

УДК 351:004(477)

DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2020-6-20>**Хмара М.П.**

кандидат економічних наук,
доцент кафедри міжнародного бізнесу
Інституту міжнародних відносин
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Михайлов Р.В.

кандидат економічних наук, доцент,
Університет сучасних знань

Khmara Maryna

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Mikhailov Roman

University of Modern Knowledge

БЛОКЧЕЙН-РЕВОЛЮЦІЯ ЯК ПЕРЕХІД ДО ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ 4.0

BLOCKCHAIN REVOLUTION AS TRANSITION TO INDUSTRY 4.0

У статті досліджуються питання впливу блокчейн-революції на економічну систему та бізнес-середовище. Вивчення сучасної технології розподіленого реєстру (блокчейну) і можливостей його застосування в різних сферах людської діяльності, зокрема в бізнесі. Корпорації, організації та підприємства впроваджують використання технології блокчейну, намагаючись знайти застосування та отримати переваги від даної технології зараз і в майбутньому. У статті здійснено дослідження особливостей нових систем зберігання даних – blockchain, переваг та ризиків, які існують для учасників мережі створення блоків та ланцюгів даних. Розглянуто визначення поняття blockchain, його основних переваг та недоліків. Проаналізовано принцип, згідно із яким працює blockchain. Серед інших визначено найсильніші сторони захисту blockchain від хакерських атак, або змін складових ланцюгів та блоків.

Ключові слова: блокчейн, приватний блокчейн, технології блокчейн.

В статье исследуются вопросы влияния блокчейн-революции на экономическую систему и бизнес-среда. Изучение современной технологии распределенного реестра (блокчейну) и возможности его применения в различных сферах человеческой деятельности, в частности в бизнесе. Корпорации, организации и предприятия внедряют использование технологии блокчейну, пытаются найти применение и получить преимущества от данной технологии сейчас и в будущем. В статье проведено исследование особенностей новых систем хранения данных - blockchain, пре-

имущества и рисков, которые существуют для участников сети создания блоков и цепей данных. Рассмотрены определение понятия blockchain, его основных преимуществ и недостатков. Проанализированы принцип, согласно которому работает blockchain. Среди других определено сильные стороны защиты blockchain от хакерских атак, или изменений составляющих цепей и блоков.

Ключевые слова: блокчейн, приватный блокчейн, технологии блокчейн.

The article examines the impact of the blockchain revolution on the economic system and business environment. Study of modern technology of the distributed register (blockchain) and possibilities of its application in various spheres of human activity, in particular in business. Corporations, organizations and businesses are implementing the use of blockchain technology, trying to find applications and benefit from this technology now and in the future. This article studies the features of new data storage systems – blockchain, advantages and risks that exist for the participants of the network for creating blocks and data chains. The definition of the concept of blockchain, its main advantages and disadvantages are defined. The principle under which the blockchain works is analyzed. Among others, the strongest aspects of blockchain protection from hacker attacks, or changes in the components of chains and blocks, are defined. The main advantages and risks of using blockchain are determined. Furthermore non cryptocurrency areas in which blockchain can also be used are analyzed. Several examples of using the blockchain principle in nontypical areas, such as medicine, law enforcement or intellectual property rights protection, are given. Some services that can use blockchain principle could function effectively in Ukraine defined. The blockchain-technology and mechanism of its operation are discussed in the article. We highlighted the main advantages of innovation technology and gave examples of the using of this system in the logistics sphere. The article discusses the prerequisites and history of the appearance cryptocurrencies, their essence and concept is revealed using the example of Bitcoin. Blockchain technology is researched and analyzed, its positive and negative sides. The attitude of the International Monetary Fund and the World Bank to cryptocurrencies through the prism of the issue the possibilities of using cryptocurrencies as another means of payment in international payments.

Key words: blockchain, private blockchain, blockchain technologies.

Постановка проблеми. Винайдення технології блокчейн є однією з найважливіших розробок останніх років. На Світовому економічному форумі в Давосі (2015 р.) було дано таке визначення: блокчейн – нова технологія, яка усуває необхідність третіх осіб для забезпечення довіри до фінансових, договірних та виборних дій [33; 5]. В технічному плані блокчейн це новітня розробка основана на математичному алгоритмі, за допомогою якого, між користувачами вибудовується безперервний ланцюжок блоків з зашифрованою інформацією та посиланням на попередній блок. Через особливості шифрування інформація може бути внесеною лише один раз і ніяк не може бути зміненою. В результаті ніхто з користувачів не під'єднаний до жодного загального серверу. Однак кожен користувач системи може бачити транзакції інших, в зашифрованому виді, проте ніяк вплинути на це не може [38].

Система зроблена дійсно складною, однак це вимушена міра, задля безпеки користувачів та запобігання злому. Задля кращого розуміння можна провести аналогію зі стандартним щоденником, куди послідовно в хронологічному порядку вносяться записи про те, що зроблено. Щоб ніхто сторонній не зміг вписати власноруч зміни в щоденник, вся інформація особливим чином шифрується, причому шифр продуманий якісно. Якщо щоденник в одному екземплярі, з ним може трапитися будь-що.

Тому для надійності щоденник має безліч копій, які зберігаються в різних примірниках. Причому, коли в щоденник вноситься нова інформація, вона після перевірки оновлюється на всіх примірниках [27].

Аналіз останніх публікацій за проблематикою та визначення невирішених раніше частин загальної проблеми. Рівень опрацювання теми у зарубіжній літературі є досить високим. Основними дослідниками можна вважати бізнес-консультантів Алекса та Дона Тапскоттів, репортера Пола Вінья та підприємця Андреаса Антонопулоса. В вітчизняній літературі можна виокремити статті Віталія Бутеріна – розробника другої по популярності криптовалюти – ефіріума. Однак окрім великих досліджень є багато висловлювань щодо технології від різних відомих людей, наприклад інвестора Уоррена Баффетта чи ІТ-спеціаліста Едварда Сноудена.

Вчений Р. Меллон (R. Mellon) вважає, що блокчейн-технології усувають необхідність в звичних економічних, правових і політичних інститутах, які в традиційній економіці виконують роль посередників довіри, оскільки усувають власне необхідність довіри, замінюючи її доказами [2].

Виклад основного матеріалу дослідження. Існують три види технології блокчейн. Перший – публічний блокчейн. Назва говорить сама за себе. Така мережа блокчейна повністю

відкрита для всіх. Ніхто не потребує будь-якого дозволу, щоб брати участь. Будь-який транзакційний процес через такий блокчейн затверджується для всіх. Кожна людина має повне право завантажувати код. Будь-хто може перевірити свій поточний статус, а також прийняти рішення про додавання будь-яких блоків в мережу. Крім цього, ви можете легко приєднатися до мережі без будь-яких дозволів, а система або сервери не потребують будь-якого обслуговування. Система публічного блокчейну – децентралізована. Це означає, що транзакції обробляються великою кількістю спеціальних учасників системи – майнерами. Ними, як правило, може стати будь-який бажаючий, який має відповідне обладнання та програмне забезпечення.

Функції майнерів в системах блокчейн:

- збереження копій даних, що захищають систему від втрати даних і подробиці інформації;
- підтвердження проведення транзакцій в системі;
- перевірка операції, що проводяться іншими майнерами.

Зазвичай мотивацією майнерів допомагати блокчейн-системам реєструвати і проводити операції, незважаючи на те, що обладнання для майнінгу – недешево, виступає винагорода від системи за проведення транзакції, а також комісії, які платять майнерам учасники угоди за обробку транзакції.

Другий вид це об'єднаний блокчейн. Його також називають «консорціумним блокчейном». Це свого роду протипага публічній мережі

блокчейн. Це пов'язано з тим, що люди не отримують доступ до системи і до будь-якого процесу перевірки транзакцій. Ніхто не має права читати цей блокчейн просто так. Група лідерів управляє всіма процесами. За допомогою цієї мережі блокчейнів ніхто не має права вступати в систему і брати участь просто так. Перед тим, як взяти участь в будь-якому процесі цієї мережі, вам необхідно отримати відповідний дозвіл. Такі блокчейни вважаються ексклюзивними і створюються для розвитку приватного бізнесу.

Третім видом є приватний блокчейн. Різниця між приватним та консорціумним блокчейном полягає в тому, що на відміну другому, приватний блокчейн контролюється лише одним користувачем [18].

Найпопулярнішим є публічний блокчейн, через саму задумку непідконтрольної нікому системи. Ключовим напрямком, у якому реалізується технологія блокчейн сьогодні, є фінансовий сектор, а саме платіжні системи, побудовані на використанні криптовалют як специфічного інструменту платежу. Криптовалютою ж в свою чергу є вид цифровою валюти, облік та емісія якої засновані на математичних та криптографічних методах. Загальна ринкова капіталізація криптовалют у світі станом на 1 листопада 2020 року сягає близько 500 млрд доларів, що можна побачити на графіку (рис. 1), а загальна кількість криптовалют приблизно 4 тисячі, точну цифру сказати важко, адже з дня на день з'являються нові або ж зникають старі.

