

Голубець Богдан Віталійович

студент

Інституту прикладного системного аналізу

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

***Анотація.** У статті розглянуті принципи роботи систем електронних медичних записів та переваг які може надати технологія блокчейн таким системам.*

***Ключові слова:** блокчейн, безпека та конфіденційність даних, електронне здоров'я, електронні медичні записи.*

Цифрова медицина стала популярною у повсякденній практиці медицини. Вона може сприяти покращенню результатів здоров'я пацієнтів, підтримувати координацію медичної допомоги та покращувати комунікацію з меншими витратами. Хоча цифрова медицина має потенціал для кращої практики для пацієнтів, ми повинні розглянути питання безпеки. Втручання в дані та видавання себе за інших є важливими ризиками для безпеки цифрової медицини та клінічних випробувань. Прийняття рішень у медичній практиці повинно базуватися на точній інформації про пацієнта. Надійність даних порушується, якщо для атаки на систему використовуються втручання та видавання себе за іншу особу. Зовнішні кібератаки, включаючи атаки-програм-вимагателів, які призводять до компрометації медичних карток, є величезною

загрозою для сектору охорони здоров'я. Порухення даних може призвести до порушення конфіденційності, збентеження, а також до шахрайства та викрадення медичних даних.

Одним із найбільш поширених ІТ- продуктів цифрової медицини на даний момент є електронні системи обліку здоров'я, у яких ведуться електронні медичні записи. Електронні медичні записи є комп'ютерною програмою, яка використовується для зберігання даних пацієнтів в структурованому вигляді. ЕHR може обмінюватися медичною інформацією між усіма уповноваженими сторонами, які беруть участь у догляді за пацієнтом: лікарями, лабораторіями, аптеками, пунктами надання невідкладної допомоги, будинками догляду за людьми похилого віку, державними реєстрами та самими пацієнтами.

Розглянемо робочий процес електронної системи медичних засобів за ролями користувачів у системі [1].

- **Пацієнт.** Пацієнт хоче звернутися до лікаря. По-перше, йому необхідно зареєструватися в клініці. Там пацієнт вводить свої дані, включаючи історію хвороби, алергію, проведене лікування, а також платіжні реквізити. Після реєстрації пацієнт отримує акаунт на порталі пацієнта, де він зможе переглянути підсумок відвідувань, попросити зустрічі тощо.
- **Фронт-офіс.** Адміністратор записує на прийом пацієнта у централізованому модулі планування. Система автоматично враховує робочий процес кожного лікаря та розподіляє черги пацієнтів з урахуванням кількох джерел: онлайн-планування, стійки реєстрації та приймальні.
- **Лікар.** Лікаря повідомляють про майбутню зустріч. Він може отримати доступ до демографічних даних пацієнта, історії хвороби та симптомів у

діаграмі пацієнта. Після консультації, реальної чи віртуальної, лікар вносить клінічну записку про відвідування в систему EHR, включаючи діагнози, рецепти та подальші інструкції. Пізніше медсестра, терапевт або інший лікар може переглянути записку для проведення необхідних процедур.

- **Аптека.** Рецепт передається в аптеку для замовлення ліків. Потім пацієнт може забрати їх в аптеці, безпосередньо скорочуючи час очікування.
- **Фінансовий відділ.** На підставі візиту фінансовий відділ використовує модуль виставлення рахунків для формування рахунку-фактури для пацієнта.
- **Страхова компанія.** Платіжний модуль EHR готує страховий випадок. Спочатку він перевіряє його на наявність помилок у розрахунковому центрі, переформатує вимогу відповідно до стандартів страховика, а потім направляє вимогу страховику для покриття витрат.
- **Лабораторії.** Лікар може направляти прямі лабораторні запити на отримання результатів пацієнта для огляду.

Після зустрічі пацієнт може звернутися до ряду інших лікарів або спеціалістів для подальшого аналізу та лікування. Кожне відвідування створить власний запис в окремій системі EHR цього лікаря. Якщо ці системи не комунікують між собою, дані пацієнта залишаються фрагментованими у багатьох системах збору даних. Це може викликати безліч проблем з точки зору цілісності та сумісності даних пацієнта.

