

3. Hu Z., Luo L., Chen S. A novel deep learning model for detecting fraudulent cryptocurrency transactions. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. 2020. Vol. 15(11). P. 3200–3212.
4. Li Y., Zhang Y., Yu Y. A hybrid machine learning approach for detecting cryptocurrency money laundering. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. 2019. Vol. 14(12). P. 2882–2895.
5. Mukherjee S., Sharma S. K. A survey on machine learning techniques for cryptocurrency fraud detection. *In 2021 International Conference on Information Systems Security and Privacy*. 2021. Vol. 16(13). P. 1–9.
6. Okamoto T., Ohta S. Detecting money laundering in bitcoin transactions using machine learning. *In 2017 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*. 2017. P. 119–134.

УДК 004.6

## ЕВОЛЮЦІЯ БАЗ ДАНИХ ІЗ ПОЯВОЮ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ

*Я. В. Мишківська, В. М. Гончар*

*Анотація.* Ця стаття розглядає вплив технології блокчейн на бази даних, пояснює принципи її функціонування та аналізує, як вона змінює підхід до зберігання та обробки інформації. Зазначаються переваги та недоліки використання блокчейну в цьому контексті, а також надається огляд майбутніх перспектив використання цієї технології в базах даних.

*Ключові слова:* блокчейн, база даних, децентралізація.

Останніми роками технології блокчейн привертають увагу як наукової, так і практичної спільноти, починаючи від фінансового сектору і закінчуючи сферою медицини та громадської безпеки. Вони суттєво вплинули на еволюцію баз даних, створивши нові можливості та виклики. Стаття має на меті розглянути цей важливий розвиток у контексті баз даних та дослідити вплив технології блокчейн на розробку баз даних.

Бази даних є невід’ємним інструментом сучасного цифрового суспільства і відіграють важливу роль у зберіганні, обробці та доступі до великих обсягів інформації. Їх використовують у багатьох сферах, включно з бізнесом, наукою, медициною та навіть урядовою сферою. Лише вони дають змогу використовувати великий обсяг даних, здійснювати ефективний доступ до даних. Створення баз даних є досить цікавою та важливою частиною розвитку новітніх технологій, тому їх історія не менш цікава. Вона включає в себе численні етапи та відкриття, що створили ті бази даних, які ми маємо сьогодні. Нижче описана коротка історія баз даних:

1. Початок і поява реляційних баз даних (1960–1980-ті роки): перші спроби створення баз даних належать до середини 20 століття, коли комп’ютери тільки починали використовуватися для оптимізації бізнес-процесів та обробки даних. У той час інформація зазвичай зберігалася у формі текстових файлів або карток. Потім у 1960 році Едгар Кодд розробив реляційну модель даних, яка представляла дані у вигляді таблиць і визначала зв’язки між таблицями. Ця модель стала основою для побудови реляційних баз даних.

2. Поява SQL (1980-ті): структурована мова запитів SQL стала стандартом для доступу та управління реляційними базами даних. Це полегшує роботу з даними та робить їх більш доступними.

3. Комерційні СУБД (1980–1990-ті): з появою комерційних систем управління реляційними базами даних (СУБД), як-от Oracle, IBM DB2 та Microsoft SQL Server, надійність та ефективність обробки даних зросли.

4. Розподілені та об’єктно-орієнтовані бази даних (1990–2000-ті роки): з розвитком мережних технологій з’явилися розподілені бази даних, які можуть зберігати та обробляти дані на різних серверах. Поява об’єктно-орієнтованих баз даних пов’язана з потребою в більш гнучкій обробці складних структур даних.

5. «Big Data» та поява NoSQL (2010 – теперішній час): у 21 столітті збільшення обсягів даних і поява «великих даних» привели до розвитку баз даних NoSQL. Ці системи дають змогу ефективно зберігати та обробляти неструктуровані дані, як-от текст, зображення та відео; технології, як-от Hadoop, Mongo DB та Cassandra набули популярності в цьому контексті.

6. Від технології великих даних до блокчейну (сучасність): сучасна історія баз даних також пов’язана з розвитком технології блокчейн. Розпочавшись як розподілений реєстр для крипто-

валютних транзакцій, блокчейн став основою для побудови розподілених систем зберігання даних і безпечних транзакцій.

