

УДК 330.46
JEL C 45
ORCID ID: 0009-0001-2677-1431
DOI <https://doi.org/10.17721/tppe.2024.49.1>

Єхануров Ю.І., к.е.н., професор
КНУ імені Тараса Шевченка

Голованенко М.В., канд. екон. наук, доц.
КНУ імені Тараса Шевченка

СИНЕРГЕТИЧНА ВЗАЄМОДІЯ ТЕХНОЛОГІЙ БЛОКЧЕЙНУ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ФАКТОР ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

Розглянуто концептуальні основи технології штучного інтелекту та блокчейну. Проаналізовано ключові історичні перешкоди розвитку технології штучного інтелекту, до яких віднесено обмеження обчислювальних потужностей, інформаційні обмеження та проблеми методичного характеру. Виявлено, що подолання проблеми обмеження обчислювальної потужності у зв'язку зі схожими вимогами до апаратної бази сприяло синергетичній взаємодії технології блокчейну та штучного інтелекту. До ключових трендів цифрової трансформації економіки, для яких ключовою детермінантою є синергія блокчейну та штучного інтелекту, віднесено сферу інтернету речей, економіку спільного користування, а також інклюзію та сталий розвиток.

Ключові слова: цифровізація, блокчейн-технологія, штучний інтелект (ШІ), цифрова трансформація, інтернет речей (IoT), економіка спільного користування, інклюзія.

Постановка проблеми. Сучасне економічне середовище на глобальному та національному рівнях характеризується тенденцією цифровізації бізнес-процесів підприємницьких структур, а також збільшення питомої ваги цифрових сервісів, які надаються публічним сектором або приватними структурами окремим громадянам. Тому своєчасне виявлення тенденцій в сфері цифрової трансформації економіки є важливою запорукою розвитку конкурентного потенціалу бізнес-структур різного рівня, а також фактором ефективності урядових структур, які відіграють значну роль у формуванні сприятливого інвестиційного клімату. Серед різних драйверів цифрової трансформації економіки окремої уваги заслуговують дві трендові (за оцінками окремих дослідників та практиків – революційні) технології – штучний інтелект та блокчейн.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кожна з вказаних вище технологій – штучний інтелект, і блокчейн – останнім часом знаходиться в епіцентрі уваги дослідників, про що свідчать численні публікації з цієї тематики. На момент проведення дослідження технологія штучного інтелекту вже характеризується дуже широким спектром прикладних сфер застосування в економіці – від екологізації логістичної діяльності підприємств [1] до

банківської сфери [2]. Заслужує на увагу робота Філюк Г.М., Лісової Р.М., присвячена дослідженню сутності цифрової трансформації бізнесу в контексті її взаємозв'язку з реінжинірингом бізнес-процесів [3]. Близькою до тематики дослідження є стаття Севериної І.В. та Скопенко Н.С. щодо ролі штучного інтелекту як драйвера розвитку сучасного бізнесу, в якій значна увага приділена також розгляду сутності цифровізації та цифрової трансформації [4]. Серед численних публікацій іноземних дослідників можна виділити ряд робіт, присвячених взаємодії технологій блокчейну та штучного інтелекту [5, 6].

Невирішені частини проблеми. Попри інтенсивне дослідження проблематики в сфері штучного інтелекту та блокчейну, динамічний характер розвитку цих технологій та їх взаємний вплив, а також спільний вплив на формування тенденцій цифровізації економіки обумовлюють доцільність та актуальність їх подальшого вивчення. При цьому основною невирішеною проблемою є наявність невиявлених особливостей взаємодії технологій блокчейну та штучного інтелекту, які призводять до появи синергетичних ефектів та зародження трендів цифрової трансформації економіки.

Метою роботи є дослідження взаємодії технологій блокчейну та штучного інтелекту з метою виявлення синергетичних ефектів, які є драйверами розвитку цих технологій та формування перспективних трендів цифрової трансформації економіки.

