

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН У РОЗВИТКУ МЕДИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF MEDICAL TECHNOLOGIES

УДК 004.04

<https://doi.org/10.32843/infrastruct44-39>

Матюшенко І.Ю.

д.е.н., професор,
професор кафедри міжнародних
економічних відносин
Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна
Гончарова Ю.Ю.
аспірант
Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна

Matyushenko Yuriy

V.N. Karazin Kharkiv National University

Honcharova Yuliia

V.N. Karazin Kharkiv National University

Стаття стосується впровадження технології блокчейн у медичну сферу. Задаються цикли зрілості технології, згідно з якими технологія блокчейн має активний розвиток та інтегрується в різноманітні галузі діяльності людини. У статті наведені результати аналізу джерел, які надають поточний стан досліджень застосування технології блокчейн у медичних технологіях. Виявлено потенційні напрями впровадження досліджуваної технології у медичну сферу. Варто зазначити, що одним із потенційних напрямів упровадження є створення інформаційної бази на основі медичних карт, що дасть змогу страховим компаніям отримувати достовірну інформацію швидко, але тільки зі згоди клієнта. Здійснено короткий огляд дій з боку України для розвитку технології блокчейн у країні. Результати дослідження показують, що зазначена галузь перебуває в стані розвитку, а в Україні – на етапі первинного впровадження.

Ключові слова: технологія блокчейн, охорона здоров'я, медичні технології, цикли зрілості технології, ланцюг постачання, єдина інформаційна база.

Стаття кається впровадження технології блокчейн у медичну сферу. Упо-

минаються цикли зрелості технології, согласно которым технология блокчейн имеет активное развитие и интегрируется в различные области деятельности человека. В статье представлены результаты анализа источников, которые представляют текущее состояние исследований применения технологии блокчейн в медицинских технологиях. Выявлены потенциальные направления внедрения исследуемой технологии в медицинскую сферу. Стоит отметить, что одним из потенциальных направлений внедрения является создание информационной базы на основе медицинских карт, что позволит страховым компаниям получать достоверную информацию быстро, но только с согласия клиента. Осуществлен краткий обзор действий со стороны Украины для развития технологии блокчейн в стране. Результаты исследования показывают, что указанная область находится в состоянии развития, а в Украине – на этапе первичного внедрения.

Ключевые слова: технология блокчейн, здравоохранение, медицинские технологии, циклы зрелости технологии, цепь поставок, единая информационная база.

This article is about introducing blockchain technology into the medical field. Basic information about blockchain technology is provided. It was revealed that one of the main values of blockchain technology is that the information already entered into the blocks of the chain cannot be changed or faked. Thanks to this, users can be sure that their data will be safe. It should be noted that there is a risk that the health care worker will enter incorrect information into the blockchain medical record, which is located in the database. The reviewed technology maturity cycles developed by Gartner are: technology launch, peak of high expectations, getting rid of illusions, overcoming deficiencies, performance plateau. According to technology maturity cycles, blockchain technology is actively developing and integrating into various areas of human activity, but it should also be noted that, according to Gartner, investments in such technologies will continue only if developers improve their products and satisfy user needs. This article presents the results of an analysis of sources that provide the current state of research on the use of the blockchain technology in the medical technologies. The main results of the review show that the blockchain technology has so far been proposed to solve several security problems in a number of different biomedical applications. Blockchain technology has demonstrated the potential to address a number of security and integration issues regarding medical records. Blockchain is also used to empower patients and allows them to control and provide access to their segments of medical records, or to ensure the continuity of treatment and medical research. Also, the integrity of medical data can be ensured by storing hashes on the blockchain. It has been proposed to use blockchain technology in personal medical records, which will allow patients to control access to their personal records. Blockchain technology is essential for drug supply chains when it comes to storing data on transactions with drugs, for continuous monitoring of goods from the manufacturer to the consumer, and thus to combat counterfeit drugs. It also provides a brief overview of actions by Ukraine to develop blockchain technology in the country. The results of the study show that this area is in a state of development, and in Ukraine it is at its initial development – at the stage of initial implementation. As a result, the next step in the development of blockchain technology in Ukraine in medical technologies was determined: the involvement of specialists to ensure cybersecurity and confidentiality of data from medical institutions and patients.

Key words: blockchain technology, healthcare, medical technologies, technology maturity cycles, supply chain, unified information base.

