2. Bubeck S., Chandrasekaran V., Eldan R., Gehrke J., Horvitz E., Kamar E., Lee P., Tat Lee Y., Li Y., Lundberg S., Nori H., Palangi H., Tulio Ribeiro M., Zhang Y. Sparks of artificial general intelligence: Early experiments with gpt-4. 2023. 155 p. doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.12712.
3. Zhang C., Zhang C., Zheng S., Qiao Y., Li C., Zhang M., Kumar Dam S., Myaet Thwal C., Lin Tun Y., Luang Huy L., Kim D., Bae S.-H., Lee L.-H., Yang Y., Tao Shen H., So Kweon I., Seon Hong C. A Complete Survey on Generative AI (AIGC): Is ChatGPT from GPT-4 to GPT-5 All You Need? 2023. 56 p. doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.11717.
4. Lecler A., Duron L., Soyer P. Revolutionizing radiology with GPT-based models: Current applications, future possibilities and limitations of ChatGPT. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 2023, vol. 104, iss. 6, pp. 269-274. doi: https://doi.org/10.1016/j.diii.2023.02.003.
5. Wang H., Qin Z., Wan T. Text Generation Based on Generative Adversarial Nets with Latent Variables. *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, 2018, vol. 10938, pp. 92-103. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-93037-4_8.
6. Li Y., Pan Q., Wang S., Yang T., Cambria E. A Generative Model for category text generation. *Information Sciences*, 2018, vol. 450, pp. 301-315. doi: https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.03.050.
7. Zheng X., Qiao X., Cao Y., Lau R. W. H. Content-aware generative modeling of graphic design layouts. *ACM Transactions on Graphics*, 2019, vol. 38, no. 4, pp. 1-15. doi: https://doi.org/10.1145/3306346.3322971.
8. A Deep Generative Model for Code Switched Text / S. Bidisha et al. *Twenty-Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-19)*, Macao, China, 2019, pp. 5175-5181. doi: https://doi.org/10.24963/ijcai.2019/719.
9. Zen H. Generative Model-Based Text-to-Speech Synthesis. *2018 IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, Nara, 2018, pp. 327-328. doi: https://doi.org/10.1109/gcce.2018.8574762.
10. Lipyanina H., Sachenko S., Lendyuk T., Sachenko A. Decision tree based targeting model of customer interaction with business page. *CMIS*, 2020, pp. 1001-1012. Available at: https://ceur-ws.org/Vol-2732/20200487.pdf (accessed 15 February 2023).
11. Lipyanina H., Sachenko S., Lendyuk T. Targeting Model of HEI Video Marketing based on Classification Tree. *ICTERI Workshops*, 2020, vol. 2732, pp. 487-498. Available at: https://ceur-ws.org/Vol-2732/20200487.pdf (accessed 10 December 2022).

Рецензент: М.П. Комар
д-р техн. наук, проф., ЗУНУ

Стаття надійшла 05.05.2023
Стаття прийнята 13.06.2023

УДК 004.6.004.738 **doi: 10.31498/2225-6733.46.2023.288096**

© Іванов Д.Є.[1], Алексеєнко В.В.[2], Ярмоленко Т.А.[3]

ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОЗАЛЕЖНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВЕЛИКИХ ДАНИХ (BIG DATA) ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (INTERNET OF THINGS)

Один з основних аспектів даного дослідження полягав у використанні інструментів Великих даних для аналізу та ефективного використання даних, що генеруються пристроями Інтернету речей. Великі дані надають змогу зберігати та аналізувати

[1] *д-р техн. наук, професор, Житомирський державний університет ім. Івана Франка, м. Житомир, ORCID: 0000-0001-9956-6589, dmitryivanov32@outlook.com*
[2] *асистент, Житомирський державний університет ім. Івана Франка, м. Житомир, ORCID: 0000-0002-4966-6300, viltoriiaalekseien23@ukr.net*
[3] *асистент, Житомирський державний університет ім. Івана Франка, м. Житомир, ORCID: 0000-0002-8182-0830, tetianayarmolenko24@ukr.net*

p-ISSN: 2225-6733; e-ISSN: 2519-271X

величезний обсяг різноманітних даних, а також отримувати цінну інформацію з них. За допомогою інструментів Великих даних, можна ефективно опрацьовувати ці дані, використовуючи паралельні алгоритми та методи аналізу в реальному або квазіреальному часі. Метою статті є аналіз останніх релевантних досліджень в області Великих даних та Інтернету речей, а також розкриття особливостей їхньої взаємозалежності. Для досягнення поставленої мети було використано метод систематичного огляду наукової літератури, який дозволив систематично прослідкувати та аналізувати значимі дослідження та публікації з даної області. Методологія даного наукового дослідження базується на ретроспективному аналізі літературних джерел та наукових публікацій, які стосуються використання Великих даних та Інтернету речей в різних сферах. Для збору даних було використано систематичний пошук по електронним базам, таким як IEEE Xplore, ScienceDirect та пошук у веб-ресурсах, таких як Google Scholar. В результаті аналізу були ідентифіковані ключові концепції, методи та практичні застосування поєднання Великих даних та Інтернету речей. Були проаналізовані останні розробки архітектури Інтернету речей та моделей Великих даних. Практичне значення дослідження полягає в тому, що воно сприяє глибшому розумінню останніх досліджень в областях Великих даних та Інтернету речей, взаємодії між ними і виявленню нових можливостей для використання цього поєднання в різних галузях. Результати цього дослідження можуть бути використані для розвитку нових технологій та покращення існуючих систем збору, обробки та аналізу даних. Окрім того, ці висновки можуть бути використані як основа для подальших наукових досліджень в даній області, спрямованих на вдосконалення та впровадження нових рішень. Дане дослідження допомагає поглибити розуміння потенціалу поєднання Великих даних та Інтернету речей та вказати на шляхи подальшого розвитку в цій області.
Ключові слова: *аналіз даних, архітектура даних, збереження даних, інтернет, збір даних.*

D. Ivanov, V. Alekseienko, T. Yarmolenko. Features of the interdependence of Big Data and Internet of Things technologies. *One of the main aspects of this study was the use of Big Data tools to analyze and effectively use the data generated by Internet of Things (IoT) devices. Big data allows you to store and analyze a huge amount of diverse data, as well as to obtain valuable information from it. With the help of Big Data tools, it is possible to process this data efficiently using parallel algorithms and analysis methods in real or quasi-real time. The purpose of the article is to analyze the latest relevant research in the field of Big Data and the Internet of Things, as well as to reveal the features of their interdependence. To achieve this goal, the method of systematic review of scientific literature was used, which allowed to systematically trace and analyze significant research and publications in this area. The methodology of this research is based on a retrospective analysis of literature sources and scientific publications related to the use of Big Data and the Internet of Things in various fields. To collect data, a systematic search of electronic databases such as IEEE Xplore, ScienceDirect, and searches on web resources such as Google Scholar were used. The analysis identified key concepts, methods, and practical applications of combining Big Data and the Internet of Things. The latest developments in the Internet of Things architecture and Big Data models were analyzed. The practical significance of the study is that it contributes to a deeper understanding of the latest research in the areas of Big Data and the Internet of Things, the interaction between them and the identification of new opportunities for using this combination in various industries. The results of this research can be used to develop new technologies and improve existing systems for collecting, processing, and analyzing data. In addition, these findings can be used as a basis for further research in this area aimed at improving and implementing new solutions. This study helps to deepen the understanding of the potential of combining Big Data and the Internet of Things and to point out ways for further development in this area.*
Key words: *data analysis, data architecture, data storage, Internet, data collection.*

Постановка проблеми. Великі дані (Big Data) та Інтернет речей (Internet of Things (IoT)) є двома ключовими напрямками, які активно прогресують та набувають популярності в різних сферах, включаючи промисловість, охорону здоров'я, транспорт, науку та багато інших. Ці технології дозволяють збирати значні обсяги даних з різноманітних джерел та використовувати їх для різноманітних цілей, включаючи прогнозування поведінки, вдосконалення процесів та прийняття рішень. Для досягнення максимального потенціалу цих технологій необхідно розуміти, як їх поєднувати.

