

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

GTAMP 62.20.15

[DOI: 10.4411/s003-019-431](https://doi.org/10.4411/s003-019-431)

ӘӨЖ: 61.19.2:614.7

М.Б. Жумағалиев

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: m.zumagaliyev@tttu.edu.kz)*

Денсаулық сақтаудағы блокчейн перспективалар мен қиындықтар

Бұл мақалада блокчейн технологиясының денсаулық сақтау саласындағы қолданылуының перспективалары мен негізгі қиындықтары қарастырылады. Блокчейннің медициналық жазбаларды қорғау, деректердің тұтастығын қамтамасыз ету және денсаулық сақтау жүйесін тиімді басқару мүмкіндіктері зерттелді. Сонымен қатар, технологияның енгізілуіндегі техникалық, заңнамалық және этикалық мәселелер талқыланады. Зерттеу барысында блокчейн технологиясының медициналық сақтандыру, дәрі-дәрмек жеткізу және клиникалық зерттеулердегі ролі де қарастырылды. Денсаулық сақтау жүйесінде деректердің қауіпсіздігін арттырумен қатар, пациенттерге көрсетілетін қызмет сапасын жақсарту мүмкіндіктері талданды. Сонымен қатар, блокчейн негізіндегі шешімдерді енгізу үшін қажетті инфрақұрылымдық өзгерістер мен технологияны тиімді қолдану стратегиялары ұсынылды.

Ключевые слова: блокчейн, денсаулық сақтау, медициналық деректер, киберқауіпсіздік, инновация, деректерді қорғау.

Kipicne

Цифрлық технологиялар қарқынды дамып жатқан заманда денсаулық сақтау жүйесінің қауіпсіздігі мен тиімділігі өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Медициналық ақпараттың құпиялылығы мен қолжетімділігі арасындағы баланс сақтау саласында үлкен қиындықтар туғызады. Пациенттердің жеке мәліметтерін қорғау, медициналық жазбалардың өзгертілмейтіндігін қамтамасыз ету және деректерді рұқсат етілген тұлғаларға ғана қолжетімді ету денсаулық сақтау жүйесіндегі басты мәселелердің бірі саналады. Блокчейн технологиясы осы мәселелерді шешуге ықпал етуі мүмкін.

Блокчейн – орталықтандырылмаған, сенімді және қауіпсіз жүйе, ол транзакцияларды тіркеудің өзгермейтін және ашық әдісін ұсынады. Бұл технология медициналық деректердің қауіпсіздігін арттырумен қатар, ақпарат алмасу үдерісін жеңілдетіп, әкімшілік шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Блокчейн негізінде жұмыс істейтін жүйелер пациенттердің электрондық медициналық карталарын сақтауда, дәрі-дәрмек жеткізілімінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуде және медициналық зерттеулер жүргізуде тиімді шешім бола алады. Сонымен қатар, бұл технология медицина саласындағы алаяқтықты төмендетуге және әртүрлі мекемелер арасында деректер алмасудың сенімді тетігін қалыптастыруға ықпал етеді.

Дегенмен, блокчейн технологиясын денсаулық сақтау жүйесіне енгізу бірқатар қиындықтармен байланысты. Жоғары есептеу қуатын қажет етуі, масштабтаудың күрделілігі, реттеуші нормалар мен құқықтық мәселелер сияқты факторлар оның кеңінен таралуына кедергі келтіруі мүмкін. Сонымен қатар, блокчейн жүйесінің тұрақты және тиімді жұмыс істеуі үшін медициналық мекемелер мен денсаулық сақтау саласындағы мамандардың жаңа технологияны қабылдап, оны дұрыс пайдалануына ерекше мән беру қажет.

Блокчейннің денсаулық сақтау саласына ықпалы айтарлықтай зор, алайда оның толық әлеуетін пайдалану үшін жүйені жан-жақты зерттеп, техникалық және құқықтық кедергілерді еңсеру қажет. Технологияның дамуына байланысты болашақта блокчейн медициналық деректерді қауіпсіз сақтаудың және тиімді басқарудың ажырамас бөлігіне айналуы мүмкін.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Әдістер мен материалдар

Бұл зерттеу шеңберінде ғылыми әдебиеттерге шолу жасалып, блокчейннің денсаулық сақтау саласына әсерін бағалау үшін салыстырмалы талдау әдісі қолданылды. Талдау барысында блокчейн технологиясын медициналық деректерді басқаруға енгізген нақты мысалдар қарастырылды. Сонымен қатар, технологияны енгізуге байланысты мәселелер мен оларды шешу жолдары талданды.

