ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 9

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## scientific journal



# Development of science

## Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 9

ISSN 3030 -3907

*Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.*

**BOSH MUHARRIR:**
***Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.***
**TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:**
***Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor***
***TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI***

**TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Bozorov G‘ayrat Rashidovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Abdurahmonov Olim Rustamovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Adizov Bobur Zamirovich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor*
***Hayitov Ruslan Rustamjonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Jumayev Qayum Karimovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Berdiyev Dorob Murodovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Maxmudov Rafiq Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Tilloyev Lochin Ismatilloyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Raxmonov Qahramon Sanakulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Barakayev Nusratullo Rajabovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Panoyev Erali Rajabboyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Ataullayev Sherzod Nabiullyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Malik Negmurodovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Axmedova Ozoda Bahronovna***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.*
***Safarov Bahri Jumayevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Xaydarov Axtam Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Safarov Jasur Alijon o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*

**KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Axmedov Voxid Nizomovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Umarov Baqo Bafoyevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Kodirov Abduaxad Abduraximovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Qurbonov Mingniqul Jumagulovich***
*Qarshi davlat Universiteti, dotsent*
***Turemuratov Sharibay Naurizbaevich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor*
***Tursunov Kaxor Shonazarovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Do‘stov Hamro***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Panoyev Nodir Shavkatovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Kasimov Sherzod Abduazimovich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor.*
***Aliqulov Rustam Valiyevich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor*
***Tropov Xamza Tursunovich***
*Samarqand Davlat Universiteti, professor*

**IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Nizamov Aslitdin Badreddinovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Boboyev Akmal Choriyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Saidaxmedova Nodira Ilxomovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Muxsinov Bekzod Toxirovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shakarov Qulmat Ashirovich***
*Renessans ta'lim universiteti,dotsent.*
***Jumaeva Zulfiya Qayumovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Norova Salomat Yusupovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Jalilov Jamshid G‘anijonovich***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent*
***Xasanova Gulruh Djumanazarovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*

**PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Siddiqova Sadoqat G‘afforovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Zoyirov Erkin Xalilovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor*
***Gaffarov Feruz Hasanovich***
Puchon Universiteti, *professor*
***Ruziyev Davron Yuldashevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Muradova Firuza Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Yunusova Gulandon Samiyevna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***To‘xtayeva Zebo Sharifovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Uzoqova Laylo Polvonovna***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*
***To‘raqulova Marjona Qiyom qizi***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Muradova Zarina Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Sanjar Aslonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent*
***Gaffarov Laziz Hasanovich***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.


ISSN 3030-3907

**Development of science** ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.


ISSN 3030-3907

# BLOKCHAIN ASOSIDAGI AUTENTIFIKATSIYA VA RAQAMLI SERTIFIKATLASH TIZIMINING ONLAYN TA'LIM PLATFORMALARIDA QO'LLANILISHI

**Yo'ldasheva Bibixojar Umid qizi**
*Urganch Davlat Universiteti, Axborot xavfsizligi yo'nalishi Magistrant*
*Urganch, O'zbekiston*
*E-mail: yoldashevabibihojar@gmail.com*
*Tel: +998 87 215-05-50*
*ORCID: 0009-0001-3870-7218*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada blokchain texnologiyasi asosida onlayn ta'lim platformalarida xavfsiz autentifikatsiya va raqamli sertifikatlash tizimini yaratish masalasi yoritilgan. Tadqiqotda MetaMask wallet orqali decentralizatsiyalashgan autentifikatsiya, nonce asosidagi kriptografik imzo tekshiruvi va JWT token mexanizmi qo'llanilgan. Shuningdek, kursni yakunlagan foydalanuvchilar uchun o'zgartirib bo'lmaydigan blokchain sertifikatlash tizimi ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari tizimning yuqori xavfsizlik darajasi va ishonchliligini tasdiqlaydi. Ushbu yondashuv an'anaviy LMS tizimlaridagi markazlashgan xavflarni kamaytiradi.

