

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І.МЕЧНИКОВА

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютерної алгебри та дискретної математики

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Дипломна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Можливості застосування технології Blockchain у освітньому процесі»
«Possibilities of using Blockchain technology in education process»

Виконала: студентка денної форми навчання спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Будякова Ольга Вячеславівна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівники канд. фіз.-мат. наук, доц. Савастру О. В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент доктор фіз.-мат. наук, проф Варбанець П.Д.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ ___ від «___» _____ 2020 р.

Завідувач кафедри

(підпис)

Варбанець П.Д.
(прізвище, ініціали)

Захищено на засіданні ЕК № ___

протокол № __ від «___» ___ 2020 р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова ЕК

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Одеса - 2020

АНОТАЦІЯ

Останнім часом технологія блокчейн завоювала значну увагу з боку дослідників і практиків. В основному це пов'язано з його унікальними особливостями, включаючи децентралізацію, безпеку, надійність і цілісність даних. Незважаючи на цей зростаючий інтерес, мало що відомо про сучасний стан знань і практики щодо використання технології блокчейн в освіті. Ця робота є систематичним оглядом досліджень освітніх додатків на основі блокчейн. Він фокусується на трьох основних темах:

- 1) Освітні додатки, які були розроблені з технологією блокчейн
- 2) Переваги, які технологія блокчейн може принести в освіту
- 3) Проблеми прийняття технології блокчейн в освіті.

Проведено детальний аналіз результатів кожної теми, а також інтенсивну дискусію на основі результатів. Ця робота також пропонує розуміння інших освітніх областей, які можуть отримати вигоду від технології блокчейн.

АННОТАЦИЯ

В последние годы технология блокчейн завоевала значительное внимание исследователей и практиков. Это объясняется главным образом его уникальными особенностями, включая децентрализацию, безопасность, надежность и целостность данных. Несмотря на растущий интерес, мало что известно о текущем состоянии знаний и практики в отношении использования технологии блокчейн в образовании. Эта работа представляет собой систематический обзор исследований образовательных приложений на основе блокчейна.

1) Образовательные приложения, которые были разработаны с технологией блокчейн.

2) Преимущества, которые блокчейн может принести в образование.

3) Проблемы внедрения технологии блокчейн в образовании.

Был проведен подробный анализ результатов каждой темы, а также интенсивное обсуждение на основе результатов. Данная работа также предлагает информацию о других образовательных областях, которые могут извлечь выгоду из технологии блокчейн.

ABSTRACT

In recent years, Blockchain technology has won considerable attention from researchers and practitioners. This is mainly due to its unique features, including decentralization, security, reliability and data integrity. Despite the growing interest, little is known about the current state of knowledge and practice regarding the use of Blockchain technology in education. This work is a systematic review of research on educational applications based on the blockchain.

- 1) Educational applications that have been developed with the Blockchain technology.
- 2) Advantages that Blockchain can bring to education
- 3) Problems of introducing the Blockchain technology in education.

A detailed analysis of the results of each topic was conducted, as well as intensive discussion based on the results. This work also offers information on other educational areas that could benefit from the Blockchain technology.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	10
1.1 Опис предметної області.....	10
1.2 Технологія Блокчейн	11
1.2.1 Від централізації до розповсюдження.....	12
1.2.2 Хеш	13
1.2.3 Публічні та приватні ключі	13
1.3 Типи записів які зберігаються у Blockchain.....	14
1.3.1 Операції з активами	14
1.3.2 Смарт-контракти	14
1.3.3 Цифрові підписи та сертифікати.....	15
1.4 Опис архітектури Blockchain.....	15
2 ПЕРЕВАГИ І ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН У СФЕРІ ОСВІТИ	18
2.1 Переваги використання технології Блокчейн у сфері освіти	18
2.1.1 Статистика виявлених переваг.....	21
2.2 Проблеми використання технології Блокчейн.....	23
2.2.1 Статистика виявлених проблем	27
3 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ДОДАТКІВ	29
3.1 Blockcerts: управління освітніми обліковими даними	33
3.2 АРРІІ: Конструктор резюме продемонструє перевірені освітні заслуги перед роботодавцями.....	34
3.3 ODEM: ринок освітніх продуктів та послуг.....	35