Отже розглянувши робочий процес системи електронних медичних записів ми бачимо 2 основні проблеми у сучасних системах. Перша проблема – це безпека та цілісність даних, зловмисники можуть втрутитись у систему та підмінити або викрасти дані про пацієнта. Друга проблема – це сумісність

різних систем електронних медичних записів, при зверненні до установи з новою системою – пацієнту кожного разу необхідно знову розголошувати свої особисті дані, також він може щось пропустити і матиме багато подібних профілів з неповною інформацією.

Отже вирішити описані вище проблеми нам допоможе технологія блокчейн, далі ми розглянемо її особливості та як саме вона може трансформувати системи електронних медичних записів.

По суті, блокчейн - це однорангова мережа, яка знаходиться на вершині Інтернету [2], яка була введена в 2008 році як частина пропозиції щодо біткойнів [3]. Блокчейн - це загальнодоступне сховище даних, що складається з послідовності блоків і містить повну історію записів транзакцій, що відбулися в мережі. Блок складається по суті із заголовка та тіла. Заголовок кожного блоку містить хеш попереднього блоку. Отже, блоки утворюють ланцюжок або зв'язаний список, де кожна структура блоків базується на попередній.

Заголовки блоків також містять тимчасову мітку, яка вказує час, коли блок був опублікований, довільне число, яке майнери часто змінюють, щоб отримати певне значення хеш - функції, щоб вирішити математичну головоломку і дерево Меркле, що істотно зменшує трудоемність, необхідну для перевірки транзакцій всередині блоку.

Транзакцію блокчейну можна визначити як невелику одиницю завдання, яка зберігається у загальнодоступних блоках. Кожна транзакція перевіряється консенсусом більшості учасників системи. Таким чином, захист від несанкціонованого доступу забезпечується після упаковки транзакцій у блокчейн. Що стосується незмінності блокчейну, одна і та ж копія ланцюга відтворюється, розміщується та підтримується усіма учасниками [2].

Незалежно від типу блокчейну, бізнес-логіка кодується за допомогою розумних контрактів - коду на фреймворці блокчейну, що забезпечує пряму

обробку. Вбудовані в блокчейн смарт-контракти стають постійно захищеними від фальсифікації, оскільки ніхто не може змінити завдяки автоматизованим можливостям, коли правила виконуються на всіх етапах.

Серед важливих особливостей блокчейн - децентралізація, блокчейн стає доступним для всіх учасників, рішення щодо додавання нового блоку приймається усіма учасниками, тому в блокчейн практично неможливо втрутитись. Надаючи всім вузлам копію блокчейн, його неможливо змінити.

В зв'язку з розвитком галузі електронних даних, пов'язаних зі здоров'ям, та правил щодо захисту конфіденційності даних пацієнтів, блокчейн відкриває нам нові можливості для управління даними про здоров'я, а також для зручності пацієнтів у доступі та передачі своїх даних про здоров'я [4]. Забезпечення даних, зберігання, транзакції та управління їх плавною інтеграцією надзвичайно цінні для будь-якої організації, керованої даними, особливо в галузі охорони здоров'я, де технологія блокчейн може вирішити ці найважливіші проблеми надійним та ефективним способом. Розглянемо робочий процес системи електронних медичних записів, яка працює на основі блокчейну, який зображений на рисунку 1.



Рис. 1. Робочий процес систем електронних медичних записів на основі блокчейну

- **Крок 1:** Первинні дані генеруються взаємодією між пацієнтом та його лікарями та спеціалістами. Ці дані складаються з історії хвороби, поточної проблеми та іншої фізіологічної інформації.
- **Крок 2:** Для кожного пацієнта створюється EHR для використання первинних даних, зібраних на першому кроці. Інша медична інформація, така як інформація, отримана в результаті сестринського догляду, медичної візуалізації та історії наркотиків, також включена до EHR.
- **Крок 3:** Окремий пацієнт, який має право власності на чутливу EHR та індивідуальний контроль доступу, надається лише власнику цього майна. Сторони, які хочуть отримати доступ до такої цінної інформації, повинні попросити дозвіл, який передається власнику EHR, і власник вирішує, кому буде надано доступ.
- **Крок 4, 5 і 6:** Ці три кроки є частиною ядра всього процесу, включаючи базу даних, блокчейн і хмарне сховище. База даних та хмарне сховище

зберігають записи розподіленим чином, а блокчейн забезпечує надзвичайну конфіденційність, щоб забезпечити індивідуальний автентичний доступ користувачів.