Total Market Capitalization



Рис. 1. Капіталізація ринку криптовалют (2015–2020 рр.)

Джерело: [39]

Найпопулярнішими в свою чергу є Bitcoin з ринковою капіталізацією в 327 млрд. доларів та Ethereum 54 млрд доларів [39].

Однак в залежності від сфери, інші види блокчейн-технологій також можуть бути доречно використаними. Так приватний блокчейн дає змогу налаштувати різні процеси в компанії, коли потрібно, щоб доступ до певної інформації чи транзакції був лише в обмеженої кількості користувачів. Наприклад, це може бути актуально для медицини: конкретний лікар має доступ до карти пацієнта та може вносити певну інформацію про лікування, діагноз, призначення ліків та робити це протягом всього часу лікування. Доступ до даного приватного блокчейну матиме пацієнт протягом всього життя, а лікар на час лікування.

В цілому блокчейн буде застосовуватися в найрізноманітніших сферах, таких як: грошові перекази, мікроплатежі, розумні контракти, ідентифікація фізичних об'єктів і активів, державне управління, оборона і безпека, міжнародна діяльність тощо.

Отже, блокчейн це розподільча система з особливим шифруванням, іншими словами складна інноваційна криптографічна технологія, яка існує в різних видах, стрімко розвивається та має багато переваг поряд з усталеними економічними та юридичними системами.

Перша спроба вирішення проблеми безпеки платежів в інтернеті була зроблена в 1981 році. Головні виклики полягали в тому, що користувач був змушений повідомляти про себе занадто багато відомостей. До того ж завжди була третя сторона. Так існувала загроза витоку даних і необхідність платити комісію. Тільки в 1993 році була створена перша цифрова платіжна система, яка була відносно безпечна і дозволяла анонімно проводити платежі онлайн – eCash. Її розробив математик Давид Чаум (David Chaum). В подальшому Microsoft включила eCash в свої продукти. Однак після 5 років компанія збанкрутувала, тоді користувачів мало хвилювала безпека і приватність платежів онлайн [5; 9].

У 2008 році відбувається революція. Персона на ім'я Сатоши Накамото (Satoshi Nakamoto) публікує наукову статтю «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System», де описує новий протокол електронної системи платежів [38]. Незабаром Накамото випустив і перший додаток для обміну біткоїнами. Мережа стала швидко набирати коло користувачів. Адже такого раніше не було, щоб люди могли обмінюватися грошима приватно, безпечно і без третіх осіб. Через рік Сатоши Накамото був самостійно повністю усунутий від підтримки мережі, передавши контроль над вихідним кодом програми іншим роз-

робникам. Жодної приватної інформації про розробника немає. Особистість автора блокчейну досі не встановлена. За однією з версій, протокол розробила група людей, яка назвала себе ім'ям Сатоши Накамото [5; 9].

22 травня 2010 року програміст Лазло Ханіч (Laszlo Hanyecz), який жив у Флориді, відкрив двері кур'єру та отримав дві піци. Здавалось би: звичайна подія. Однак від усіх інших, ця подія є винятковою і історичною, адже таким чином відбувся перший у світі випадок, торгівлі за допомогою криптовалюти. За дві піци Лазло Ханіч заплатив 10000 біткоїнів, по 5000 за кожен [34]. Тоді такий обід обійшовся програмісту в 30 доларів США, однак зараз на період жовтня 2020 року 10000 біткоїнів коштують більше 150 млн доларів США [39].

Однак справжній зліт технології блокчейн та криптовалют відбувся в 2017–2018 роках. Тоді приріст у ціні одного біткоїна з 1 січня 2017 по 16 грудня 2017 року сягав 2000%, а ринкова капіталізація ринку криптовалют зросла з 15 млрд доларів США до 645 млрд [39]. Даний процес можна розглядати з двох сторін. З однієї подібний успіх новітньої технології може радувати, адже таким чином людство зробило крок вперед: геніальна розробка стала неймовірно популярною і розійшлась в маси. Мільйони людей по всьому світу дізнались такі терміни як «біткоїн» та «блокчейн». Однак, з іншої сторони, раптовий і блискавичний підйом ціни біткоїну привернув велику увагу некваліфікованих інвесторів, які ще більше підіграли цей ринок. З'явилась справжня істерія довкола нової технології. На піку біткоїн коштував 19 783 долари [39]. Люди масово скуповували біткоїни та високопотужні комп'ютерні відеокарти, за допомогою яких займалися «майнінгом» – процесом підтримки функціонування всієї децентралізованої системи блокчейну, який нагороджується певною кількістю чи частиною криптовалюти. Так ціна акцій основного виробника комп'ютерних відеокарт компанії NVIDIA CORP зросла майже на 80% в 2017 році не без впливу майнерів (рис. 2).

Бажаючи заробити особи створювали маленькі майнінг-системи у себе вдома, а великі компанії почали будувати гігантські майнінг-ферми. І в результаті все це призвело до «розриву сформованої бульбашки». У січні 2018 біткоїн вже втратив 50% своєї вартості і опустився нижче 10000 доларів [39]. Акції передової технологічної компанії NVIDIA CORP впали в ціні на 17%. Багато людей по всьому світу втратили свої гроші, а що головніше втратили довіру до інноваційної технології і як результат призупинили розвиток.

Щоправда варто зазначити що на момент 15 листопада 2020 року ринок криптовалют

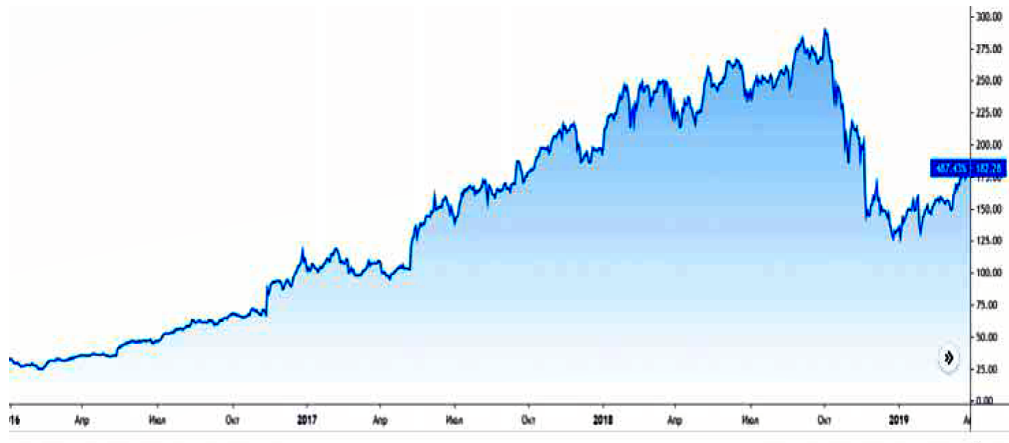


Рис. 2. Ціна акцій компанії NVIDIA CORP (2016–2019 рр.)

Джерело: [36]

знову стрімко зростає, вартість одного біткоїну вже перевищує 18 000 доларів [39]. Однак ситуація 2017–2018 років може повторитись.

Проте на сьогоднішній день, технологія блокчейн стає мейнстрімом і вже використовується різними компаніями, не обмежуючись лише криптовалютами. Так наприклад: компанія Walmart гігант роздрібної торгівлі, застосовує блокчейн у відслідковуванні інформації про продукти і управління нею у повсякденній роботі, Maersk найбільша в світі мореплавна компанія розробляє платформу для контролю над вантажем за допомогою технології блокчейн, Facebook компанія розробник найпопулярнішої в світі соціальної мережі намагається застосувати блокчейн в системі управління та захисту даних, гігантський автовиробник Ford намагається використовувати технологію блокчейн у своїх розробках, які спрямовані на взаємодію між різними автомобілями шляхом координації швидкості автомобілів, задля скорочення кількості заторів та облегшення трафіку, а медичні компанії UnitedHealthcare, Humana, Optum та Quest Diagnostics об'єдналися задля покращення та збільшення точності каталогів лікарів, захисту медичних даних та покращення системи страхування шляхом використання технології блокчейн [19]. Список прикладів можна ще довго продовжувати.

Підсумовуючи: розробки у сфері безпеки платежів почалися ще в 80-их роках ХХ століття, однак революційним моментом можна вважати презентацію технології блокчейн невідомою особою або групою осіб, що називає себе Сатоши Накамото. У 2017-2018 роках інноваційна система набула неймовірного розповсюдження завдяки злету криптовалют, однак падіння було таке ж блискавичне. Наразі ситуація повторюється.