Методологія дослідження. Методологічно робота базується на використанні методу аналізу для виявлення обмежень та перспектив синергетичного розвитку технологій блокчейн та штучного інтелекту в умовах цифрової трансформації економіки; емпіричного методу для збору та опрацювання інформації стосовно особливостей та тенденцій розвитку досліджуваних технологій; графічного методу для візуалізації структурних характеристик штучної нейронної мережі та динаміки зростання обчислювальної потужності блокчейн-мережі. Теоретичною основою роботи є публікації вітчизняних та іноземних дослідників.

Результати дослідження. Необхідною передумовою дослідження характеру взаємодії технологій штучного інтелекту та блокчейну є розуміння базових основ їх функціонування. Розглянемо докладніше першу з технологій – штучний інтелект.

Ключовою основою функціонування штучного інтелекту є штучні нейронні мережі. Концепція штучних нейронних мереж відома науковій спільноті вже достатньо давно. Проте досить тривалий час вона залишалася предметом дослідження вузькопрофільних фахівців й не дозволяла отримати вагомих прикладних результатів. Серед проблем, які стримували розвиток штучних нейронних мереж можна виділити одну ключову – проблему побудови ефективної структури штучних нейронних мереж, яка дозволяла б їх використовувати для вирішення прикладних задач. Це, в свою чергу, пояснювалось такими основними перешкодами:

- відсутність достатньої обчислювальної потужності тогочасних комп'ютерів;
- відсутність достатньо великих інформаційних масивів, необхідних для тренування (або навчання) штучних нейронних мереж;
- методичні проблеми щодо розробки ефективної внутрішньої структури штучних нейронних мереж та способів їх навчання.

На рис. 1 у схематичному вигляді представлено будову штучної нейронної мережі на прикладі персептрону. Реальна структура сучасних штучних нейронних мереж є набагато

складнішою, проте наведена схема дозволяє проілюструвати її базові складові. Вузли мережі, вони ж нейрони, представлені на ілюстрації колами. З'єднання між вузлами мережі називають ребрами й вони є еквівалентом синапсів у біологічному мозку, оскільки призначені для обміну сигналами між вузлами (нейронами).

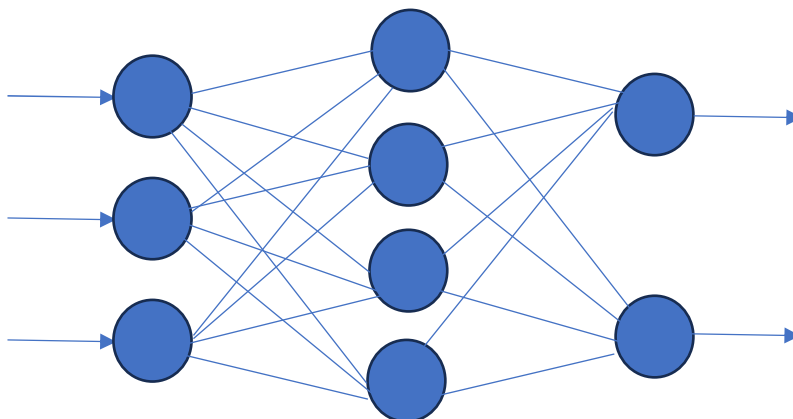


Рис. 1. Схематичний вигляд будови штучної нейронної мережі.

Джерело: побудовано автором на основі [7]

На ілюстрації блок з трьох вузлів ліворуч являє собою вхідний шар мережі, призначення якого полягає в отриманні сигналів від зовнішнього середовища (вхідних сигналів). Чотири вузли по центру представляють прихований шар, що здійснює обробку вхідних сигналів. На ілюстрації штучна нейронна мережа має один прихований шар, проте їх може бути декілька. Два вузли праворуч – це вихідний шар, який відображає результат роботи нейронної мережі. Наприклад, у випадку із задачами класифікації кожен нейрон вихідного шару відповідає окремій групі, до якої може належати об'єкт.