- **Крок 7:** Постачальники медичних послуг, такі як спеціальна клініка, громадський центр, лікарні є кінцевим користувачем, який хоче отримати доступ до безпечного та надійного надання допомоги, який буде дозволений власником. Наприклад, незалежно від того, де ви лікуєтесь у всьому світі, ваша медична карта буде доступною та доступною на вашому телефоні та перевірена через розподілений реєстр, такий як блокчейн, до якого з часом постачальники медичних послуг будуть додавати [5].

Обмін медичними даними є одним із основних та важливих кроків для покращення якості постачальників медичних послуг та вдосконалення системи охорони здоров'я [6]. Обмін медичними документами може відбуватися між особами. Наприклад, пацієнт, який хоче поділитися історією хвороби з лікарем на першій зустрічі [7]. Крім того, спільне використання може відбуватися між особою та зацікавленою стороною, наприклад, пацієнт, який ділиться своєю історією хвороби зі страховою компанією або дослідницьким центром. Однак функціональний механізм сучасних систем охорони здоров'я має певні обмеження. Одне обмеження полягає в тому, що пацієнти навряд чи мають доступ до своїх медичних карт. Тому вони не уявляють про обмін власними даними про стан здоров'я між невідомими сторонами [8]. Для поліпшення взаємодії та співпраці з галуззю охорони здоров'я технологія блокчейн може відігравати вирішальну роль, створюючи та забезпечуючи зручний механізм обміну електронними даними про здоров'я.

Незважаючи на те, що багато компаній, особливо заклади охорони здоров'я, керуються даними, і обсяг даних, що генеруються в цю чи іншу

епоху, як IoT, значно зростає [9], то безпека та конфіденційність даних постійно порушуються як ненавмисно, так і з боку незаконних користувачів. Як результат, багато установ зазнали величезної втрати репутації та капіталу. Різні користувачі даних про стан здоров'я мають різні ролі, і доступ до даних повинен регулюватися привілеями, призначеними для цих ролей. Такий режим доступу може бути забезпечений безперешкодно за допомогою технології блокчейну.

Література

1. Electronic Health Record Systems: Features, EHR Vendors, and Adoption Advice [Електронний ресурс] / Невідомий // altexsoft. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.altexsoft.com/blog/electronic-health-record-systems/>.
2. Iansiti M, Lakhani KR. The truth about blockchain. *Harv. Bus. Rev.* 2017;95(1):118–127. [Google Scholar]
3. Nakamoto, S., et al.: Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System (2008)
4. Dimitrov, D.V. Blockchain Applications for Healthcare Data Management. *Healthc. Inform. Res.* 2019, 25, 51–56. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
5. Panesar, A. *Machine Learning and AI for Healthcare: Big Data for Improved Health Outcomes*; Springer: Emeryville, CA, USA, 2019. [Google Scholar]
6. Yue, X.; Wang, H.; Jin, D.; Li, M.; Jiang, W. Healthcare data gateways: Found healthcare intelligence on blockchain with novel privacy risk control. *J. Med. Syst.* 2016, 40, 218. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
7. Frost, J.H.; Massagli, M.P. Social uses of personal health information within PatientsLikeMe, an online patient community: What can happen when patients

have access to one another’s data. J. Med. Internet Res. 2008, 10, e15. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

8. Hien, D.T.T.; Hien, D.H.; Pham, V.H. A survey on opportunities and challenges of Blockchain technology adoption for revolutionary innovation. In Proceedings of the ACM Ninth International Symposium on Information and Communication Technology, Danang City, Vietnam, 6–7 December 2018; pp. 200–207. [Google Scholar]
9. Vo, H.T.; Kundu, A.; Mohania, M.K. Research Directions in Blockchain Data Management and Analytics; EDBT: Lisbon, Portugal, 2018; pp. 445–448. [Google Scholar]