ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

№ 31, 2025

заснований у 2007 році

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ ТА ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ISSN 2078-4643 (print) **DOI: 10.32447/20784643.31.2025.00**
ISSN 2708-1389 (online)

ЗАСНОВНИК І ВИДАВЕЦЬ Львівський державний університет безпеки життєдіяльності (ЛДУ БЖД)

ЗАРЕЄСТРОВАНО Національною радою України з питань телебачення та радіомовлення (рішення №292 від 08.02.2024, ідентифікатор медіа R30-02254)

ВНЕСЕНО ДО ПЕРЕЛІКУ ФАХОВИХ ВИДАНЬ УКРАЇНИ ЯК ДРУКОВАНЕ ПЕРІОДИЧНЕ ВИДАННЯ КАТЕГОРІЇ «Б»
(Наказ МОН України від 02.07.2020 року №886 та від 24.09.2020 року №1188)

ВНЕСЕНО ДО БІБЛОГРАФІЧНИХ БАЗ ДАНИХ:
«НАУКОВА ПЕРІОДИКА УКРАЇНИ» В НАЦІОНАЛЬНІЙ БІБЛІОТЕЦІ УКРАЇНИ ІМ. В.І. ВЕРНАДСЬКОГО, «ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY», «GOOGLE SCHOLAR» та ін.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ЛДУ БЖД
(*Протокол № 10 від 04.06.2025 р.*)

Літературний редактор Падик Г.М.

Технічний редактор Сорочич М.П.

Комп'ютерна верстка Климус М.В.

Друк Петролюк Н.І.

Відповідальний за випуск Войтович Т.М.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ: ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007
Контактні телефони: (032) 233-24-79, тел/факс 233-00-88
E-mail: visnyk@ldubgd.edu.ua

Збірник наукових праць "Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності" видається в університеті з 2007 року. Запланована періодичність: 2 рази на рік. Тематична спрямованість: цивільна безпека, пожежна безпека, менеджмент, екологія, комп'ютерні науки та інформаційні технології, кібербезпека, хімічні технології та інженерія, технології захисту навколишнього середовища, транспортні технології (за видами), публікація рекламних матеріалів та матеріалів конференцій, семінарів.

Здано в набір 04.06.2025. Підписано до друку 18.06.2025.
Формат 60x84$^{1/3}$. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 20.
Гарнітура Times New Roman.
Наклад: 100.
Друк: Сектор видавничої діяльності ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

ЗМІСТ

CONTENTS

ЕКОЛОГІЯ

ECOLOGY

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY

Вісник ЛДУБЖД
Bulletin of Lviv State University of Life Safety
https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk
ISSN 2078-4643 (print), ISSN 2708-1389 (online)

UDC 004.67+ 519.2
DOI: 10.32447/20784643.31.2025.05

Д. Д. Смик, Н. Є. Бурак
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів Україна
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3880-4077 – Н. Є. Бурак
nazar.burak@ukr.net

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБКИ ДАНИХ В СУЧАСНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

Проблема. У сучасних автоматизованих системах обробка даних відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності та точності процесів. Використання різноманітних методів і засобів, таких як алгоритми штучного інтелекту, хмарні технології та великі дані, дозволяє оптимізувати роботу систем та прискорювати прийняття рішень. Завдяки цим підходам досягається підвищена продуктивність, зниження витрат і покращена адаптивність до змін у цифровому середовищі. Однак, не усі методи та підходи демонструють однакову ефективність при обробці таких даних, що обґрунтовує необхідність досліджень з визначення оптимальних методів чи їх поєднання для підвищення якості отриманих даних у результатів їх підготовки для подальшого використання.

Мета. Аналіз методів та засобів обробки даних у сучасних автоматизованих системах для визначення їхньої ефективності, особливостей застосування та впливу на оптимізацію процесів.

Завдання дослідження. На основі порівняльного аналізу відомих методів обробки масивів даних дослідити їх застосування в сучасних автоматизованих системах та визначити показник ефективності, розробки концептуальної моделі управління інформаційними потоками в умовах цифрової трансформації.

Методи дослідження. У процесі дослідження використовувалися методи аналізу літературних джерел для вивчення теоретичних основ обробки даних у сучасних автоматизованих системах, а також методи порівняння та узагальнення для визначення ефективності та особливостей застосування різних підходів. Крім того, застосовувався системний підхід для оцінки взаємозв'язку між методами обробки даних та їхнім впливом на оптимізацію процесів.

Результати. Досліджена предметна область, сучасні стандарти та наявний стан наукові праці у сфері автоматизованих систем та обробки даних виявили недостатню кількість та об'єми комплексних досліджень, які б охоплювали синергію методів машинного навчання, обробки великих даних та квантових обчислень у контексті оптимізації аналітичних процесів. Це створює необхідність формування концептуальної основи та розробки інтегрованої моделі обробки даних, що враховує турбулентність цифрового середовища та динаміку розвитку інформаційних технологій. Формування концепції обробки даних у автоматизованих системах базується на багатофакторному підході, що включає п'ять векторних напрямів управління інформаційними потоками: аналіз структури та джерел великих даних, застосування методів машинного навчання для класифікації та прогнозування, оптимізація процесів розподіленої обробки, впровадження технологій потокової аналітики та використання квантових алгоритмів для підвищення продуктивності аналітичних обчислень. Розроблена концепція передбачає створення адаптивної системи, яка дозволяє реалізувати оперативне прийняття рішень на основі великих обсягів інформації з урахуванням факторів змінності середовища та безпеки даних. Дослідження предметної області обробки даних визначило перевагу інтегрованих підходів, що поєднують традиційні статистичні методи, алгоритми глибокого навчання, квантові оптимізаційні моделі та технології потокової аналітики. Сформовано концептуальну модель управління даними в автоматизованих системах, яка містить п'ять блоків, пов'язаних між собою інформаційними потоками та забезпечує всебічний аналіз і обробку інформації на різних рівнях цифрової інфраструктури: системний аналіз великих даних; застосування нейромережевих технологій для класифікації та прогнозування; впровадження алгоритмів потокової обробки даних; інтеграція розподілених обчислювальних систем; імплементація квантових алгоритмів для прискорення обчислень.