Процес навчання штучної нейронної мережі полягає у визначенні вагових коефіцієнтів її вузлів та ребер. Вагові коефіцієнти впливають на підсилення або приглушення сигналів.

Таким чином, завдяки наведеній схемі можна проілюструвати кілька проблемних питань щодо розробки ефективної внутрішньої структури штучних нейронних мереж:

- скільки рівнів повинен мати прихований шар;
- зі скількох вузлів має складатися кожний рівень (шар);
- чи допускається наявність прямих зв'язків між несуміжними шарами в разі багаторівневого прихованого шару тощо.

Відповіді на ці та інші подібні питання поступово отримувалися як в результаті теоретичних досліджень, так і експериментальним шляхом.

Щодо проблеми відсутності достатньо великих інформаційних масивів, необхідних для тренування (або навчання) штучних нейронних мереж, то її вирішенню сприяли поява та розвиток технологій Big Data і Data Mining, а також значні за обсягами частково структуровані інформаційні масиви, сформовані, наприклад, в результаті функціонування соцмереж.

Що ж до проблеми обмежень обчислювальної потужності, то її вирішення можна віднести до прикладів синергетичної взаємодії технологій штучного інтелекту та блокчейну як в ретроспективному, так і перспективному аспектах. Ретроспективна складова

синергетичної взаємодії технологій штучного інтелекту та блокчейну в контексті проблеми обчислювальних потужностей лежить в площині розвитку апаратних засобів обчислень, які є ефективними як для задач блокчейн-мереж, так і для задач тренування (навчання) моделей штучного інтелекту. Зазначимо, що історично першою блокчейн мережею, яка спричинила подальший бурхливий розвиток цієї технології, є криптовалютна блокчейн мережа Bitcoin. Також варто нагадати, що протокол консенсусу, який був запроваджений на момент запуску цієї мережі й з того часу не змінювався, має назву Proof-of-Work. Цей протокол характеризується значною обчислювальною складністю, оскільки як необхідну передумову додавання нового блоку до мережі він передбачає вирішення математично складної задачі пошуку хеш функції з наперед заданими вимогами до її структури (наприклад, певної кількості однакових символів на початку шуканої хеш-функції). Як результат, функціонування мережі Bitcoin на момент проведення дослідження характеризується використанням величезних обсягів обчислювальної потужності (рис. 2).

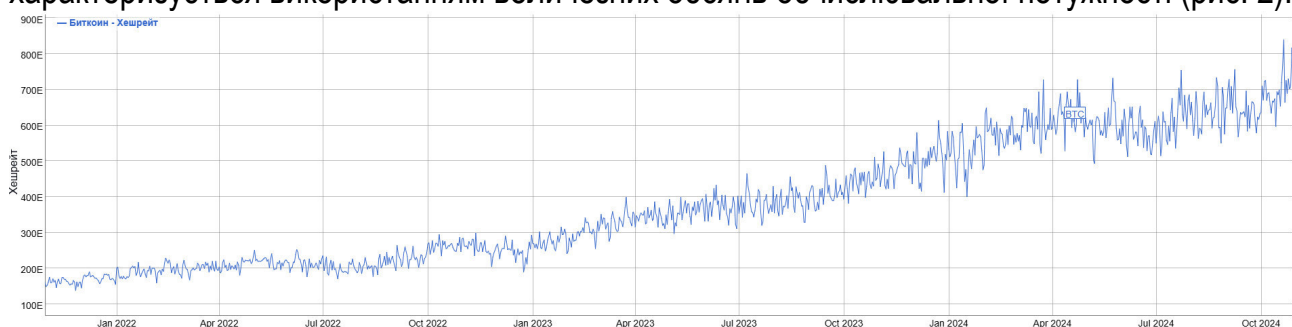


Рис. 2. Динаміка хеш-рейту мережі Bitcoin за січень 2022 р. – жовтень 2024 р.
Джерело: [8]

Як видно з ілюстрації на рис. 2, динаміка хеш-рейту мережі Bitcoin за січень 2022 р. – жовтень 2024 р., попри наявність локальних коливань, характеризується загальною тенденцією до зростання. Пікові значення хешрейту в жовтні 2024 р. перевищили 800 екзахеш/с², тоді як на початок 2022 р. не перевищували 200 екзахеш/с. Тобто, протягом неповних трьох років відбулося чотирикратне зростання й без того дуже значної обчислювальної потужності мережі.