Постановка проблеми. За останні кілька років інтерес до технології блокчейн значно зріс. Це відбулося в основному через різке збільшення курсу біткойн, а також у зв'язку з розробленням альтернатив зазначеної монети і того, як технологія продемонструвала елементарні можливості свого використання для вирішення соціальних і організаційних завдань. Це змусило багато організацій задуматися про використання технології для поліпшення своїх процесів. Учені, ІТ-фахівці і уряд зацікавлені в розвитку та впровадженні технології блокчейн у програми, які зможуть полегшити роботу і взаємодію в певних сферах життєдіяльності людей, а також забезпечити збереження і

конфіденційність даних, занесених у базу даних блокчейн.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням технології блокчейн та її впровадження у медичну сферу присвячені праці таких учених, як Е.Е. Суханов, К.С. Штанг, Р.А. Алешко, Юрген Шольц, О.С. Понікарова, М.А. Зотов, П.О. Долгов та інші.

Постановка завдання. Метою дослідження є огляд технології блокчейн і її майбутнього впливу на медицину та фармацевтику.

Виклад основного матеріалу дослідження. Технологія блокчейн була винайдена в 2008 році. Незважаючи на те, що ця технологія, безсумнівно,

все ще знаходиться на експериментальній стадії розвитку й оповита технологічною, економічною і політичною невизначеністю, блокчейн стає основним компонентом наступного покоління Інтернету, на якому будується цифрова економічна інституційна інфраструктура. Технологія блокчейн – це цифровий протокол на основі Інтернету, призначений для забезпечення децентралізованої економіки. Блокчейн надає цифрову платформу для децентралізованих цифрових валют, цифрову ідентифікацію (через протоколи самостійної ідентифікації) і так звані розумні контракти. Ці додатки забезпечують такі інновації, як децентралізовані фінанси, децентралізовані цифрові платформи і децентралізовані автономні організації (або DAO) [1].

Blockchain (або block chain) з англійської мови дослівно перекладається як ланцюжок блоків, який має мітки часу і блоки якого пов'язані за допомогою криптографічних хешів. Загалом блокчейн є інструментом для зберігання інформаційних транзакцій певним чином, за якого забезпечується цілісність і доступність інформації, що зберігається для всіх учасників мережі.

Базова система блокчейн являє собою постійно зростаючу послідовність блоків, які розділяються між учасниками за допомогою пірингових мереж, якими більшість людей користуються для завантаження та роздачі торентів [2].

У кожен блок додається тимчасова відмітка (хеш-сума), яку найпростіше уявити як унікальний відбиток пальця [3]. Ці блоки строго в певному порядку складаються в ланцюжки. Якщо спробувати переставити послідовність блоків, то система відкине ланцюг через невідповідність структури і хеш-суми.

Щоб ніхто не міг змінити тимчасову позначку і перерахувати хеш-суму, яка буде правильною з погляду системи, блокчейн використовує кілька способів захисту: Proof of Work (PoW, доказ роботи) і Proof of Stake (PoS, доказ володіння) [3].

Як proof-of-work використовується багаторівневе хешування, таким чином, крім цінної інформації (у разі розгляду криптовалюти Bitcoin такою інформацією є записи скоєних транзакцій), кожний наступний блок містить хеш попереднього і свій унікальний nonce [4, с. 33]. Застосування цієї функції виключає можливість змінити вміст блоку без зміни хеша всіх наступних блоків.

У зв'язку зі зростанням зацікавленості блокчейн і його впровадженням в різних організаціях і галузях охорона здоров'я стала становити значну галузь, де було виявлено кілька варіантів для застосування досліджуваної технології. Незважаючи на це, блокчейн є новою технологією, яка тільки нещодавно почала проявляти свій потенціал. У зв'язку з цим виникає багато упереджень і неточностей отриманої інформації щодо

потенційного використання блокчейн у сфері охорони здоров'я.

Застосування технології блокчейн в охороні здоров'я розглядали Alevtina Dubovitskaya, Zhigang Xu, Samuel Ryu, Michael Schumacher and Fusheng Wang у своїй роботі «Secure and Trustable Electronic Medical Records Sharing using Blockchain». Вони запропонували сценарії застосування технології блокчейн у різних медичних установах: розширення структури історії хвороби пацієнта і її метаданих, використовуючи семантику медичних даних, включаючи можливість обміну рентгенологічними зображеннями.

Для більш детального аналізу технології необхідно розглянути цикли зрілості технологій, розроблені компанією Gartner (рис. 1) [5].