Люди ХХІ століття стоять на порозі четвертої промислової революції і ми це можемо досягнути своїми очима навіть зараз. Всі попередні перетворення відбувались через бурхливий розвиток науково-технічного прогресу і сучасний випадок не є виключенням. Перша промислова революція була пов'язана з винайденням парового двигуна, друга – з винайденням електроенергії, третя – з початком автоматизації і використанням ІТ-систем та іншої електроніки. Четверта ж перегукується з роботизацією промисловості та застосуванням кіберфізичних систем, які використовують новітні обчислювальні ресурси та певні фізичні можливості задля підвищення ефективності промисловості. За словами засновника Світового економічного форуму Клауса Шваба (Klaus Schwab): «Ми стоїмо на порозі «четвертої промислової революції» не тому, що ось-ось з'явиться певна лінійка нових продуктів, а тому, що поєднання різних технологій починає породжувати принципово нові системи: мобільні пристрої, сенсори, нанопроцесори, поновлювані енергоресурси, нейродослідження, віртуальну реальність, штучний інтелект і т. д.» [14, с. 148]. І саме технологія блокчейну, якомога краще може цьому посприяти, застосовуючись самостійно й в поєднанні з іншими технологіями.

По-перше, технологія блокчейну незалежно від розвитку інших технологій використовується [10; 6]:

- у створенні Р2Р транзакцій – децентралізованих взаємовідносин в інтернеті, які не потребують звернення до 3-ої сторони;

- у створенні смарт-контрактів – угод в інтернеті, які функціонують на математичних алгоритмах і не потребують довіри між сторонами, адже якщо умови не будуть виконаними, контракт буде анульовано;

– відстежуванні потрібної у виробництві інформації;

– облеженні системи реєстрації активів та права власності;

– управлінні ланцюжками поставок.

Все це безперечно принесе суттєві зміни в систему промисловості.

Однак окрім цього технологія блокчейну можна назвати мета-технологією, тому що вона впливає на інші технології і, в свою чергу, складається з декількох технологій. Вона кидає виклик іншим існуючим програмним технологіям та може замінити або доповнити існуючу практику [48; 49]. Тому блокчейн може бути неймовірно доречно використаним в інших основоположних концепціях «Промислової революції 4.0», таких як:

– «інтернет речей» – мережа фізичних об'єктів які можуть взаємодіяти без впливу людини. Застосовуватись технологія може як у повсякденному житті так і у бізнесі, при віддаленому наданні послуг та зібранні даних, отриманні миттєвих ринкових даних, впровадженні самообслуговування і т. д. Однією з основних проблем даної технології є питання захисту від злову системи та витоку даних. Як тільки виник ажітаж навколо інтернету речей, експерти з кібербезпеки почали оцінювати ризики від бездумного впровадження технології, яку практично неможливо контролювати. Гірші сценарії уявити було нескладно: шахраї отримують доступ до вашого житла, автомобіля, телефону, телевізора та історії хвороби. За підтримки держави хакери дистанційно керують літаками, автострадами, кабінками для голосування, електромережами. Терористи вбивають тисячі жертв, просто відключивши їм кардіостимулятори [14, с. 149]. І саме інтеграція технології блокчейн в інтернет речей дасть змогу створити новий обчислювальний сегмент, в якому дані можуть бути безпечно оброблені та проаналізовані, при цьому залишаючись приватними, що забезпечить підвищення безпеки і конфіденційності під час використання пристроїв, підключених до Інтернету [30, с. 386]. До того ж взаємодія між різними машинами потребуватиме проведення певних грошових транзакцій, де вдало можуть бути використання криптовалюти;

– «штучний інтелект» – один з найперспективніших напрямків комп'ютерних інноваційних технологій, який вивчає методи розв'язання задач, для яких не існує методів вирішення або людина фізично не в змозі їх вирішити. Системи штучного інтелекту мають можливості, що схожі на інтелект людини плануванням, навчанням, рішенням логічних задач, а також соціальними навичками та творчістю. З'являються роз-

робки від машин без водіїв до технологій, котрі самостійно розробляють медикаменти. Блокчейн в свою чергу може використовуватись як основа децентралізованих платформ координації для різних компонентів штучного інтелекту, включаючи дані, алгоритми та обчислювальні потужності. З використанням блокчейну штучний інтелект зміг би вийти на новий рівень масштабів та інновацій, а також всі рішення штучного інтелекту стануть прозорішими, зрозумілішими і будуть заслуговувати довіри [26];

– «безпілотні літальні апарати» – об'єкти до яких можна віднести як літаки, так і роботизовані дрони, які можуть розвідувати важкодоступні території при видобуванні ресурсів, створювати різноманітні конструкції при будівництві, поливати рослини та боротись з шкідниками на агровиробництвах, безпечно і швидко транспортувати вантажі та при цьому всьому діяти у кооперації. Для координації та навігації безпілотних літальних апаратів в міському повітряному просторі використовуються технічні рішення на базі блокчейн-технології;

– «робототехнології» – кіберфізичні високотехнологічні об'єкти, які можуть виконувати певну роботу замість людини. Використання таких пристроїв на виробництві не тільки зменшує витрати ресурсів і часу, а й може допомогти виконувати різноманітну складну роботу: піднімати величезні вантажі, працювати на мікро рівні, де потрібна «ювелірна» точність, працювати у недружелюбних, шкідливих і небезпечних для людини місцях, досліджувати і аналізувати багато інформації або просто працювати 24/7 без зупинок на сон та обідню перерву. Такі працівники призведуть до перетворень різноманітних процесів виробництва та замінять людей у багатьох галузях. І як і з безпілотними літальними апаратами необхідна певна координація та обмін інформацією без впливу інших сторін. В цьому може допомогти блокчейн.

Одна з головних причин, по якій блокчейн настільки привабливий для бізнесу та іншої людської діяльності є децентралізація та прозорість. Блокчейн – це більше ніж децентралізована мережа. На відміну від звичайної децентралізованої мережі, де все ж таки існують певні об'єднуючі точки, блокчейн – розподілений реєстр, в якому всі учасники між собою напряму взаємопов'язані.

Сьогодні суспільство орієнтоване на «модель мобільного управління (безготівкове зберігання, цифрові перекази), мінімальні часові та грошові витрати на таке управління без посередників, а також можливість самостійного управління незалежно від часу та місці розташування». Водночас існує об'єктивна потреба зниження ризиків, включно з шахрай-

ством, кризами, корупцією та негативним проявом людського фактору. Така перспектива є у блокчейну як розподіленого реєстру даних, усі транзакції якого є прозорими, безпечними та відбуваються без втручання посередника [20].

Так як технологія не передбачає центральної точки збору даних і масштабного центру обробки даних, блокчейн фактично дозволяє окремими транзакціями мати власне підтвердження автентичності та авторизацію для забезпечення їх зв'язків один з одним. Інформація про конкретні блоки ланцюжка розкидана по різних серверах в усьому світі.

Важливим є й питання справедливості. Несправедливість в економічній системі приводить до того, що люди не довіряють підприємцям чи державі. Переведення соціально-економічних відносин на інформаційні платформи, засновані на блокчейні, усуває проблему недовіри, і тому здатне повністю перетворити економіку та ринок, створюючи сприятливі умови для ведення бізнесу. До однієї з таких умов можна віднести те, що всі унікальні характеристики ресурсів або об'єктів, котрі вкладаються в угоду кожною зі сторін, перетворюються в цифрові активи та чітко фіксуються програмним кодом. Вони стають частиною ланцюжка блоків, що належать децентралізованій базі даних, із ними неможливо вчинити шахрайські дії, і це «забезпечує автономний режим управління правовідносинами без залучення третьої сторони» [20].

У фінансовій сфері розподілена децентралізована система забезпечує високий рівень безпеки транзакцій і зберігання коштів. Оскільки інформація про всю історію транзакцій зберігається у кожного з користувачів, то таку систему неможливо обдурити або знищити. Кожна транзакція підтверджується кількома незалежними вузлами, що унеможлиблює підміну даних або підкуп перевіряючих. На відміну від локальних систем, які використовуються в банківських структурах, обмін коштів по децентралізованій системі займає значно менше часу і дозволять здійснювати величезну кількість транзакцій в лічені секунди. Можливо це завдяки тому, що на відміну від банківських структур, де швидкість транзакцій безпосередньо залежить від завантаженості і потужності локального сервера, в блокчейні обчислювальні потужності розподілені по всій земній кулі, а величезна кількість учасників ланцюга забезпечує високу потужність і відповідно швидкість

Прозорість та децентралізація можуть привести до впровадження електронного голосування, що зробить значно простішим процес демократичного прийняття рішень в державі або збору певної необхідної інформації на підприємстві.