Висновки. У дослідженні проаналізовано сучасні методи обробки даних в автоматизованих системах, зокрема статистичні підходи, машинне навчання, розподілені обчислення та квантові технології. Визначено переваги й обмеження кожного з підходів, а також підкреслено необхідність їх інтеграції для підвищення ефективності та адаптивності систем. Особлива увага приділена ролі автоматизованих систем у різних сферах – від медицини до промисловості – та їхньому впливу на прийняття рішень на основі даних. У роботі також наголошено на важливості етичних та безпекових аспектів обробки інформації в умовах цифрової трансформації. Обґрунтовано доцільність створення концептуальної моделі управління даними, яка сприятиме розвитку стійкої та безпечної цифрової інфраструктури.

Ключові слова: автоматизовані системи, управління даними, великі дані, машинне навчання, квантові обчислення, потокова аналітика, цифрове середовище.

D. D. Smyk, N. E. Burak
Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

METHODS AND MEANS OF DATA PROCESSING IN MODERN AUTOMATED SYSTEMS

Introduction. In modern automated systems, data processing is crucial for ensuring efficient and accurate processes. The use of various methods and tools, such as artificial intelligence algorithms, cloud technologies and big data, enables system performance to be optimised and decision-making to be accelerated. These approaches increase productivity, reduce costs, and improve adaptability to changes in the digital environment.

Goal. The aim is to analyse the methods and means of data processing in modern automated systems in order to determine their efficiency, application features and impact on process optimisation.

Research objectives: The aim is to investigate and evaluate the methods and means of data processing in modern automated systems, with a view to improving their effectiveness. This will involve developing a conceptual model for managing information flows in the context of digital transformation.

Research methods. The research employed literature analysis methods to study the theoretical foundations of data processing in modern automated systems. It also used comparison and generalisation methods to determine the efficiency and application features of different approaches. A systematic approach was also employed to evaluate the relationship between data processing methods and their effect on process optimisation.

The results. A lack of comprehensive studies covering the synergy of machine learning methods, big data processing, and quantum computing in the context of optimising analytical processes was revealed in the studied subject area, modern standards, and the current state of scientific research in the field of automated data processing systems.This requires the establishment of a conceptual framework and the development of an integrated data processing model that takes into account the volatility of the digital environment and the evolving nature of information technology. The formation of the data processing concept in automated systems is based on a multifactor approach that includes five vector directions of information flow management: analysis of the structure and sources of big data, application of machine learning methods for classification and forecasting, optimization of distributed processing processes, implementation of streaming analytics technologies, and the use of quantum algorithms to improve analytical computations. The developed concept involves creating an adaptive system that enables real-time decision-making based on large volumes of information, considering environmental variability factors and data security. The study of data processing revealed the benefits of an integrated approach combining traditional statistical methods, deep learning algorithms, quantum optimisation models and streaming analytics technologies. A conceptual data management model for automated systems has been developed. Consisting of five interconnected blocks, it provides comprehensive data analysis and processing at various levels of digital infrastructure. These include systemic big data analysis, the application of neural network technologies for classification and forecasting, the implementation of streaming data processing algorithms, the integration of distributed computing systems and the implementation of quantum algorithms for accelerating computation. The proposed model improves the accuracy of analytical forecasts, reduces data processing time and ensures continuous information updates.

Conclusions. This study examines modern data processing methods in automated systems, including statistical approaches, machine learning, distributed computing and quantum technologies. The advantages and limitations of each approach are identified, and the importance of integrating them to improve the efficiency and adaptability of such systems is emphasised. Particular attention is paid to the role of automated systems in different sectors, ranging from medicine to industry, and their effect on data-driven decision-making processes. The paper also emphasises the importance of the ethical and security aspects of data processing within the context of digital transformation. The development of a conceptual data management model is feasible and aims to support the evolution of a resilient and secure digital infrastructure.

Keywords: automated systems, data management, big data, machine learning, quantum computing, streaming analytics, digital environment.

Вступ. Автоматизовані системи є невід'ємною частиною сучасних інформаційних технологій і відіграють ключову роль у різних сферах діяльності. Вони використовуються для збору, зберігання, обробки та аналізу даних, що забезпечує ефективне управління інформаційними потоками та прийняття оптимальних рішень. У науковій літературі автоматизовані системи визначаються, як «програмно-апаратні комплекси, що дозволяють здійснювати контроль, управління та обробку даних з використанням алгоритмічних методів і штучного інтелекту» [1, с. 23].

