy of Personnel Management, 2025. – Issue 1 (16). – 292 p.

Journal «Information Technology and Society» is a peer-reviewed scientific edition, which publishes materials of scientists of various levels in the form of scientific articles for the purpose of their dissemination both among domestic researchers and abroad.

Editorial board do not necessarily reflect the position expressed by the authors of articles, and are not responsible for the accuracy of the data and references.

Chief editor: Oleksandr Popov – Corresponding Member of NAS of Ukraine, Doctor of Engineering, Professor, Acting Director of the Center for Information-Analytical and Technical Support of Nuclear Power Facilities Monitoring of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Editorial Board:

Mykola Vasylenko – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Professor at the Department of Cybersecurity, National University «Odesa Law Academy»; **Ivan Horbov** – PhD in Engineering, Senior Research Associate, Senior Research Fellow, Institute for Information Recording of NAS of Ukraine; **Andrii Dudnik** – Doctor of Engineering, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Networking and Internet Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv; **Serhii Yevseiev** – Doctor of Engineering, laureate of the 2024 National Prize of Ukraine named after Borys Paton, Professor at the Department of Cybersecurity, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”; **Serhii Zybin** – Doctor of Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Software Engineering, National Aviation University; **Serhii Kavun** – Doctor of Economics, PhD in Engineering, Professor, Head of the Department of Computer Information Systems and Technologies Interregional Academy of Personnel Management; **Larysa Komarova** – Doctor of Engineering, Senior Research Scientist, Laureate of State Prize, Director of Educational-Scientific Institute of Information Security and Strategic Communications, National Academy of the Security Service of Ukraine; **Tetiana Okhrimenko** – PhD in Engineering, Senior Research Scientist at the Scientific Research Laboratory for Countering Aviation Cyberthreats, National Aviation University; **Mykola Rudnichenko** – PhD in Engineering, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Information Technologies, Odessa Polytechnic State University; **Ruslan Skuratovskyi** – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Computational Mathematics and Computer Modeling, Interregional Academy of Personnel Management; **Olha Suprun** – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Software Systems and Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv; **Halyna Tabunshchyk** – PhD in Engineering, Professor, Professor at the Department of Software Tools, “Zaporizhzhia Polytechnic” National university; **Oleksandr Fomin** – Doctor of Engineering, Associate Professor, Professor at the Department of Computerized Control Systems, Professor at the Department of Applied Mathematics and Information Technologies, Odessa Polytechnic State University; **Yuliia Khokhlachova** – PhD in Engineering, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Information Technology Security, National Aviation University; **Olha Cholyshkina** – PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Intellectual Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv; **Oleksii Chorny** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Educational and Scientific Institute of Electrical Engineering and Information Technologies, Kremenchuk National University named after Mykhailo Ostrogradskyi; **Oleksandr Yudin** – Doctor of Engineering, Professor, Director of the Cybersecurity Center of the Educational-Scientific Institute of Information Security and Strategic Communications, National Academy of the Security Service of Ukraine; **Hopeienko Viktor** – dr. sc. ing., Professor, Vice Rector for Research, Director of the study programme “Computer systems”, ISMA University of Applied Sciences (Republic of Latvia); **Leszczyna Rafal** – dr hab. inż., Profesor, Katedra Informatyki w Zarządzaniu, Politechnika Gdańska (Republic of Poland).

Registration of Print media entity:

Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine: Decision No. 1173 as of 11.04.2024.

Media ID: R30-03890

Media entity – Private Joint-Stock Company «Higher education institution «Interregional Academy of Personnel Management» (03039, Kyiv, Frometivska str., 2, iapm@iapm.edu.ua, tel. (044) 490-95-00).

Language of publication: Ukrainian, English, German, French, and Polish.

Periodicity: 4 times a year.

According to the Decree of MES No. 1290 (Annex 3) dated November 30, 2021, the journal was included in the List of scientific professional publications of Ukraine (category B) in specialties F2 – Software Engineering; F3 – Computer Sciences; F4 – Systems Analysis and Data Science; F5 – Cybersecurity and Data Protection; F6 – Information Systems and Technologies; F7 – Computer Engineering.

All electronic versions of articles in the collection are available on the official website edition
<http://journals.maup.com.ua/index.php/it>

The articles were checked for plagiarism using the software
StrikePlagiarism.com developed by the Polish company Plagiat.pl.

© Interregional Academy of Personnel Management, 2025
© Copyright by the contributors, 2025

ЗМІСТ

Maryna BAUTINA

MONITORING MACHINE LEARNING MODEL DRIFT IN PRODUCTION PIPELINES:
METHODS, METRICS, AND DEPLOYMENT CONSIDERATIONS8

Ольга БОЙКО, Михайло ТАТАРЕНКО

МЕТОДИ СУПЕРРЕЗОЛЮЦІЇ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ДЕТАЛІЗАЦІЇ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ16

Надія БОЛЮБАШ, Олександра ФІНЬКОВА

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ СЕНСОРІВ ДЛЯ ПРОГНОЗНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ВАЖКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ23