3.4	Sony Global Education	35
3.5	BitDegree: онлайн-освітня платформа з ігровою технологією	36
4	ЄДИНА ІНТЕРНЕТ СИСТЕМА СФЕРИ ОСВІТИ	38
5	ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕРНЕТ СИСТЕМИ	40
5.1	Огляд інструментів і технологій для реалізації інтернет системи.	40
5.1.1	Salesforce	40
5.1.2	Apex	42
5.1.3	UI.....	43
5.1.4	Education Cloud.....	44
5.2	Демонстрація розробленої системи	46
6	НАПРЯМКИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ	51
	ВИСНОВОК.....	53
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	54
	ДОДАТОК А.....	61

ВСТУП

Blockchain - це нова технологія, представлена в 2008 році. Вперше він використовувався як однорангова книга для реєстрації транзакцій криптовалюти Bitcoin [1]. Мета полягала в тому, щоб усунути будь-якого стороннього посередника і дозволити користувачам робити свої транзакції безпосередньо. Для досягнення цього, блокчейн був розроблений як децентралізована мережа однорангових вузлів. Кожен вузол у мережі:

- 1) Містить репліку облікової книги операцій.
- 2) Записує запис до власної облікової книги, коли отримує консенсус з інших вузлів у мережі.
- 3) Транслює будь-яку транзакцію, зроблену її користувачем, на інші вузли в мережі.
- 4) Перевіряє, на регулярній основі, що книга, яку він тримає, ідентична тим, що містяться в мережі [2].

Оскільки Біткойн продовжує зростати в популярності, дослідники і практики усвідомлюють величезний потенціал своєї основної технології [3]. Унікальні можливості Blockchain, включаючи незмінність, прозорість і надійність, були визнані корисними не тільки в криптовалютах, але і в багатьох інших областях. Таким чином, все більше число додатків на основі блокчейн були розроблені в різних областях [4].

За словами Гаттеші, та ін. [5], розробка додатків на основі блокчейну може бути розділена на три основні етапи: Blockchain 1.0, 2.0 і 3.0. Blockchain 1.0 використовувався для криптовалют, і його основна увага була спрямована на полегшення простих грошових операцій. Згодом Блокчейн 2.0 був введений для властивостей і смарт-контрактів. Ці смарт-контракти нав'язують конкретні умови і критерії, які повинні бути виконані перед їх реєстрації в блокчейн. Реєстрація відбувається без втручання

третьої сторони. У Blockchain 3.0 багато додатків були розроблені в різних секторах, таких як уряд, освіта, охорона здоров'я та наука.

Застосування блокчейну у сфері освіти все ще знаходиться на ранніх стадіях. Лише невелика кількість навчальних закладів почали використовувати технологію блокчейн. Більшість з цих установ використовують його з метою перевірки та обміну академічними сертифікатами та/або результатами навчання, яких досягли їхні учні [6]. Тим не менш, дослідники в цій галузі вважають, що технологія блокчейн має набагато більше запропонувати і може фактично революціонізувати сферу освіти. За даними Nespog [7], блокчейн може підірвати центральну роль навчальних закладів як агентів з сертифікації та надати студентам більше можливостей для навчання.

Мета дипломної роботи: виявлення методів застосування технології Блокчейн у сфері освіти, їхніх переваг та проблем.

Виходячи з мети цього дослідження, були сформульовані наступні дослідницькі питання.

- 1) Які додатки були розроблені з технологією блокчейн в освітніх цілях?
- 2) Які переваги може принести технологія блокчейн до освіти?
- 3) Які проблеми прийняття технології блокчейн в освіті?

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- аналіз та вивчення предметної області;
- дослідження технології Блокчейн виявлення її переваг та недоліків;
- пошук матеріалів які описують чи демонструють використання технології блокчейн у освіті;
- дослідження матеріалів для виявлення основних варіантів застосування технології Блокчейн у освіті;

– виявлення проблем з якими можна зіткнутися під час впровадження технології Блокчейн у освітній процес.

Об'єктом дослідження є існуючі способи використання технології Блокчейн у освітньому процесі.

Предметом дослідження є методи, переваги та проблеми впровадження технології Блокчейн у освітній процес.

ВИСНОВОК

Застосування технології блокчейн в освітній сфері знаходиться в зародковому стані. Тому був проведений аналіз сучасних блокчейн-досліджень у сфері освіти. Огляд включав 31 статтю і був обрамлений навколо трьох основних тем: додатків, переваг і проблем. Він дає кілька висновків. По-перше, він вказав, що технологія блокчейн в основному використовується для: видачі та перевірки академічних сертифікатів, обміну компетентностей студентів та досягнень навчання, а також оцінки їх професійних здібностей.