Дані про обчислювальні потужності, залучені для тренування штучних нейронних мереж не є такими загальнодоступними, як хешрейт мережі Bitcoin, проте висока обчислювальна складність є спільною рисою обох технологій. Важливим також є технічний момент, а саме – характер обчислювальних задач в обох випадках такий, що вони значно більш ефективно вирішуються не центральними процесорами комп'ютерів, які мають лише декілька потужних ядер, а графічними картами, які застосовують для обчислень значно менш потужні ядра, проте в кількостях, що вимірюються десятками тисяч.

Розвиток криптоіндустрії й зростання попиту майнерів на потужні відеоадаптери сприяли розвитку цієї галузі. Це також позитивно вплинуло й на розвиток штучних нейронних мереж, оскільки та ж сама апаратна платформа може використовуватися й для тренування нейромереж. Оскільки експериментальна складова відіграла значну роль у

¹ Точніше складної саме в обчислювальному плані

² 1 екзахеш за секунду дорівнює 10^{18} хеш за секунду

прогресі галузі штучного інтелекту, розширення бази дослідників за рахунок доступності апаратного забезпечення стало вкрай позитивним фактором.

Крім ретроспективного, є ще й перспективний аспект синергії технологій штучного інтелекту та блокчейну в контексті використання обчислювальних потужностей. Як вказано вище, в екосистемі лише однієї блокчейн-мережі Bitcoin сформовані величезні обчислювальні потужності. Проте з боку як окремих дослідників, так і громадськості лунають закиди в неефективному використанні цих потужностей, а також марнуванні енергетичних ресурсів. При цьому часто ці звинувачення розповсюджуються на усю блокчейн технологію, з чим погодитися не можна, оскільки найбільш поширений в альтернативних криптомережах протокол Proof-of-Stake позбавлений цієї вади. Що ж до критики мережі Bitcoin – частково з нею можна погодитися, оскільки більшість конкуруючих майнерів не отримують винагороду за свою роботу щодо пошуку підпису конкретного блоку й просто марнують свої обчислювальні потужності та спожиту електроенергію.

Для подолання проблеми неефективного використання потужностей в окремих криптомережах лунають різні пропозиції, з яких варто окремо виділити ідею застосувати обчислювальні потужності майнерів для вирішення задач, що мають самостійну цінність. Таку ідею пропонують зробити окремим типом протоколу під назвою Proof-of-Merit [9]. Хоча автори ідеї цього альтернативного протоколу концентрують увагу на інших типах корисних обчислювальних задач, ніж навчання штучних нейронних мереж та інших з ними пов'язаних, сутність самої ідеї не виключає таку можливість.

Розглянутий вище приклад синергетичної взаємодії технологій штучного інтелекту та блокчейну стосувався спільного фактору впливу на їх розвиток. Проте варто звернути увагу на пріоритетні напрямки цифрової трансформації, розвиток яких значною мірою визначається спільним впливом технології штучного інтелекту та блокчейну.

По-перше, це сфера інтернету речей (IoT). Інтернет речей можна визначити як мережу взаємопов'язаних смарт-пристроїв, здатних комунікувати між собою через інтернет, збирати дані та які можуть бути дистанційно керовані через програмні засоби й додатки [10]. Попри те, що у наведеному вище визначенні пристрої інтернету речей визначені як «смарт», фактично їх функціональність часто істотно обмежена жорсткими програмними алгоритмами. Синергетичний вплив технології штучного інтелекту та блокчейну в сфері інтернету речей полягає в тому, що штучний інтелект дозволяє перевести міру «розумності» пристроїв на якісно новий рівень, наділивши їх здатністю до автономного прийняття рішень та адаптивної поведінки. Проте збільшення автономності смарт-пристроїв підвищує актуальність проблеми безпеки сфери інтернету речей. Й саме тут рішення пропонує блокчейн-технологія, здатна нейтралізувати значну частину загроз сфері IoT. З перевагами запровадження блокчейн-технології для збільшення безпеки IoT пристроїв можна ознайомитись додатково у працях іноземних дослідників [10].