Обробка даних у сучасних автоматизованих системах виконує важливу функцію, забезпечуючи трансформацію вхідної інформації у вигляд, зручний для подальшого аналізу та прийняття рішень. З розвитком інформаційних технологій зросла потреба у високопродуктивних методах аналізу великих обсягів даних, що знайшло своє відображення у концепціях Big Data, Data Mining та машинного навчання. Обробка даних може включати різні етапи, такі як фільтрація, кластеризація, нормалізація та моделювання, кожен з яких потребує застосування специфічних алгоритмів і програмних засобів [3, с. 78].

Одним з основних методів обробки даних є статистичний аналіз, який дозволяє отримати узагальнені характеристики вибірки, виявити закономірності та прогнозувати майбутні значення. До традиційних статистичних методів належать кореляційний аналіз, дисперсійний аналіз та регресійне моделювання. Ці методи широко використовуються у фінансовій аналітиці, маркетингових дослідженнях та соціології [1, с. 45].

Окрім статистичних підходів, активно використовуються методи штучного інтелекту, зокрема нейронні мережі та алгоритми машинного навчання. Нейронні мережі, такі як багатошарові персептрони, рекурентні та згорткові мережі, забезпечують можливість автоматичного навчання та класифікації даних. Наприклад, алгоритми глибокого навчання успішно застосовуються для розпізнавання образів, мовної обробки та прогнозування поведінки користувачів у цифровому середовищі [3, с. 102].

У сфері обробки великих даних значну увагу приділяють розподіленим обчисленням, які дозволяють обробляти інформацію в паралельному режимі. Однією з найпоширеніших платформ для розподіленої обробки є Hadoop, що використовує модель MapReduce для ефективного розподілу завдань між кластерами серверів [1, с. 130]. Також популярністю користуються бази даних NoSQL, які забезпечують масштабованість та високу швидкість доступу до неструктурованих даних.

Застосування методів обробки даних охоплює різноманітні галузі, включаючи медицину, фінанси, промисловість та державне управління. Наприклад, у медицині аналіз великих обсягів даних дозволяє покращити діагностику захворювань та розробити персоналізовані підходи до лікування У фінансовому секторі методи аналізу даних використовуються для оцінки ризиків, виявлення шахрайських схем та оптимізації інвестиційних стратегій [3, с. 160].

Отож, методи та засоби обробки даних у сучасних автоматизованих системах забезпечують ефективне управління інформаційними ресурсами та сприяють розвитку цифрових технологій. Впровадження новітніх алгоритмів аналізу та обробки великих даних відкриває широкі можливості для покращення якості послуг, автоматизації процесів та прийняття обґрунтованих рішень у різних сферах діяльності.

Огляд літературних джерел. Аналіз сучасних методів обробки даних в автоматизованих системах спирається на широкий спектр досліджень, що охоплюють аспекти зберігання, аналізу та оптимізації інформаційних потоків. Одним із фундаментальних джерел є дисертація Гордійчук-Бублівської О. В. [1], яка містить ґрунтовний аналіз алгоритмів розподіленого зберігання та обробки даних, з оцінкою їх ефективності в сучасних обчислювальних середовищах.

Монографія Беседовського О. М. [5] узагальнює сучасні моделі обробки інформаційних потоків, включаючи нейромережеві та ймовірнісні підходи. Дисертація Вітюк А. Є. [3] присвячена алгоритмам управління роботизованими системами в динамічних умовах, а праця Мартинюка О. С. [4] – системам збору даних у реальному часі.

У роботах Климаша М. М. [6] проаналізовано ефективність паралельної обробки великих даних у відеонаглядових системах. Розробки Гордійчук-Бублівської О. В. та співавторів [8] спрямовані на оптимізацію розподіленого аналізу інформаційних масивів. Скулиш М. А. та Перебаєва К. С. [9] розглядають безпечність і масштабованість плат-форм зберігання даних у медичних дослідженнях. Олещенко Л. М. [10] акцентує увагу на використанні великих даних у хмарних і розподілених середовищах.

Етичні аспекти використання штучного інтелекту розглянуто в статті [14], а питання безпеки даних у сфері precision health – у дослідженнях Thapa C., Camtepe S. [15] та Padarha S. [16], де піднімається проблема порушення етичних норм у роботі з великими даними.

Проте недостатнім залишається рівень комплексних досліджень, які б інтегрували всі ці підходи в єдину концептуальну модель обробки даних, здатну адаптуватися до умов цифрової трансформації.

Методи досліджень. У процесі дослідження використовувалися методи аналізу літературних джерел для вивчення теоретичних основ обробки даних у сучасних автоматизованих системах, а також методи порівняння і узагальнення для визначення ефективності та особливостей застосування різних підходів. Крім того, застосовувався системний підхід для оцінки взаємозв'язку між методами обробки даних та їхнім впливом на оптимізацію процесів.

Завдання дослідження. На основі порівняльного аналізу відомих методів обробки масивів даних провести дослідження їх застосування в сучасних автоматизованих системах та визначити показник ефективності, розробки концептуальної моделі управління інформаційними потоками в умовах цифрової трансформації.