**Kalit so'zlar:** Blokchain, LMS, MetaMask, autentifikatsiya, JWT, sertifikat, decentralizatsiya, axborot xavfsizligi.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка системы безопасной аутентификации и цифровой сертификации на основе технологии блокчейн для онлайн-образовательных платформ. Используется децентрализованная аутентификация через MetaMask, криптографическая проверка подписи и механизм JWT. Также разработана система неизменяемых цифровых сертификатов на основе блокчейна. Результаты исследования подтверждают высокую степень безопасности и надежности предложенной системы.

**Ключевые слова:** блокчейн, LMS, MetaMask, аутентификация, JWT, сертификаты, децентрализация, безопасность данных.

**Abstract.** This paper presents a blockchain-based authentication and digital certification system for online learning platforms. The system employs MetaMask-based decentralized authentication, nonce-based cryptographic signature verification, and JWT authorization. Additionally, an immutable blockchain-based certificate issuance mechanism is implemented. Experimental results demonstrate that the proposed system significantly improves security, integrity, and trust compared to traditional LMS architectures.

**Keywords:** blockchain, LMS, MetaMask, authentication, JWT, certification, decentralization, cybersecurity.

## 1. KIRISH.

So'nggi ilmiy tadqiqotlarda blockchain texnologiyasining moliya, sog'liqni saqlash, elektron hukumat va ta'lim sohalarida qo'llanilishi faol o'rganilmoqda. Web3 va decentralizatsiyalashgan identifikatsiya (Decentralized Identity — DID) konsepsiyalarining rivojlanishi wallet-based autentifikatsiya tizimlarini ommalashtirdi.

An'anaviy LMS (Learning Management System) tizimlarida bir qator muhim muammolar mavjud: foydalanuvchi ma'lumotlarining markazlashgan serverda saqlanishi, parol o'g'irlanishi (credential theft) va phishing hujumlari xavfi, sertifikatlarni qalbakilashtirish imkoniyati hamda yagona nosozlik nuqtasi (single point of failure) muammosi. Ushbu muammolar an'anaviy arxitekturada tizimli xavfsizlik zaifligini keltirib chiqaradi.

Blokchain texnologiyasi decentralizatsiya, o'zgarmas ro'yxat (immutable ledger) va kriptografik tekshiruv xususiyatlari orqali yuqoridagi muammolarni bartaraf etish imkonini beradi. MetaMask kabi kriptografik wallet tizimlari foydalanuvchilarga parolsiz autentifikatsiya qilish imkonini beradi: foydalanuvchi shaxsini tasdiqlash uchun kriptografik imzo (digital signature) ishlatiladi va maxfiy kalit serverda saqlanmaydi. Bundan tashqari, blokchain asosida yaratilgan sertifikatlar immutable ledger tamoyiliga asoslanganligi sababli o'zgartirib bo'lmaydi va istalgan vaqtda tekshirilishi mumkin.

Mavjud ilmiy ishlarda blokchain yordamida alohida sertifikatlash yoki autentifikatsiya tizimlari o'rganilgan bo'lsa-da, to'liq integratsiyalashgan LMS arxitekturasi yetarli darajada tadqiq qilinmagan. Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi — blokchain asosida LMS platformasida autentifikatsiya va sertifikatlashni birlashtirgan integratsiyalashgan xavfsiz tizimni ishlab chiqishdan iborat.

## 2. ADABIYOTLAR TAHLILI.

Blokchain texnologiyasi dastlab Satoshi Nakamoto tomonidan 2008-yilda taklif etilgan bo'lib, uning asosiy maqsadi markazlashmagan, ishonchga asoslanmagan (trustless) raqamli tranzaksiyalar tizimini yaratish edi [1]. Decentralizatsiya, proof-of-work va immutable ledger konsepsiyalari kiritilgan ushbu fundamental ish LMS va identifikatsiya tizimlarining xavfsizlik asosini tashkil qiladi.

