

**BLOKCHEYN ASOSIDA TA'LIM TIZIMLARIDA MA'LUMOTLAR
YAXLITLIGI VA MAXFIYLIGINI TA'MINLASH**

*Buxoro davlat universiteti Amaliy matematika
va dasturlash texnologiyalari kafedrasida
dotsenti pedagogika fanlari falsafa
doktori (PhD) H.SH. Rustamov
Osiyo Xalqaro Universiteti MMI-TAT-24
magistranti A.B.Soliyev*

Annotatsiya. Raqamli texnologiyalar jadal rivojlanayotgan hozirgi davrda ta'lim tizimi ham tub o'zgarishlarni boshdan kechirmoqda. Ta'lim jarayonining raqamlashtirilishi bilan bir qatorda o'quvchi va talabalarning shaxsiy ma'lumotlari, akademik natijalari va sertifikatlari kabi muhim axborotlarning xavfsizligi masalasi dolzarb muammoga aylanmoqda. An'anaviy markazlashgan tizimlarda ma'lumotlarning buzilishi, yo'qolishi yoki ruxsatsiz o'zgartirilishi xavfi mavjud. Ushbu maqolada blokcheyn texnologiyasining ta'lim tizimlarida ma'lumotlar yaxlitligi va maxfiyligini ta'minlashdagi o'rni ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Blokcheynning kriptografik asoslari, taqsimlangan reyestr modeli va o'zgarmaslik xususiyati ta'lim tizimidagi axborot xavfsizligini oshirishda qanday rol o'ynashi ko'rib chiqiladi. Shuningdek, blokcheyn asosida ta'lim tizimi arxitekturasi taklif etilib, uning afzalliklari va cheklovlari tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: blokcheyn, ta'lim tizimi, ma'lumotlar xavfsizligi, yaxlitlik, maxfiylik, kriptografiya, smart contract.

Аннотация. В условиях стремительного развития цифровых технологий система образования также претерпевает глубокие изменения. Наряду с цифровизацией образовательного процесса, вопросы безопасности важной информации, такой как персональные данные учащихся и студентов, академические результаты и сертификаты, становятся актуальной проблемой. В традиционных централизованных системах существует риск повреждения, утраты или несанкционированного изменения данных. В данной статье научно анализируется роль технологии блокчейн в обеспечении целостности и конфиденциальности данных в образовательных системах. Рассматриваются криптографические основы блокчейна, модель распределённого реестра и свойство неизменяемости, а также их влияние на повышение информационной безопасности в образовательной среде. Кроме того, предлагается архитектура образовательной системы на основе блокчейна, а также проводится анализ её преимуществ и ограничений.

Ключевые слова: блокчейн, образовательная система, безопасность данных, целостность, конфиденциальность, криптография, смарт-контракты.

Abstract. In the context of the rapid development of digital technologies, the education system is also undergoing significant transformations. Along with the digitalization of the educational process, the security of critical information such as personal data of students, academic records, and certificates has become a pressing issue. Traditional centralized systems are vulnerable to data corruption, loss, or unauthorized modification. This article provides a scientific analysis of the role of blockchain technology in ensuring data integrity and confidentiality in educational systems. The cryptographic foundations of blockchain, the distributed ledger model, and the property of immutability are examined in terms of their contribution to enhancing information security in education. Furthermore, a blockchain-based educational system architecture is proposed, and its advantages and limitations are analyzed.

Keywords: blockchain, education system, data security, integrity, confidentiality, cryptography, smart contracts.

Kirish. Raqamli transformatsiya jarayonlari global miqyosda barcha sohalarni, xususan ta'lim tizimini tubdan o'zgartirib bormoqda. Shiddat bilan rivojlanib borayotgan zamonaviy ta'lim muhitida elektron ta'lim platformalari, masofaviy o'qitish tizimlari, bulutli texnologiyalar va sun'iy intellekt asosidagi xizmatlar keng qo'llanilmoqda. Ushbu jarayonlar ta'lim samaradorligini oshirish, bilim olish imkoniyatlarini kengaytirish va ta'lim resurslariga erkin kirishni ta'minlash imkonini berayotgan bo'lsa-da, ma'lumotlar xavfsizligi, yaxlitligi va maxfiyligi bilan bog'liq yangi muammolarni ham yuzaga keltirmoqda. Ta'lim tizimlarida saqlanayotgan ma'lumotlar tarkibiga talabalar shaxsiy ma'lumotlari, natijalar, baholar, diplomlar, sertifikatlar va boshqa muhim axborotlar kiradi. Ushbu ma'lumotlarning buzilishi yoki ruxsatsiz o'zgartirilishi nafaqat alohida shaxslar, balki butun ta'lim tizimi obro'siga putur yetkazishi mumkin.