Результати дослідження та їх обговорення. Провідну роль у сучасному інформаційному середовищі відіграють автоматизовані системи, забезпечуючи ефективну обробку великих обсягів даних. Одним із центральних аспектів таких систем є методи обробки даних, які включають статистичні підходи, машинне навчання та технології обробки великих даних. Статистичні

методи є основою аналітики, включаючи описові статистики та інферентну статистику, що забезпечують можливість узагальнення та прогнозування на основі вибірок [1, с. 25]. Наприклад, описові статистики використовуються у 68% випадків при аналізі великих обсягів даних у фінансовому секторі [2, с. 69]. У медичній сфері статистичні методи використовуються у 75% випадків для аналізу діагностичних даних та прогнозування ефективності лікування [3, с. 50]. У сфері освіти статистичні методи використовуються у 59% випадків, для дослідження якості освіти, аналізу результатів тестувань та моніторингу ефективності методів навчання. У сфері інформаційних технологій ці методи застосовуються в 87% випадків, для аналізу даних, побудови моделей прогнозування та оптимізації алгоритмів. У промисловості та виробництві статистичні методи використовуються у 71% випадків, для контролю якості продукції, оптимізації процесів і передбачення технічних відмов. У маркетингу ці методи застосовуються у 64% випадків, для вивчення споживчої поведінки, оцінки результативності реклами та прогнозування попиту. У 69% екологічних досліджень статистичні методи використовуються для аналізу змін клімату, моделювання популяцій та оцінки сільськогосподарської продуктивності. У сфері безпеки статистичні методи використовуються у 73% випадків для виявлення аномальної активності, аналізу загроз і запобігання кібератакам. Вони дозволяють формувати профілі поведінки користувачів, виявляти відхилення від норми та визначати потенційно небезпечні дії в інформаційних системах [19].

Методи машинного навчання поділяються на:

- наглядове навчання – використовується для класифікації та регресії, де моделі навчаються на основі мічених даних;
- ненаглядове навчання – дозволяє виявляти структури у великих наборах даних без попередньо заданих міток;
- навчання з підкріпленням – активно застосовується у сфері робототехніки та ігрових систем, оптимізуючи дії агента на основі отриманих винагород [5, с. 78].

Обробка великих даних є важливим аспектом автоматизованих систем. Основними процесами є паралельна обробка, яка передбачає використання багатоядерних процесорів для прискорення обчислень, та розподілені обчислення – диференційований розподіл навантаження між численними вузлами для збільшення продуктивності, що забезпечує високу швидкість та точність [6, с.52].

Платформи Apache Hadoop та Apache Spark є одними з найефективніших засобів для роботи з великими даними, забезпечуючи масштабованість та стійкість до відмов [7]. Дослідження показують, що Spark забезпечує в середньому на 30% швидшу обробку великих масивів даних у порівнянні з традиційними підходами [5, с.77].

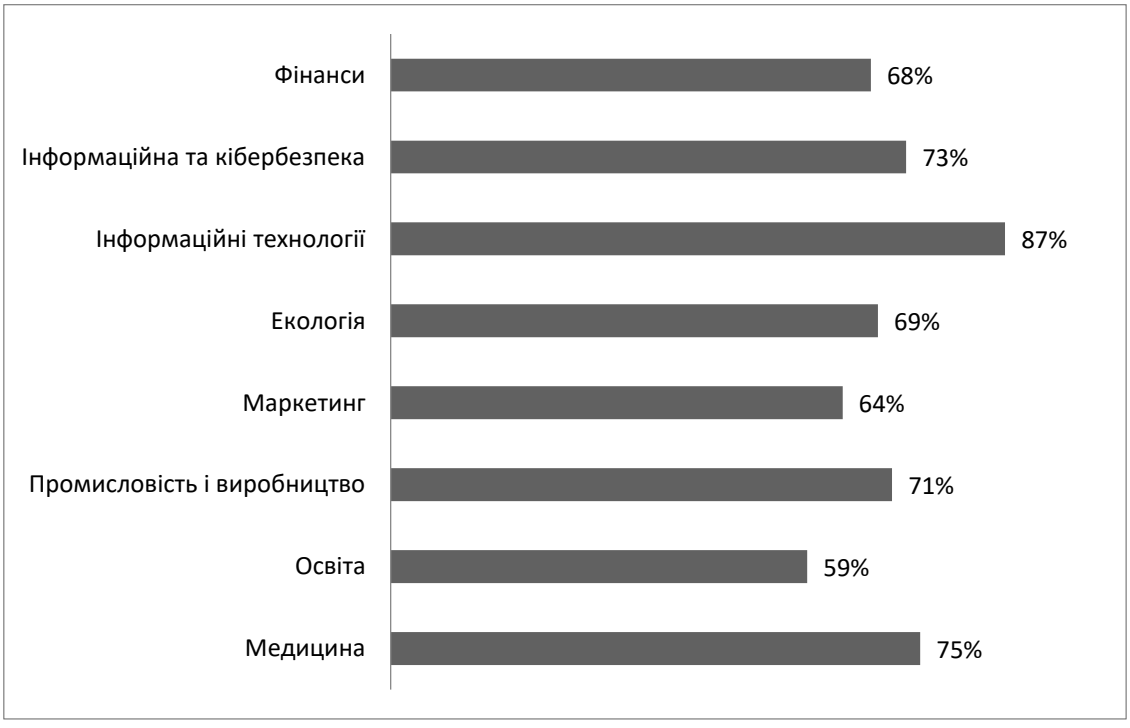

Рисунок 1 – Використання статистичних методів у різних сферах [19]

Серед програмних засобів обробки даних важливу роль відіграють системи управління базами даних (СУБД), які, у поєднанні з сучасними інформаційними системами, забезпе-