Зерттеу барысында блокчейннің медициналық деректерді қорғау, пациенттің жеке мәліметтеріне рұқсатты шектеу, деректердің өзгермейтіндігін қамтамасыз ету және денсаулық сақтау ұйымдары арасындағы ақпарат алмасуды жақсарту саласындағы рөлі талданды. Блокчейн архитектурасының негізгі компоненттері қарастырылып, оның медицинада қолданылатын модельдері зерттелді. Сонымен қатар, орталықтандырылған және орталықтандырылмаған жүйелердің тиімділігі салыстырылды.

Блокчейнді денсаулық сақтау саласына енгізу артықшылықтары төмендегі негізгі көрсеткіштер бойынша бағаланды:

1. **Медициналық деректердің қауіпсіздігі** – блокчейн желісіндегі ақпараттың өзгермейтіндігі мен криптографиялық қорғалуы.
2. **Ақпаратқа қолжетімділік** – дәрігерлер мен медициналық мекемелер арасындағы ақпарат алмасудың жылдамдығы.
3. **Шығындарды азайту** – әкімшілік шығындарды қысқарту және деректерді басқарудың тиімділігі.
4. **Алаяқтықтың алдын алу** – медициналық сақтандыру және дәрі-дәрмек жеткізу салаларында жалған құжаттарды қолдану мүмкіндігін азайту.

Блокчейннің медицинадағы қолданысын түсіндіру үшін орталықтандырылған және блокчейн негізіндегі жүйелерді салыстыратын диаграмма, сонымен қатар, жүйенің тиімділігіне әсер ететін факторларды көрсететін график жасалды.

Математикалық тұрғыдан, блокчейннің денсаулық сақтау саласындағы рөлін сипаттау үшін транзакцияларды шифрлаудың негізінде қолданылатын **хэш-функция** төмендегідей түрде сипатталды:

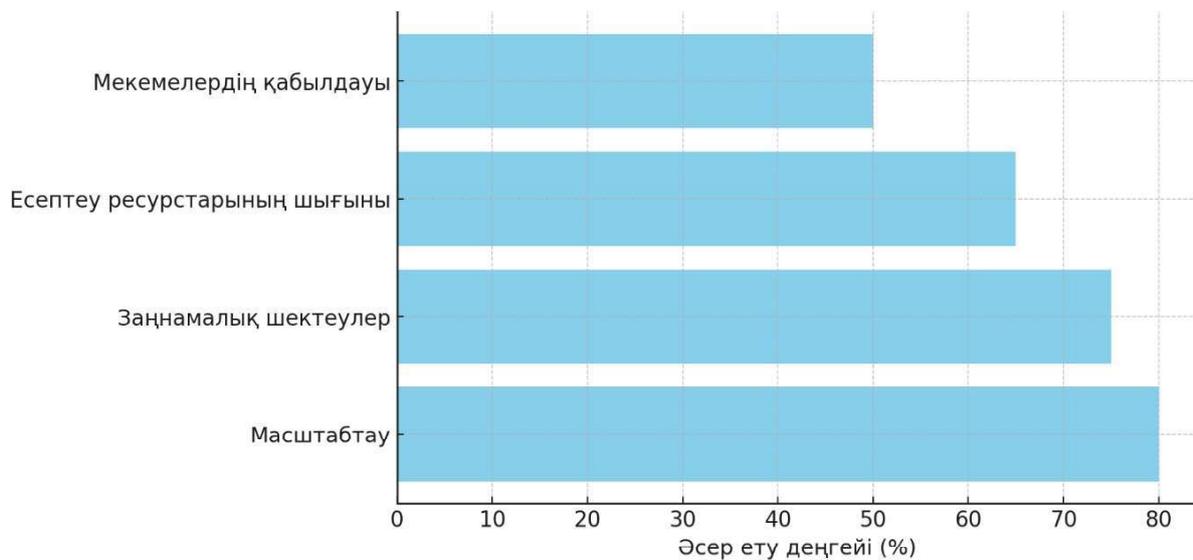
$$H(x)=h(x)$$

мұнда $H(x)$ — тұрақты ұзындықтағы хэш-код

Мұнда **хэш-функцияның** негізгі қасиеттері өзгермейтіндік, тұрақтылық және қауіпсіздік болып табылады. Бұл әдіс пациенттің медициналық деректерінің рұқсатсыз өзгертілуінің алдын алады.