Взаємодія Інтернету речей та Великих даних відкриває нові можливості в різних галузях, зокрема в охороні здоров'я, безпеці та економіці. У сучасному світі ми стикаємося з постійним зростанням обсягу інформації, яку потрібно обробляти. За статистикою з statista.com, обсяг даних по всьому світу безперервно зростає і очікується, що до 2025 року він досягне 181 зетабайту. Це означає, що ми стикаємося з надзвичайно великим обсягом інформації, що викликає проблеми з її обробкою та аналізом. Проте, не тільки наша здатність аналізувати дані зазнала змін у зв'язку зі зростанням їх обсягу. Також зростає кількість пристроїв, підключених до Інтернету речей. За даними з iot-analytics.com, до 2025 року очікується, що їх кількість становитиме 22,2 мільярди. Це означає, що наші можливості збирання даних збільшуються, але одночасно зростає складність їх обробки та аналізу.

Мета дослідження: ретельний аналіз взаємодії технологій Великих даних та Інтернету речей, а також розкриття їх впливу на розвиток суспільства та технологій. Дослідження також націлене на систематичний огляд найсвіжіших наукових відкриттів та досліджень, що дозволяє актуалізувати наявні дані та підвищити рівень обізнаності у цій галузі. Загалом, мета дослідження полягає в глибшому розумінні ролі та значення взаємодії між Великими даними та Інтернетом речей для суспільства та прогресу технологій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розглядаючи роботу І.О. Клопова та О.О. Шапурова, можна зазначити, що вона розкриває архітектуру Інтернету речей та концепцію Великих даних через трійку V – обсяг, швидкість та різноманітність [1]. Дослідження Б.Ю. Жураковського та І.О. Зеніва спрямоване на застосування Інтернету речей, але не включає аналіз практичного використання комбінації Інтернету речей та Великих даних для вирішення конкретних проблем [2]. Слід зауважити, що концепція трійки V для Великих даних вже застаріла, оскільки останні дослідження вказують на нову концепцію – п'ятірку V [3]. Робота І.В. Пулеко та А.А. Єфіменко зосереджена на розгляді загальних аспектів Інтернету речей та аналізу даних. Вони проводять дослідження, яке ставить за мету зрозуміти основні принципи та проблеми, пов'язані з цими технологіями [4]. Робота також наголошує на значенні безпеки, оскільки вона є критичним аспектом в контексті Інтернету речей.

Дослідники з США, P.K. Sadhu et al. також присвятили свою увагу питанням безпеки Інтернету речей [5]. Їх дослідження спрямовані на виявлення потенційних загроз та розробку заходів для забезпечення безпеки в цій галузі. Крім того, V. Saravanan et al. та інші у своїй роботі розглядають основні алгоритми розробки та безпеки Інтернету речей та Великих даних [6]. Вони зосереджуються на розробці та використанні ефективних алгоритмів для збору, обробки та захисту даних в цій області.

У сфері освіти великі дані допомагають аналізувати дані про студентів, їх активність та успішність з метою вдосконалення методів навчання. Результати даного дослідження співпадають з висновками авторів Y. Hajjaji et al., що застосування різних типів даних, таких як записи, доступ до інформації, аналіз та використання, допомагає краще розуміти та реагувати на індивідуальну поведінку учнів у цифровій сфері [7]. Поширення великих даних в освітній сфері також підкреслює важливість навчання студентів методам науки про дані в магістерських програмах, а також розвитку відкритих наукових і дослідницьких структур, які сприяють співпраці команд з метою поліпшення можливостей аналізу великих даних в освіті. Це надає нові можливості для досліджень у галузі освіти та сприяє покращенню її ефективності та результативності.

Висновки дослідження також підтверджуються в інших галузях. У галузі охорони здоров'я великі дані використовуються для аналізу медичних записів та діагностичних зображень, що сприяє виявленню тенденцій у здоров'ї пацієнтів та покращенню діагностики та лікування. Зазначається, що великі дані також мають важливе значення в маркетингу, де вони допомагають аналізувати дані про споживачів, їх звички та покупки, що підвищує ефективність маркетингових кампаній та персоналізує пропозиції. У сільському господарстві великі дані використовуються

p-ISSN: 2225-6733; e-ISSN: 2519-271X

для покращення врожайності та ефективності виробництва, аналізуючи дані про ґрунт, кліматичні умови та інші фактори. Таким чином, використання інструментів Великих даних дозволяє ефективно зберігати та аналізувати великий обсяг різноманітних даних, що генеруються пристроями Інтернету речей. Це допомагає отримати цінну інформацію та реалізувати потенціал великих даних у різних галузях, сприяючи покращенню ефективності та інноваційності відповідних процесів і послуг.

Порівнюючи результати даного дослідження з дослідженнями інших авторів, було виявлено спільність поглядів та підтримку ідеї про взаємозв'язок між Інтернетом речей і Великими даними. Інші дослідники зосереджувалися на інших аспектах проблематики, таких як збереження даних, методи аналізу даних та питання безпеки. Зокрема, автори C. Stergiou et al. [8], M.A. Amanullah et al. [9] та Y. Chen [10], що досліджували питання безпеки даних, виявили проблеми, пов'язані з безпекою та конфіденційністю Великих даних та Інтернету речей. Ці автори розглядали методи та підходи до захисту великих обсягів даних, що генеруються IoT-пристроями, від несанкціонованого доступу, зловживання та витоку інформації. Вони також акцентували увагу на аспектах конфіденційності та приватності при обробці та передачі цих даних. У даному дослідженні розглядалося не лише питання безпеки, але також вплив Великих даних на різні галузі, такі як громадський транспорт, освіта, охорона здоров'я, маркетинг та сільське господарство. Виявлено, що результати цього дослідження підтверджують ідею про використання Великих даних та IoT у цих галузях і сприяють розвитку більш ефективних та інтелектуальних додатків і послуг.

Результати даного дослідження підтверджують висновки авторів D. Ushakov et al. [11]. З'ясовано, що технологія Інтернету речей може бути використана для розробки розширених послуг, що покращують якість та ефективність громадського транспорту. Завдяки гнучкому використанню поточних даних, що доступні через Інтернет речей, користувачі можуть отримувати точну інформацію про прибуття транспорту та оператори можуть повідомляти громадськість про можливі затримки. Таке поєднання забезпечує вигоди як для пасажирів, так і для операторів громадського транспорту. Дослідження також підтверджує використання різних методів та сервісів Інтернету речей в транспортній галузі, від збору даних про пасажирів до управління даними та надання нових послуг. Більше того, Інтернет речей знаходиться в процесі поступового розвитку, з удосконаленням компонентів, що сприяє масштабуванню таких рішень. Однак, щоб реалізувати потенційні переваги Інтернету речей у громадському транспорті, потрібна вміння інтегрувати технології та готові рішення. У галузі громадського транспорту за допомогою аналізу даних можна розуміти попит на транспортні послуги, виявляти тенденції та вдосконалювати систему громадського транспорту.