По-друге, це показує, що блокчейн може принести значну користь освіті, включаючи надання безпечної платформи для обміну даними студентів, зниження вартості та підвищення довіри та прозорості.

По-третє, це ілюструє, що використання технології блокчейн не обійшлося без проблем. Менеджери та політики повинні розглянути проблеми, пов'язані з безпекою, конфіденційністю, вартістю, масштабованістю та доступністю, перш ніж приймати технологію. Нарешті, це показує, що освітні сфери, в яких застосовувалася технологія блокчейн, все ще обмежені. Тому потенціал для блокчейну все ще нерозвіданий.

Окрім огляду статей була розроблена інтернет система, яка у перспективі передбачає можливість відстежувати успіхи у навчанні від школи до закінчення університету и так далі, за рахунок доступу до перевірених сертифікатів та дипломів, які видали ліцензовані учебні заклади. Звісно перевірка та достовірність усіх документів та інших даних буде гарантуватися технологією Blockchain.

Використання даної технології для перевірки та видачі сертифікатів було описано у статті на 9-ій міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ–2020)», текст тез представлений у додатку А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Nakamoto, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Grech, A.; Camilleri, A.F. Blockchain in Education; Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2017.
3. Collins, R. Blockchain: A new architecture for digital content. EContent 2016, 39, 22–23.
4. Memon, M.; Bajwa, U.A.; Ikhlas, A.; Memon, Y.; Memon, S.; Malani, M. Blockchain Beyond Bitcoin: Block Maturity Level Consensus Protocol. In Proceedings of the 2018 IEEE 5th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS), Bangkok, Thailand, 22–23 November 2018; pp. 1–5.
5. Gatteschi, V.; Lamberti, F.; Demartini, C.; Pranteda, C.; Santamaría, V. Blockchain and smart contracts for insurance: Is the technology mature enough? Future Internet 2018, 10, 20. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1999-5903/10/2/20>
6. Chen, G.; Xu, B.; Lu, M.; Chen, N.-S. Exploring blockchain technology and its potential applications for education. Smart Learn. Environ. 2018, 5, 1. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-017-0050-x>
7. Nespore, J. Cyber schooling and the accumulation of school time. Pedag. Cult. Soc. 2018, 1–17.
8. Okoli, C.; Schabram, K. A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. Sprouts: Working Papers on Information Systems. 2010, 10, pp. 1–51. [Електронний ресурс] – Режим доступу: sprouts.aisnet.org/10-26
9. Monash University Library. Available online: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://guides.lib.monash.edu/subject-databases>

10. Han, M.; Li, Z.; He, J.S.; Wu, D.; Xie, Y.; Baba, A. A Novel Blockchain-based Education Records Verification Solution. In Proceedings of the 19th Annual SIG Conference on Information Technology Education, Fort Lauderdale, FL, USA, 3–6 October 2018; pp. 178–183.
11. Arenas, R.; Fernandez, P. CredenceLedger: A Permissioned Blockchain for Verifiable Academic Credentials. In Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), Stuttgart, Germany, 17–20 June 2018; pp. 1–6.
12. Xu, Y.; Zhao, S.; Kong, L.; Zheng, Y.; Zhang, S.; Li, Q. ECBC: A high performance educational certificate blockchain with efficient query. In Proceedings of the International Colloquium on Theoretical Aspects of Computing, Hanoi, Vietnam, 23–27 October 2017; pp. 288–304.
13. Sharples, M.; Domingue, J. The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. In Proceedings of the European Conference on Technology Enhanced Learning, Lyon, France, 13–16 September 2016; pp. 490–496.
14. Bandara, I.B.; Ioras, F.; Arraiza, M.P. The emerging trend of blockchain for validating degree apprenticeship certification in cybersecurity education. In Proceedings of the 12th Annual International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain, 5–7 March 2018; pp. 7677–7683.
15. Srivastava, A.; Bhattacharya, P.; Singh, A.; Mathur, A.; Prakash, O.; Pradhan, R. A Distributed Credit Transfer Educational Framework based on Blockchain. In Proceedings of the 2018 Second International Conference on Advances in Computing, Control and Communication Technology (IAC3T), Allahabad, India, 21–23 September 2018; pp. 54–59.
16. Cheng, J.-C.; Lee, N.-Y.; Chi, C.; Chen, Y.-H. Blockchain and smart contract for digital certificate. In Proceedings of the 2018 IEEE