Кожен цикл зрілості технології може бути детально описаний за допомогою 5 фаз життєвого циклу технології.

Запуск технології. Виникає потенційний технологічний прорив. З'являються перші докази концепції, ЗМІ залучає громадськість. Частіше немає практичних рішень, а комерційна здатність не доведена [5].

Пік завищених очікувань. Виникає безліч історій успіху, які часто супроводжуються історіями провалу. Деякі компанії роблять якісь дії; більшість – ні [5].

Позбавлення від ілюзій. Інтерес слабшає, оскільки експерименти і реалізації не виконуються. Виробники технології зникають з поля зору або страждають від невдач. Інвестиції надходять, тільки якщо залишилися виробники, які покращують продукти до рівня очікування перших послідовників [5].

Подолання недоликів. Оформляються нові ідеї для практичного застосування технологій, які стають широко зрозумілими [5]. Виробники випускають друге і третє покоління продуктів. Підприємства фінансують дослідні зразки; консервативні компанії продовжують бути обережними.

Плато продуктивності. Приходить суспільне визнання. Критерії оцінки життєздатності постачальника визначаються більш чітко [5]. Застосовність і доречність технології на широкому ринку стають очевидними.

З аналізу рис. 1, 2 та 3 можна побачити, що в 2016 році технологія блокчейн перебувала на етапі «пік завищених очікувань». У 2017 році блокчейн вступив у цикл «позбавлення від ілюзій», який є третім етапом життєвого циклу будь-якої технології, після «запуску технології» та «піку завищених очікувань» [7]. У 2018 році він продовжує своє перебування на циклі «позбавлення від ілюзій» протягом якого інтерес до технології значно знижується через відсутність результатів її реалізації. Інвестиції в такі технології, на думку Gartner [8], продовжаться тільки в тому разі, якщо

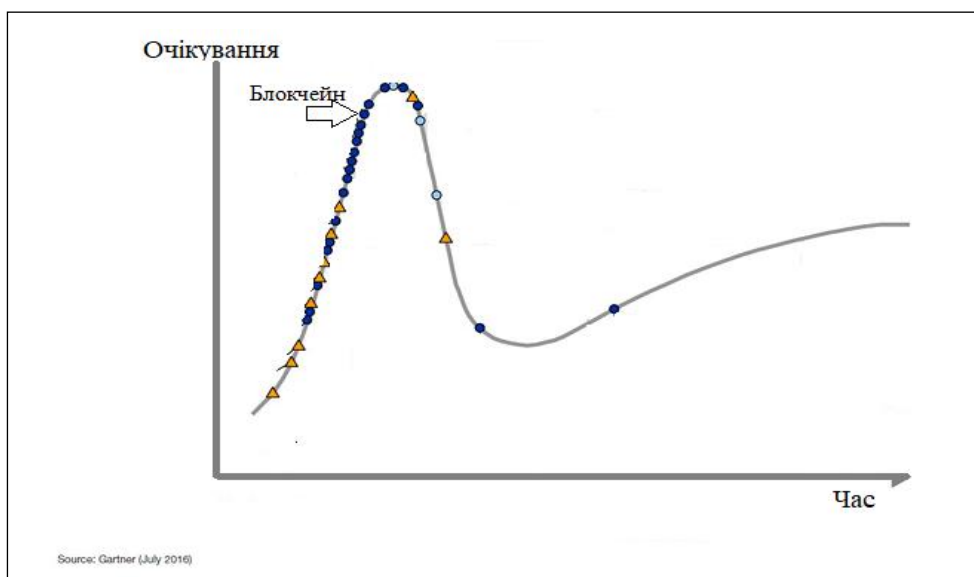


Рис. 1. Цикли зрілості нових технологій Gartner за липень 2016 року

Джерело: [5]