Денис БУКАТОВ, Яніна КОЛОДІНСЬКА, Ігор ФРОЛОВ, Олег РОМАНЕНКО

АКТУАЛЬНІ ЗАГРОЗИ ТА ЗАХИСНІ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ ВІЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТУ
В ІНТЕРАКТИВНИХ СИСТЕМАХ ІТ ПРОЄКТІВ.....41

Тетяна ВАКАЛЮК, Дмитро АНТОНЮК, Сергій ДУНЄВ, Олег ТАЛАВЕР, Ілля ДОВГАЛЮК

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
ДЛЯ РОЗРОБКИ ФІНАНСОВОГО ПОМІЧНИКА.....46

Артем ВАТУЛА

ОСНОВНІ МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ52

Олексій ГРАЧОВ

PLANT MONITORING SYSTEM: ШІ-СИСТЕМА ДЛЯ РОЗУМНОГО МОНИТОРИНГУ РОСЛИН59

Денис ДУБОВИК, Тетяна ДУБОВИК, Вадим МАТУС

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРОМ
З ПІДТРИМКОЮ WIFI ЗА ДОПОМОГОЮ КАМЕРИ65

Тетяна ДУБОВИК, Данііл ІВАНИЦЬКИЙ, Ігор ЛЕВЧУК, Ганна ГУЗЬ, Олександр РОМАНЧУК

РОЗРОБКА НАЗЕМНОГО КЕРОВАНОВОГО ДРОНА ПІДВИЩЕНОЇ ПРОХІДНОСТІ З РАДІОКЕРУВАННЯМ72

Владислав ІВАНОВ, Лідія ГОБИР, Тетяна ВАВРИК

ПЕРСПЕКТИВИ РЕАЛІЗАЦІЇ АВТОНОМНОГО УКРАЇНОМОВНОГО ГОЛОСОВОГО АСИСТЕНТА
НА ОСНОВІ МОВНОЇ МОДЕЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПІЗНАВАННЯ Й СИНТЕЗУ МОВЛЕННЯ80

Артем КАМЕНСЬКИЙ, Віра БАБЕНКО

ДОСЛІДЖЕННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ
ЯК СКЛАДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ХІМІЧНОЇ ГАЛУЗІ87

Андрій КОЛЯДА

СУЧАСНІ МОДЕЛІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ ІЗ СИСТЕМНИМ ПІДХОДОМ93

Олена КОМІСАРЕНКО, Георгій БАРАНОВ, Дар'я МЕТЕЛЬСЬКА

СПЕЦІАЛЬНА ТЕХНІКА КЕРУВАННЯ ДИНАМІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ ЗА ПОТРЕБ СОЦІАЛЬНИХ ЖИТТЄВИХ ЦИКЛІВ99

Олексій КРИШАН, Олександр КОРЕНЬ, Всеволод БУДНІКОВ, Вікторія БИВШЕВА, Данило ШВЕД

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ АГРОПРОМИСЛОВОЮ
ЕКОНОМІКОЮ НА ОСНОВІ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ.....109

Володимир ЛАВРИК, Владислава СКІДАН, Максим СУКАЛО, Антоніна ВОЛІВАЧ,**Юрій ЛЕБЕДЕНКО**

ВИКОРИСТАННЯ ІОТ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ МОНИТОРИНГУ СТАНУ РОСЛИН
В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ116

Маріанна МАРУСИНЕЦЬ

ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РЕСПУБЛІЦІ ІРЛАНДІЯ.....123

Олена МАРЧЕНКО

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ПЛАТФОРМАМИ ДЛЯ ЗБОРУ
АГРАРНИХ ДАНИХ: АРХІТЕКТУРА, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ136

Ірина МИХАЙЛЮК, Ольга МУРАВА

ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС
ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ МОВОЮ СІ».....145