У роботі І.О. Клопова та О.О. Шапурова була описана модель великих даних, що включала три основні характеристики: швидкість, об'єм і різноманітність (3V) [1]. Однак в даному дослідженні модель великих даних була розширена до семи характеристик 7V, запропонованих в роботі авторів M.A. Ashaari et al. [12]. У додаток до швидкості, об'єму і різноманітності, до моделі були додані ще чотири компоненти: цінність, правдивість, мінливість та візуалізація. Ця оновлена модель дозволяє краще враховувати складність і особливості великих даних, враховуючи їхній контекст та потенціал для аналізу та використання у різних галузях. Вона покращує наше розуміння великих даних і відображає їхню більш повну сутність, що є важливим для розробки ефективних стратегій збору, обробки та аналізу даних.

У даному дослідженні була запропонована узагальнена архітектура Інтернету речей, яка співпадає з результатами, представленими авторами Б.Ю. Жураковським та І.О. Зенівим [2]. У роботі авторів також була описана архітектура Інтернету речей, яка включає в себе різноманітні компоненти та зв'язки між ними. Однак обидва дослідження дійшли до подібних висновків стосовно необхідності розробки і використання узагальненої архітектури Інтернету речей для забезпечення ефективного та координаційного функціонування пристроїв та систем, пов'язаних з IoT.

Виклад основного матеріалу. Інтернет речей можна визначити як систему взаємопов'язаних фізичних елементів з чіткою адресацією, що мають різний рівень обробки, сприйняття та активації і здатні взаємодіяти та спілкуватися через Інтернет як спільну платформу [7]. Інтернет речей представляє собою мережу взаємопов'язаних фізичних об'єктів та речей, яку часто називають «мережею мереж» [8]. Ця інтерактивна мережа, що зображена на рис. 1, об'єднує різні об'єкти та речі, які взаємодіють між собою та зовнішнім середовищем за допомогою Інтернету. Ці об'єкти можуть бути датчиками, пристроями, розумними пристроями, системами автоматизації,

розподіленою інформацією та багатьма іншими. Вони забезпечують збір, передачу, обробку та аналіз даних, а також взаємодію та обмін інформацією через Інтернет. Цей широкий спектр підключених об'єктів та речей у межах Інтернету речей відкриває безліч можливостей у різних сферах, включаючи науку, технологію, промисловість, медицину, транспорт, енергетику та багато інших. Розвиток Інтернету речей став ключовим фактором у створенні «розумного» середовища, де пристрої та системи взаємодіють та співпрацюють між собою для досягнення спільної мети.

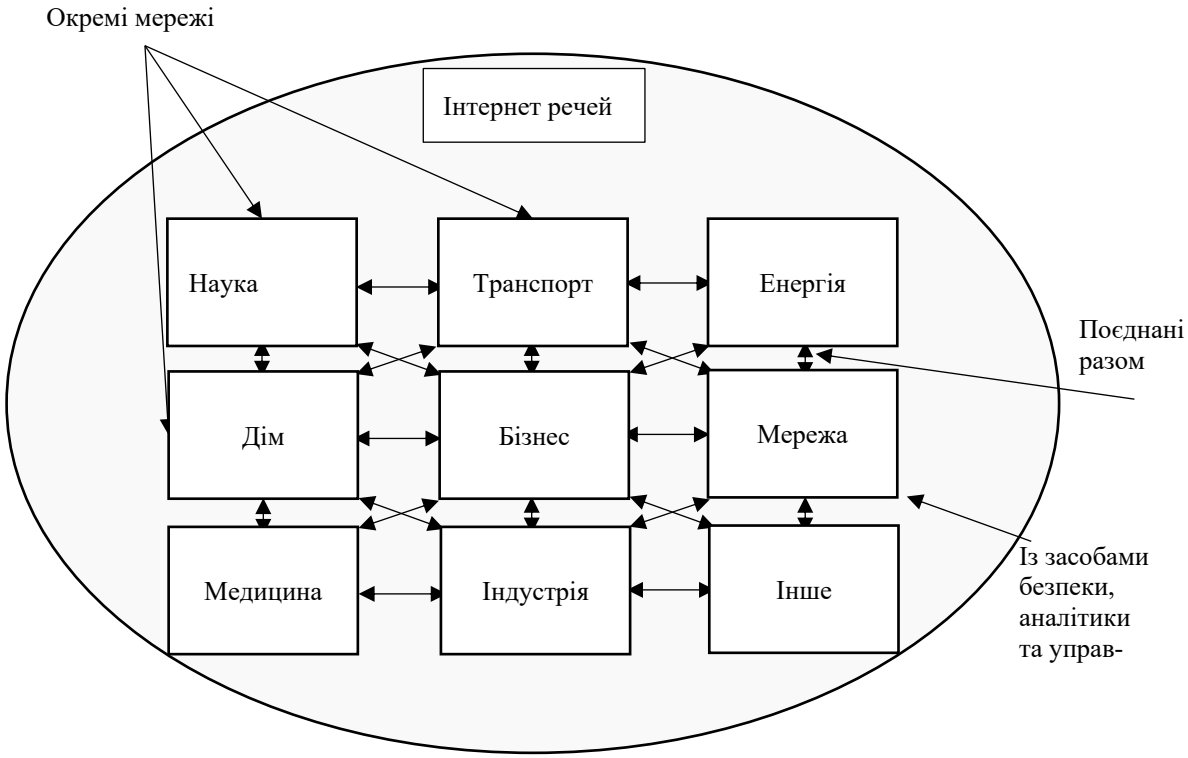

Рис. 1 – Інтернет речей можна розглядати як мережу мереж [8]

Інтеграція Інтернету речей в різні сфери людської діяльності, такі як медицина, освіта, лінгвістика, екологія, агрономія, маркетинг, сфера правових відносин, сфера безпеки, виробництво, страхування і кредитування, транспорт, туризм і розваги, дозволяє значно розширити можливості та контроль людини над її оточуючим середовищем [9].

Результати аналізу статистичних даних свідчать про значний ріст обсягу даних, що зібрані з Інтернету речей. У 2019 році обсяг таких даних становив 13,6 зетабайт та очікується, що до 2025 року він зросте до 79,4 зетабайт [10]. Цей ріст супроводжується збільшенням кількості підключених до Інтернету речей пристроїв, які, як очікується, зростуть на 12,2 мільярди до 2025 року [11]. Ці тенденції свідчать про все більшу поширеність та значущість Інтернету речей в різних сферах життя. Для ефективної роботи з цими великими обсягами даних, а також для забезпечення безпеки, оптимізації та ефективного управління Інтернетом речей, необхідний подальший розвиток та вдосконалення методів їх обробки, алгоритмів та моделей. Також постає потреба у гнучкій архітектурі, яка здатна ефективно впоратися з інтенсивним потоком інформації.

Типова архітектура Інтернету речей складається з трьох рівнів [3, 12], як показано на рис. 2, а саме: прикладний рівень (Application layer), мережевий рівень (Network layer) та рівень сприйняття (Perception layer).