чують ефективне зберігання, обробку та аналіз інформації, що є важливим для прийняття управлінських рішень при кризовому управління в надзвичайних ситуаціях. Серед основних СУБД, які добре себе зарекомендували (ефективність при взаємодії із зовнішніми системами та сервісами і захищеність від загроз) є такі: 1) PostgreSQL – потужна об'єктно-реляційна база даних з підтримкою складних запитів, розширюваності та надійності, забезпечує стійкий контроль транзакцій, роботу з форматом JSON та геопросторовими даними; 2) MySQL – швидка, популярна реляційна база даних із відкритим кодом, яка широко використовується у вебдодатках завдяки своїй продуктивності та простоті; 3) Microsoft SQL Server – комерційна реляційна база даних від компанії Microsoft із потужними засобами аналітики, безпеки та інтеграції з іншими продуктами, зокрема Power BI; 4) Oracle Database – високонадійна, масштабована реляційна база даних, що широко використовується на великих підприємствах та критично важливих системах [9, 10, 13].

Важливою складовою ефективної роботи з BigData є правильний підбір та використання інструментарію для проведення аналізу даних. З-поміж відомих доцільно виокремити такі: бібліотека Pandas Python для роботи з табличними даними, яка пропонує широкий набір зручних структур для подальшого аналізу даних та методи для маніпулювання та візуалізації результатів; фреймворк TensorFlow для машинного навчання від Google, який дозволяє будувати та навчати нейронні мережі з метою вирішення складних аналітичних задач; бібліотека машинного навчання для Python Scikit-learn, яка містить алгоритми класифікації, регресії, кластеризації та інші інструменти для аналізу даних; платформа Apache Flink для потокової та пакетної обробки великих обсягів даних у реальному часі з високою продуктивністю та можливостями виконання розподілених обчислень на базі хмарних технологій.

Сучасні автоматизовані системи значною мірою залежать від апаратної складової. До основних її елементів належать сервери та дата-центри, які забезпечують безперервне зберігання та обробку інформації, спеціалізовані процесори (GPU, TPU) для прискорення обчислень у сфері штучного інтелекту та пристрої для зберігання даних (SSD, HDD, NAS-системи), які забезпечують гнучкість у керуванні великими обсягами інформації [10].

Одним із критично-важливих викликів у сфері обробки даних є безпека та конфіденційність інформації. Захист від несанкціонованого доступу, шифрування даних та забезпечення анонімності користувачів є критичними аспектами сучасних автоматизованих систем [11], особливо зважаючи на сучасні тенденції використання хмарних сховищ даних.

На основі аналізу сучасних тенденцій, можна стверджувати, що майбутніми напрямками у сфері обробки даних є:

- інтеграція штучного інтелекту в автоматизовані системи, що дозволить значно підвищити їхню ефективність та забезпечити гнучкість застосування;
- розвиток квантових обчислень, які відкривають нові можливості для швидкої обробки складних математичних задач;
- автоматизоване прийняття рішень у кризових ситуаціях (в тому числі надзвичайних ситуаціях), що дозволяє оптимізувати процеси управління та прогнозування з метою зменшення ризиків;
- впровадження блокчейн-технологій для підвищення рівня захисту та прозорості даних [10].

Усі ці аспекти сприяють подальшій еволюції автоматизованих систем та покращенню їхньої ефективності в сучасному цифровому середовищі. Важливою частиною досліджень залишається вплив глибокого навчання та нейромережевих моделей на аналіз великих обсягів інформації. Останні дослідження показують, що нейромережі можуть збільшити точність прогнозування на 40% у порівнянні з класичними статистичними моделями [12]. Загалом, сучасні методи та засоби обробки даних у автоматизованих системах є основою для цифрової трансформації, що охоплює всі сфери життя, від промисловості до медицини та безпекового сектору.

Дослідження та впровадження новітніх методів обробки даних у сучасних автоматизованих системах продовжує відігравати визначальну роль у формуванні ефективних цифрових процесів. Одним із перспективних напрямів є використання гібридних алгоритмів, що комбінують елементи машинного навчання, статистичних методів та адаптивних обчислень. У 2024 році понад 80% компаній, які працюють у сфері великих даних, застосовували багаторівневі нейронні мережі для аналізу великих інформаційних масивів [3].

Значного розвитку набули також методи предиктивної аналітики, що базуються на багатофакторному аналізі та прогнозних моделях. Такі методи широко застосовуються у фінансовому секторі, зокрема для оцінки ризиків та прогнозування ринкових тенденцій. Наприклад, алгоритми глибокого навчання, які працюють із рекурентними нейронними мережами, дозволяють підвищити точність передбачення фінансових

показників на 30% порівняно з традиційними статистичними моделями.

Окремої уваги заслуговують технології потокової обробки даних, що дають змогу здійснювати аналіз у режимі реального часу. Впровадження таких рішень, як Apache Kafka та Apache Flink, значно підвищує ефективність систем моніторингу та аналітики у високонавантажених середовищах, таких як кібербезпека та промисловий Інтернет речей (IIoT) [12].

Крім того, дедалі більше компаній впроваджують методи федеративного навчання, що дозволяє здійснювати машинне навчання без необхідності централізованого зберігання даних, що сприяє підвищенню конфіденційності та безпеки оброблюваної інформації. Такий підхід активно використовується у сфері медицини, та оборони де важливо зберігати конфіденційність даних при обробці великих інформаційних масивів чутливої інформації.