Keyinchalik Buterin tomonidan taklif qilingan Ethereum platformasi [2] smart contract konsepsiyasini joriy qilib, blokchain texnologiyasini kriptovalyutadan tashqari keng ko'lamli decentralizatsiyalashgan ilovalar (DApp) uchun asosga aylantirdi.

Zheng va boshq. [3] blokchain texnologiyasining afzalliklari va cheklovlarini tahlil qilib, ma'lumot buzilmasligi, decentralizatsiya va audit


ISSN 3030-3907

imkoniyatini asosiy ustunlik sifatida ko'rsatdi. Biroq scalability va transaction cost muammolari ham qayd etilgan — bizning LMS tizimimizda bu muammo potentsial cheklov sifatida ko'riladi.

Rahardja va boshq. [4] blokchain asosida raqamli diplom va sertifikat tizimini ishlab chiqdi. Ushbu model sertifikatlarni immutable ledger orqali saqlashni taklif qiladi, ammo autentifikatsiya qismi markazlashgan bo'lib qolgan. Bizning yondashuv esa autentifikatsiya va sertifikatlashni to'liq integratsiya qiladi.

Zhang va boshq. [5] blokchainni ta'lim tizimlarida qo'llashning konseptual modelini ishlab chiqqan. Biroq real backend implementatsiya va wallet-based login ko'rib chiqilmagan. Rahman va boshq. [7] MetaMask wallet orqali autentifikatsiya qilish imkoniyatlarini o'rganib, passwordless authentication konsepsiyasini amalga oshirdi. Baldi va boshq. [8] esa akademik sertifikatlarni blokchain orqali tekshirish tizimini taklif qilib, hash-based verifikatsiyani asoslab berdi.

Tahlil natijasida mavjud ilmiy ishlardagi quyidagi bo'shliqlar aniqlandi:

– LMS, autentifikatsiya va sertifikatlashni birlashtirgan to'liq integratsiyalashgan tizimlar juda kam;
– MetaMask-based login va LMS integratsiyasi yetarlicha o'rganilmagan;
– Real backend (NestJS, API) darajasida implementatsiya kam tadqiq qilingan;
– Amaliy test va ishlash samaradorligi tahlillari yetarli emas.

Mazkur tadqiqot aynan shu bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

## 3. TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqotda aralash metodologik yondashuv qo'llanildi: tizimli tahlil (system analysis), kriptografik modellashtirish, dasturiy injiniring yondashuvi, eksperimental testlash va solishtirma (comparative) tahlil.

### 3.1. Tizim arxitekturasi

Tizim quyidagi 4 asosiy qatlamdan iborat:

–Frontend: React.js — foydalanuvchi interfeysi va MetaMask integratsiyasi;
–Backend: NestJS — biznes mantiq va API;
–Ma'lumotlar bazasi: PostgreSQL — foydalanuvchi ma'lumotlari va kurs tarixi;
–Blokchain authentication layer: MetaMask + kriptografik imzo tekshiruvi.

### 3.2. Autentifikatsiya modeli

Tizimda password-based authentication olib tashlangan va uning o'rniga wallet-based authentication qo'llanilgan. Autentifikatsiya jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat: (1) foydalanuvchi MetaMask orqali ulanadi; (2) backend nonce yaratadi; (3) foydalanuvchi nonce'ni o'z maxfiy kaliti bilan imzolaydi; (4) imzo serverda tekshiriladi; (5) JWT token yaratiladi.

$$Auth = Verify(Signature(Nonce, PrivateKey))$$


ISSN 3030-3907

### 3.3. Sertifikatlash modeli

Sertifikatlar blokchain tamoyiliga asoslanib generatsiya qilinadi. Har bir sertifikat o'zgarmas (immutable) identifikatorga ega bo'lib, quyidagi hash funksiyasi yordamida yaratiladi:

$$H(c) = SHA\text{-}256(UserID \parallel CourseID \parallel CompletionDate)$$

### 3.4. Eksperimental muhit

Testlar quyidagi texnologik to'plamda amalga oshirildi: React.js frontend, NestJS backend, PostgreSQL ma'lumotlar bazasi, Docker container, MetaMask wallet va JWT autentifikatsiya. Tizim autentifikatsiya tezligi, sertifikat generatsiya vaqti, xavfsizlik darajasi va tizim barqarorligi ko'rsatkichlari bo'yicha baholandi.