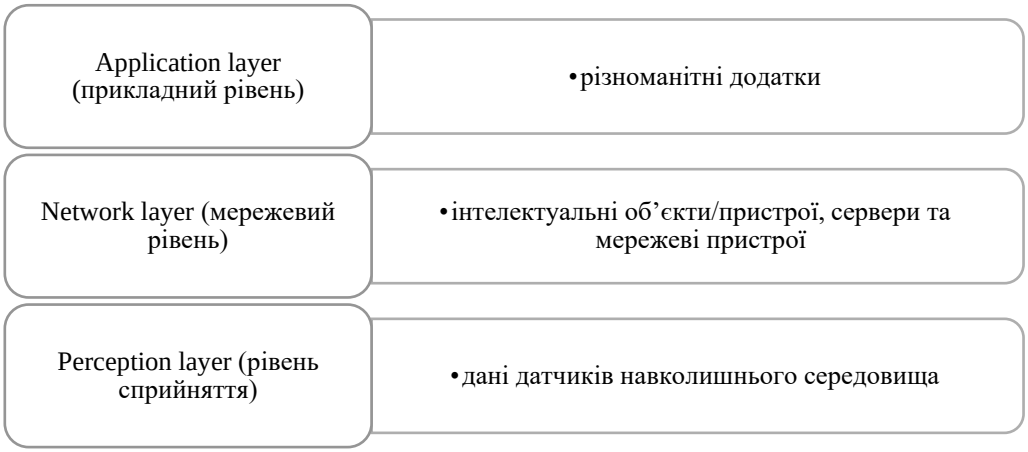

Рис. 2 – Трьох-рівнева архітектура Інтернету речей

На прикладному рівні розташовані різноманітні додатки, які використовуються в Інтернеті речей. Ці додатки можуть включати системи моніторингу, управління, аналізу даних, споживчі додатки та інші. Вони забезпечують взаємодію користувача з системою, обробку та аналіз отриманих даних, а також виконання специфічних функцій залежно від потреб конкретного застосування. Мережевий рівень включає інтелектуальні об'єкти/пристрої, сервери та мережеві пристрої, які забезпечують комунікацію та обмін даними в мережі Інтернету речей. Ці об'єкти можуть бути датчиками, актуаторами, контролерами, хмарними серверами та іншими пристроями. Вони виконують функцію збору, передачі, обробки та зберігання даних, а також забезпечують керування та управління пристроями в мережі. Рівень сприйняття включає дані, отримані від датчиків, розташованих у навколишньому середовищі. Ці датчики можуть бути різного типу і міряти такі параметри, як температура, вологість, освітленість, рух та інші. Вони забезпечують збір інформації про стан навколишнього середовища та перетворюють її на цифрові дані, які подальше передаються на мережевий рівень для подальшої обробки та аналізу.

Інтернет речей (IoT) є перспективною технологією, яка знаходить застосування у різних сферах діяльності [13]. Нижче наведено опис декількох таких сфер:

1. Інтернет розумного життя: IoT може використовуватись для побутової автоматизації та управління різними пристроями у домашньому середовищі. Наприклад, системи «розумного дому» дозволяють контролювати освітлення, опалення, безпеку та інші побутові пристрої з використанням мобільних додатків.

2. Інтернет розумного міста: IoT може забезпечувати впровадження різноманітних «розумних» технологій у містах, що поліпшують якість життя громадян. Наприклад, системи управління транспортом, моніторинг якості повітря, управління відходами та інші технології можуть забезпечити ефективніше функціонування міст.

3. Інтернет розумного навколишнього середовища: IoT може використовуватись для моніторингу та управління довкіллям, таким як моніторинг рівня забруднення повітря, води та ґрунту, контроль за природними резерватами та охоронюваними зонами.

4. Інтернет розумної індустрії: Впровадження IoT у промисловості дозволяє створити «розумні» фабрики та системи управління виробництвом. Автоматизація процесів, моніторинг обладнання та прогнозування відмов, оптимізація логістики та ресурсів – це лише деякі приклади застосування IoT у промисловій сфері.

5. Інтернет розумного здоров'я: Використання IoT у галузі здоров'я дозволяє створити медичні системи та пристрої, які забезпечують моніторинг здоров'я, дистанційне спостереження, віддалену діагностику та телемедицину. Носимі пристрої, датчики та медичні імплантати зібрані в одну мережу, що дозволяє збирати та аналізувати дані про пацієнтів в реальному часі, сприяючи ранньому виявленню захворювань та покращенню медичного догляду.

6. Розумна енергія: IoT може використовуватись для оптимізації та керування енергетичними системами. Системи «розумного будинку» дозволяють ефективне використання енергії

p-ISSN: 2225-6733; e-ISSN: 2519-271X

шляхом автоматичного регулювання освітлення, опалення та кондиціонування повітря відповідно до потреб жителя. Крім того, IoT може бути використаний для моніторингу та управління розподільчими мережами енергопостачання, прогнозування попиту та інтеграції відновлювальних джерел енергії.

7. Розумна агрокультура: Використання IoT в сільському господарстві дозволяє оптимізувати процеси вирощування рослин, контролювати рівень вологості, температуру, освітлення та інші параметри вирощування. Датчики, автоматичні системи поливу та розпізнавання хвороб рослин допомагають підтримувати оптимальні умови росту та збільшувати врожайність.

У сучасному світі, відомому як «епоха даних», спостерігається надзвичайно швидке накопичення нових даних усіма секторами промисловості та державними органами. Цей процес постійно зростає, що призводить до великого ентузіазму і зацікавленості організацій у пошуках способів використання своїх даних для створення цінності. Заради досягнення конкурентних переваг і покращення рішень прийняття рішень, організації здійснюють значні інвестиції в аналіз даних та впровадження новітніх технологій для оптимального використання накопичених ресурсів даних [14]. Великі дані в останні роки стали одним з найбільш актуальних і захоплюючих напрямків в галузі науки та технологій. Швидкий розвиток інформаційних технологій, постійний приріст обсягів даних та поява нових джерел інформації створили потребу у нових підходах до збереження, обробки та аналізу цих даних. Великі дані відкривають необмежені можливості для отримання цінної інформації та розуміння складних явищ, що відбуваються у різних сферах діяльності. Статистика показує що кількість даних невпинно зростає – у 2025 році кількість Великих даних зросте до 181 зетабайту [15].

Наукові дослідження в галузі великих даних визначають різні підходи до класифікації та характеристик великих даних. Початково використовувалися три V – швидкість, об’єм та різноманітність, щоб описати вимоги, пов'язані з обробкою та управлінням великими обсягами даних [16]. Пізніше цей набір був розширений до чотирьох V, додавши аспект цінності, який вказує на необхідність виділення корисної інформації з великих даних [17]. Прогресивний розвиток великих даних привів до введення поняття п'ятьох V, включаючи обсяг, швидкість, різноманітність, цінність та правдивість. Ця модель дозволяє більш повно описати і врахувати особливості великих даних та їх потенціал для створення цінності [18]. Однак, недавні дослідження розширили цю модель до семи V, додавши до неї аспекти мінливості та візуалізації [19]. Мінливість вказує на значення та постійні зміни даних, тоді як візуалізація акцентує увагу на візуальному відображенні зв'язків та зрозумілості даних.

Великі дані широко використовуються в різних галузях для різноманітних цілей. Наприклад, в галузі громадського транспорту вони використовуються для аналізу поведінки користувачів та оцінки якості послуг [20]. Це дозволяє зрозуміти попит на транспортні послуги, виявити тенденції та вдосконалити систему громадського транспорту. У сфері освіти великі дані використовуються з метою покращення ефективності освітнього процесу. Вони допомагають аналізувати дані про студентів, їхню активність та успішність, щоб зрозуміти сильні та слабкі сторони навчання та вдосконалити методи навчання [21, 22]. Також великі дані мають великий потенціал у сфері охорони здоров'я. Вони можуть бути використані для аналізу медичних записів, діагностичних зображень та інших медичних даних з метою виявлення тенденцій у здоров'ї пацієнтів, покращення діагностики та лікування [23]. Великі дані також є цінним інструментом в маркетингу. Вони дозволяють аналізувати дані про споживачів, їхні звички, вподобання та покупки, що допомагає підвищити ефективність маркетингових кампаній та персоналізувати пропозиції [24]. У сільському господарстві великі дані використовуються для покращення врожайності та ефективності виробництва. Аналізуючи дані про ґрунт, кліматичні умови та інші фактори, великі дані допомагають виявити оптимальні підходи для регулювання внесення ресурсів та управління виробництвом [25].