Уряди світових держав починають упроваджувати блокчейн-технології у державному секторі. Застосування таких технологій має низку переваг як для урядів, так і для громадян, як-от: скорочення економічних витрат, автоматизація обробки транзакцій, прозорість, підвищення довіри громадян і зниження бюрократії [8]. Окрім високого рівня надійності, блокчейн пропонує також нові можливості для державних установ швидко отримувати доступ до потрібних даних й водночас обробляти великі обсяги інформації. Однак методи реалізації технології не є цілком досконалими та потребують багато часу для того, щоб державні структури змогли адаптуватися під нововведення й почати функціонувати в повному обсязі.

Технологія блокчейну є універсальною. Сама концепція створена, однак те як її використовувати залежить лише від діяльності та креативу підприємців та IT-спеціалістів та попиту на ринку.

На сьогоднішній день трьома основними областями застосування технології блокчейн є [21]:

1. Система переказів і цифрових платежів. Найчастіше блокчейн застосовується для роботи з криптовалютами – електронними віртуальними валютами, захищеними за допомогою коду. Цифрові валюти не забезпечені: ні золотовалютними резервами, ні економікою тієї чи іншої держави. Єдине що визначає їх цінність – це попит. При цьому, криптовалюта виконує ті ж функції, що і традиційні гроші: універсальний засіб для обміну; засіб накопичення і заощадження; спосіб розрахунку. Сьогодні в світі існує кілька тисяч видів криптовалют, однак найпоширенішою є біткоїн.

2. Додатки в економічній і фінансовій сфері. Впровадження технології блокчейн в фінансовій та економічній сферах дозволить мінімізувати ризики і оптимізувати діяльність організації і підприємств.

3. Сфери державного управління, охорони здоров'я, науки, освіти та інші соціальні сфери.

Застосування може бути найрізноманітнішим. Так, наприклад, технологія блокчейн успішно застосовується компанією Everledger для розробки системи гарантій для підприємств, що займаються видобутком алмазів. Купуючи зможуть дізнаватися історію будь-якого алмазу. Для цих цілей Everledger інвестувало 850 млн дол. в базу даних. Естонська фірма Guartime, яка є передовиком в обробці цифрових даних країни, створила базу Keyless Signature Infrastructure, побудовану на біткоїнах. Завдяки цьому нововведенню уряд може захищати інформацію жителів країни в 1000 інтернет-сервісах [24].

Найкраще блокчейн показує у сферах, де є багато посередників. Наприклад, сектором бізнесу, в якому традиційно дуже багато третіх сторін і посередників – є індустрія нерухомості. У випадку певних угод з застосуванням блокчейну контракти можуть бути перевірені і застосовані автоматично без необхідності взаємодії з людиною, що зменшує потребу в агентах, кредиторів, інспекторів та провайдерів страхування прав власності. Гарним прикладом організації, яка впроваджує блокчейн в сферу нерухомості – є компанія Propry. Першим кроком проекту переходу на блокчейн є створення платформи, де продавці можуть перераховувати інформацію про нерухомість, а покупці і агенти можуть шукати її. Наступна частина – це платформа транзакцій, де користувачі можуть відправляти документи, записи та платежі, використовуючи блокчейн.

Однією з сфер де може використовуватись блокчейн є й освіта. Одним цікавий потенціалом є можливість організувати і перевіряти дипломи за допомогою блокчейну. Технологія може повністю усунути шахрайство з дипломами, що є реальною проблемою в багатьох частинах світу. Як правило, в університетах є адміністратори, які повністю або частково займаються питаннями роботодавців щодо кваліфікації майбутніх співробітників. При використанні блокчейна цим адміністраторам більше не потрібно витрачати час на ці взаємодії, оскільки кожен диплом доступний в незмінній формі в мережі [15].

Попри всі переваги блокчейну, технологія не є ідеальною. Погана масштабованість - одна з найважливіших проблем в блокчейні. З тих пір, як з'явився біткоїн, вона була в центрі уваги як практиків галузі, так і вчених.

За переконаннями експертів [3]: складно створити систему на блокчейні, яка пропонує користувачам оптимальну комбінацію масштабованості, децентралізації і безпеки. Блокчейн-системи, по суті, можуть володіти тільки двома з трьох властивостей. В кожному разі потрібно йти на певний компроміс.

Біткоїн і ефіріум – основні блокчейн-системи, перш за все, створювалися заради децентралізації та безпеки, пожертвувавши масштабованістю (біткоїн підтримує ~ 3 транзакції в секунду, а ефіріум – ~ 12). Це виявилось ефективним способом розкрутки системи, але з ростом мережі починають виявлятися обмеження. Існують різні нові блокчейни, які жертвують децентралізацією або безпекою і намагаються таким чином розкрутити мережу. Поки неясно, наскільки ефективним виявиться такий підхід. Але до теперішнього часу ніхто не знайшов комбінацію децентралізації, масштабованості і

безпеки, необхідну для створення повнофункціональної масштабної блокчейн-мережі.

На момент листопада 2020 року розмір блокчейна біткоїну становить більше 300 ГБ. І цей показник постійно зростає через концепцію блокчейну в цілому.

Це означає, що для підтримки мережі повинно бути достатньо пам'яті для зберігання всіх даних блокчейна. Чим більше в мережі відбувається транзакцій, тим більше вона важить і тим швидше вона росте. Також варто мати на увазі, що попередньо перед кожним наступним створенням нового блоку повинна бути завантаженою вся історія транзакцій, на що може піти значна кількість часу. Як зазначив американський технічний спеціаліст Едвард Сноуден (Edward Snowden) про біткоїн: «Це просто несумісно з механізмом, спрямованим на довгострокову торгівлю, тому що неможливо зберігати історію всіх покупок, які людина скоїла за своє життя, при цьому надаючи іншим доступ до інформації про всі проведенні операції» [13].

З зростанням розміру блокчейну, зростає й навантаження на пристрої, які підтримують функціонування системи. Так, якщо кілька років тому для майнінгу, скажімо, біткоїна, могло вистачити потужності домашнього комп'ютера, то сьогодні займатися майнінгом поодиночці стало практично неможливо через високі ціни на потужне обладнання і високу енерговитратність самого процесу.

Середні витрати електроенергії на майнінг становить понад 0,21% від загальної кількості енергії, яка споживається населенням Землі. Якщо порівнювати у масштабах країн, то на підтримку блокчейну біткоїну використовується більше електроенергії ніж споживає Австрія чи Бангладеш.

Витрати електроенергії неминучі для використання технології блокчейна й постійно збільшуються, тому вони можуть перешкодити застосуванню блокчейна як сховище даних в довгостроковій перспективі.

У всьому світі кількість енергії, видобутої з поновлюваних або альтернативних джерел не перевищує 20%, тому традиційні способи отримання електроенергії досі вносять чималий внесок у забруднення навколишнього середовища. За різними даними, від 20% до 74% криптоферм працюють за рахунок поновлюваних джерел енергії, однак точну цифру назвати практично неможливо. Згідно з результатами аналізу, проведеного вченими Мюнхенського технічного університету, в ході виробництва електроенергії, необхідної для підтримки блокчейну біткоїну протягом одного року, в атмосферу потрапляють близько 22 Мт вуглекислого газу. Однак фахівці зовсім не закликають при-

пинити видобуток криптовалют. Навпаки, вони сподіваються, що біткойн-системи і інших цифрових валют допоможе людству покінчити з епохою забруднення довкілля і зробити крок назустріч більш чистої енергії [23].

Отже, одне з найгостріших питань впровадження блокчейн-технологій є їх погана масштабованість. Розміри блокчейнів та потужності задля їх підтримки постійно зростають, що спричиняє велике споживання електроенергії, яке можна зрівняти з споживанням цілої країни. Однак з іншої сторони стрімке впровадження блокчейн-технологій може звернути ще більшу увагу спільноти до проблеми забруднення довкілля і сприяти поширенню використання й видобування альтернативних видів енергії.

Будь-яка мережа може бути атакована, і блокчейн – не виняток. Однак загрози для розподілених реєстрів відрізняються від загроз для звичайних комп'ютерних мереж.

У банках головним ідентифікатором користувача є його паспорт або довіреність від імені організації на розпорядження рахунком. В крайньому випадку завжди можна прийти у відділення і навести порядок зі своїми активами. Коли мова йде про блокчейн, доступ до гаманця надається за допомогою закритого криптографічного ключа. Втрата цього ключа рівносильна втраті самого гаманця: якщо ключ стане відомий зловмисникові, він зможе моментально вивести ваші кошти на свій рахунок, а в разі його втрати ви самі не зможете розпоряджатися власними криптоактивами. Щоб дістати ключ від гаманця шахраї йдуть на найрізноманітніші хитрощі. Тут в хід йдуть і віруси, які можуть вкрасти потрібний файл з комп'ютера, і фішингові сайти, що імітують відомі вам платформи. Шахраї намагаються будь-яким способом дізнатися сам закритий ключ, або отримати логін і пароль на доступ до різноманітних сервісів.