Віктор ОБОДЯК, Михайло ОТРОЩЕНКО ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ В НАУКОМЕТРИЧНИХ СИСТЕМАХ ТА БАЗАХ ДАНИХ.....	151
Дмитро ПАВЛЮК, Олег БАЙБУЗ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ АВТОМАТИЗОВАНОГО АНАЛІЗУ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ.....	157
Дмитро ПЕТРИНА, Олена КОРНУТА, Софія МЕЛЬНИК АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ ДИЗАЙН-ПРОЄКТІВ.....	165
Олексій ПІСКУНОВ, Наталя ТУПКО, Олександр ВАСИЛЬЄВ, Надія ТОПІХА ФОРМАЛЬНЕ ТЕСТУВАННЯ ФУНКЦІЙ ДІЙСНОГО АРГУМЕНТУ	174
Артем ПОДВИЖЕНКО, Антон ПЕРЕВЕРЗЄВ, Леонід ЛИТВИНЕНКО, Олег СКЛЯРЕНКО РОЛЬ КОНТЕЙНЕРИЗАЦІЇ ТА ВІРТУАЛІЗАЦІЇ НА РІВНІ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В РОЗВИТКУ ХМАРНО ОРІЄНТОВАНИХ ДОДАТКІВ.....	183
Олена ПОДКОВАЛІХІНА АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙ У СФЕРІ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	189
Ігор ШЕЛЕХОВ, Дмитро ПРИЛЕПА, Владислав АВЛАСОВИЧ, Олексій КОЛІСНИК МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ В ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ.....	198
Олександр ПСАРЬОВ ІНТЕГРАЦІЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ ЗАГАЛЬНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЦІЛЕСПРЯМОВАНУ МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	205
Світлана РЗАЄВА, Дарина ЧЕРНИШОВА МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ГЕНДЕРНОЇ РІВНОСТІ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	213
Володимир РУДНИЦЬКИЙ, Віра БАБЕНКО, Сергій РУДНИЦЬКИЙ, Тимофій КОРОТКИЙ ГЕНЕРАЦІЯ ПОСЛІДОВНОСТІ НЕСИМЕТРИЧНИХ СЕТ-ОПЕРАЦІЙ З ТОЧНІСТЮ ДО ПЕРЕСТАНОВКИ ДРУГОГО ОПЕРАНДА.....	221
Андрій СЕРГАЧОВ, Денис ДУБОВИК, Тетяна ДУБОВИК РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ ARDUINO UNO «РОЗУМНА» АВТОПАРКОВКА	227
Тарас СКИЦЬКИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОСТОРОВИХ ОБЧИСЛЕНЬ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У ПРИКЛАДНИХ ГАЛУЗЯХ.....	235
Сергій СТАСЕВИЧ, Олена ГОЛОДОВСЬКА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ІСТОРІЯ ТА СТАНОВЛЕННЯ	242
Andrii STOPKIN THE USE OF A COLLECTIVE OF MOBILE AGENTS FOR THE EXPLORATION OF UNDIRECTED GRAPHS.....	249
Оксана ТИМОЩУК, Еміль ЛЮТФАЛІЄВ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ АТМОСФЕРНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ЇХ ПОКРАЩЕННЯ	256
Maksym TISHKOV, Oksana TYMOSHCHUK PEDESTRIAN SPEED ESTIMATION METHOD APPLICATION FOR STATISTICAL ANALYSIS OF CROWD DYNAMICS.....	263
Тетяна ЧІЛІКІНА, Ганна КАРНАУХОВА, Оксана ОРІХІВСЬКА, Яна ЗАГОРУЙКО РОЗРОБКА САЙТУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СВОЇМ РОЗКЛАДОМ ТА ЗАВДАННЯМИ.....	270
Людмила ШПОРТ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ МІЖБАНКІВСЬКИХ ПЛАТЕЖІВ, КОМПЛЕКСНА КРИПТОГРАФІЧНА АРХІТЕКТУРА.....	276
Олег БАРАБАШ, Андрій МУСІЄНКО, Ольга СВИНЧУК, Олексій ДУДКІН ОЦІНКА ЙМОВІРНОСТІ ЗВ'ЯЗНОСТІ СТРУКТУР ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА РІЗНИХ ГРАФОВИХ МОДЕЛЯХ	281

УДК 004.72:63.018

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2025.1.14>

Олексій КРИШАН

кандидат економічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, Придніпровський інститут ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом», krishan@ki-maup.com.ua

ORCID: 0000-0002-2967-0126

Олександр КОРЕНЬ

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, Придніпровський інститут ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом», koren@ki-maup.com.ua

ORCID: 0000-0002-7406-7400

Всеволод БУДНІКОВ

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, Придніпровський інститут ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом», budnikov@ki-maup.com.ua

ORCID: 0009-0008-9862-4562

Вікторія БИВШЕВА

старший викладач кафедри економічного проектування та маркетингу, Придніпровський інститут ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом», byvsheva@ki-maup.com.ua

ORCID: 0009-0000-1723-4813

Данило ШВЕД

аспірант кафедри інформаційних систем та мереж, Національний університет «Львівська політехніка», danylo.r.shved@lpnu.ua

ORCID: 0009-0005-4306-6805

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ
АГРОПРОМИСЛОВОЮ ЕКОНОМІКОЮ НА ОСНОВІ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ**

Анотація. Мета дослідження. Розробка інтелектуальної платформи для оптимізації управління агропромисловою економікою, яка базується на CALS-технологіях та інтегрує сучасні підходи до автоматизації збору, обробки та аналізу даних. Дослідження спрямоване на створення системи, що забезпечує оперативне прогнозування виробничих процесів, оптимізацію управлінських рішень та адаптацію до швидкозмінних ринкових умов, що є актуальним завданням у контексті цифрової трансформації аграрного сектора.

Методологія. У дослідженні застосовано комплексний підхід, що включає математичне моделювання динаміки системи за допомогою диференціальних рівнянь, розробку експертного модуля з прогнозування на базі штучних нейронних мереж та розробку алгоритмів оптимізації управлінських рішень. Архітектура платформи включає інтегроване управління даними, модуль налаштування під специфічні умови господарств та блок підтримки прийняття рішень, що забезпечує циклічну адаптацію системи до зовнішніх та внутрішніх впливів.

Наукова новизна. Запропоновано новий підхід до управління агропромисловою економікою, що ґрунтується на синергії CALS-технологій із сучасними інформаційними системами. Розроблена математична модель дозволяє не лише прогнозувати зміни ключових показників (виробництво, якість продукції, ринковий попит), але й коригувати управлінські рішення в режимі реального часу. Інноваційність платформи полягає у використанні гібридних методів аналізу даних та інтеграції алгоритмів машинного навчання для підтримки прийняття оптимальних рішень.