Великі дані мають значний вплив на багато галузей, підтримуючи прийняття рішень, заснованих на даних. Використання великих даних в цих галузях допомагає покращити ефективність, якість та інноваційність відповідних процесів і послуг. Використання великих даних та IoT дозволяє забезпечити покращення ефективності та точності збору, обробки та аналізу даних. Великі дані забезпечують багатоцільову інформацію, в якій можна виявити складні зв'язки та патерни, а IoT дозволяє збирати реальні дані з фізичних об'єктів та середовища, що розширює обсяг інформації для аналізу. Інструменти для великих даних мають великий потенціал для зберігання

та аналізу великого обсягу різноманітних даних. Вони дозволяють ефективно опрацьовувати ці дані, використовуючи паралельні алгоритми та методи аналізу в реальному або квазіреальному часі. Також великі дані можуть використовуватись з інтелектуальними методами аналізу для виділення цінної інформації [26].

У поєднанні з Інтернетом речей, технології великих даних виявляють ще більший потенціал у розумних середовищах. Завдяки збільшеному обсягу та різноманітності даних, що генеруються IoT-пристроями, великі дані можуть бути використані для отримання цінних результатів у цих додатках. Наприклад, використання технологій великих даних та IoT може сприяти вдосконаленню систем розумного середовища, оптимізації транспортних мереж, покращенню управління водними ресурсами та багатьох інших аспектах розумного середовища [27, 28]. Основні переваги такого поєднання, наведені на рис. 3, включають можливість використання різноманітних джерел даних для збору інформації, швидкий аналіз даних у реальному часі, здатність виявляти складні залежності та патерни, а також покращення ефективності прийняття рішень.

Рис. 3 – Основні переваги великих даних та IoT у сфері розумного середовища [26]

Інтернет речей і Великі дані мають тісний взаємозв'язок, оскільки середовища IoT засновані на зборі, зберіганні та обробці даних. Пристрої IoT, такі як сенсори, виконавчі механізми, камери, RFID-мітки та Bluetooth-пристрої, здатні генерувати величезний обсяг даних. Ці дані потім передаються на зберігання та обробку, а користувачі отримують доступ до них через хмарні ресурси (рис. 4).

p-ISSN: 2225-6733; e-ISSN: 2519-271X

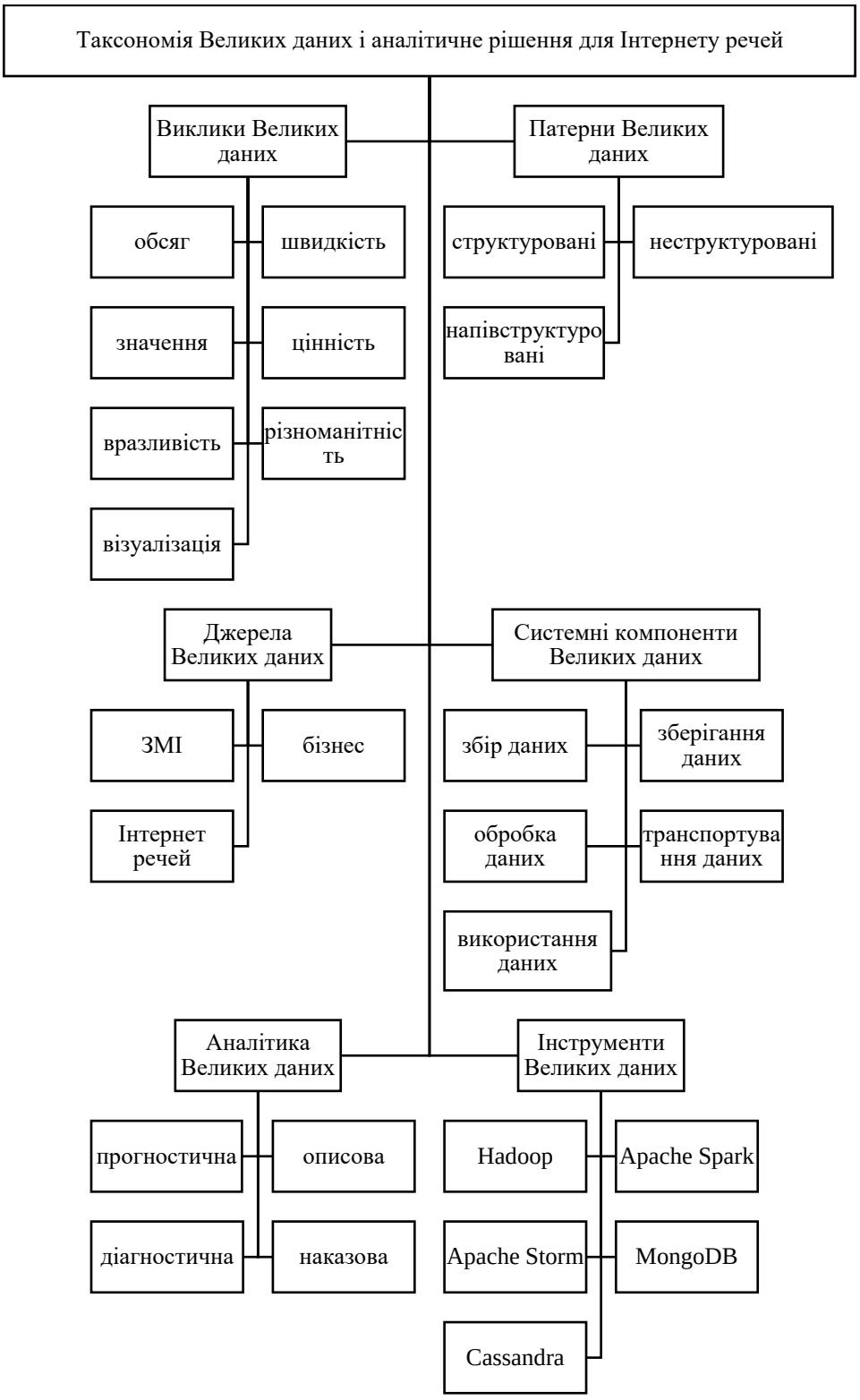

Рис. 4 – Таксономія Великих даних і аналітичне рішення для Інтернету речей [29]

Великі дані та Інтернет речей взаємопов'язані і пропонують широкі можливості для розвитку різних галузей. Використання інструментів великих даних дозволяє зберігати та аналізувати величезний обсяг різноманітних даних, що генеруються пристроями IoT [30-32]. Це дозволяє отримувати цінну інформацію та зробити додатки IoT більш ефективними та інтелектуальними. Один із аспектів використання великих даних в IoT полягає у зменшенні розмірності даних. Методи зменшення розмірності дозволяють вилучати важливі функції з вихідних даних та зберігати

їх після зменшення розмірності. Це сприяє ефективному збереженню даних та забезпеченню швидкого доступу до них. Класифікація даних та присвоєння міток важливості дозволяють встановити ступінь конфіденційності даних. Мітки використовуються для виконання різних алгоритмів аналізу даних, а самі дані можуть зберігатися в різних місцях залежно від їх конфіденційності [33-35]. Це забезпечує підвищену безпеку та захист важливої інформації. У багатьох дослідженнях для аналізу даних використовувалися інструменти, такі як Apache Spark. Однак не було проведено порівняльного аналізу між різними методами аналізу даних, такими як Spark та Storm, для конкретних застосувань IoT.

Поєднання IoT і великих даних відкриває нові можливості для розробки програм та послуг. Наприклад, використання аналізу даних може сприяти вдосконаленню процесу надсилання та доставки поштових пакетів, управлінню освітленням магістралей для енергозбереження, аналізу систем для попередження та вирішення проблем, управлінню дорожнім рухом для забезпечення безпеки та задоволеності громадян, а також забезпеченню безпеки та конфіденційності даних [36].