Щороку обсяг генерування даних зростає, тому для оптимізації цих процесів потрібні нові рішення. Одним із найкращих таких рішень стало використання блокчейн-технології. Ця технологія з'явилася у досить цікавий спосіб: у 2008–2010 роках анонімний автор, який приховує свою особу під ім'ям Сатоші Накамото, опублікував Білу книгу «Біткоїн: однорангова електронна Касова система». У документі містилася ідея нового виду Електронної валютної системи, в якій транзакції здійснюються безпосередньо між користувачами, минаючи посередників. Ця ідея заклала основу для біткоїнів. Сатоші Накамото разом з іншими розробниками реалізував перший біткоїн-клієнт і виготовив перший блок біткоїна, відомий як «блок генезису», у січні 2009 року. Це позначило початок біткоїна як першої криптовалюти і застосування технології блокчейн. Сатоші Накамото разом з іншими розробниками впровадив перший Біткоїн-клієнт і створив перший Біткоїн-блок, відомий як «Genesis block», у 2009 році. Це поклало початок біткоїнам як першій криптовалюти і використання технології блокчейн.

Спочатку технологія була створена лише для криптовалют, згодом набула широкого застосування у сфері обробки даних завдяки своїй безпеці та надійності. Це привело до позитивних змін у базах даних. Блокчейн – це база цифрових даних, що складається з шифрованих блоків, взаємопов'язаних між собою, які створюються та захищаються за допомогою складних математичних завдань [1]. Основним елементом є ланцюжок блоків, кожен з яких містить список послідовних транзакцій. Усі записи зберігаються у вигляді ланцюжка послідовних блоків, пов'язаних між собою спеціальним ключем. Кожен новий блок містить інформацію про попередній блок. Нижче наведено на рис. 1 загальну структуру та організацію блоків, де хеш – функція, яка перероблює вхідні дані будь-якого розміру у дані «фіксованого розміру»:

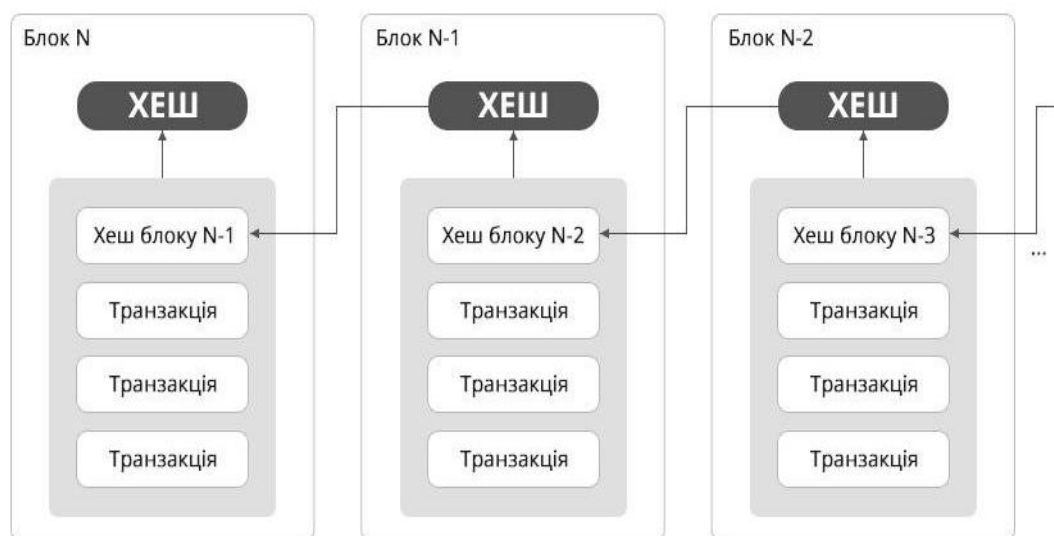


Рис. 1. Загальна структура та організація блоків [2]

У блокчейні існує кілька різних алгоритмів, які використовуються для досягнення цілей безпеки, консенсусу та децентралізації. Ось деякі з найбільш відомих алгоритмів технології блокчейн:

1. Proof of Work (PoW). Суть: майнери (комп'ютери) вирішують складні обчислювальні завдання, які вимагають великої обчислювальної потужності. Принцип роботи: перший майнер, який успішно розв'язує завдання, отримує право створити новий блок і додати його до ланцюжка. Рішення задачі вимагає великої кількості обчислень (еквівалентних «proof of work»). Приклад: Біткоїн використовує PoW для досягнення консенсусу.