- international conference on applied system invention (ICASI), Chiba, Japan, 13–17 April 2018; pp. 1046–1051.
17. Palma, L.M.; Vigil, M.A.; Pereira, F.L.; Martina, J.E. Blockchain and smart contracts for higher education registry in Brazil. *Int. J. Netw. Manag.* 2019, 29, e2061.
 18. Gresch, J.; Rodrigues, B.; Scheid, E.; Kanhere, S.S.; Stiller, B. *The Proposal of a Blockchain-Based Architecture for Transparent Certificate Handling*; Springer: Cham, Switzerland, 2018; pp. 185–196.
 19. Funk, E.; Riddell, J.; Ankel, F.; Cabrera, D. Blockchain technology: A data framework to improve validity, trust, and accountability of information exchange in health professions education. *Acad. Med.* 2018, 93, 1791–1794.
 20. Lizcano, D.; Lara, J.A.; White, B.; Aljawarneh, S. Blockchain-based approach to create a model of trust in open and ubiquitous higher education. *J. Comput. High. Educ.* 2019, 31, 1–26.
 21. Hori, M.; Ohashi, M. Adaptive Identity authentication of blockchain system-the collaborative cloud educational system. *Proc. EdMedia Innov. Learn.* 2018, 1, 1339–1346.
 22. Farah, J.C.; Vozniuk, A.; Rodríguez-Triana, M.J.; Gillet, D. A Blueprint for a Blockchain-Based Architecture to Power a Distributed Network of Tamper-Evident Learning Trace Repositories. In *Proceedings of the 2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Mumbai, India, 9–13 July 2018; pp. 218–222.
 23. Williams, P. Does competency-based education with blockchain signal a new mission for universities? *J. High. Educ. Policy Manag.* 2018, 41, 104–117.
 24. Duan, B.; Zhong, Y.; Liu, D. Education application of blockchain technology: Learning outcome and meta-diploma. In *Proceedings of the 2017 IEEE 23rd International Conference on Parallel and Distributed*

- Systems (ICPADS), Shenzhen, China, 15–17 December 2017; pp. 814–817.
25. Zhao, W.; Liu, K.; Ma, K. Design of Student Capability Evaluation System Merging Blockchain Technology. *Proc. J. Phys. Conf. Ser.* 2019, 1168, 032123.
 26. Liu, Q.; Guan, Q.; Yang, X.; Zhu, H.; Green, G.; Yin, S. Education-Industry Cooperative System Based on Blockchain. In *Proceedings of the 2018 1st IEEE International Conference on Hot Information-Centric Networking (HotICN)*, Shenzhen, China, 15–17 August 2018; pp. 207–211.
 27. Shen, H.; Xiao, Y. Research on Online Quiz Scheme Based on Double-Layer Consortium Blockchain. In *Proceedings of the 2018 9th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, Hangzhou, China, 19–21 October 2018; pp. 956–960.
 28. Mikroyannidis, A.; Domingue, J.; Bachler, M.; Quick, K. Smart Blockchain Badges for Data Science Education. In *Proceedings of the 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, San Jose, CA, USA, 3–6 October 2018; pp. 1–5.
 29. Wu, B.; Li, Y. Design of Evaluation System for Digital Education Operational Skill Competition Based on Blockchain. In *Proceedings of the 2018 IEEE 15th International Conference on e-Business Engineering (ICEBE)*, Xi'an, China, 12–14 October 2018; pp. 102–109.
 30. Bdiwi, R.; De Runz, C.; Faiz, S.; Cherif, A.A. A Blockchain Based Decentralized Platform for Ubiquitous Learning Environment. In *Proceedings of the 2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Mumbai, India, 9–13 July 2018; pp. 90–92.
 31. Bore, N.; Karumba, S.; Mutahi, J.; Darnell, S.S.; Wayua, C.; Weldemariam, K. Towards blockchain-enabled school information hub. In