An'anaviy markazlashgan ma'lumotlar bazalari ushbu muammolarni hal qilishda yetarli darajada ishonchli emas. Bunday tizimlarda yagona boshqaruv nuqtasi mavjud bo'lib, u tizimning eng zaif joyi hisoblanadi. Agar ushbu markaziy server buzilsa yoki unga ruxsatsiz kirish amalga oshirilsa, katta hajmdagi ma'lumotlar yo'qolishi yoki o'zgartirilishi mumkin. Shu sababli markazlashmagan, o'z-o'zini himoya qiluvchi va kriptografik jihatdan mustahkam tizimlarga ehtiyoj ortib bormoqda. Blokcheyn texnologiyasi aynan shunday talablarni qondira oladigan innovatsion yechim sifatida qaralmoqda.

Blokcheyn texnologiyasi taqsimlangan reyestr konsepsiyasiga asoslanadi. Unda ma'lumotlar bloklar ko'rinishida saqlanadi va har bir blok kriptografik hash orqali

oldingi blok bilan bog'lanadi. Bu esa ma'lumotlar zanjirini hosil qiladi va tizimga yozilgan har qanday ma'lumotni o'zgartirishni deyarli imkonsiz qiladi. Ushbu xususiyat blokcheynni ma'lumotlar yaxlitligini ta'minlashda juda samarali vositaga aylantiradi. Ta'lim tizimida bu shuni anglatadiki, talabalar baholari, yozuvlari va sertifikatleri bir marta blokcheynga yozilgandan so'ng, ularni o'zgartirish yoki soxtalashtirish imkoni bo'lmaydi.

Blokcheynning yana bir muhim xususiyati bu markazlashmaganlikdir. Ma'lumotlar yagona serverda emas, balki tarmoqdagi ko'plab tugunlarda saqlanadi. Har bir tugun blokcheynning to'liq yoki qisman nusxasiga ega bo'ladi. Bu esa tizimning ishonchliligini oshiradi, chunki bitta tugunning ishdan chiqishi butun tizim faoliyatiga ta'sir qilmaydi. Bundan tashqari, markazlashmaganlik kiberhujumlarga qarshi yuqori darajadagi himoyani ta'minlaydi, chunki hujumchi butun tarmoqni bir vaqtning o'zida nazorat qilishi kerak bo'ladi.

Ta'lim tizimlarida ma'lumotlar maxfiylikni ta'minlash ham muhim masalalardan biridir. Blokcheyn tizimlari odatda shaffof bo'lganligi sababli, barcha tranzaksiyalar ochiq ko'rinishda saqlanadi. Bu esa maxfiy ma'lumotlarning oshkor bo'lish xavfini keltirib chiqaradi. Shu sababli blokcheyn asosidagi ta'lim tizimlarini loyihalashda maxfiylikni ta'minlash mexanizmlariga alohida e'tibor qaratish zarur. Buning uchun ruxsat etilgan blokcheyn tarmoqlari, kriptografik shifrlash algoritmlari va zamonaviy texnologiyalar qo'llaniladi. Ruxsat etilgan blokcheynlarda faqat tasdiqlangan ishtirokchilar tarmoqqa kirish huquqiga ega bo'ladi, bu esa ma'lumotlarga ruxsatsiz kirishni cheklaydi. Kriptografik shifrlash orqali ma'lumotlar himoyalanaadi va faqat tegishli kalitga ega bo'lgan foydalanuvchilar ularni o'qiy oladi.

Blokcheyn asosida ta'lim tizimini yaratishda smart contract texnologiyasi muhim rol o'ynaydi. Smart contract - bu blokcheynda ishlaydigan va oldindan belgilangan shartlar bajarilganda avtomatik ravishda ishga tushadigan dasturiy koddir. Ta'lim tizimida smart contractlar yordamida baholash jarayonini avtomatlashtirish, sertifikat berishni boshqarish va jarayonlarni optimallashtirish mumkin. Masalan, talaba barcha talablarni bajarganidan so'ng, tizim avtomatik ravishda unga sertifikat beradi va ushbu sertifikat blokcheynga yoziladi.

Blokcheyn texnologiyasining ta'lim tizimidagi yana bir muhim qo'llanilishi bu raqamli diplomlar va sertifikatlarni yaratishdir. An'anaviy tizimlarda diplomlarni qalbakilashtirish muammosi keng tarqalgan. Blokcheyn asosida yaratilgan diplomlar esa o'zgarimas va tekshiriladigan bo'ladi. Har bir diplom blokcheynga yoziladi va uning haqiqiylikni istalgan vaqtda tekshirish mumkin. Bu esa ish beruvchilar uchun ham katta qulaylik yaratadi.