Висновки та напрямок подальших досліджень

У цьому дослідженні було виявлено тісний взаємозв'язок між Інтернетом речей і Великими даними. Використання інструментів Великих даних дозволяє ефективно зберігати та аналізувати величезний обсяг різноманітних даних, що генеруються пристроями IoT. Це відкриває широкі можливості для розвитку різних галузей та сприяє покращенню ефективності відповідних процесів і послуг. Було проведено аналіз наукових праць, що містяться у відкритому доступі, з фокусом на темі Великих даних та Інтернету речей. Аналізувалися наукові статті, дисертації, конференційні матеріали та інші джерела, що містять результати досліджень в цій області. В процесі аналізу було звернуто увагу на різні аспекти Великих даних та IoT, зокрема на методи збереження, обробки, аналізу та використання великого обсягу даних, що генеруються пристроями IoT. Досліджувалися різні варіанти використання Великих даних та IoT у різних галузях, таких як громадський транспорт, освіта, охорона здоров'я та інші.

Висновком з аналізу наукових праць стало підтвердження важливості взаємозв'язку між Великими даними та IoT. Цей взаємозв'язок надає широкі можливості для розвитку різних галузей і сприяє покращенню ефективності та якості процесів і послуг. Використання великих даних та IoT має значний потенціал у різних галузях. У практичному плані, результати даного дослідження мають важливе значення для розуміння взаємозв'язку між IoT і Великими даними та сприяють розвитку нових інноваційних рішень та послуг в різних галузях. Дане дослідження підкреслює важливість взаємозв'язку між IoT і Великими даними, а також надає підстави для подальших досліджень і реалізації практичних застосувань цього взаємозв'язку у різних галузях.

Одним з напрямків подальших досліджень є розвиток нових методів збору та обробки даних з пристроїв Інтернету речей в контексті Великих даних. Дослідники можуть працювати над розробкою ефективних алгоритмів для оптимізації обробки великого обсягу даних. Іншим напрямком досліджень є вдосконалення методів безпеки та конфіденційності в поєднанні Великих даних та Інтернету речей. Враховуючи потенційні загрози та ризики, пов'язані зі збереженням та обробкою великого обсягу даних, дослідники можуть працювати над розробкою нових методів шифрування та захисту даних, а також розробкою політик безпеки для використання в контексті Великих даних та Інтернету речей. Крім того, важливим напрямком досліджень є вивчення етичних та правових аспектів використання Великих даних та Інтернету речей. Дослідники можуть досліджувати питання конфіденційності даних, збереження приватності, правового регулювання та відповідальності, пов'язані з використанням цих технологій.

Перелік використаних джерел:

1. Клопов І.О., Шапуров О.О. Інтернет речей та Big Data: аналітика в режимі реального часу. *Науковий погляд: економіка та управління*. 2022. Т. 2, вип. 78. С. 156-163. DOI: https://doi.org/10.32836/2521-666X/2022-78-22.
2. Жураковський Б.Ю., Зенів І.О. Технології інтернету речей. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 271 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42078/1/Zhurakovskyi_B_Zeniv_Tehnologii_internet_rechey.pdf.

3. Big Data, Cloud Computing and IoT: Tools and Applications / S. Rani, P. Bhambri, A. Kataria, A. Khang, A.K. Sivaraman. Boca-Raton: CRC Press, 2023. 258 p. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003298335.
4. Пулеко І.В., Єфіменко А.А. Архітектура та технології Інтернету речей: навч. посіб. Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. 234 с. URL: https://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8093/%D0%9F%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
5. Sadhu P.K., Yanambaka V.P., Abdelgaward A. Internet of Things: Security and solutions survey. *Sensors*. 2022. Vol. 22, iss. 19. Pp. 7433. DOI: https://doi.org/10.3390/s22197433.
6. Securing IoT and Big Data: Next generation intelligence / V. Saravanan, A. Anpalagan, T. Poongodi, F. Khan. Boca Raton: CRC Press, 2021. 190 p. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003009092.
7. Big data and IoT-based applications in smart environments: A systematic review / Y. Hajjaji, W. Boulila, I.R. Farah, I. Romdhani, A. Hussain. *Computer Science Review*. 2021. Vol. 39. Pp. 100318. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100318.
8. Security, privacy & efficiency of sustainable Cloud Computing for Big Data & IoT / C. Stergiou, K.E. Psannis, B.B. Gupta, Y. Ishibashi. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*. 2018. Vol. 19. Pp. 174-184. DOI: https://doi.org/10.1016/j.suscom.2018.06.003.
9. Deep learning and big data technologies for IoT security / M.A. Amanullah, R.A. Ariyaluran Habeeb, F.H. Nasaruddin, A. Gani, E. Ahmed, A.S.M. Nainar, N. Md Akim, M. Imran. *Computer Communications*. 2020. Vol. 151. Pp. 495-517. DOI: https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.01.016.
10. Chen Y. IoT, cloud, big data and AI in interdisciplinary domains. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2020. Vol. 102. Pp. 102070. DOI: https://doi.org/10.1016/j.simpat.2020.102070.
11. The Internet of Things impact on smart public transportation / D. Ushakov, E. Dudukalov, E. Kozlova, K. Shatila. *Transportation Research Procedia*. 2022. Vol. 63. Pp. 2392-2400. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.275.
12. Big data analytics capability for improved performance of higher education institutions in the Era of IR 4.0: A multi-analytical SEM & ANN perspective / M.A. Ashaari, K.S.D. Singh, G.A. Abbasi, A. Amran, F.J. Liebana-Cabanillas. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021. Vol. 173. Pp. 121119. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121119.
13. Hussein A.R.H. Internet of Things (IOT): Research challenges and future applications. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2019. Vol. 10, iss. 6. Pp. 77-82. DOI: https://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100611.
14. Internet of nano-things, things and everything: Future growth trends / M.H. Miraz, M. Ali, P.S. Excell, R. Picking. *Future Internet*. 2018. Vol. 10, iss. 8. Pp. 1-28. DOI: https://doi.org/10.3390/fi10080068.
15. Смолин О.І., Олексюк В.П. Інтернет речей як технологічний феномен XXI століття. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*: матеріали IV міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Тернопіль, 30 квіт. 2020 р. Тернопіль, 2020. С. 147-149. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15393/1/50_Smolyn_Oleksiuk.pdf.
16. Taylor P. Data volume of internet of things (IoT) connections worldwide in 2019 and 2025. 2022. URL: https://www.statista.com/statistics/1017863/worldwide-iot-connected-devices-data-size/.
17. Sinha S. State of IoT 2023: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally. 2023. URL: https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/.
18. Самойленко М.Ю. Принципи застосування технології інтернет речей у сучасному світі техніки. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2020. Т. 31 (70), ч. 1, вип. 6. С. 142-148. DOI: https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-1/24.
19. Patel K.K., Patel S.M. Internet of things IOT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application future challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*. 2016. Vol. 6, iss. 5. Pp. 6122-6131. DOI: https://doi.org/10.4010/2016.1482.