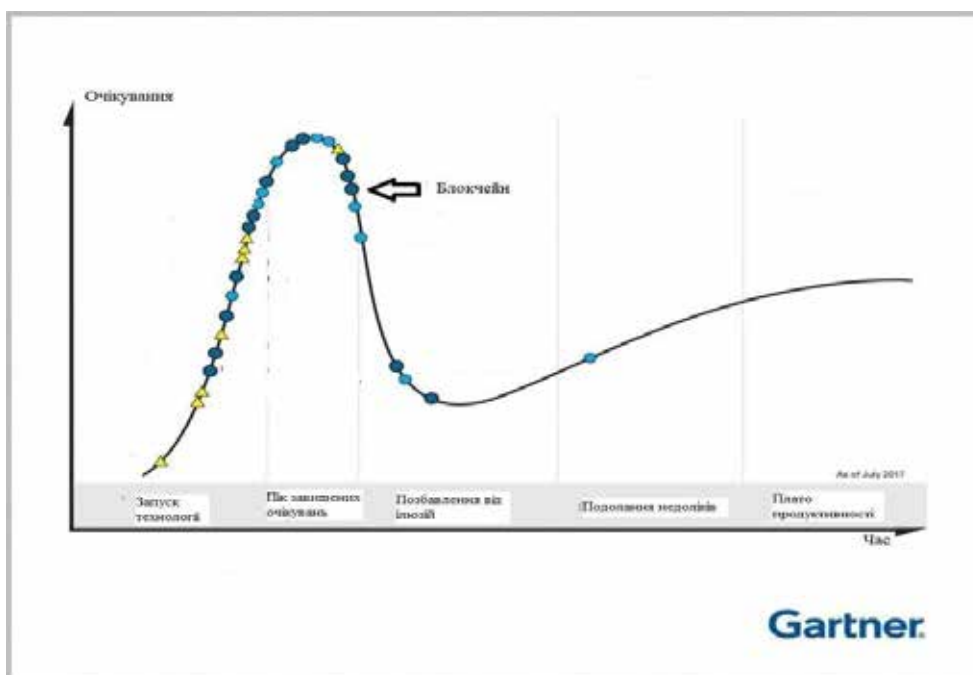


Рис. 2. Цикли зрілості нових технологій Gartner за липень 2017 року

Джерело: [6]

розробники покращують свої продукти і задовольняють потреби користувачів.

Але протягом 2018–2019 рр. технологія блокчейн також активно розвивається й інтегрується в багато галузей діяльності людини. Разом зі своїми основними перевагами, такими як децентралізація, безпека, відкритість, вона може використовуватися у фінансах, медицині, юриспруденції і багатьох інших сферах життя, які потребують захищеного обміну інформацією.

Потенційне застосування технології блокчейн у медицині можливе у таких напрямках, як:

- 1) спостереження за ланцюжком постачання;
- 2) зберігання даних пацієнтів

1. Спостереження за ланцюжком постачання дасть змогу контролювати надходження ліків, особливо це необхідно в разі підроблених або неякісних ліків, а також наркотичних засобів, що викличе важкі наслідки для пацієнтів, однак це є поширеною проблемою, з якою стикаються у фармацевтичній промисловості.

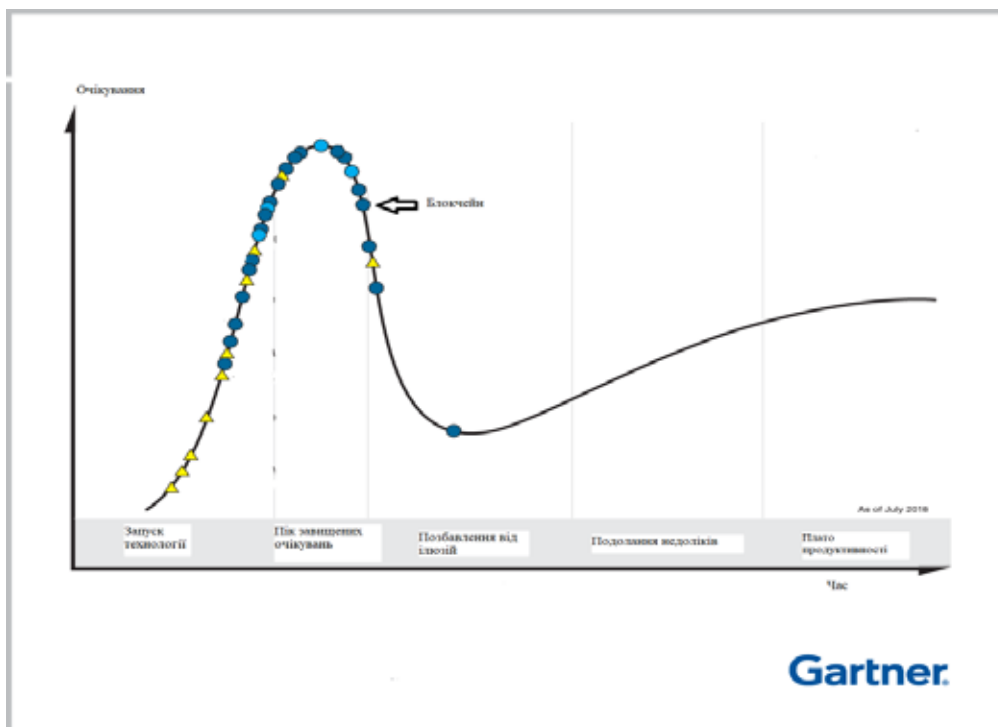


Рис. 3. Цикли зрілості нових технологій Gartner за липень 2018 року

Джерело: [7]