2. Proof of Stake (PoS). Суть: майнер вирішує обчислювальні завдання та вносить криптовалютні монети в якості застави. Принцип роботи: шанс створити новий блок залежить від кількості монет, які майнер вніс у заставу (їх ваги). Чим більше монет у заставі, тим більше шансів отримати право створити блок.

3. Delegated Proof of Stake (DPoS). Суть: це модифікація PoS, де не всі майнери мають право генерувати блоки. Принцип роботи: власники монет голосують за представників (майнерів), які матимуть право створювати блоки. Зазвичай лише обмежена кількість майнерів має це право. Приклад: BitShares і EOS використовують DPoS.

4. Proof of Authority (PoA). Суть: у цьому алгоритмі право створювати нові блоки надається авторитетним учасникам мережі. Принцип роботи: визначені ідентифіковані суб'єкти мають право створювати блоки, і ця система базується на довірі до цих суб'єктів. Приклад: Private Ethereum Chains і Clique PoA є прикладами PoA.

5. Proof of Space (PoSpace). Суть: у PoSpace ресурсом для створення нових блоків є простір на диску комп'ютера, а не обчислювальна потужність. Принцип роботи: майнери витрачають дисковий простір на зберігання спеціальних даних, які відповідають за доказ обчислення. Приклад: Chia є однією з перших криптовалют, яка використовує PoSpace.

Ці блокчейн-алгоритми використовуються для забезпечення мережевої безпеки, досягнення консенсусу між учасниками і забезпечення децентралізації. Кожен з них має свої переваги і недоліки, і вибір алгоритму може залежати від конкретних потреб і цілей блокчейн-мережі. Варто зазначити, що блокчейн – це не просто база даних, а своєрідний цифровий журнал, що містить інформацію про транзакції. Використання цієї технології вплинуло на еволюцію баз даних. Основні зміни перераховані нижче.

- Децентралізація. Змінився підхід до зберігання даних: реплікація інформації між кількома мережевими вузлами замість централізованого сервера бази даних. Завдяки цьому система стала менш вразливою до збоїв сервера та підвищує доступність даних.

- Безпека. Захист гарантується криптографією та хешуванням. Усе більшим захистом є те, що транзакції пов'язані між собою.

- Зменшення посередників. Неможливо передати змінену інформацію, не змінивши весь ланцюг.

Загалом через впровадження цієї технології відбулися позитивні зміни. Попри потужність технології, існують певні обмеження, які слід враховувати під час реалізації проєктів. Вивчення цих аспектів допоможе зрозуміти, які вдосконалення необхідно додати в цю технологію. Варто звернути увагу на такі аспекти:

- Масштабованість. Головний виклик полягає у масштабованості блокчейн-мереж. Хоча традиційні бази даних можуть обробляти значний обсяг даних, швидкість транзакцій блокчейну може обмежувати його застосування у сферах, які вимагають високої пропускну здатності.

- Енергоефективність. Процес майнінгу та підтримки блокчейн-мереж зазвичай вимагає великих енергетичних ресурсів. Із погляду екології та вартості витрат це буде проблематично.

- Конфіденційність даних. Попри те, що блокчейн гарантує високий рівень захисту даних, він також відомий своєю відкритістю та прозорістю. Тому він може не підходити для деяких галузей, які повинні дотримуватися правил конфіденційності даних.

- Транзакційні витрати. Виконання транзакцій на блокчейні може бути затратним, порівняно з традиційними методами зберігання даних, особливо якщо існує велика кількість мікро-транзакцій.

- Правові та регуляторні питання. Законодавчі вимоги до використання блокчейну, як-от достовірність даних і смарт-контракти, відрізняються в різних країнах.