Biroq blokcheyn texnologiyasining kamchiliklari ham mavjud. Ulardan biri skalabilik muammosidir. Tarmoqdagi tranzaksiyalar soni ortgani sayin, ularni qayta ishlash vaqti ham ortadi. Bundan tashqari, ayrim blokcheyn tarmoqlari yuqori energiya

sarfi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, blokcheyn tizimlarini joriy etish uchun katta moliyaviy va texnik resurslar talab etiladi. Huquqiy va normativ bazaning yetarli darajada shakllanmaganligi ham ushbu texnologiyaning keng joriy etilishiga to'sqinlik qilmoqda.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, blokcheyn texnologiyasini ta'lim tizimlariga joriy etish orqali ma'lumotlar xavfsizligini sezilarli darajada oshirish mumkin. Ayniqsa, ma'lumotlar yaxlitligini ta'minlash, firibgarlikning oldini olish va tizimga bo'lgan ishonchni oshirishda blokcheynning o'rni beqiyosdir. Kelajakda ushbu texnologiyani sun'iy intellekt, bulutli hisoblash va IoT texnologiyalari bilan integratsiya qilish orqali yanada samarali ta'lim tizimlarini yaratish mumkin.

Xulosa qilib aytganda, blokcheyn texnologiyasi ta'lim tizimlarida ma'lumotlar yaxlitligi va maxfiylikni ta'minlash uchun istiqbolli va innovatsion yechim hisoblanadi. Ushbu texnologiyani amaliyotga joriy etish orqali ta'lim tizimining shaffofligi, ishonchliligi va xavfsizligini yangi bosqichga olib chiqish mumkin. Kelgusida ushbu yo'nalishda chuqur ilmiy tadqiqotlar olib borish va amaliy loyihalarni ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
2. Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media.
3. Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World*. Penguin.
4. Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies*. Princeton University Press.
5. Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). "An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends." *IEEE International Congress on Big Data*.
6. Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things." *IEEE Access*, 4, 2292–2303.
7. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). "The Internet of Things: A survey." *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805.
8. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions." *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
9. Ben-Sasson, E., et al. (2014). "Zero-Knowledge Proofs: Theory and Applications." *IEEE Symposium on Security and Privacy*.
10. Goldwasser, S., Micali, S., & Rackoff, C. (1989). "The Knowledge Complexity of Interactive Proof Systems." *SIAM Journal on Computing*, 18(1), 186–208.
11. Zyskind, G., Nathan, O., & Pentland, A. (2015). "Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data." *IEEE Security and Privacy Workshops*.
12. Sharples, M., & Domingue, J. (2016). "The Blockchain and Kudos: A Distributed System for Educational Record, Reputation and Reward." *European Conference on Technology Enhanced Learning*.

13. Grech, A., & Camilleri, A. F. (2017). *Blockchain in Education*. European Commission Joint Research Centre.
14. Chen, G., Xu, B., Lu, M., & Chen, N.-S. (2018). "Exploring Blockchain Technology and Its Potential Applications for Education." *Smart Learning Environments*, 5(1).
15. Alammary, A., Alhazmi, S., Almasri, M., & Gillani, S. (2019). "Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review." *Applied Sciences*, 9(12).
16. Turkanović, M., Hölbl, M., Košič, K., Heričko, M., & Kamišalić, A. (2018). "EduCTX: A Blockchain-Based Higher Education Credit Platform." *IEEE Access*, 6, 5112–5127.
17. Dennis, R., Owenson, G., & Aziz, B. (2016). "A Temporal Blockchain: A Formal Analysis." *International Conference on Collaboration Technologies*.
18. Kshetri, N. (2017). "Can Blockchain Strengthen the Internet of Things?" *IT Professional*, 19(4), 68–72.
19. Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). "A Systematic Literature Review of Blockchain-Based Applications." *Telematics and Informatics*, 36, 55–81.
20. Dorri, A., Kanhere, S. S., & Jurdak, R. (2017). "Blockchain in Internet of Things: Challenges and Solutions." *IEEE Conference on Distributed Computing Systems Workshops*.
21. Xu, X., Weber, I., & Staples, M. (2019). *Architecture for Blockchain Applications*. Springer.
22. Bonneau, J., et al. (2015). "SoK: Research Perspectives and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies." *IEEE Symposium on Security and Privacy*.
23. Wood, G. (2014). *Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger*.
24. Buterin, V. (2013). *Ethereum White Paper*.
25. Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). "Blockchain Technology and Its Relationships to Sustainable Supply Chain Management." *International Journal of Production Research*.
26. Li, X., Jiang, P., Chen, T., Luo, X., & Wen, Q. (2017). "A Survey on the Security of Blockchain Systems." *Future Generation Computer Systems*.
27. Yue, X., et al. (2016). "Healthcare Data Gateways: Found Healthcare Intelligence on Blockchain." *Journal of Medical Systems*.
28. Roman, R., Zhou, J., & Lopez, J. (2013). "On the Features and Challenges of Security and Privacy in Distributed Internet of Things." *Computer Networks*, 57(10).
29. Alam, T. (2020). "Internet of Things: A Review of Concepts and Applications." *International Journal of Computer Applications*.
30. Stallings, W. (2017). *Cryptography and Network Security: Principles and Practice*. Pearson.