Під час використання технології блокчейн уся інформація буде зберігатися в її базі, починаючи з моменту випуску і до потрапляння в аптеку роздрібною мережі, а також з'явиться можливість контролю за ліками в поліклініках.

Для відстеження на упаковку ліків необхідно поставити штрих-код, за яким спеціальний додаток надасть доступ до бази блокчейн. Слід зазначити, що інформація, збережена в базі, не може бути змінена або видалена.

Проект MediLedger, який об'єднує багатьох учасників фарміндустрії, серед яких такі гіганти, як Pfizer, Genentech і низка великих дистриб'юторів, розроблений саме з метою відстеження ланцюжків постачання лікарських препаратів. Проект був запущений в 2017 році.

Після закінчення випробувань MediLedger у США планують ввести закон, згідно з яким розміщення всіх рецептурних ліків повинно контролюватися за допомогою єдиної електронної системи. Натепер системи, що існують на ринку, не дозволяють контролювати весь ланцюжок від виробника до споживача.

2. Усі медичні дані зберігаються в електронних базах медичних установ. Користувачі не мають ніяких механізмів контролю за тим, що відбувається з медкартами. Теоретично вони можуть бути передані не відомим нам організаціям або просто загублені в результаті збою в системі.

Занесені до бази даних блокчейн різні типи даних можуть бути структуровані залежно від

запиту лікаря. Документи, що містять дані, такі як історія і огляди, лабораторні результати та інше, мають велике значення і використовуються під час лікування. Прикладом є інформаційна система онкології ARIA [9].

Створення такої ж інформаційної бази в охороні здоров'я, можливо, стане наступним великим кроком у поширенні блокчейн і розвитку індустрії загалом. Зараз передача даних між системами залишається серйозною проблемою.

Неможливість зламати систему і видалити дані дає змогу розвивати цю ідею. Наприклад, дані можуть використовувати страхові компанії, причому виключно за згодою клієнта. Тобто будь-яка людина зможе надати доступ до своєї медкарти.

Незважаючи на переважання позитивних тенденцій розвитку технології блокчейн у сфері біомедицини, Україна тільки починає досліджувати цю сферу.

Навесні 2018 року було проведено конференцію BlockchainConference Kiev 2018, на якій обговорювалися криптовалюта і подальший розвиток технології блокчейн [10].

Але дотепер в Україні обговорювався розвиток технології блокчейн в основному у фінансовому секторі. У жовтні 2019 року у Верховній Раді України кілька зацікавлених сторін підписали меморандум, який буде сприяти розвитку блокчейн-технологій в різних галузях. Ці дії стали першим кроком, який дозволить Україні заглибитися в питання впровадження і регулювання

технології блокчейн у різних сферах діяльності, крім фінансової.

Висновки з проведеного дослідження.

Виявлено, що використання блокчейн-технології у сфері медичних технологій не тільки сприяє науковому прогресу, але і може стати новим джерелом залучення коштів.

Блокчейн – це насамперед безпека зберігання і передачі даних, автоматизації та верифікації. Саме в медицині ця технологія особливо актуальна з погляду даних про пацієнтів. Блокчейн-технологія працює децентралізовано, база даних сконцентрована не в одному місці, а на комп'ютерах сотні різних користувачів у зашифрованому вигляді і збереженій версії.