У сфері безпеки даних також відзначаються значні досягнення. Новітні криптографічні протоколи, зокрема гомоморфне шифрування, дозволяють здійснювати обчислення над зашифрованими даними без їхнього розшифрування. Це відкриває можливості для впровадження безпечних розподілених обчислень у хмарних середовищах .

Майбутнє методів обробки даних також тісно пов’язане з розвитком квантових обчислень, які потенційно можуть забезпечити експоненційне прискорення алгоритмів оптимізації та обробки великих даних. Провідні дослідницькі центри, такі як IBM Quantum та Google Quantum AI, активно працюють над розробкою квантових алгоритмів, які можуть здійснювати обробку складних моделей, що наразі є обмеженими для класичних обчислювальних архітектур. Інтеграція передових технологій машинного навчання, потокової аналітики, федеративного навчання та квантових обчислень забезпечить новий рівень цифрової трансформації, що сприятиме оптимізації процесів у всіх сферах діяльності, від промислового виробництва до наукових досліджень та медицини.

На рисунку 2 представлено концептуальну модель управління даними в автоматизованих системах.

Рисунок 2 – Концептуальна модель управління даними в автоматизованих системах

Запропонована модель управління даними складається з п’яти основних етапів, які логічно пов’язані між собою. Перший етап – це аналіз великих даних, що допомагає зрозуміти їх структуру, джерела та підготувати інформацію до обробки. Далі застосовуються нейромережі для класифікації та прогнозування, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення. На третьому етапі використовуються алгоритми потокової обробки для аналізу даних у режимі реального часу. Потім відбувається інтеграція розподілених обчислювальних систем, які підвищують швидкість і ефективність обробки великих обсягів інформації. П’ятий блок – це квантові алгоритми, які дозволяють значно прискорити складні обчислення. Вся система побудована так, щоб адаптуватися до змін цифрового середовища та бути безпечною завдяки використанню сучасних засобів захисту даних.

Одним з перспективних напрямків застосування моделі, представленої на рисунку 2, є її імплементація і безпековий сегмент. Зокрема, у сфері безпеки процесів обробки та зберігання інформації, а також для виявлення загроз, реагування на інциденти та прогнозування

кіберризиків. На першому етапі аналіз великих даних дозволяє збирати й структурувати інформацію з логів систем, мережевого трафіку та поведінкових патернів користувачів. Нейромережеві алгоритми класифікують аномальні дії, виявляють потенційно небезпечні активності та прогнозують можливі атаки. Потокова обробка дає змогу оперативно реагувати на події без затримки, забезпечуючи моніторинг у режимі реального часу. Розподілені обчислювальні системи сприяють масштабуванню без втрати продуктивності навіть при великій кількості джерел загроз. Імплементація квантових алгоритмів може прискорити дешифрування даних і складні криптографічні обчислення, що підвищує ефективність засобів захисту. Завдяки такій моделі забезпечується високий рівень адаптивності системи безпеки до нових викликів цифрового середовища.

Висновки. В результаті дослідження встановлено, що сучасні автоматизовані системи обробки даних мають вирішальне значення для розвитку цифрових технологій у різних галузях. Завдяки використанню статистичних методів, машинного навчання, потокової аналітики та квантових обчислень, ці системи забезпечують високу точність аналізу, гнучкість та адаптивність до змін цифрового середовища. Комплексне застосування згаданих технологій дає змогу приймати оперативні та обґрунтовані рішення, що підвищує ефективність управління. Важливою складовою функціонування таких систем є надійне управління інформаційними потоками. Зростання обсягів даних потребує побудови нових архітектур та моделей їхньої обробки.

Запропонована концептуальна модель управління даними охоплює п’ять послідовних блоків, які забезпечують повний цикл обробки інформації – від аналізу до прискорених обчислень. Вона дає змогу інтегрувати дані з різних джерел, класифікувати їх за допомогою нейронних мереж, оперативно обробляти інформацію в реальному часі та забезпечувати обчислення за допомогою квантових алгоритмів, що дає змогу скоротити час аналізу, підвищити точність прогнозування та зменшити навантаження на обчислювальні ресурси. Система побудована на принципах адаптивності, масштабованості та безпеки. Таким чином, модель є гнучкою до змін цифрової інфраструктури.

Результати дослідження підтверджують доцільність впровадження гібридних методів обробки даних, які поєднують переваги класичних статистичних та сучасних нейромережевих алгоритмів. Практичне застосування таких методів демонструє ефективність у сферах фінансів, медицини, промисловості, екології та освіти. Розподілені обчислювальні середовища забезпечують масштабованість, а технології потокової обробки – швидкість і безперервність аналітики. Особливу роль відіграє інтеграція платформи типу Apache Spark або Flink, які значно підвищують продуктивність систем. Квантові обчислення – це перспективний напрям, здатний забезпечити прорив у швидкості виконання складних задач.

Отже, запропонована концептуальна модель управління даними, процесом обробки даних в автоматизованих системах забезпечить комплексний підхід до процедурного аналізу інформації в умовах цифрової трансформації. Вона може бути адаптована до потреб різних галузей, сприяючи розвитку аналітичних сервісів, оптимізації управлінських процесів і забезпеченню цифрової безпеки. Подальші дослідження будуть зосереджені на експериментальній перевірці ефективності запропонованої моделі у конкретних прикладних сферах безпекового вектора, зокрема під час обробки даних в інформаційних системах підтримки прийняття рішень при кризовому управління в умовах надзвичайних ситуацій. Зокрема, перспективними напрямами є оптимізація витрат ресурсів, зменшення енергоспоживання та підвищення точності прогнозів.