На жаль, наразі відносно невелике число людей розуміє, як працює блокчейн в повному розумінні. На сьогоднішній день далеко не кожен простий користувач може похвалитися навіть знаннями елементарних правил захисту особистих даних в інтернеті. Якщо планується впроваджувати блокчейн в систему, користувачами якої є широкі верстви населення, то це може привести до неприємних наслідків. Існує можливе рішення проблеми крадіжки особистої інформації: зв'язати відкриті ключі з фізичної особистістю або юридичною особою, але цей механізм потребує додаткових витрат.

Щоб не допустити прикрих інцидентів з втратою власних коштів потрібно дотримуватися правил цифрової гігієни. Як і приватним користувачам так і власникам бізнесу необ-

хідно шифрувати файли на своєму комп'ютері, не використовувати однакові паролі, включити двоетапну авторизацію і уважно стежити за адресами в браузері. Але для бізнесу, пов'язаного з криптовалютами платежами, цих заходів буде недостатньо. Компаніям також необхідно використовувати «холодні» і «гарячі» гаманці, тобто зберігати на пристроях, підключених до інтернету тільки дані «гарячого» гаманця, на якому знаходиться лише мала частина криптоактивів. Дані холодного гаманця повинні завжди залишатися на пристрої, який не підключений до жодної мережі, щоб їх неможливо було вкрасти ніякими онлайн атаками. Щоб забезпечити захист можна також використовувати електронний підпис, щоб жоден співробітник або партнер не мав повного доступу до гаманця без підтвердження інших відповідальних осіб. Проте, навіть при таких заходах існує ряд загроз, на які варто звернути увагу [48; 98].

Однією з серйозних загроз користувачів блокчейн-систем є «атака 51%» – це потенційна атака на блокчейн-мережу в результаті чого, одна організація може контролювати більшу частину системи, що може привести до збою мережі. Іншими словами, у зловмисника, який володіє 51% всієї мережі публічного блокчейну, буде достатньо потужності для умисного виключення або зміни порядку транзакцій. Успішна атака також дозволить зловмисникові запобігти проведенню деяких або ж всіх транзакцій та запобігти видобутку деяких, або всіх інших майнерів, що призведе до так званої майнінгової монополії [28].

Зазвичай жертвами таких атак стають нові популярні блокчейни. Великі мережі практично не вразливі до атак користувачів. Наприклад, як правильно зауважив біткойн-активіст Андреас Антонопулос (Andreas Antonopoulos), для того, щоб провести таку атаку на блокчейн біткойну, хакерам доведеться витратити близько 1 млрд доларів США. При цьому все, що вони отримають, – це десятихвилинне вікно, під час якого можна буде здійснити одну крадіжку [28].

DDoS атаки – ще один тип хакерських атак, ідея яких полягає в пересиланні великої кількості схожих запитів, задля стимулювання виникнення збоїв у мережі. Однак більшість криптовалют захищені від таких атак, що не можна сказати про бізнес, який використовує у своїй діяльності блокчейн-технології.

Отже, користувачі блокчейн-технологій, як і користувачі інших комп'ютерних систем, йдуть на певний ризик, пов'язаний з діяльністю зловмисників та хакерів. Для того щоб не потрапити у скрутне становище потрібно користуватись захищеними криптовалютами, впроваджувати захист блокчейн-систем в біз-

несі та дотримуватися стандартних правил цифрової гігієни.

У сучасному світі, банки виступають в ролі посередників в економічному середовищі, керуючи і координуючи всю активність фінансової системи через свої внутрішні реєстри. Оскільки дані реєстри не є публічними, вони викликають довіру до банків і їх часто застарілої інфраструктури. У свою чергу, технологія блокчейн може змінити не тільки світовий валютний ринок, а й банківську індустрію в цілому, замінивши посередників прозорою системою, до якої легко отримати доступ будь-кому.

Що дає технологія блокчейн? На думку сина і батька Тапскоттів. вперше в історії дві сторони, які не знають і не довіряють одна одній, можуть безпосередньо вести бізнес та інші будь-які справи, оскільки перевірка особистості та встановлення довіри більше не є правом і привілеєм фінансового посередника. Більш того, в контексті фінансових послуг протокол довіри приймає подвійне значення. Блокчейн також може встановлювати довіру, перевіряючи особистість і потенціал будь-якого контрагента за допомогою комбінації минулої історії транзакцій, показників репутації на основі узагальнених оглядів та інших соціально-економічних показників [5, с. 368].

Використання блокчейн-технологій у фінансовій сфері пов'язане з збільшенням кількості банківських операцій. Блокчейн дає можливість позбавитись від централізації та посередників, ручної обробки даних, прискорити обробку, знизити витрати банків та користувачів [5; 10]. Згідно з даними Harvard Business Review, Європейський банк Santander потенційно заощадив би 20 млрд доларів США на рік за рахунок використання технології блокчейн [35]. Застосування технології у фінансовій сфері пропонує – міжбанківські рахунки, кредитні історії, платіжні зв'язки, координацію балансів, розрахунки між юридичними та фізичними особами, надання смарт-контрактів і т. д.

Основними перевагами технології блокчейн в області банківської справи і фінансів є [12]:

– безпека – архітектура системи заснована на блокчейні, усуває наявність єдиної точки збереження інформації і зменшує необхідність передачі даних через посередників;

– прозорість – блокчейн стандартизує всі внутрішні процеси і створює єдине, загальне, достовірне джерело даних для всіх учасників мережі. Прозорі реєстри спрощують співпрацю і досягнення угод між різними сторонами суспільних відносин;

– можливість програмування – блокчейн дозволяє автоматизувати всі бізнес-процеси шляхом створення і дотримання смарт-контрактів;

– конфіденційність – технології приватного обороту інформації, які передбачені в блокчейні, дозволяють вибірково обмінюватися даними безпосередньо між діловими партнерами;

– продуктивність – мережі побудовані таким чином, щоб підтримувати велику кількість транзакцій і забезпечувати сумісність з іншими ланцюжками, створюючи взаємопов'язану всесвітню павутину та затрачуючи на це мінімальну кількість часу.

Додатково до цього, завдяки інноваційному характеру технології блокчейн, способи, в яких нові блоки з транзакціями взаємодіють один з одним, можуть привести до абсолютно нових видів фінансових послуг.

Звісно існують й певні мінуси використання блокчейн-технологій в даній сфері [9]:

– на відміну від транзакцій по карті, блокчейн-транзакцію не можливо відмінити через саму концепцію даної технології. Будь-яка операція вважається закінченою і не піддається змінам після її здійснення. Коли в усталеній банківській системі в разі певної помилки є можливість звернутися з проханням про скасування транзакції, в системі блокчейну це неможливо;

– обмежене використання основної технології побудованої на блокчейні – криптовалюти. Наразі криптовалютні транзакції не є загальноприйнятим видом розрахунків, певною мірою через їх нестабільність, тому й використання їх дуже обмежене.

Існує багато прикладів застосування блокчейна у фінансовій сфері в рамках окремих організацій, так і створених для цього спеціального об'єднання фінансових структур. Так у 2014 році 42 найбільших світових банків (зокрема, Bank of America, Morgan Stanley та інші) створили консорціум R3 задля впровадження блокчейн-технологій у свої процеси [24]. В 2016 році консорціум R3 презентував платформу Corda, як найбільш дешевий і легкий спосіб проводити різні транзакції для фінансових установ. Наразі розробка знайшла широку популярності у сфері міжбанківського обміну інформацією. Про це свідчить новина липня 2020 року: стало відомо про те, що більшість італійських банків, а саме 85%, використовують блокчейн-рішення R3 Corda. Це дозволяє кредитним організаціям істотно прискорити процес подвійної перевірки журналів транзакцій. Глава відділу інновацій Італійської банківської асоціації Сільвія Аттанасіо вважає, що традиційна система обміну даними між банками, зокрема технологія, яка бере участь в реалізації цього, вимагає змін. Раніше на зіставлення даних йшло багато часу (від 30 до 50 днів). Завдяки технології Corda ті ж завдання можна виконати протя-

гом дня. У травні 2019 року законодавство Італії, яке регулює міжбанківські перекази, було оновлено для включення в нього стандартизації даних. У період з 1 березня до 1 жовтня 2020 року банки Італії повинні були подбати про відповідність своєї діяльності новими правилами, запровадивши блокчейн-систему. Вже близько 55 банків Італії успішно використовують блокчейн-платформу для обміну даними. Очікується, що до кінця 2020 року кількість банків, що підтримують блокчейн, розшириться до 70-100. Глава відділу по роботі з блокчейн-технологіями в Banca Mediolanum Деметріо Мільораті зазначив, що до впровадження нової стандартизації кожен банк використовував своє програмне забезпечення для обміну даними про міжбанківські транзакції. З Corda всі зміни в журналі даних видно відразу всім іншим банкам [32].