- Складність розробки та обслуговування: розробка та обслуговування блокчейн-додатків вимагає небанальних навичок і ресурсів, що може ускладнити впровадження реалізацію.

Усі ці виклики та обмеження не заперечують потенціалу технології блокчейн у базах даних, але демонструють важливість вибору правильних сценаріїв використання та розробки відповідних стратегій для їх подолання. Наприклад, розробники працюють над різними протоколами для підвищення масштабованості та ефективності мереж блокчейн, а також розглядаються рішення для забезпечення конфіденційності даних.

Однак за умови правильного розуміння та ретельного врахування цих моментів потенціал блокчейну в сучасних базах даних може бути значно розширений. Далі розглянемо використання у різних галузях:

- Фінансовий сектор. Більшість банків використовують блокчейн для реалізації безпечних та швидких міжнародних платежів. Наприклад, проєкт Ripple використовує блокчейн для миттєвих та дешевих грошових переказів.

- Логістика та ланцюги поставок. Індустрія логістики та ланцюгів поставок використовує блокчейн для відстеження товарів від виробника до споживача. Великі логістичні компанії, як-от Maersk та IBM, впровадили блокчейн для оптимізації своїх логістичних процесів.

- Медицина та охорона здоров'я. Блокчейн може гарантувати безпеку та точність медичних даних. Пацієнти можуть контролювати доступ до своєї медичної інформації, а медичні організації можуть легко обмінюватися даними для діагностики та лікування.

- Адміністративні послуги. Держоргани можуть використовувати блокчейн для зберігання та подання різних документів: державні акти, витяги [3].

- Голосування та вибори. Деякі країни вивчають можливості використання блокчейну для проведення безпечних і швидких виборів, гарантування чесності процесу та відсутності фальсифікацій.

- Музична індустрія. Блокчейн використовується для чесного розподілу винагород музикантам і авторам пісень за їхню працю. Проєкти, що використовують цей метод, допомагають уникнути піратства та контрафакту.

Технологія блокчейн – одна з найбільш інноваційних та перспективних галузей в індустрії баз даних. Існує ще багато застосувань і можливостей, які потрібно розробити, і деякі прогнози та перспективи представлені тут:

- Розширення сектору інтернету речей (IoT): очікується, що блокчейн стане ключовою технологією безпеки та автентифікації в мережах IoT. Це уможливить створення масштабних мереж IoT із безпечним обміном даними.

- Глобальна реєстрація та ідентифікація: блокчейн може стати основою глобальної системи реєстрації людей, майна та інших важливих даних, спрощуючи обмін між країнами та органами влади.

- Широке використання в державних установах: багато урядів в усьому світі вивчають можливість використання блокчейну для зберігання даних і підвищення прозорості та ефективності адміністративних процесів.

Загалом майбутнє блокчейну в базах даних містить багато можливостей для підвищення безпеки, доступності та ефективності обробки даних у різних галузях. Україна перебуває на етапі активного дослідження та впровадження технології блокчейн у різні аспекти своєї діяльності. Технологія блокчейн в Україні все ще перебуває на стадії розвитку та експериментів, і цей процес може стати динамічним у майбутньому. Технологія продовжує розвиватися і може мати значний вплив на майбутнє цифрового світу. Поки використання блокчейн в Україні набирає популярності. Наприклад, Національний банк України вивчає можливість використання блокчейну для цифрових грошей і валюти. Також блокчейн допоможе підвищити ефективність державних послуг в Україні, особливо системи державних послуг «Дія». Технологія може зробити процес обробки документів та взаємодії з державними органами більш прозорим і швидким. Українські медичні організації також вивчають потенціал блокчейну для зберігання та обміну медичними даними, забезпечення безпеки та конфіденційності інформації про пацієнтів. Усі ці приклади демонструють позитивне використання технології блокчейн в Україні та її потенціал для покращення різних секторів.

Отже, блокчейн забезпечує виняткову надійність, незмінність і прозорість зберігання даних і став важливим інструментом у фінансовому секторі, ланцюгах поставок, охороні здоров'я та інших галузях. Завдяки блокчейну ми можемо розраховувати на подальший розвиток сучасних баз даних та підвищення їх надійності. Існують безмежні можливості для дослідження та впровадження цієї інноваційної технології, яка обіцяє трансформувати спосіб розпізнавання та використання даних у майбутньому.