Список літератури:

1. Гордійчук-Бублівська О. В. Методи та засоби опрацювання великих даних в розподілених інформаційних системах : дис. ... д-ра філософії : 122 – комп’ютерні науки. Львів, 2024. 150 с.
2. Шкуліпа П. А., Жердєв М. К., Лєнков С. В., Гунченко Ю. О. Шляхи і методи підвищення ефективності автономних автоматизованих систем технічного діагностування радіоелектронних пристроїв спеціального призначення. *Системи та методи обробки інформації*. 2012. С. 69–74.
3. Вітюк А. Є. Методи і програмні засоби для автоматизації управління роботизованою кінцівкою : дис. ... д-ра філософії : 121 – інженерія програмного забезпечення. Київ, 2024. 185 с.
4. Мартинюк О. С. Автоматизовані системи збору даних : *програма навч. дисципліни*. Луцьк : СНУ ім. Лесі Українки, 2018. 60 с.
5. Беседовський О. М. Сучасні методи та моделі обробки даних в інформаційних системах : *монографія*; за заг. ред. В. С. Пономаренка. Харків : Вид-во ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2013. 539 с.
6. Климаш М. М., Гордійчук-Бублівська О. В., Мрак В. Б., Браницький А. В. Дослідження ефективності обробки великих даних в системах відеонагляду. *Інфокомунікаційні та комп’ютерні технології*. 2021. № 1 (01). С. 52–60.
7. Климаш М. М., Гордійчук-Бублівська О. В., Чайковський І., Данильченко Т. Дослідження алгоритмів паралельного опрацювання інформації в

базах даних. *Вісник «Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія»*. 2021. № 1. С. 51–62.

8. Гордійчук-Бублівська О. В., Бешлей М. І., Кирик М. І., Климаш М. М. Підвищення ефективності оброблення великих обсягів інформації з використанням методу розподіленого аналізу даних. *Телекомунікаційні та інформаційні технології.* 2021. № 1 (70). С. 15–23.

9. Скулиш М. А., Перебаєва К. С. Аналіз платформ зберігання даних для створення інформаційного сховища медичних досліджень. *Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології*. 2021. № 1 (01). С. 134–140.

10. Олещенко Л. М. Технології оброблення великих даних: конспект лекцій з дисципліни «Технології оброблення великих даних» [Електронний ресурс] : *навч. посіб. для студ*. спец. 121 «Інженерія програмного забезпечення» (освіт. програма «Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем»), 2021. 227 с.

11. Саварін П.В. Робочі станції, сервери та обчислювальні центри: лекція 2 [Електронний ресурс]. *Луцький НТУ*. Режим доступу: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Savarin_Pavlo_ENP/teoretic/lec2.html .

12. Остіян Є. З. Штучний інтелект та персональні дані: захист приватності в цифровому середовищі. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2024. С. 47–53. https://doi.org/10.24144/2307-3322.2024.85.3.7

13. Діброва І. С., Січко Т. В. Безпека та конфіденційність у базах даних. *Вісник студентського наукового товариства ДонНУ імені Василя Стуса*. 2023. С. 53.

14. Бердо Р. С., Расюн В. Л., Величко В. А. Штучний інтелект та його вплив на етичні аспекти наукових досліджень. *Академічні візії*. 2023. Вип. 22.
https://doi.org/10.5281/zenodo. 8174388

15. Thapa, Chandra & Camtepe, Seyit. (2021). Precision health data: Requirements, challenges and existing techniques for data security and privacy. Computers in Biology and Medicine. 2020. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.104130

16. Padarha S. Data-Driven Dystopia: an uninterrupted breach of ethics / arXiv preprint. 2023. http https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.07934.

17. Ratushny R., Tryhuba A., Bashynsky O., Ptashnyk V. Development and Usage of a Computer Model of Evaluating the Scenarios of Projects for the Creation of Fire Fighting Systems of Rural Communities. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT)*. 2020. https://doi.org/10.1109/ELIT.2019.8892320.

18. Dmytro Peleshko, Taras Rak, Marta Peleshko, Ivan Izonin, Danylo Batyuk Two-frames image superresolution based on the aggregate divergence matrix. *2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP)*, pp. 235-238 http https://doi.org/10.1109/DSMP.2016.7583548

19. Спірін О. М., Пінчук О. П. Цифрова трансформація відкритих науково-освітніх середовищ : *монографія*. Київ : Ін-т цифровізації освіти НАПН України, 2024. 308 с.

References:

1. Hordiichuk-Bublivska, O. V. (2024). Metody ta zasoby opratsiovuvannia velykykh danykh v rozpodilenykh informatsiinykh systemakh [Methods and means of big data processing in distributed information systems]. *Doctor's thesis*. Lviv [in Ukrainian].

2. Shkulipa, P. A., Zherdev, M. K., Lienkov, S. V., & Hunchenko, Yu. O. (2012). Shliakhy i metody pidvyshchennia efektyvnosti avtonomnykh avtomatyzovanykh system tekhnichnoho diahnostuvannia radioelektronnykh prystroiv spetsialnoho pryznachennia [Ways and methods of increasing the efficiency of autonomous automated systems for technical diagnostics of special-purpose radio-electronic devices]. *Systemy ta metody obrobky informatsii*, 69–74 [in Ukrainian].