Однак для того, щоб технологія розподілених баз даних набула всесвітньо широкого поширення в банківській сфері, за якого технологія буде найбільш ефективною, необхідно вирішити питання, що стосуються правової легітимності, регулювання, технічної життєздатності, а також стандартизації та широкого впровадження технології.

Отже, система блокчейну вже використовується в фінансовій та банківській сфері, пропонуючи такі переваги як: економія грошей та часу, прозорість та конфіденційність, однак задля подальшого впровадження потрібно з'ясувати ряд технічних і правових питань.

Впровадження блокчейн-технологій в бізнесі суттєво змінюють методи контролю та управління. Така модернізація промисловості приносить користь як власникам так і споживачам. Наразі на перехідному етапі виробництво пов'язане з блокчейном може стати значимою перевагою в конкурентній боротьбі за клієнта, адже він отримує повний доступ до інформації стосовно товару. Інноваційні методи підвищують рівень безпеки у взаємовідносинах між покупцем та компанією шляхом маркування продукції особливим кодом, який записується в блокчейн. Таким чином клієнт може відслідкувати всю інформацію про бажаний товар. Це до того ж призведе до вирішення проблеми підробленої продукції та зростання довіри між суб'єктами ринкових відносин.

В 2017 році компанія IBM розробила та почала застосовувати платформу Food Trust засновану на технології блокчейну, за допомогою якої роздрібні торговці, логістичні компанії та виробники можуть відстежувати товари, коли вони рухаються по своєму ланцюжку поставок. Такі компанії як Walmart, Nestle, Tyson Foods, Raw Seafoods продуктові магазини Carrefour та

Albertsons та інші вже впровадили дану технологію в свої бізнес-процеси [40].

Франк Яннас (Frank Jannas), віце-президент Walmart, який відповідає за безпеку продовольчих товарів, якими торгує ця мережа магазинів, говорить, що проблеми у безпеці продукції виникають регулярно, по кілька разів на рік. За його словами в 2006 році п'ять осіб померли і 205 захворіли через зараження хвороботворними бактеріями партії шпинату, вирощеного в центральній Каліфорнії. У березні 2018 року в США на полиці магазинів мережі потрапило 4050 фунтів курячих сосисок, випущених під чужим брендом, до того ж у складі цієї продукції було виявлено невідомий алерген. У таких випадках керівникам доводиться швидко реагувати й зазвичай знімати з продажу всі продукти конкретної категорії. Щоб перевірити походження партії товару, звичайним шляхом потребується як мінімум тиждень, адже в сучасному глобалізованому світі ланцюги поставок надзвичайно складні. Блокчейн-система дозволяє зробити те ж саме за секунди. Таким чином можна зменшити кількість захворювань пов'язаних з харчовими продуктами. Так як всі в ланцюгу поставок мають доступ до всієї інформації в системі, за ситуації коли у одного виробника є певна проблема, усі, кому він продає даний товар, зможуть про це дізнатись і швидко все виправити.

До платформи підключаються постачальники і виробники різної величини. Зараз немає єдиної системи, яка б наскрізним чином зберігала всю інформацію про всю продукцію. Сімейні господарства взагалі ведуть звітність на папері. Блокчейн-платформа штовхає прогрес і стає таким об'єднуючою базою, де можна зберігати не тільки номер конкретної упаковки, але також дані про всі маніпуляції з товаром, детальну інформацію про використовуваний добрива і корми. Контроль починається ще на фермі або садовій ділянці: зібравши урожай, фермер вносить всі відомості про нього в додаток на смартфоні. Потім вони виявляються в децентралізованому розподіленому реєстрі. Таким чином, можна точно знати, де і коли було вирощено ту чи інше яблуко і чим годували курку [11].

Норвезький виробник вирощеного на фермі лосося Kvarøy Arctic поповнив ряди компаній в 2020 році, що приєдналися до IBM Food Trust. Тепер компанія буде використовувати блокчейн для надання споживачам докладної інформації про походження своєї продукції. За допомогою QR-коду клієнти Kvarøy Arctic зможуть отримати доступ до повної інформації і зображень, деталізуючи умови виробництва лосося, включаючи терміни росту риби і інформацію

про маршрут поставок товарів від ферми до супермаркету. Виробник лосося також працює з постачальником кормів BioMag, щоб додати в проект дані його ланцюжка поставок. Kvaegou Arctic повідомляє про різке збільшення попиту на свіжі морепродукти в Сполучених Штатах за перший квартал 2020 року - поставки перевищують очікуваний обсяг в два рази [16].

Користувачі блокчейну IBM можуть вирішити, яким чином вони хочуть, щоб постачальники завантажували інформацію до системи. У більшості випадків цим займається хтось, хто заповнює електронну таблицю, коли щось реєструє.

Однак навіть коли компанії погодилися використовувати послугу блокчейну, немає гарантій того, що працівники всіх підприємств у ланцюжку поставок компанії будуть використовувати її за призначенням. Це величезний виклик для компаній, щоб забезпечити правильне завантаження даних у блокчейн. Для ідеального функціонування навіть маленький фермер, який не має ІТ-інфраструктури, повинен теж надсилати інформацію. Тому наразі кожна організація все ще перебуває на етапі впровадження та розвитку блокчейну.

Отже, концепція контролю та управління бізнесу суттєво змінюється через блокчейн-революцію. Компанії починають використовувати системи на базі розподіленого реєстру, котрі надають споживачам повну детальну інформацію про створення, доставку та зберігання продукції та допомагають керівникам аналізувати стан речей та діяти в незвичайних ситуаціях.

Технологія блокчейну стрімко розвивається по всьому світу і Україна не є виключенням. Важливим гравцем у сфері блокчейн-технологій в Україні є БАУ (Асоціація «Блокчейн України») – некомерційна організація, створена в 2018 році задля поширення та сприяння інтеграції технології блокчейн в економіку України. Їхніми основними завданнями є [2]:

- створення закону про віртуальні валюти та розподілений реєстр (блокчейн);
- підвищення обізнаності громадськості та розширення доступу до технологій;
- допомога у впровадженні та розвитку блокчейн-технологій;
- представництво України на міжнародній арені та розбудова стратегічного партнерства з професійними гравцями.

Членами БАУ можуть бути будь-які суб'єкти господарювання, господарські та громадські об'єднання, сфера діяльності яких пов'язана з блокчейном. Для вступу в «Блокчейн Асоціацію України» потрібно заповнити анкету учасника, надати виписку з єдиного державного реєстру, копію статуту, підписати договір [2].

Однією з основних сфер в Україні пов'язаних з блокчейном є ринок криптовалют. За дослідженнями компанії Chainalysis Україна є лідером по кількості активних користувачів криптовалют. Це впливає з дослідження, в якому аналізуються: вартість цифрових активів на душу населення, залишки на онлайн-гаманцях, об'єм роздрібних та peer-to-peer транзакцій [17].

Міністерство цифрової трансформації України пов'язує високі показники з великою кількістю розробників в країні, високим рівнем обізнаності про цифрові технології, а також зі значною кількістю підприємців, що працюють на міжнародних маркетплейсах, де віртуальні активи використовуються для розрахунків. Віртуальні активи стають більш зручними і привабливими для інвестицій, ніж місцевий фондовий ринок і нерухомість [17].

Розвиток сфери постійно введеться. Так 22 листопада 2020 року в Києві було підписано протокол про створення громадського союзу «Віртуальні активи України». Засновниками виступають Blockchain4Ukraine, юридичні компанії Arzinger і Juscutum, і світова криптовалютна біржа Binance. Їх метою є підтримка і розвиток ринку віртуальних активів в Україні і його інтеграція в світовий криптовалютний ринок [17].

Окрім криптовалют, Україна стрімко впроваджує інші блокчейн-технології. В Україні використання блокчейну активно почалося в останні кілька років. За даними БАУ, у 2017 році було засновано 32% усіх компаній, які застосовують технологію. Більшість засновників український блокчейн-компаній прийшли до сфери з програмування та розробки (38%); фінансів, інвестицій та трейдингу (38%); криптографії (32%); маркетингу та реклами (12%).

Компанії беруть активну участь в усіх галузях життя українців – фінансові технології, маркетинг, розробка, державні рішення. До прикладу, у жовтні 2017 року із використанням блокчейну було реалізовано оновлену версію інформаційної системи державного земельного кадастру [1].