20. Big data analytics and firm performance: Findings from a mixed-method approach / P. Mikalef, M. Boura, G. Lekakos, J. Krogstie. *Journal of Business Research*. 2019. Vol. 98. Pp. 261-276. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.044.
21. Taylor P. Big data – statistics & facts. 2023. URL: https://www.statista.com/topics/1464/big-data/#topicOverview.
22. Russim Ph. Big Data analytics. The Data Warehousing Institute, 2011. 40 p. URL: http://download.101com.com/pub/tdwi/Files/TDWI_BPReport_Q411_Big_Data_Analytics_Web.pdf.
23. Shu H. Big data analytics: six techniques. *Geo-spatial Information Science*. 2016. Vol. 19, iss. 2. Pp. 119-128. DOI: https://doi.org/10.1080/10095020.2016.1182307.
24. How «big data» can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study / S. Fosso Wamba, S. Akter, A. Edwards, G. Chopin, D. Gnanzou. *International Journal of Production Economics*. 2015. Vol. 165. Pp. 234-246. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.031.
25. Welch T.F., Widita A. Big data in public transportation: A review of sources and methods. *Transport Reviews*. 2019. Vol. 39, iss. 6. Pp. 795-818. DOI: https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1616849.
26. Mining Big Data in education: Affordances and challenges / C. Fischer, Z.A. Pardos, R.S. Baker, J.J. Williams, P. Smyth, R. Yu, S. Slater, R. Baker, M. Warschauer. *Review of Research in Education*. 2020. Vol. 44, iss. 1. Pp. 130-160. DOI: https://doi.org/10.3102/0091732X20903304.
27. Яриніч Е.Ю., Минайленко Р.М. Проблеми та перспективи технології IoT. *Інформаційна безпека та комп'ютерні технології*: тези доповідей V міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Кропивницький, 19-20 травня 2022 р. Кропивницький, 2022. С. 34. URL: http://kbpz.kntu.kr.ua/wp-content/uploads/2022/06/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D1%82%D0%B5%D0%B7-2022-1.pdf.
28. Big data in healthcare: management, analysis and future prospects / S. Dash, S.K. Shakyawar, M. Sharma, S. Kaushik. *Journal of Big Data*. 2019. Vol. 6. Pp. 1-25. DOI: https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0.
29. Cao G., Tian N., Blankson Ch. Big Data, marketing analytics, and firm marketing capabilities. *Journal of Computer Information Systems*. 2022. Vol. 62, iss. 3. Pp. 442-451. DOI: https://doi.org/10.1080/08874417.2020.1842270.
30. Big data in agriculture: Between opportunity and solution / S.A. Osinga, D. Paudel, S.A. Mouzakitis, I.N. Athanasiadis. *Agricultural Systems*. 2022. Vol. 195. Pp. 103298. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103298.
31. Balas V.E., Solanki V.K., Kumar R. Internet of Things and Big Data applications: Recent advances and challenges. Cham: Springer. Nature, 2020. 270 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39119-5.
32. Saleem T.J., Chrishti M.A. Big Data Analytics for Internet of Things. Hobocken: John Wiley & Sons, 2021. 400 p.
33. The Internet of Things and Big Data analytics: Integrated platforms and industry use cases / P. Raj, T. Poongodi, B. Balusamy, M. Khari. Boca Raton: CRC Press, 2020. 338 p. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003036739.
34. Sunhare P., Chowdhary R.R., Chattopadhyay M.K. Internet of things and data mining: An application oriented survey. *Journal of King Saud University – Computer and Information Science*. 2022. Vol. 34, iss. 6(B). Pp. 3569-3590. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.07.002.
35. Shadroo S., Rahmani A.M. Systematic survey of big data and data mining in internet of things. *Computer Networks*. 2018. Vol. 139. Pp. 19-47. DOI: https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.04.001.
36. Andersen D.L., Ashbrook C.S.A., Karlborg N.B. Significance of big data analytics and the internet of things (IoT) aspects in industrial development, governance and sustainability. *International Journal of Intelligent Networks*. 2020. Vol. 1. Pp. 107-111. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijin.2020.12.003.

References:

1. Klopov I., Shapurov A. The internet of things and big data: real-time analysis. *Scientific View: Economics and Management*, 2022, vol. 2, no. 78, pp. 156-163. doi: https://doi.org/10.32836/2521-666X/2022-78-22. (Ukr.)
2. Zhurakovs'kii B.Iu., Zeniv I.O. *Internet of things technologies*. Kyiv, KPI im. Igoria Sikors'kogo Publ., 2021. 271 p. Available at: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42078/1/Zhurakovskyi_B_Zeniv_Tehnologii_internet_rechey.pdf (Accessed 03 December 2022). (Ukr.)
3. Rani S., Bhambri P., Kataria A., Khang A., Sivaraman A.K. *Big Data, Cloud Computing and IoT: Tools and Applications*. Boca-Raton, CRC Press Publ., 2023. 258 p. doi: https://doi.org/10.1201/9781003298335.
4. Puleko I.V., Efimenko A.A. *Architecture and technologies of the Internet of things: a study guide*. Zhytomyr, Derzhavnii universitet «Zhitomirs'ka politekhnika» Publ., 2022. 234 p. Available at: https://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8093/%D0%9F%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Accessed 15 December 2022). (Ukr.)
5. Sadhu P.K., Yanambaka V.P., Abdelgaward A. Internet of Things: Security and solutions survey. *Sensors*, 2022, vol. 22, iss. 19, pp. 7433. doi: https://doi.org/10.3390/s22197433.
6. Saravanan V., Anpalagan A., Poongodi T., Khan F. *Securing IoT and Big Data: Next generation intelligence*. Boca Raton, CRC Press Publ., 2021. 190 p. doi: https://doi.org/10.1201/9781003009092.
7. Hajjaji Y., Boulila W., Farah I.R., Romdhani I., Hussain A. Big data and IoT-based applications in smart environments: A systematic review. *Computer Science Review*, 2021, vol. 39, pp. 100318. doi: https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100318.
8. Stergiou C., Psannis K.E., Gupta B.B., Ishibashi Y. Security, privacy & efficiency of sustainable Cloud Computing for Big Data & IoT. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 2018, vol. 19, pp. 174-184. doi: https://doi.org/10.1016/j.suscom.2018.06.003.
9. Amanullah M.A., Ariyaluran Habeeb R.A., Nasaruddin F.H., Gani A., Ahmed E., Nainar A.S.M., Md Akim N., Imran M. Deep learning and big data technologies for IoT security. *Computer Communications*, 2020, vol. 151, pp. 495-517. doi: https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.01.016.
10. Chen Y. IoT, cloud, big data and AI in interdisciplinary domains. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2020, vol. 102, pp. 102070. doi: https://doi.org/10.1016/j.simpat.2020.102070.
11. Ushakov D., Dudukalov E., Kozlova E., Shatila K. The Internet of Things impact on smart public transportation. *Transportation Research Procedia*, 2022, vol. 63, pp. 2392-2400. doi: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.275.
12. Ashaari M.A., Singh K.S.D., Abbasi G.A., Amran A., Liebana-Cabanillas F.J. Big data analytics capability for improved performance of higher education institutions in the Era of IR 4.0: A multi-analytical SEM & ANN perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, vol. 173, pp. 121119. doi: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121119.
13. Hussein A.R.H. Internet of Things (IOT): Research challenges and future applications. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2019, vol. 10, iss. 6, pp. 77-82. doi: https://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100611.
14. Miraz M.H., Ali M., Excell P.S., Picking R. Internet of nano-things, things and everything: Future growth trends. *Future Internet*, 2018, vol. 10, iss. 8, pp. 1-28. doi: https://doi.org/10.3390/fi10080068.
15. Smolin O.I., Oleksiuk V.P. The Internet of Things as a technological phenomenon of the XXI century. *Modern information technologies and innovative teaching methods: experience, trends, perspectives*: Proceedings of IV Int. Sci.-Pract. internet-conf. Ternopil, 2020, pp. 147-149. Available at: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15393/1/50_Smolyn_Oleksiuk.pdf (Accessed 10 February 2023). (Ukr.)
16. Taylor P. *Data volume of internet of things (IoT) connections worldwide in 2019 and 2025*. 2022. Available at: https://www.statista.com/statistics/1017863/worldwide-iot-connected-devices-data-size/ (Accessed 13 October 2022).
17. Sinha S. *State of IoT 2023: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally*. 2023. Available at: https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/ (Accessed 10 January 2023).