Висновки. Отримані результати демонструють ефективність застосування розробленої платформи, що дозволяє адаптивно реагувати на зміни ринкових умов та підвищувати конкурентоспроможність агропромислових підприємств. Чисельне моделювання підтвердило можливість оптимізації виробничих процесів через циклічну корекцію інвестицій, що позитивно впливає на обсяг виробництва, якість продукції та рівень ринкового попиту. Запропонована система має високий потенціал для практичного впровадження в аграрному секторі, а також відкриває перспективи подальших досліджень у сфері цифровізації управління економічними процесами.

Ключові слова: інтелектуальна платформа, агропромислове управління, CALS-технології, диференціальні рівняння, нейронні мережі, цифрова трансформація, оптимізація виробництва.

Oleksii KRYSHAN, Oleksandr KOREN, Vsevolod BUDNIKOV, Viktoriya Byvsheva, Danylo SHVED.
INTELLIGENT PLATFORM FOR OPTIMIZING MANAGEMENT OF AGRO-INDUSTRIAL ECONOMY BASED ON CALS TECHNOLOGIES

Abstract. Research objective. Development of an intelligent platform for optimizing the management of the agro-industrial economy, which is based on CALS technologies and integrates modern approaches to the automation of data collection, processing and analysis. The research is aimed at creating a system that provides operational forecasting of

production processes, optimization of management decisions and adaptation to rapidly changing market conditions, which is a relevant task in the context of the digital transformation of the agricultural sector.

Methodology. The research used a comprehensive approach, including mathematical modeling of system dynamics using differential equations, development of an expert forecasting module based on artificial neural networks, and development of algorithms for optimizing management decisions. The platform architecture includes integrated data management, a configuration module for specific farm conditions, and a decision support unit that ensures cyclic adaptation of the system to external and internal influences.

Scientific novelty. A new approach to managing the agro-industrial economy is proposed, based on the synergy of CALS technologies with modern information systems. The developed mathematical model allows not only to predict changes in key indicators (production, product quality, market demand), but also to adjust management decisions in real time. The innovation of the platform lies in the use of hybrid methods of data analysis and the integration of machine learning algorithms to support optimal decision-making.

Conclusions. The results obtained demonstrate the effectiveness of the developed platform, which allows adaptively responding to changes in market conditions and increasing the competitiveness of agro-industrial enterprises. Numerical modeling confirmed the possibility of optimizing production processes through cyclical adjustment of investments, which positively affects the volume of production, product quality and the level of market demand. The proposed system has high potential for practical implementation in the agricultural sector, and also opens up prospects for further research in the field of digitalization of economic process management.

Key words: intellectual platform, agro-industrial management, CALS technologies, differential equations, neural networks, digital transformation, production optimization.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. У сучасних умовах агропромисловий комплекс переживає стрімкі трансформації, що спричинені інтеграцією цифрових технологій та зростаючою конкуренцією на внутрішньому та міжнародному ринках [1]. Інтелектуальна платформа, заснована на CALS-технологіях [2], відкриває нові можливості для оптимізації управлінських процесів, що дозволяє більш ефективно реагувати на зміни економічного середовища та потреби ринку.

Проблематика даного дослідження зосереджена на необхідності створення єдиної інтелектуальної платформи, здатної об'єднати сучасні CALS-технології для вирішення ключових управлінських завдань в агропромисловій сфері. Традиційні підходи, наприклад, [2], до управління стають все менш ефективними у зв'язку з динамічними змінами технологічного ландшафту, тому існує гостра потреба у впровадженні систем, що здатні забезпечити адаптивність, прогнозування та оперативне реагування на зовнішні та внутрішні виклики.

Зв'язок даної проблематики із сучасними науковими та практичними завданнями [3, 4] полягає у формуванні нових підходів до цифровізації економіки агропромислового комплексу, що можуть слугувати моделлю для інших галузей. Впровадження CALS-технологій у комплексне управління сприятиме підвищенню ефективності виробництва, зниженню витрат та збільшенню конкурентоспроможності підприємств, що має стратегічне значення для розвитку аграрного сектору в умовах глобальної економічної нестабільності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження у сфері цифровізації агропромислового комплексу свідчать про активну інтеграцію сучасних технологій управління даними, автоматизації виробничих процесів та аналітичних інструментів для підвищення ефективності підприємств [5]. Наукові публікації акцентують увагу на ролі інформаційних систем у створенні умов для прийняття оперативних управлінських рішень, проте часто не враховують специфіку аграрного сектора, де вплив зовнішніх факторів є надзвичайно значущим [6].

Дослідники [7] відзначають, що традиційні методи управління в агропромисловому комплексі не відповідають сучасним вимогам, пов'язаним із зростанням обсягів даних та необхідністю їхньої швидкої обробки. Останні публікації підкреслюють потенціал CALS-технологій як інструменту для інтеграції процесів планування, виробництва, логістики та контролю якості. Проте існує потреба в системному підході, який би об'єднав усі елементи управлінського ланцюга в єдину платформу.