Талдау нәтижесінде блокчейн технологиясын медициналық деректерді басқаруға енгізудің тиімділігі расталды. Алайда, оны кеңінен қолдану үшін масштабтау, заңнамалық шектеулер және есептеу ресурстарының шығыны сияқты мәселелерді шешу қажет. Зерттеу нәтижелері бойынша ұсыныстар жасалды, оның ішінде жүйенің тиімділігін арттыру үшін гибриді блокчейн модельдерін қолдану, шифрлау алгоритмдерін жетілдіру және медициналық мекемелер арасында технологияны қолдану бойынша стандарттарды әзірлеу ұсынылды.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»



Сурет 1. Блокчейнді медицинада енгізуге байланысты мәселелер

Жоғарыда орталықтандырылған және блокчейн жүйелерінің салыстырмалы тиімділігін көрсететін бар диаграмма, сонымен қатар блокчейнді медицинада енгізуге байланысты негізгі мәселелердің әсер ету деңгейін көрсететін горизонтальды баған диаграммасы ұсынылды. Сондай-ақ, жүйелердің негізгі көрсеткіштері бойынша салыстыру нәтижелері кесте түрінде көрсетілді. Бұл мәліметтер блокчейн технологиясының денсаулық сақтау саласында қауіпсіздік пен тиімділік тұрғысынан артықшылықтарын дәлелдейді, бірақ оның кеңінен қолданылуына байланысты белгілі бір кедергілерді де анықтайды.

Нәтижелер мен пікірталас

Блокчейн технологиясының денсаулық сақтау жүйесіне ықпалы келесі негізгі бағыттарда байқалады. Деректердің қауіпсіздігі мен құпиялылығы медициналық жазбаларды қорғауға және рұқсатсыз қолжетімділіктің алдын алуға мүмкіндік береді. Деректердің тұтастығы сақталып, оларды өзгерту мүмкіндігі жойылады, бұл ақпараттың сенімділігін арттырады. Процестердің тиімділігі денсаулық сақтау ұйымдары арасындағы ақпарат алмасуды оңтайландыру арқылы жақсарды, бұл медициналық қызмет көрсету жылдамдығы мен сапасын арттыруға ықпал етеді. Пациенттің деректерге иелік етуі олардың өз медициналық ақпараттарын бақылауына, қажетті жағдайда оны таңдалған дәрігерлер мен ұйымдарға қолжетімді етуіне мүмкіндік береді. Сонымен қатар, блокчейн технологиясы алаяқтықтың алдын алуға, дәрі-дәрмек жеткізу тізбегін бақылауға және сақтандыру үдерістерін автоматтандыруға көмектеседі.

Алайда, зерттеу барысында блокчейнді енгізудегі бірқатар қиындықтар анықталды. Құқықтық және реттеуші мәселелер медициналық деректердің құпиялылығын сақтау талаптарының жоғары болуына байланысты технологияны заңнамалық тұрғыдан бейімдеуді қажет етеді. Техникалық шектеулер блокчейн желісінде үлкен көлемдегі медициналық деректерді сақтау қиындықтарымен байланысты, себебі транзакция жылдамдығы мен желі жүктемесі артады. Интеграция қиындықтары қазіргі медициналық жүйелермен сәйкестендіру қажеттілігіне байланысты туындайды, бұл деректер алмасу протоколдарын үйлестіру мен стандарттарды біріздендіруді талап етеді. Сондай-ақ, блокчейн жүйесінің тұрақты жұмыс істеуі үшін жоғары есептеу қуаты мен энергия шығыны талап етіледі, бұл оның кеңінен қолданылуын шектейді. Технологияны сәтті енгізу үшін құқықтық, техникалық және инфрақұрылымдық мәселелерді шешуге бағытталған кешенді тәсіл қажет.

Қорытынды

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Блокчейн технологиясы денсаулық сақтау саласындағы қауіпсіздік пен тиімділікті арттыруда үлкен мүмкіндіктерге ие. Ол деректердің тұтастығын сақтай отырып, медициналық ақпарат алмасуды оңтайландыруға көмектеседі. Бұл технология пациенттердің медициналық жазбаларын қорғауға, рұқсатсыз өзгертулердің алдын алуға және денсаулық сақтау ұйымдары арасындағы үйлесімділікті арттыруға ықпал етеді. Сонымен қатар, блокчейн пациенттерге өз деректеріне толық бақылау орнатуға мүмкіндік беріп, медициналық қызметтердің ашықтығы мен қолжетімділігін қамтамасыз етеді.