- Proceedings of the 9th International Conference on Information and Communication Technologies and Development, Lahore, Pakistan, 16–19 November 2017; p. 19.
32. Zhong, J.; Xie, H.; Zou, D.; Chui, D.K. A Blockchain Model for Word-Learning Systems. In Proceedings of the 2018 5th International Conference on Behavioral, Economic, and Socio-Cultural Computing (BESC), Kaohsiung, Taiwan, 12–14 November 2018; pp. 130–131.
 33. Sychov, S.; Chirtsov, A. Towards Developing the Unified Bank of Learning Objects for Electronic Educational Environment and Its Protection. In Proceedings of the 2018 Workshop on PhD Software Engineering Education: Challenges, Trends, and Programs, St. Petersburg, Russia, 17 September 2018; pp. 1–6.
 34. Hölbl, M.; Kamisalić, A.; Turkanović, M.; Kompara, M.; Podgorelec, B.; Herićko, M. EduCTX: An Ecosystem for Managing Digital Micro-Credentials. In Proceedings of the 2018 28th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), Hafnarfjordur, Iceland, 26–28 September 2018; pp. 1–9.
 35. Turkanović, M.; Hölbl, M.; Košič, K.; Herićko, M.; Kamišalić, A. EduCTX: A blockchain-based higher education credit platform. *IEEE Access* 2018, 6, 5112–5127.
 36. Gilda, S.; Mehrotra, M. Blockchain for Student Data Privacy and Consent. In Proceedings of the 2018 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), Coimbatore, India, 4–6 January 2018; pp. 1–5.
 37. Hori, M.; Ono, S.; Miyashita, K.; Kobayashi, S.; Miyahara, H.; Kita, T.; Yamada, T.; Yamaji, K. Learning System based on Decentralized Learning Model using Blockchain and SNS. In Proceedings of the 2018 10th International Conference on Computer Supported Education, Funchal, Madeira, Portugal, 15–17 March 2018; pp. 183–190.

38. Mitchell, I.; Hara, S.; Sheriff, M. dAppER: Decentralised Application for Examination Review. In Proceedings of the 2019 IEEE 12th International Conference on Global Security, Safety and Sustainability (ICGS3), London, UK, 16–18 January 2019; pp. 1–14.
39. Mikroyannidis, A.; Domingue, J.; Bachler, M.; Quick, K. A Learner-Centred Approach for Lifelong Learning Powered by the Blockchain. *Proc. EdMedia Innov. Learn.* 2018, 1, 1388–1393.
40. Zheng, Z.; Xie, S.; Dai, H.; Chen, X.; Wang, H. An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. In Proceedings of the 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress), Honolulu, HI, USA, 25–30 June 2017; pp. 557–564.
41. Bdiwi, R.; De Runz, C.; Faiz, S.; Cherif, A.A. Towards a new ubiquitous learning environment based on Blockchain technology. In Proceedings of the 2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Timisoara, Romania, 3–7 July 2017; pp. 101–102.
42. Zheng, Z.; Xie, S.; Dai, H.-N.; Chen, X.; Wang, H. Blockchain challenges and opportunities: A survey. *Int. J. Web Grid Serv.* 2018, 14, 352–375.
43. Purdon, I.; Erturk, E. Perspectives of Blockchain Technology, its Relation to the Cloud and its Potential Role in Computer Science Education. *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.* 2017, 7, 2340–2344.
44. Kitchenham, B.A.; Charters, S. Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering: Technical Report; Version 2.3; EBSE Technical Report: Durham, UK, 2007.
45. Gyorkos, T.W.; Tannenbaum, T.N.; Abrahamowicz, M.; Oxman, A.D.; Scott, E.A.; Millson, M.E.; Rasooly, I.; Frank, J.W.; Riben, P.D.; Mathias, R.G.; et al. An approach to the development of practice guidelines for community health interventions. *Can. J. Public Health* 1994, 85, S8–S13.

46. Yli-Huumo, J.; Ko, D.; Choi, S.; Park, S.; Smolander, K. Where is current research on blockchain technology?—A systematic review. PLoS ONE 2016, 11, e0163477.
47. Greyling, F.; Kara, M.; Makka, A.; Van Niekerk, S. IT worked for us: Online strategies to facilitate learning in large (undergraduate) classes. Electron. J. e-Learn.
48. Будякова О.В, Савастру О.В. Можливості застосування технології Blockchain у освітньому процесі, 2020
49. Budiakova O. Possibilities of using Blockchain technology in the educational process, 2020