Аналіз літератури свідчить про те, що окремі аспекти CALS-технологій вже успішно впроваджуються у виробничих процесах, але інтеграція цих технологій у єдину інтелектуальну платформу залишається недостатньо дослідженою [8]. Багато робіт зосереджено на технічних рішеннях окремих модулів, не розглядаючи комплексну синергію між ними, що може забезпечити більш ефективне управління всіма етапами виробництва та постачання продукції.

Ще одна нерозкритна проблема полягає в оптимізації алгоритмів обробки даних та прийняття рішень на основі великих обсягів інформації. Більшість досліджень не пропонують ефективних моделей для інтеграції традиційних підходів з сучасними інтелектуальними системами, що обмежує можливість прогнозування та своєчасного реагування на змінні умови ринку.

Крім того, актуальним залишається питання забезпечення сумісності між різними інформаційними системами та протоколами обміну даними. Це створює перешкоди для впровадження єдиних стандартів у цифровій трансформації агропромислового комплексу. Недостатня увага до аспектів кібербезпеки та захисту інформації також висвітлюється як ключова проблема, що потребує подальшого дослідження.

Отже, створення інтелектуальної платформи для оптимізації управління агропромисловою економікою на основі CALS-технологій вирішує ряд важливих питань: інтеграцію різних технологічних рішень в єдину систему, розробку сучасних алгоритмів для аналізу даних, забезпечення сумісності між різними системами та підвищення рівня кібербезпеки. Це дозволяє не лише покращити ефективність управління, а й створити основу для подальших наукових досліджень і практичних впроваджень у сфері цифровізації аграрного сектора.

Формулювання мети статті. Метою дослідження є розробка інтелектуальної платформи, яка на базі CALS-технологій забезпечує інтегроване управління агропромисловою економікою, оптимізує процеси планування, виробництва та контролю якості, а також сприяє прийняттю своєчасних і ефективних управлінських рішень у відповідь на сучасні виклики ринку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Запропонована інтелектуальна платформа для оптимізації управління агропромисловою економікою базується на принципах CALS-технологій, що забезпечують безперервне отримання, обробку та обмін інформацією на всіх етапах життєвого циклу підприємства (рис. 1). Платформа інтегрує сучасні методи автоматизації, управління даними та підтримки прийняття рішень, що дозволяє підвищити оперативність та точність управлінських процесів, а також оптимізувати виробництво та збут продукції. Фрагмент-папка «Головне меню інтелектуальної платформи» наведено в таблиці 1.



Рис. 1. Структурна схема запропонованої інтелектуальної платформи

Архітектура платформи містить декілька ключових модулів. Серед першочергових – модуль інтегрованого управління даними, який поєднує інформацію з різних джерел: виробничих показників, ринкових тенденцій, кліматичних та природно-кліматичних характеристик регіонів. Такий модуль забезпечує єдине сховище даних, що є основою для аналізу та прийняття рішень. Важливу роль відіграють

CALS-технології, що дозволяють створювати цифрові моделі виробничих процесів і забезпечувати безперервне оновлення інформації.

Експертний модуль платформи призначений для підтримки ухвалення рішень. Він включає базу знань, алгоритми обробки даних, систему накопичення фактичної інформації та аналітичні інструменти, що дозволяє прогнозувати розвиток подій, оцінювати ризики та розробляти рекомендації щодо оптимізації технологічних процесів. Цей модуль адаптований до ширшого спектру агропромислових завдань, включаючи управління вирощуванням, переробкою та збутом продукції.

Для забезпечення гнучкості та адаптивності системи передбачено модуль налаштування, який бере до уваги специфічні умови кожного господарства, включаючи природно-кліматичні характеристики, особливості використовуваних технологій та структуру виробництва. Завдяки цьому модуль налаштування дозволяє адаптувати систему під конкретні умови аграрного підприємства, забезпечуючи ефективну інтеграцію всіх інформаційних потоків та підтримку керування в режимі реального часу.

Платформа передбачає розробку інтуїтивного інтерфейсу користувача, який поєднає всі функціональні модулі в єдину систему. Це дозволяє кінцевим користувачам – від операторів до керівників – оперативно отримувати доступ до необхідної інформації, аналізувати дані та приймати обґрунтовані управлінські рішення. Через війну використання цієї інтелектуальної платформи сприяє підвищенню конкурентоспроможності агропромислового комплексу рахунок оптимізації процесів, поліпшення якості продукції і на зниження витрат за збереження високого ступеня адаптивності до умов ринку.

Таблиця 1

Головне меню запропонованої інтелектуальної платформи

АРМ птахівника	База даних	Експертна система	Генератор налаштування
Відтворення птиці	Породи птахів світу	Хвороби птахів за: віком, породами, видами Діагностика: лікування, профілактика	Природно-кліматичні характеристики районів та регіону
Технологія переробки продуктів птахівництва	Раціон годування	Блок накопичених фактичних даних: інформація щодо епізоотичної обстановки (0); можливі етіологічні чинники хвороби (1); характеристика збудника хвороби та патогенез (2)	Характеристика порід господарства
Яйце: упаковка, зберігання, збут	Технологія утримання та вирощування	Блок прийняття рішення порода та напрямок продуктивності; річна продуктивність; жива маса; % безпеки; % запліднюваності; % виведення курчат – маса яйця	Закупівля племінних порід
Менеджмент	Оцінка рішення	Рекомендації щодо оптимального відбору, вирощування та утримання птахів з використанням методів авіаіомоніторингу	Монтаж та введення в експлуатацію птахофабрики
Маркетинг	Планування та контроль	Утилізація відходів птахівництва	–

Математична модель інтелектуальної платформи складається з декількох взаємопов'язаних компонентів, які описують динаміку системи, оцінку її ефективності та прийняття оптимальних управлінських рішень.