Дегенмен, технологияның кеңінен қолданылуы үшін құқықтық, техникалық және ұйымдастырушылық мәселелерді шешу қажет. Блокчейн инфрақұрылымын денсаулық сақтау жүйесіне тиімді интеграциялау үшін қазіргі жүйелермен үйлесімділік пен масштабтауды жетілдіру маңызды. Сондай-ақ, блокчейн желілерінің жоғары есептеу қуатына деген қажеттілігі және деректерді сақтау көлеміне қатысты шектеулер жүйенің тұрақты жұмыс істеуіне әсер етуі мүмкін. Құқықтық тұрғыдан медициналық ақпараттың құпиялылығын сақтау мен деректерді заңнамалық реттеу бойынша нақты стандарттар мен нормаларды әзірлеу қажет.

Осы бағытта қосымша зерттеулер жүргізу және мемлекеттік қолдау маңызды рөл атқарады. Блокчейнді денсаулық сақтау саласына енгізудің артықшылықтары мен ықтимал тәуекелдерін тереңірек зерттеу технологияның тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, мемлекет тарапынан қаржыландыру, нормативтік базаны жетілдіру және денсаулық сақтау ұйымдарына технологияны енгізуде қолдау көрсету маңызды. Блокчейнді дұрыс енгізу медициналық қызметтердің сапасын арттырып, пациенттердің құқығын қорғауға және денсаулық сақтау жүйесін жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- 2 Kuo, T. T., Kim, H. E., & Ohno-Machado, L. (2017). Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(6), 1211–1220.
- 3 Engelhardt, M. A. (2017). Hitching Healthcare to the Chain: An Introduction to Blockchain Technology in the Healthcare Sector. *Technology Innovation Management Review*, 7(10), 22-34.
- 4 Zhang, P., Schmidt, D. C., White, J., & Lenz, G. (2018). Blockchain Technology Use Cases in Healthcare. *Advances in Computers*, 111, 1-41.
- 5 Ekblaw, A., Azaria, A., Halamka, J. D., & Lippman, A. (2016). A Case Study for Blockchain in Healthcare: "MedRec" Prototype for Electronic Health Records and Medical Research Data. MIT Media Lab: White Paper.

М.Б. Жумағалиев

Перспективы и проблемы блокчейна в здравоохранении

В этой статье рассматриваются перспективы и основные проблемы применения технологии блокчейн в здравоохранении. Исследованы возможности блокчейна для защиты медицинских записей, обеспечения целостности данных и эффективного управления системой здравоохранения. Кроме того, обсуждаются технические, законодательные и этические вопросы, связанные с внедрением технологии. В ходе исследования также рассмотрена роль технологии блокчейн в медицинском страховании, доставке лекарств и клинических исследованиях. Проанализированы возможности улучшения качества обслуживания пациентов наряду с усилением безопасности данных в системе здравоохранения. Также предложены необходимые инфраструктурные изменения и стратегии для эффективного использования технологии при внедрении решений на основе блокчейн.

Ключевые слова: блокчейн, здравоохранение, медицинские данные, кибербезопасность, инновация, защита данных.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

M.B. Zhumagaliev

Prospects and Challenges of Blockchain in Healthcare

This article discusses the prospects and main challenges of applying blockchain technology in healthcare. The possibilities of blockchain to protect medical records, ensure data integrity, and efficiently manage the healthcare system were explored. In addition, technical, legal, and ethical issues in the implementation of the technology are discussed. The study also considered the role of blockchain technology in health insurance, drug delivery, and clinical research. Opportunities to improve the quality of services provided to patients, along with enhancing data security in the healthcare system, were analyzed. Moreover, necessary infrastructural changes and strategies for the effective use of the technology were proposed to introduce blockchain-based solutions.

Keywords: blockchain, healthcare, medical data, cybersecurity, innovation, data protection.

References

- 1 Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- 2 Kuo, T. T., Kim, H. E., & Ohno-Machado, L. (2017). Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(6), 1211–1220.
- 3 Engelhardt, M. A. (2017). Hitching Healthcare to the Chain: An Introduction to Blockchain Technology in the Healthcare Sector. *Technology Innovation Management Review*, 7(10), 22-34.
- 4 Zhang, P., Schmidt, D. C., White, J., & Lenz, G. (2018). Blockchain Technology Use Cases in Healthcare. *Advances in Computers*, 111, 1-41.
- 5 Ekblaw, A., Azaria, A., Halamka, J. D., & Lippman, A. (2016). A Case Study for Blockchain in Healthcare: «MedRec" Prototype for Electronic Health Records and Medical Research Data. MIT Media Lab: White Paper.