Також значну долю української економіки займає аграрне виробництво. І саме застосування блокчейн-технологій гарно модернізують даний процес. Використання цифрових документів (договорів купівлі-продажу, сертифікатів і т. д.) і автоматичного групування та порівняння даних дало можливість уникнути дублювання завдань і ручних перевірок. Оскільки тривалий паперовий процес замінює цифрова транзакція, час, що витрачається на обробку документів і даних, скорочується в рази. Серед інших переваг: можливість від-

стеження прогресу операції в реальному часі, перевірки даних, зниження ризику шахрайства. В кінці січня 2018 року один з лідерів-експортерів зернових культур України - компанія Louis Dreyfus Group – і китайська компанія Shandong Bohi Industry уклали угоду з використанням блокчейн-технології, що можна вважати великим кроком вперед. За словами директора «Louis Dreyfus Group» – «В майбутньому компанії вже не будуть боятися співпрацювати з якоюсь юридичною особою, про який вони спочатку нічого не знають і змушені шукати інформацію по крихтах. Можна буде попросити потенційного партнера відкрити історію його бізнесу, збережену в блокчейні. Навіть не потрібно бачити деталі угод (кому, скільки, коли). По отриманню ключа доступу можна побачити, наскільки швидко компанія надає необхідні документи, наскільки швидко виконувалися контракти і т. д. Якщо немає ніяких похибок, варто спокійно переходити до торгівлі» [4]. До того ж технологія може дати змогу споживачам прозоро відстежувати походження кожного продукту та умов його зберігання, що значною мірою підвищить безпеку клієнтів та зміцнить довіру з виробником і зможе виступати гарною перевагою на конкурентному ринку.

В українському бізнесу та владі дійсно варто звернути увагу на впровадження блокчейну, адже це може бути гарним способом подолання корупції. Механізм прозорий і децентралізований, третіх осіб немає, тому й корупція не є можливою в таких умовах.

Однак для використання блокчейн-технології в повній мірі потрібно переформатувати роботу більшості українських підприємств, компаній та державних установ, на що може піти не мало часу. Адже коли у одних є можливість роботи з електронними документами, а інші продовжують працювати з факсами, роздруковують, підписують документи по-старому, процес роботи блокчейн-платформи не буде таким швидким.

Отже, розвиток технології блокчейну в Україні є досить стрімким. Найпопулярнішим є сектор криптовалют, однак розробки та експерименти ведуться у різних галузях, зокрема в аграрному виробництві.

Блокчейн – одна з основних технологій майбутнього на порозі якого ми стоїмо прямо зараз. Розробка виникла не так давно, однак вже зараз встигла стати відомою й популярною по всьому світу. Технологія стрімко розвивається та впроваджується у різних сферах людської діяльності. І цей процес буде продовжуватись й в подальшому. Впровадження технології

блокчейн буде найбільш ефективно в сферах, де задіяна велика кількість учасників і потрібно мінімум посередників. В період четвертої промислової революції, будуть створенні нові технології шляхом по'єднання блокчейну та штучного інтелекту, роботів, інтернету речей та інших інноваційних розробок задля автоматизації вже існуючих процесів та впровадження суттєво нових.

Одним із прикладів таких проектів є «квантовий блокчейн». Так, на початку літа 2017 року Російський квантовий центр заявив про створення «квантового блокчейна», який являє собою розподілену мережу, захищену вже методами квантової криптографії, тобто заснованої не на математичних алгоритмах, а на принципах квантової фізики, що істотно зменшить можливість злому [21].

Об'єми використання основної блокчейн-технології – криптовалют – зростають. Рівень довіри не є високим, але це притаманно новим технологіям. Однак прихильники й оптимісти також є. Так в листопаді 2020 року керуючий директор одного з найбільших світових банків Citibank порівняв біткоїн з золотом та висловив свої сподівання, що криптовалюта може зрости в ціні до 300 000 доларів США до кінця 2021 року [6].

Наразі переважна частина криптовалютних транзакції пов'язанні саме з трейдингом та біржовою діяльністю. Однак якщо люди масово перейдуть на новий вид фінансів, відбудуться серйозні зміни: платежі різко подешевшають – використання криптовалют позбавить людей від необхідності платити комісії платіжних систем. За повного переходу на криптовалюту – фінансові операції стануть повністю прозорими. Як наслідок пропаде необхідність в таких організаціях, як, наприклад, податкова служба. Податки кожної конкретної фізичної особи та організації, стануть абсолютно прозорими – розрахувати їх можна буде абсолютно точно і автоматично. Натомість платники податків зможуть чітко прослідкувати як витрачаються їхні кошти.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отже, передбачається, що технологія блокчейн буде продовжувати розвиватись, а компанії будуть інвестувати достатньо коштів задля розробки й впровадження технологій. Системи розподільного реєстру дійсно мають гарні перспективи. Виробники, що використовуватимуть блокчейн в промисловості та люди, котрі будуть користуватись різноманітними блокчейн-технологіями отримують велику кількість переваг. Це й підкріплює оптимістичні очікування від даної технології.

Список використаних джерел:

1. Блокчейн Асоціація України. Огляд блокчейн індустрії в Україні. URL: <https://www.slideshare.net/Blockchainukraine/overview-of-the-blockchain-industry-in-ukraine-145456836?fbclid=IwAR2oawB P1GeGagq4gU6e35pLtlj02SswHEfeNqs7M0DTBGCMAlcVer1jg3A>.
2. Блокчейн асоціація України. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Блокчейн_асоціація_України.
3. Блокчейн для бизнеса / Уильям Могайар; предисл. Виталика Бутериной; [пер. с англ. Д. Шалаевой]. Москва : Издательство «Эксмо», 2018. 224 с.
4. Блокчейн: революция в агросекторе или авантюра? URL: <https://latifundist.com/cards/27-blokchejn-revoljutsiya-v-agro-sektore-ili-avantjura>.
5. Блокчейн-революція. Як технологія, що лежить в основі біткоїна та інших криптовалют змінює світ / Дон Тапскотт, Алекс Тапскотт; [пер. з англ. Г. Лелів, Ю. Григоренко]. Львів : Літопис, 2019. 488 с.
6. В Citibank назвали биткойн цифровым золотом XXI века. URL: <https://forklog.com/v-citibank-nazvali-bitkoin-tsifrovym-zolotom-xxi-veka>.
7. В Мінцифри працюють над легалізацією блокчейну. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2020/07/14/662909>.
8. Застосування блокчейн-технології в електронному урядуванні. URL: <https://relint.vnu.edu.ua/index.php/relint/article/view/132/117>.
9. Защита от краха банковской системы: чем биткойн лучше счета в банке. URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/340301-chem-bitkoin-luchshe-deneg-na-bankovskom-schete>.
10. Індустріальна революція 4.0. URL: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pdf/industry-4-0-pwc.pdf>.
11. Інформаційні технології. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3586596>.
12. Как технология блокчейн может повлиять на банковскую индустрию. URL: <https://academy.binance.com/ru/articles/how-blockchain-technology-will-impact-the-banking-industry#what-are-the-main-benefits-of-blockchain-for-banking-and-finance>.
13. Как Эдвард Сноуден объяснял работу блокчейна своему адвокату. URL: <https://vctr.media/edward-snowden-about-blockchain-11063>.
14. Машина правды. Блокчейн и будущее человечества / Макйл Кейси, Пол Винья; [пер. с англ. М. Сухотина]. Москва : МИФ, 2018. 413 с.
15. Напрямки використання технології блокчейн в реальному бізнесі. URL: https://3commas.io/ru/blog/top-5-uspeshnykh-primerov-primeneniya-tehnologii-blokchejn-v-realnom-biznese#1_Использования_Blockchain_в_маркетинге.
16. Норвежский производитель лосося Kvarøy Arctic присоединился к блокчейн-платформе IBM Food Trust. URL: <https://bits.media/norvezhskiy-proizvoditel-lososya-kvar-y-arctic-prisoedinilsya-k-blokcheyn-platforme-ibm-food-trust>.
17. Общественный союз «Виртуальные активы Украины». URL: <https://forklog.com/blockchain4ukraine-i-binance-sozdali-obshhestvennyj-soyuz-virtualnye-aktivy-ukrainy>.
18. Полный гид по технологии блокчейн. URL: <https://101blockchains.com/ru/технология-блокчейн/>
19. Предприятия внедряющие блокчейн. URL: <https://101blockchains.com/ru/предприятия-внедряющие-блокчейн>.
20. Прозорість та безпека: що технологія блокчейн може дати економіці та праву. URL: <https://ua.interfax.com.ua/news/press-release/641996.html>.
21. Радюкова Я.Ю., Колесниченко Е.А., Епифанова С.О. Блокчейн: перспективы развития и проблемы внедрения. *Известия Юго-Западного государственного университета*. 2018. Т. 22, № 3 (78). С. 120–127.
22. Розмір блокчейну. URL: <https://www.blockchain.com/charts/blocks-size>.
23. Сколько электроэнергии потребляет сеть блокчейна Bitcoin?. URL: <https://knowhow.pp.ua/bitcoin-energy-consumption>.
24. Технология Blockchain: что это и кому нужно. URL: <https://fb.ru/article/248921/tehnologiya-blockchain-cto-eto-i-komu-nujno>.
25. Украина и Россия вышли в лидеры глобального индекса принятия криптовалют от Chainalysis. URL: <https://forklog.com/ukraina-i-rossiya-vyshli-v-lidery-globalnogo-indekса-prinyatiya-kriptovalyut-ot-chainalysis>.
26. Федотова Вероника Вячеславовна, Емельянов Богдан Георгиевич, Типнер Людмила Михайловна. Понятие блокчейн и возможности его использования. *European science*. 2018. № 1 (33).
27. Что такое Блокчейн (Blockchain)? Технология распределенного реестра простыми словами. URL: <https://mining-cryptocurrency.ru/blockchain/#i>.
28. Що таке атака 51%. URL: <https://forklog.com/cto-takoe-ataka-51>.
29. Що таке розподілений реєстр? URL: <https://ru.ihodl.com/tutorials/2017-07-14/proof-work-vs-proof-stake-kak-izmenitsya-ethereum>.
30. Яцків Н. Г. Перспективи використання технології блокчейн у мережі інтернет речей. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.8. С. 381–387.
31. 41% финансовых организаций увеличат инвестиции в блокчейн в 2021 году. URL: <https://bits.media/deloitte-41-finansovykh-organizatsiy-velichat-v-blokcheyn-v-2021-godu>.