Позначимо вектор стану агропромислового підприємства як $X(t)$, який включає показники виробництва, ринкові дані, кліматичні та інші релевантні параметри. Динаміка зміни стану описується системою диференціальних рівнянь:

$$\frac{dX(t)}{dt} = F(X(t), U(t), \xi(t)), \quad (1)$$

де $U(t)$ – вектор управлінських рішень, а $\xi(t)$ – вектор випадкових зовнішніх впливів (наприклад, ринкові коливання або погодні умови). Ця модель дозволяє у реальному часі відслідковувати та прогнозувати зміну стану системи.

Для оцінки ефективності управління формується цільова функція, яка характеризує вигоду від прийнятих рішень з урахуванням витрат:

$$J = \int_0^T [\alpha \cdot Q(X(t)) - \beta \cdot C(U(t))] dt, \quad (2)$$

де $Q(X(t))$ – функція, що описує якість та продуктивність виробництва, $C(U(t))$ – функція витрат, пов'язаних із впровадженням управлінських рішень, а α та β – вагові коефіцієнти, що визначають важливість відповідних компонентів. Максимізація J дозволяє знаходити оптимальний баланс між прибутковістю та витратами.

На основі отриманих даних з центральної бази та аналізу стану системи, експертний модуль формує рекомендації щодо управлінських рішень. Цей процес можна представити як розв'язання оптимізаційної задачі:

$$\max_{U(t) \in U} J, \quad (3)$$

при обмеженнях, що задаються ресурсними, технологічними та нормативними вимогами.

Для забезпечення адаптивного управління платформа включає блок інтелектуальної обробки даних, який аналізує історичні та поточні дані системи. Приймається $Z(t)$ – набір ознак, що формується на основі стану $X(t)$. Прогнозування здійснюється за допомогою функції

$$\hat{X}(t + \Delta t) = G(Z(t), \theta), \quad (4)$$

де $G(\bullet)$ – нелінійна функція (наприклад, модель машинного навчання), що використовує параметри θ для прогнозування майбутнього стану системи через проміжок часу Δt .

Результати прогнозування використовуються у блоці підтримки прийняття рішень. Приймається $D(t)$ – множина рекомендацій, яку генерує система, базуючись на прогнозованому стані $\hat{X}(t + \Delta t)$ та поточних умовах. Математично блок підтримки рішень описується як:

$$J = \arg \max_{U(t) \in U} \{ \alpha \cdot Q(\hat{X}(t + \Delta t)) - \beta \cdot C(U(t)) + \gamma \cdot R(D(t)) \}, \quad (5)$$

де $R(D(t))$ – функція, що оцінює додаткову вигоду від рекомендацій, а γ – коефіцієнт ваги цього критерію.

Усі блоки працюють у режимі безперервного циклу:

- модуль збору даних формує $X(t)$ та $Z(t)$;
- модуль прогнозування на основі $Z(t)$ генерує $\hat{X}(t + \Delta t)$;
- блок підтримки прийняття рішень аналізує $\hat{X}(t + \Delta t)$ та формує оптимальне управління $U^*(t)$, що максимізує цільову функцію J ;
- застосування $U^*(t)$ впливає на майбутній стан системи, і цикл повторюється.

У межах дослідження пропонується практичний чисельний приклад застосування розробленої інтелектуальної платформи (рис. 1) з інтегрованою інтелектуальною обробкою даних, прогнозуванням та блоком підтримки прийняття рішень.

Припускається, що система описується трьома основними показниками, які входять до вектора стану $X(t) = [P(t), Q(t), D(t)]$, де $P(t)$ – обсяг виробництва (одиниць продукції); $Q(t)$ – якісний індекс продукції (балів); $D(t)$ – ринковий попит (одиниць продукції). На початковий момент $t = 0$ встановлено (у тисячах одиниць): $P(0) = 1000$ (вироблено 1000 одиниць), $Q(0) = 80$ (індекс якості), $D(0) = 500$ (ринковий попит).

Управлінське рішення $U(t)$ визначає рівень інвестицій у автоматизацію та модернізацію (в грошових одиницях). Припускається, на $t = 0$ платформа спочатку рекомендує інвестицію $U(0) = 50$. При цьому необхідно враховувати вплив зовнішніх факторів $\xi(t)$, наприклад, позитивний ринковий імпульс, який приймається за $\xi(0) = +5$.

Для простоти застосовується дискретна модель зміни кожного показника за одиницю часу ($\Delta t = 1$), яка враховує вплив управлінського рішення, відхилення від оптимальних значень і зовнішні впливи:

1) Обсяг виробництва: $P(t + 1) = P(t) + 0.1 \cdot U(t) - 0.05 \cdot (P(t) - 1000) + \xi(t)$, де 1000 – бажаний обсяг виробництва;

2) Індекс якості продукції: $Q(t + 1) = Q(t) + 0.05 \cdot U(t) - 0.02 \cdot (Q(t) - 85)$, де 85 – цільове значення індексу якості.