3. Vitiuk, A. Ye. (2024). Metody i prohramni zasoby dlia avtomatyzatsii upravlinnia robotyzovanoi kintsivkoiu [Methods and software tools for automating robotic limb control]. *Doctor's thesis. Kyiv [in Ukrainian]*.

4. Martyniuk, O. S. (2018). Avtomatyzovani systemy zboru danykh [Automated data collection systems]. Lutsk: SNU im. Lesi Ukrainky [in Ukrainian].

5. Besedovskyi, O. M. (Ed.). (2013). Suchasni metody ta modeli obrobky danykh v informatsiinykh systemakh [Modern methods and models of data processing in information systems]. Kharkiv: KhNEU im. S. Kuznetsa [in Ukrainian].

6. Klymash, M. M., Hordiichuk-Bublivska, O. V., Mrak, V. B., & Branytskyi, A. V. (2021). Doslidzhennia efektyvnosti obrobky velykykh danykh v systemakh videonahliadu [Study of big data processing efficiency in video surveillance systems]. *Infokomunikatsiini ta kompiuterni tekhnolohii – Infocommunications and Computer Technologies,* 1(01), 52–60 [in Ukrainian].

7. Klymash, M. M., Hordiichuk-Bublivska, O. V., Chaikovskyi, I., & Danylchenko, T. (2021). Doslidzhennia alhorytmiv paralelnoho opratsiuvannia informatsii v bazakh danykh [Research of parallel data processing algorithms in databases]. *Visnyk*

'Infokomunikatsiini tekhnolohii ta elektronna inzheneriia', 1, 51–62 [in Ukrainian].

8. Hordiichuk-Bublivska, O. V., Beshlei, M. I., Kyryk, M. I., & Klymash, M. M. (2021). Pidvyshchennia efektyvnosti obroblennia velykykh obsiagiv informatsii z vykorystanniam metodu rozpodilenoho analizu danykh [Improving the efficiency of large-scale data processing using distributed data analysis]. *Telekomunikatsiini ta informatsiini tekhnolohii*, 1(70), 15–23 [in Ukrainian].

9. Skulysh, M. A., & Perebaieva, K. S. (2021). Analiz platform zberihannia danykh dlia stvorennia informatsiinoho skhovyshcha medychnykh doslidzhen [Analysis of data storage platforms for creating medical research repositories]. *Infokomunikatsiini ta kompiuterni tekhnolohii*, 1(01), 134–140 [in Ukrainian].

10. Oleshchenko, L. M. (2021). Tekhnolohii obroblennia velykykh danykh [Technologies of big data processing]. *Lecture notes for the course "Technologies of big data processing." Retrieved from electronic resource [in Ukrainian]*.

11. *Savarin, P. V. (n.d.). Robochi stantsii, serveri ta obchysliuvalni tsentry: lektsiia 2 [Workstations, servers, and computing centers: Lecture 2]. Lutsk National Technical University.* Retrieved from *https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Savarin_Pavlo_ENP/teoretic/lec2.html [in Ukrainian]*.

12. *Ostiiian, Ye. Z. (2024). Shtuchnyi intelekt ta personalni dani: zakhyst pryvatnosti v tsyfrovomu seredovyshchi [Artificial intelligence and personal data: privacy protection in the digital environment]. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu*, 47–53 https://doi.org/10.24144/2307-3322.2024.85.3.7 [in Ukrainian].

13. Dibrova, I. S., & Sichko, T. V. (2023). Bezpeka ta konfidentsiinist u bazakh danykh [Security and confidentiality in databases]. *Visnyk student'skoho naukovoho tovarystva DonNU imeni Vasylia Stusa,* 53 [in Ukrainian].

14. Berdo, R. S., Rasiun, V. L., & Velychko, V. A. (2023). Shtuchnyi intelekt ta yoho vplyv na etychni aspekty naukovykh doslidzhen [Artificial intelligence and its impact on the ethical aspects of scientific research]. *Akademichni vizii,* 22, 469–445 https://doi.org/10.5281/zenodo.8174388 [in Ukrainian].

15. Thapa, Chandra & Camtepe, Seyit. (2021). Precision health data: Requirements, challenges and existing techniques for data security and privacy. *Computers in Biology and Medicine.* 2020. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.104130 [in English].

16. Padarha, S. (2023). Data-Driven Dystopia: an uninterrupted breach of ethics https://doi.org/ 10.48550/arXiv.2305.07934.. [in English].

17. Ratushny, R., Tryhuba, A., Bashynsky, O., & Ptashnyk, V. (2020). Development and Usage of a Computer Model of Evaluating the Scenarios of Projects for the Creation of Fire Fighting *Systems of Rural Communities. In Proceedings of the ELIT International Scientific and Practical Conference.* https://doi.org/10.1109/ELIT.2019.8892320 [in English]

18. Peleshko, D., Rak, T., Batyuk, D., et al. (2016). Two-Frames Image Superresolution based on the Aggregate Divergence Matrix. *In Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP),* 235–239. http https://doi.org/10.1109/DSMP.2016.7583548 [in English]

19. Spirin, O. M., & Pinchuk, O. P. (2024). Tsyfrova transformatsiia vidkrytykh naukovo-osvitnikh seredovyshch [Digital transformation of open scientific and educational environments]. Kyiv: Institute of Education Digitalization of the NAES of Ukraine. 308 [in Ukrainian].

Оглядова стаття.
Надійшла до редакції 07.03.2025.
Прийнято до публікації 04.06.2025.