По-друге, це економіка спільного користування (sharing economy). Економіка спільного користування являє собою економічну модель, в якій незадіяні ресурси окремих осіб або підприємств пропонуються для спільного використання через Інтернет-платформу з метою досягнення ефективного використання ресурсів та економічних переваг [11]. Роль штучного інтелекту в розвитку економіки спільного користування спільного користування полягає в оптимізації рекомендацій цифрових платформ щодо обміну ресурсами чи доступу до них, що призводить до підвищення ефективності

ухвалених рішень, зростання задоволеності споживачів та позитивно позначається на операційних результатах самих платформ. Блокчейн-технології, які активно використовуються цифровими платформами економіки спільного користування, підвищують безпеку та надійність функціонування цих платформ. Таким чином, і в сфері економіки спільного користування блокчейн та штучний інтелект вигідно доповнюють один одного й призводять до появи синергетичних ефектів.

По-третє, це інклюзія та сталий розвиток. Синергія блокчейну та штучного інтелекту важлива також з огляду на їх роль, яку вони відіграють у забезпеченні інклюзії та сталого розвитку. Їх важливість у забезпеченні інклюзії пов'язана з тим, що вони сприяють залученню ширшого кола стейкхолдерів у процес прийняття рішень та перерозподіл цінностей через децентралізовані організації (DAO). Тим самим забезпечується формування ефективної моделі бізнесу, що сприяє активізації ролі малих і середніх підприємств та появі дієвої альтернативи тенденції глобальної концентрації капіталу та домінування транснаціональних корпорацій. Роль блокчейну та штучного інтелекту в забезпеченні сталого розвитку може бути проілюстрована практичними прикладами. Зокрема, можна навести приклад екологічно орієнтованої цифрової платформи Botanical Water Exchange, яка позиціонує себе як перша в світі глобальна платформа для торгівлі водою [12]. Цей приклад цікавий не лише екологічністю та соціальною спрямованістю вказаної платформи, орієнтованої на циркулярну модель економіки завдяки корисному використанню води, що в іншому випадку була б відходами окремих виробництв харчової промисловості. Додатковим фактором, що обумовлює його цікавість, є приклад ефективної співпраці великого й малого бізнесу, оскільки платформа була впроваджена спільними зусиллями корпорації Fujitsu та стартапу Botanical Water Technologies. Крім того, важливою його особливістю є використання для створення цифрової платформи інструментів Hyperledger Fabric. Останню можна розглядати як своєрідний конструктор, який дозволяє спрощувати розробку прикладних додатків та навіть цифрових платформ на базі блокчейн-технології.

Висновки. Як висновок, можна зазначити, що синергетична взаємодія блокчейну та штучного інтелекту має багато вимірів та форм прояву. На технічному рівні коеволюція цих технологій обумовлена розвитком спільної для них апаратної платформи обчислень і має не лише історичний аспект, а й перспективи синергії в майбутньому.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження в цьому напрямку пов'язані з виявленням альтернативних існуючих та перспективних форм синергетичної взаємодії блокчейн-технологій та штучного інтелекту та їх впливу на цифрову трансформацію української й глобальної економіки.

Література

1. Харченко Т.Б., Андреева О.О. Сучасні аспекти екологізації логістичної діяльності підприємств на основі впровадження можливостей штучного інтелекту. Теоретичні та прикладні питання економіки. 2024. Випуск 1 (48). С. 170-180. URL: http://tppe.econom.univ.kiev.ua/data/2024_48/zb48_16.pdf.
2. Кравченко В. Modern practice of application of artificial intelligence in the banking field. Modern Engineering and Innovative Technologies, 2023. 4(25-04), 62–67. URL: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-25-04-066>.