3) Ринковий попит: $D(t + 1) = D(t) + 0.03 \cdot U(t) - 0.01 \cdot (D(t) - 500) + 0.5 \cdot \xi(t)$, де 500 – базовий рівень попиту.

Розрахунок на першій ітерації ($t = 0 \rightarrow t = 1$). За вихідними даними: $P(0) = 1000$, $Q(0) = 80$, $D(0) = 500$, $U(0) = 50$, $\xi(0) = +5$ розраховуються нові значення:

1) Обсяг виробництва: $P(1) = 1000 + 0.1 \cdot 50 - 0.05 \cdot (1000 - 1000) + 5 = 1000 + 5 + 0 + 5 = 1010$;

2) Індекс якості продукції: $Q(1) = 80 + 0.05 \cdot 50 - 0.02 \cdot (80 - 85) = 80 + 2.5 - 0.02 \cdot (-5) = 80 + 2.5 + 0.1 = 82.6$;

3) Ринковий попит: $D(1) = 500 + 0.03 \cdot 50 - 0.01 \cdot (500 - 500) + 0.5 \cdot 5 = 500 + 1.5 + 0 + 2.5 = 504$.

Отже, після першої ітерації система переходить у стан: $X(1) = [1010, 82.6, 504]$.

Блок інтелектуальної обробки використовує поточні дані $X(0)$ та формує набір ознак $Z(0)$. Модель прогнозування (наприклад, навчена методом зворотного поширення похибки із застосуванням оптимізатора Adam [9, 10] нейронна мережа прямого поширення архітектури 5–12–3, рис. 2) прогнозує стан на наступний період: $\hat{X}(1) = G(Z(0), \theta) \approx (1010, 82.6, 505)$, тобто, прогноз співпадає з фактичними розрахунками для демонстрації роботи системи.

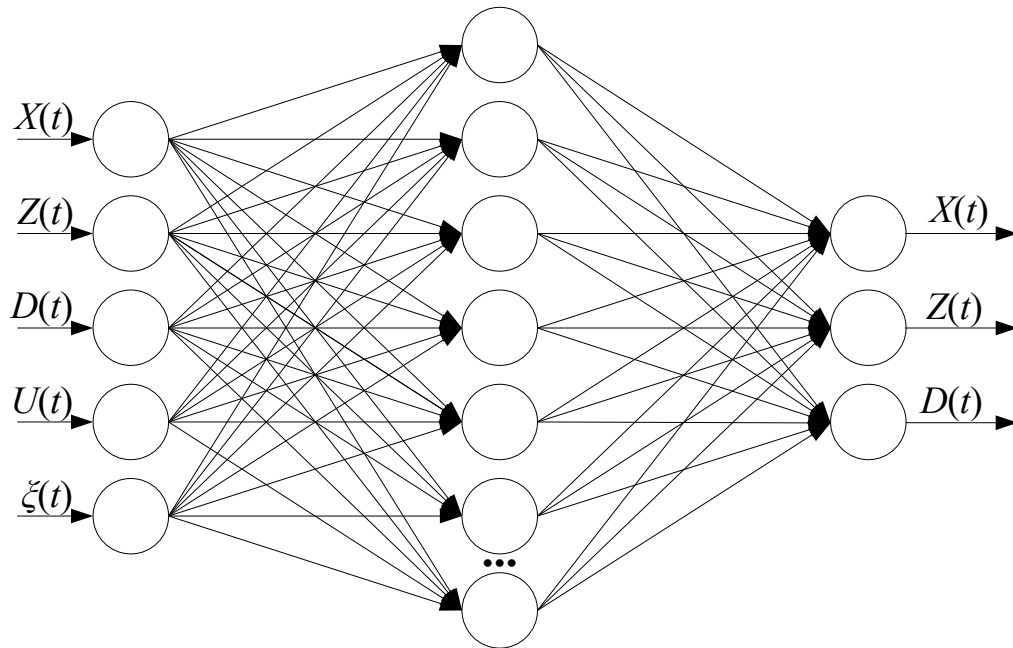


Рис. 2. Зовнішній вигляд розробленої мережі прямого поширення архітектури 5–12–3

На основі прогнозу $\hat{X}(1)$ система аналізує, чи задовольняє поточне управлінське рішення оптимальним критеріям (максимізація цільової функції, де враховано продуктивність і витрати). Якщо прогнозована динаміка показує позитивну тенденцію, система може рекомендувати невелике коригування інвестицій. Наприклад, аналіз може показати, що для подальшого зростання варто збільшити U на 10 %.

Отже, блок підтримки рішень рекомендує: $U^*(0) = 50 \cdot 1.1 = 55$.