32. Bitcoin Energy Consumption Index. URL: <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>.
33. Deep Shift. Technology Tipping Points and Societal Impact. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf.
34. Disruptions: Betting on a Coin With No Realm. URL: <https://bits.blogs.nytimes.com/2013/12/22/disruptions-betting-on-bitcoin>.
35. How Blockchain Is Changing Finance. URL: <https://hbr.org/2017/03/how-blockchain-is-changing-finance>.
36. NVDA Stock Price. URL: <https://ru.tradingview.com/symbols/NASDAQ-NVDA>.
37. Robert Mellen. Critical review of "The Truth About Blockchain" / Harvard Business Review. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/critical-review-truth-blockchain-harvard-business-feb-robert-mellen>.
38. Satoshi Nakamoto. «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System». URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
39. Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap. URL: coinmarketcap.com.
40. Who is buying into IBM's blockchain dreams? URL: <https://www.protocol.com/ibm-blockchain-supply-produce-coffee>.

REFERENCES:

1. Blockchain Association of Ukraine. Review of the blockchain industry in Ukraine. Available at: <https://www.slideshare.net/Blockchainukraine/overview-of-the-blockchain-industry-in-ukraine-145456836?fbclid=IwAR2oawBP1GeGagq4gU6e35sLWGI>.
2. Blockchain Association of Ukraine. Available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Blockchain_Association_of_Ukraine.
3. Blockchain for Business / William Mogayar; prev. Vitalika Buterina; [trans. with English D. Shalaeva]. Moscow: Exmo Publishing House, 2018. 224 p.
4. Blockchain: revolution in the agricultural sector or adventure? Available at: <https://latifundist.com/cards/27-blokchejn-revoljutsiya-v-agrosektore-ili-avantjura>.
5. Blockchain revolution. How the technology underlying bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world / Don Tapscott, Alex Tapscott; [trans. from English G. Leliv, Y. Grigorenko]. Lviv: Litopys, 2019. 488 p.
6. Citibank called bitcoin the digital gold of the XXI century. Available at: <https://forklog.com/v-citi-bank-nazvali-bitkoin-tsifrovym-zolotom-xxi-veka>.
7. The Ministry of Finance is working on the legalization of cryptocurrencies and blockchain. URL: <https://www.jakda.com.ua/news/2020/07/14/662909/>
8. Application of blockchain technology in e-government. Available at: <https://relint.vnu.edu.ua/index.php/relint/article/view/132/117>.
9. Protection against the collapse of the banking system: than bitcoin is better than a bank account. Available at: <https://www.forbes.ru/tehnologii/340301-chem-bitkoin-luchshe-deneg-na-vashem-bankovskom-schete>.
10. Industrial Revolution 4.0. Available at: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pdf/industry-4-0-pwc.pdf>.
11. Information technologies. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/3586596>.
12. How blockchain technology can affect the banking industry. Available at: <https://academy.binance.com/ru/articles/how-blockchain-technology-will-impact-the-banking-industry#what-are-the-main-benefits-of-blockchain-for-banking-and-finance>.
13. How Edward Snowden explained the work of the blockchain to his lawyer. Available at: <https://vctr.media/edward-snowden-about-blockchain-11063>.
14. The machine of truth. Blockchain and the future of mankind / McCale Casey, Paul Vinha; [trans. with English M. Sukhotina]. Moskva: MIF, 2018. 413 p.
15. Directions of using blockchain technology in real business. Available at: https://3commas.io/ru/blog/top-5-uspeshnykh-primerov-primeneniya-tehnologii-blokchejn-v-realnom-biznese#1_Ispolzovaniya_Blockchain_v_marketinge.
16. Norwegian salmon producer Kvaroy Arctic has joined the IBM Food Trust blockchain platform. Available at: <https://bits.media/norvezhskiy-proizvoditel-lososya-kvar-y-arctic-prisoedinilsya-k-blokchejn-platforme-ibm-food-trust>.
17. Public Union "Virtual Assets of Ukraine". Available at: <https://forklog.com/blockchain4ukraine-i-binance-sozdali-obshhestvennyj-soyuz-virtualnye-aktivy-ukrainy>.
18. Full guide to blockchain technology. Available at: <https://101blockchains.com/ru/technology-blockchain>.
19. Enterprises implementing blockchain. Available at: <https://101blockchains.com/ru/enterprises-implementing-blockchain>.
20. Transparency and security: what blockchain technology can give to the economy and law. Available at: <https://ua.interfax.com.ua/news/press-release/641996.html>.

21. Radyukova Ya.Yu., Kolesnichenko E.A, Epifanova S.O. (2018) Blockchain: prospects for development and problems of implementation. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*. T. 22, no. 3 (78), pp. 120–127.
22. The size of the blockchain. Available at: <https://www.blockchain.com/charts/blocks-size>.
23. How much electricity does the Bitcoin blockchain network consume? Available at: <https://knowhow.pp.ua/bitcoin-energy-consumption>.
24. Blockchain technology: what it is and who needs it. Available at: <https://fb.ru/article/248921/tehnologiya-blockchain-chto-eto-i-komu-nujno>.
25. Ukraine and Russia became the leaders of the global index of acceptance of cryptocurrencies from Chainalysis. Available at: <https://forklog.com/ukraina-i-rossiya-vyshli-v-lidery-globalnogo-indek-sa-prinyatiya-kriptovalyut-ot-chainalysis>.
26. Fedotova V.V., Emelyanov B.G., Tipner L.M. (2018) The concept of blockchain and the possibility of its use. *European science*, no. 1 (33).
27. What is Blockchain? Distributed registry technology in simple words. Available at: <https://mining-cryptocurrency.ru/blockchain/#i>.
28. What is a 51% attack. Available at: <https://forklog.com/chto-takoe-ataka-51>.
29. What is a distributed registry? Available at: <https://ru.ihodl.com/tutorials/2017-07-14/proof-work-vs-proof-stake-kak-izmenitsya-ethereum>.
30. Yatskiv N.G. (2016) Prospects for the use of blockchain technology in the Internet of Things. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*, vol. 26.8, pp. 381–387.
31. 41% of financial institutions will increase investment in the blockchain in 2021. Available at: <https://bits.media/deloitte-41-finansovykh-organizatsiy-uvlechit-investitsii-v-blokcheyn-v-2021>.
32. Bitcoin Energy Consumption Index. Available at: <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>.
33. Deep Shift. Technology Tipping Points and Societal Impact. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf.
34. Disruptions: Betting on a Coin With No Realm. Available at: <https://bits.blogs.nytimes.com/2013/12/22/disruptions-betting-on-bitcoin>.
35. How Blockchain Is Changing Finance. Available at: <https://hbr.org/2017/03/how-blockchain-is-changing-finance>.
36. NVDA Stock Price. Available at: <https://ru.tradingview.com/symbols/NASDAQ-NVDA>.
37. Robert Mellen. Critical review of “The Truth About Blockchain” / Harvard Business Review. Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/critical-review-truth-blockchain-harvard-business-feb-robert-mellen>.
38. Satoshi Nakamoto. «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System». Available at: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
39. Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap. Available at: coinmarketcap.com.
40. Who is buying into IBM's blockchain dreams? Available at: <https://www.protocol.com/ibm-blockchain-supply-produce-coffee>.