3. Филіук Г.М., Лісова Р.М. Роль реінжинірингу бізнес-процесів у цифровій трансформації бізнесу. Теоретичні та прикладні питання економіки. 2023. Випуск 1 (46). С. 131-142. URL: http://tppe.econom.univ.kiev.ua/data/2023_46/z46_11.pdf.
4. Yevsieieva-Severyna I., Skopenko N. Artificial intelligence as a driver of the development of modern business. Теоретичні та прикладні питання економіки. 2022. Випуск 2 (45). С. 68-79. URL: http://tppe.econom.univ.kiev.ua/data/2022_45/z45_07.pdf.
5. Dinh, T. N., & Thai, M. T. AI and blockchain: A disruptive integration. Computer. 2018, 51(9), 48-53.
6. Salah, K., Rehman, M. H. U., Nizamuddin, N., & Al-Fuqaha, A. Blockchain for AI: Review and open research challenges. IEEE Access. 2019, 7. 10127-10149.
7. Xinshun Liu, Yizhi Fang, Yichao Jiang. Transforming to Yoked Neural Networks to Improve ANN Structure. 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2306.02157
8. Сайт BitInfoCharts. URL: <https://bitinfocharts.com/comparison/bitcoin-hashrate.html>
9. Haozhao Zhang, Zhe Zhang, Zhiqiang Zheng, Varghese Jacob. Generative Blockchain: Transforming Blockchain from Transaction Recording to Transaction Generation through Proof-of-Merit. 2024. DOI: 10.48550/arXiv.2408.13367
10. Mukantabana Phionah K. The Role of Blockchain in Securing IoT Devices. Research Output Journal of Engineering and Scientific Research. 2024. 3(2). P. 26-29. URL: <https://rojournals.org/wp-content/uploads/2024/09/ROJESR-32-P8.pdf>
11. Ziyang Liao. Analysis of the Development Status of the Sharing Economy. Advances in Economics Management and Political Sciences. 2024. 76(1). P. 136-139. DOI: 10.54254/2754-1169/76/20241575
12. Fujitsu and Botanical Water Technologies create the world's first global water trading platform using Hyperledger Fabric. URL: <https://www.lfdecentralizedtrust.org/case-studies/fujitsu-bwt-case-study>

References.

1. Kharchenko T.B., Andreyeva O.O. Modern aspects of environmentalization of logistics activities of enterprises based on the introduction of artificial intelligence capabilities. Theoretical and Applied Issues of Economics. 2024. 1 (48)., С. 170-180. URL: http://tppe.econom.univ.kiev.ua/data/2024_48/z48_16.pdf.
2. Kravchenko V. Modern practice of application of artificial intelligence in the banking field. Modern Engineering and Innovative Technologies, 2023. 4(25-04), 62–67. URL: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-25-04-066>.
3. Fylyuk H.M., Lisova R.M. The role of business process reengineering in the digital transformation of business. Theoretical and Applied Issues of Economics. 2023. 1 (46). С. 131-142. URL: http://tppe.econom.univ.kiev.ua/data/2023_46/z46_11.pdf.
4. Yevsieieva-Severyna I., Skopenko N. Artificial intelligence as a driver of the development of modern business. Theoretical and Applied Issues of Economics. 2022. 2 (45). С. 68-79. URL: http://tppe.econom.univ.kiev.ua/data/2022_45/z45_07.pdf.
5. Dinh, T. N., & Thai, M. T. AI and blockchain: A disruptive integration. Computer. 2018, 51(9), 48-53.
6. Salah, K., Rehman, M. H. U., Nizamuddin, N., & Al-Fuqaha, A. Blockchain for AI: Review and open research challenges. IEEE Access. 2019, 7. 10127-10149.
7. Xinshun Liu, Yizhi Fang, Yichao Jiang. Transforming to Yoked Neural Networks to Improve ANN Structure. 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2306.02157
8. Site BitInfoCharts. URL: <https://bitinfocharts.com/comparison/bitcoin-hashrate.html>
9. Haozhao Zhang, Zhe Zhang, Zhiqiang Zheng, Varghese Jacob. Generative Blockchain: Transforming Blockchain from Transaction Recording to Transaction Generation through Proof-of-Merit. 2024. DOI: 10.48550/arXiv.2408.13367
10. Mukantabana Phionah K. The Role of Blockchain in Securing IoT Devices. Research Output Journal of Engineering and Scientific Research. 2024. 3(2). P. 26-29. URL: <https://rojournals.org/wp-content/uploads/2024/09/ROJESR-32-P8.pdf>
11. Ziyang Liao. Analysis of the Development Status of the Sharing Economy. Advances in Economics Management and Political Sciences. 2024. 76(1). P. 136-139. DOI: 10.54254/2754-1169/76/20241575