На наступному кроці $t = 1$, використовуючи рекомендацію $U(1) = 55$ і, припускаючи, що інший зовнішній вплив $\xi(1) = +3$, перераховуються нові значення:

1) Обсяг виробництва: $P(2) = 1010 + 0.1 \cdot 55 - 0.05 \cdot (1010 - 1000) + 3 = 1010 + 5.5 - 0.05 \cdot 10 + 3 = 1010 + 5.5 - 0.5 + 3 = 1018$;

2) Індекс якості продукції: $Q(2) = 82.6 + 0.05 \cdot 55 - 0.02 \cdot (82.6 - 85) = 82.6 + 2.75 - 0.02 \cdot (-2.4) \approx 82.6 + 2.75 + 0.048 = 85.398$;

3) Ринковий попит: $D(2) = 504 + 0.03 \cdot 55 - 0.01 \cdot (504 - 500) + 0.5 \cdot 3 = 504 + 1.65 - 0.04 \cdot 4 + 1.5 \approx 504 + 1.65 - 0.04 + 1.5 = 507.11$.

Отже, стан системи на $t = 2$ стає: $X(2) \approx [1018, 85.40, 507.11]$.

За допомогою такого циклічного процесу платформа дозволяє адаптивно реагувати на зміни зовнішнього середовища та внутрішніх показників, що сприяє оптимізації управління агропромисловою економікою.

Отже, запропонована інтелектуальна платформа, що базується на CALS-технологіях, демонструє свою ефективність через інтеграцію модулів збору даних, інтелектуальної обробки та прогнозування, а також підтримки прийняття рішень, що дозволяє адаптивно оптимізувати управління агропромисловою економікою шляхом безперервного циклічного коригування управлінських рішень на основі аналізу поточного стану системи та прогнозування її розвитку, що підтверджується чисельним прикладом переходу від початкового стану до оптимізованого при збільшенні інвестицій.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

1. Запропоновано єдину інтелектуальну платформу на основі CALS-технологій для управління агропромисловою економікою, що дозволяє інтегрувати модулі збору, обробки даних, прогнозування та підтримки прийняття рішень.

2. Розроблено математичну модель з використанням диференціальних рівнянь, яка описує динаміку ключових показників (виробництво, якість продукції, ринковий попит) та дозволяє оптимізувати управлінські рішення в режимі реального часу.

3. Побудовано архітектуру платформи, що включає інтегрований модуль управління даними, експертний блок з прогнозуванням на основі нейронних мереж та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для кінцевих користувачів.

4. Проведено чисельне моделювання, яке продемонструвало ефективність платформи – адаптивна корекція інвестицій призвела до зростання обсягу виробництва, підвищення якості продукції та збільшення ринкового попиту.

5. Перспективи подальших розвідок даному напрямку:

- оптимізація методів обробки даних та алгоритмів прогнозування з використанням сучасних машинних алгоритмів для підвищення точності прийняття рішень;
- інтеграція додаткових параметрів та показників, що впливають на агропромислове виробництво, для більш комплексного аналізу і підтримки прийняття рішень;
- розробка стандартів сумісності між різними інформаційними системами та посилення заходів кібербезпеки для захисту інформації в умовах цифрової трансформації.

Список використаних джерел:

1. Дригола К. В., Вертелецька О. М., Бойко В. В. Агропромисловий комплекс України в контексті виходу на міжнародний ринок. *Економічний простір*. 2019. № 146. С. 5–19.
2. Волікова В. В. Управління конкурентоспроможністю продукції українських товаровиробників на світовому ринку. *Молодіжний економічний вісник ХНЕУ ім. С. Кузнеця* : електронний журнал. 2021. № 6. С. 39–43.
3. Кравець М. А., Гріхогодов М. С., Казакова Н. А. АПК України на сучасному етапі розвитку (стан і перспективи). *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2015. Вип. 13. Ч. 1. С. 22–28.
4. Дергалюк М. О. PEST-аналіз факторів зовнішнього впливу на розвиток АПК регіонів. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2021. № (2(10)). С. 148–152.
5. Антонюк Г. Я., Панюра Г. Я. Проблеми розвитку АПК на сільських територіях Львівщини. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2013. Вип. 6 (104). С. 220–228.
6. Стоволос Н. Б. Модель формування загальнодержавної системи виробництва органічної продукції. *Вісник ЖДТУ. Серія : Економічні науки*. 2014. № 4 (70). С. 98–102.
7. Малік М. Й., Шпикуляк О. Г. Розвиток аграрного підприємництва в умовах інституціональних трансформацій. *Економіка АПК*. 2017. № 2. С. 5–16.
8. Козловський С. В., Козловський В. О., Бурлака О. М. Стійкість розвитку аграрної галузі регіону як чинник економічного зростання України. *Економіка України*. 2014. № 9(634). С. 59–73.
9. MLP (multi-layer perceptron) and RBF (radial basis function) neural network approach for estimating and optimizing 6-gingerol content in *Zingiber officinale* Rosc. in different agro-climatic conditions / M. Sahoo, S. Dey, S. Sahoo, A. Das, A. Ray, S. Nayak, E. Subudhi. *Industrial Crops and Products*. 2023. Vol. 198. 116658.
10. Souza P. R., Dotto G. L., Salau N. P. G. Artificial neural network (ANN) and adaptive neuro-fuzzy interference system (ANFIS) modelling for nickel adsorption onto agro-wastes and commercial activated carbon. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2018. Vol. 6. Iss. 6. P. 7152–7160.