*Abstract.* This article examines the impact of blockchain technology on databases, explains the principles of its functioning, and analyzes how it changes the approach to storing and processing information. The advantages and disad-

vantages of using blockchain in this context are noted, and an overview of the future prospects for utilizing this technology in databases is provided.

*Keywords:* blockchain, database, decentralization.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Що таке блокчейн. URL: <https://info.nic.ua/uk/blog-uk/blockchain-4/> (дата звернення: 02.10.2023).
2. Тестування блокчейн технологій. URL: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/testing-blockchain-technologies/> (дата звернення: 05.10.2023).
3. Впровадження блокчейн у бази даних. URL: <https://avada-media.ua/ua/services/vnedreniye-blokcheyn-v-bazy-dannykh/> (дата звернення: 09.10.2023).

УДК 004.031

## ВИКОРИСТАННЯ БАЗ ДАНИХ У МЕДИЦИНІ

*М. С. Назаренко, І. О. Сенік*

*Анотація.* У цій публікації досліджено роль та значення баз даних (БД) у сфері медицини, досліджено функції БД у збереженні, організації та доступі до інформації. Наведені переваги БД над традиційними паперовими методами. Розглянуті різні типи БД та їх застосування в медицині, зокрема в медичних процесах, діагностиці та наукових дослідженнях.

*Ключові слова:* медичні бази даних, база даних доказової медицини, система електронних медичних карток, реляційні бази даних.

Сучасна медицина зазнала значних змін зі впровадженням інформаційних технологій. Одним із ключових елементів цих змін є використання баз даних. Бази даних у медицині стали важливим аспектом забезпечення якості досліджень, моніторингу та аналізу (або ведення пацієнтів). Бази даних важливі для формування сучасної медицини. Це дасть змогу швидко і зручно вводити та зберігати конфіденційні дані пацієнта, а також усю необхідну інформацію, включно з медичними оглядами та дослідженнями. Ці та інші дані допомагають стежити за станом пацієнта, своєчасно вивчати й аналізувати отримані результати, що є невід'ємною частиною ефективною повсякденної роботи медичних працівників.

Основні функції баз даних у медицині.

1. Однією з основних функцій баз даних у медичній сфері є зберігання інформації. За допомогою БД із великим обсягом даних (Big Data) усі учасники медичної сфери – лікарі, дослідники, аспіранти, доктори наук – мають можливість зручно, безпечно та у будь-який час зберігати інформацію про пацієнтів, їхню медичну історію, результати всіх обстежень і дослідів та інші важливі знання.

2. БД також є корисними для вчених та лікарів у проведенні аналізу медичних даних, для виявлення патернів, певних ризиків або ж ефективності назначеного способу лікування. Завдяки великій сукупності наявних даних у різних базах є змога швидше та точніше проводити вибірку серед проведених досліджень і аналізувати їх.

3. Використання баз даних у медицині включає моніторинг за станом здоров'я населення. Є безліч систем, які, аналізуючи дані, що надходять із різних регіональних центрів здоров'я, допомагають вчасно зреагувати на епідеміологічні загрози та розробити громадські системи профілактики, здобувши контроль над ними до початку епідемій / пандемій.

4. Зі введенням у сучасну медицину баз даних медичним фахівцям стало легше отримати доступ до інформації про ефективні методи лікування та ліки, які найбільш підходять для конкретного пацієнта. Із ними планування лікування та призначення направлення для пацієнтів стало швидшим і результативнішим.

5. Внаслідок підключення баз даних до різних медичних установ з'явився шанс забезпечити краще управління ресурсами (медичний персонал, медичне обладнання, ліки, рецепти). Завдяки автоматизації запису всіх необхідних даних оптимізуються пов'язані з цим процеси керування.

6. Варто також зазначити, що з використанням БД є можливість у будь-якому форматі та в будь-який спосіб обмінюватися медичною інформацією. Електронна медицина дає змогу своє-