18. Samoilenko M.Yu. Principles of application of the internet of things technology in the modern world of techical devices. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences*, 2020, vol. 31 (70), p. 1, iss. 6, pp. 142-148. doi: https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-1/24. (Ukr.)
19. Patel K.K., Patel S.M. Internet of things IOT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application future challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 2016, vol. 6, iss. 5, pp. 6122-6131. doi: https://doi.org/10.4010/2016.1482.
20. Mikalef P., Boura M., Lekakos G., Krogstie J. Big data analytics and firm performance: Findings from a mixed-method approach. *Journal of Business Research*, 2019, vol. 98, pp. 261-276. doi: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.044.
21. Taylor P. *Big data – statistics & facts*. 2023. Available at: https://www.statista.com/topics/1464/big-data/#topicOverview (Accessed 28 January 2023).
22. Russim Ph. *Big Data analytics*. The Data Warehousing Institute, 2011. 40 p. Available at: http://download.101com.com/pub/tdwi/Files/TDWI_BPReport_Q411_Big_Data_Analytics_Web.pdf (Accessed 03 January 2023).
23. Shu H. Big data analytics: six techniques. *Geo-spatial Information Science*, 2016, vol. 19, iss. 2, pp. 119-128. doi: https://doi.org/10.1080/10095020.2016.1182307.
24. Fosso Wamba S., Akter S., Edwards A., Chopin G., Gnanzou D. How «big data» can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 2015, vol. 165, pp. 234-246. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.031.
25. Welch T.F., Widita A. Big data in public transportation: A review of sources and methods. *Transport Reviews*, 2019, vol. 39, iss. 6, pp. 795-818. doi: https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1616849.
26. Fischer C., Pardos Z.A., Baker R.S., Williams J.J., Smyth P., Yu R., Slater S., Baker R., Warschauer M. Mining Big Data in education: Affordances and challenges. *Review of Research in Education*, 2020, vol. 44, iss. 1, pp. 130-160. doi: https://doi.org/10.3102/0091732X20903304.
27. Iarinich E.Iu., Minailenko R.M. Problems and prospects of IoT technology. *Information security and computer technologies*: proceedings of V Int. sci.-pract. internet-conf. Kropyvnytskyi, 2022, pp. 34. Available at: http://kbpz.kntu.kr.ua/wp-content/uploads/2022/06/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D1%82%D0%B5%D0%B7-2022-1.pdf (Accessed 10 February 2023). (Ukr.)
28. Dash S., Shakyawar S.K., Sharma M., Kaushik S. Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *Journal of Big Data*, 2019, vol. 6, pp. 1-25. doi: https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0.
29. Cao G., Tian N., Blankson Ch. Big Data, marketing analytics, and firm marketing capabilities. *Journal of Computer Information Systems*, 2022, vol. 62, iss. 3, pp. 442-451. doi: https://doi.org/10.1080/08874417.2020.1842270.
30. Osinga S.A., Paudel D., Mouzakitis S.A., Athanasiadis I.N. Big data in agriculture: Between opportunity and solution. *Agricultural Systems*, 2022, vol. 195, pp. 103298. doi: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103298.
31. Balas V.E., Solanki V.K., Kumar R. *Internet of Things and Big Data applications: Recent advances and challenges*. Cham, Springer. Nature Publ., 2020. 270 p. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39119-5.
32. Saleem T.J., Chrishti M.A. *Big Data Analytics for Internet of Things*. Hobocken, John Wiley & Sons Publ., 2021. 400 p.
33. Raj P., Poongodi T., Balusamy B., Khari M. *The Internet of Things and Big Data analytics: Integrated platforms and industry use cases*. Boca Raton, CRC Press Publ., 2020. 338 p. doi: https://doi.org/10.1201/9781003036739.
34. Sunhare P., Chowdhary R.R., Chattopadhyay M.K. Internet of things and data mining: An application oriented survey. *Journal of King Saud University – Computer and Information Science*, 2022, vol. 34, iss. 6(B), pp. 3569-3590. doi: https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.07.002.
35. Shadroo S., Rahmani A.M. Systematic survey of big data and data mining in internet of things. *Computer Networks*, 2018, vol. 139, pp. 19-47. doi: https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.04.001.

36. Andersen D.L., Ashbrook C.S.A., Karlborg N.B. Significance of big data analytics and the internet of things (IoT) aspects in industrial development, governance and sustainability. *International Journal of Intelligent Networks*, 2020, vol. 1, pp. 107-111. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijin.2020.12.003.

Рецензент: Б.Ю. Жураковський
д-р техн. наук, проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського

Стаття надійшла 28.02.2023
Стаття прийнята 14.04.2023

УДК 004.9:159.9 **doi: 10.31498/2225-6733.46.2023.288122**

© Марченко І.Ф.[1], Балалаєва О.Ю.[2], Сергієнко А.В.[3], Кіор А.С.[4]

РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПСИХОЛОГІЧНОГО ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ КОГНІТИВНО-ПОВЕДІНКОВОЇ ТЕРАПІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МОВИ PYTHON ТА БІБЛІОТЕКИ TKINTER

У статті наведено матеріал стосовно моніторингу ментального здоров'я людини з застосуванням сучасних психологічних підходів та інформаційних технологій. Проведено аналіз наявного програмного забезпечення для збору та аналізу даних про психологічний стан людини, її настрій, режим сну, наявність ознак депресії, різного виду розладів тощо. Виявлено, що головним недоліком існуючих програмних продуктів є відсутність сертифікації тестувань та підтвердження використання науково-обґрунтованих методик для інтерпретації отриманих результатів. У роботі представлено власне програмне забезпечення для моніторингу психологічного здоров'я людини, в основу якого покладено методи когнітивно-поведінкової терапії. Продукт реалізовано у форматі desktop-додатку, написаного мовою Python з використання бібліотеки побудови графічних інтерфейсів Tkinter. Функціональні можливості додатку дозволяють людині проводити попередню самодіагностику для виявлення депресії, CAP, ОКР, ПТСР, тривожного та когнітивного розладу, а також використати таблиці СМЕР та нотатник для подальшого самоаналізу. При створенні програми використано об'єктно-орієнтований підхід із застосуванням алгоритмів оптимальної генерації кнопок і генерації опитування за допомогою фреймів.
Ключові слова: *психологічне здоров'я, когнітивно-поведінкова терапія, тестування, додаток, Python, Tkinter, фрейми.*

I. Marchenko, O. Balalaieva, A. Serhiienko, O. Kior. Development of an application for monitoring human mental health based on cognitive-behavioral therapy methods using Python and library Tkinter. *The article provides material on monitoring a person's mental health using modern psychological approaches and information technologies. IT products in the field of mental health can be implemented as Telegram bots, mobile applications, desktop applications, websites, social networks, etc. An analysis of available software for*

[1] *канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро/Маріуполь, ORCID: 0000-0002-4566-3866, irsa665@gmail.com*
[2] *канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро/Маріуполь, ORCID: 0000-0003-1461-4399, balalaevaeu@gmail.com*
[3] *канд. техн. наук, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро/Маріуполь, ORCID: 0000-0003-1328-2572, sergienko_a_v@pstu.edu*
[4] *магістр, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро/Маріуполь, kior_o_s@pstu.edu*