12. Fujitsu and Botanical Water Technologies create the world's first global water trading platform using Hyperledger Fabric. URL: <https://www.lfdecentralizedtrust.org/case-studies/fujitsu-bwt-case-study>

Yekhanurov Yu.I., PhD in economics,
Associate Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv

Holovanenko M., Ph.D., Associate Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv

SYNERGETIC INTERACTION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A FACTOR OF DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ECONOMY

The conceptual foundations of artificial intelligence and blockchain technology are considered. Methodologically, the work is based on the use of the analysis method to identify the limitations and prospects of the synergistic development of blockchain technologies and artificial intelligence in the conditions of the digital transformation of the economy; an empirical method for collecting and processing information about the features and trends in the development of the researched technologies; graphical method for visualizing the structural characteristics of an artificial neural network and the dynamics of the growth of computing power of the blockchain network.

The key historical obstacles to the development of artificial intelligence technology are analyzed, which include limitations of computing power, information limitations, and methodological problems. It was found that overcoming the problem of limiting computing power in connection with similar requirements for the hardware base contributed to the synergistic interaction of blockchain technology and artificial intelligence. It is shown that a promising aspect of the synergy of artificial intelligence and blockchain technologies in the context of the use of computing power is related to the idea of using the computing power of miners to solve problems that have an independent value, in particular, the training of artificial neural networks.

The key trends of the digital transformation of the economy, for which the key determinant is the synergy of blockchain and artificial intelligence, are the Internet of Things, the sharing economy, as well as inclusion and sustainable development.

The synergistic effect of artificial intelligence and blockchain technology in the field of the IoT is that artificial intelligence makes it possible to bring the degree of "intelligence" of devices to a qualitatively new level, endowing them with the ability to make autonomous decisions and adaptive behavior. And blockchain technology is able to neutralize a significant part of the threats in the field of IoT, in particular, those associated with increasing autonomy of smart devices.

The role of artificial intelligence in the development of the sharing economy is to optimize the recommendations of digital platforms regarding the exchange of resources or access to them, which leads to an increase in the effectiveness of the decisions making, an increase in consumer satisfaction, and has a positive effect on the operational results of the platforms themselves. Blockchain technologies, which are actively used by digital platforms of the sharing economy, increase the safety and reliability of the functioning of these platforms.

The synergy between blockchain and artificial intelligence is important given the role they play in enabling inclusion and sustainable development. Their importance in ensuring inclusion is due to the fact that they facilitate the involvement of a wider range of stakeholders in the decision-making process and the redistribution of value through decentralized organizations (DAOs). This ensures the formation of an effective business model, which promotes the activation of the role of small and medium-sized enterprises and the emergence of an effective alternative to the trend of global capital concentration and the dominance of transnational corporations.

Keywords: *digitization, blockchain technology, artificial intelligence (AI), digital transformation, internet of things (IoT), sharing economy, inclusion*