Можна констатувати, що 2019 рік став переломним роком для України у зв'язку з прийняттям згоди на впровадження з боку держави блокчейн-технології в різні сфери, в тому числі і в медицину. Україна має величезний потенціал для подальшого розвитку, чимала кількість фахівців, що працюють із технологією блокчейн, знаходиться на території України. Тому слід зазначити, що наступним важливим кроком у розвитку досліджуваної галузі є залучення фахівців, які можуть забезпечити кібербезпеку і конфіденційність даних медичних установ і пацієнтів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Allen, Darcy WE, et al. "Blockchain and the evolution of institutional technologies: Implications for innovation policy." *Research Policy* 49.1 (2020). URL: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103865> (дата звернення: 20.06.2020).
2. Суханов Е.Э., Штанг К.С., Алешко Р.А. «Технология блокчейн: вызовы, ограничения, варианты совершенствования.» *Синергия наук* 14 (2017): 540–546. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29870936> (дата звернення: 20.06.2020).
3. Юрген Шольц, та ін. «Технология blockchain. Принципы работы и перспективы применения.» ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика 6 (2017). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-blockchain-printsipy-raboty-i-perspektivy-primeneniya> (дата звернення: 20.06.2020).
4. Поникарова А.С., Зотов М.А., Долгов П.А. «Некоторые аспекты реализации технологии «блокчейн» в современных условиях.» *УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ* (2018): 33–36. URL: https://kpfu.ru/staff_files/F1784111640/MAKET_4_17_2018_pdf.pdf#page=33 (дата звернення: 20.06.2020).
5. Gartner's Hype Cycle Special Report for 2010: Gartner's Hype Cycle Special Report Evaluates Maturity of 1,800 Technologies. URL: <https://www.gartner.com/newsroom/id/1447613> (дата звернення: 21.06.2020).
6. Gartner's Hype Cycle Special Report for 2016: Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies Three Key Trends That Organizations Must Track to Gain Competitive Advantage. URL: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3412017> (дата звернення: 21.06.2020).

7. Panetta K. Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies. 2017. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/> (дата звернення: 21.06.2020).

8. Panetta K. 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies. 2018. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/> (дата звернення: 21.06.2020).

9. Dubovitskaya, A., et al. Secure and trustable electronic medical records sharing using blockchain. In: *AMIA Annual Symposium Proceedings*. American Medical Informatics Association, 2017. p. 650. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5977675/> (дата звернення: 20.06.2020).

10. Лист Національного банку України «Щодо віднесення операцій з «віртуальною валютою/криптовалютою «Bitcoin» до операцій з [...] від 08.12.2014 № 29-208/72889. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/v2889500-14> (дата звернення: 21.06.2020).

REFERENCES:

1. Allen, Darcy WE, et al. "Blockchain and the evolution of institutional technologies: Implications for innovation policy." *Research Policy* 49.1 (2020). URL: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103865> (accessed 20 June 2020).
2. Sukhanov E.E., Stang K.C., and Aleshko R.A. "Blockchain technology: challenges, limitations, options for improvement." *Synergy of Science* 14 (2017): p. 540–546. (in Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29870936> (accessed 20 June 2020).
3. Yurhen Sholts, et al. "Blockchain technology. Operating principles and the application prospects." *STAGE: economic theory, analysis, practice* 6 (2017). (in Russian) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-blockchain-printsipy-raboty-i-perspektivy-primeneniya> (accessed 20 June 2020).
4. Panikarova A.S., Zotov M.A., Dolgov P.A. Some aspects of the implementation of the technology «The Blockchain». (2018): p. 33–36. (in Russian) URL: https://kpfu.ru/staff_files/F1784111640/MAKET_4_17_2018_pdf.pdf#page=33 (accessed 20 June 2020).
5. Gartner's Hype Cycle Special Report for 2010: Gartner's Hype Cycle Special Report Evaluates Maturity of 1,800 Technologies. URL: <https://www.gartner.com/newsroom/id/1447613> (accessed 21 June 2020).
6. Gartner's Hype Cycle Special Report for 2016: Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies Three Key Trends That Organizations Must Track to Gain Competitive Advantage. URL: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3412017> (accessed 21 June 2020).
7. Panetta K. Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies. 2017. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/> (accessed 21 June 2020).
8. Panetta K. 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies. 2018. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/> (accessed 21 June 2020).

9. Dubovitskaya, Alevtina, et al. Secure and trustable electronic medical records sharing using blockchain. In: AMIA Annual Symposium Proceedings. American Medical Informatics Association, 2017. p. 650. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5977675/> (accessed 20 June 2020).

10. Letter of the National Bank of Ukraine Concerning the assignment of transactions with virtual currency / cryptocurrency "Bitcoin" to transactions with [...] dated 08.12.2014 № 29–208 / 72889. (in Ukrainian) URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/v2889500-14> (accessed 21 June 2020).