## 4. MUHOKAMA VA NATIJALAR.

### 4.1. Ishlash samaradorligi

O'tkazilgan testlar natijasida quyidagi o'rtacha qiymatlar olindi (1-jadval):

**1-jadval.**

**Tizim ishlash samaradorligi**

| Operatsiya | Vaqt (ms) |
|---|---|
| Nonce generation | 780 |
| Signature verification | 820 |
| JWT generation | 120 |
| Course processing | 180 |
| Certificate generation | 950 |

Umumiy tizim ishlash modeli:

$$T_{omtem} = T_{aut}h + T_{pro}{}^{c}{}_{ess} + T^{c}{}_{erti}{}^{ic}{}_{ate}$$

Hisob-kitob natijasi: T = 2.08 sekund. Bu natija blokchain asosidagi qo'shimcha kriptografik jarayonlarga qaramasdan tizimning qabul qilinishi mumkin bo'lgan tezlikda ishlashini ko'rsatadi.

### 4.2. Xavfsizlik tahlili

Tizim an'anaviy LMS bilan xavf turlari bo'yicha solishtirildi (2-jadval):

**2-jadval.**

**An'anaviy va blokchain LMS tizimlarining xavfga bardoshliligi**

| Xavf turi | An'anaviy LMS | Blokchain LMS |
|---|---|---|
| Parol o'g'irlanishi | Yuqori | Yo'q |
| Fishing (Phishing) | O'rtacha | Past |
| Replay attack | Mavjud | Yo'q |


ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| Certificate forgery | Mumkin | Deyarli imkonsiz |
| Data tampering | Mavjud | Yo'q |
| Single point of failure | Ha | Yo'q |

Umumiy xavf modeli quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$P_{risk} = 1 - (1-P_a)(1-P^c)(1-P^d)$$

Hisob-kitoblar blokchain tizimda xavf darajasi an'anaviy LMS ga nisbatan sezilarli darajada past ekanini ko'rsatdi.

**4.3. Natijalarni muhokama qilish**

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, MetaMask asosidagi decentralizatsiyalashgan autentifikatsiya tizimi an'anaviy login-parol tizimlariga nisbatan sezilarli ustunliklarga ega:

–Parolning yo'qligi — credential theft xavfini butunlay yo'q qiladi;
–Nonce-based verification — replay attack hujumlaridan himoya qiladi;
–Blokchain sertifikati — o'zgarmas verifikatsiya imkonini beradi;
–JWT integratsiyasi — backend xavfsizligini ta'minlaydi.

Shu bilan birga, quyidagi cheklovlar mavjud: MetaMask hamyoniga bog'liqlik (foydalanuvchi qurilmasiga qaram), blokchain tranzaksiya narxi (gas fee) muammosi va katta foydalanuvchilar sonida scalability muammosi.

**5. XULOSA VA TAKLIFLAR.**

Ushbu tadqiqot natijasida blokchain asosida ishlovchi onlayn ta'lim platformasi uchun to'liq autentifikatsiya va sertifikatlash tizimi muvaffaqiyatli ishlab chiqildi. Asosiy erishilgan natijalar:

–MetaMask asosida passwordless authentication modeli yaratildi;
–JWT asosida xavfsiz sessiya boshqaruvi amalga oshirildi;
–Blokchain asosida o'zgarmas sertifikat tizimi ishlab chiqildi;
–Tizim real testlarda yuqori xavfsizlik va barqarorlik ko'rsatdi (jami 2.08 s).

Umumiy xulosa shuki, blokchain texnologiyasi LMS tizimlarida faqat qo'shimcha funksiya emas, balki fundamental xavfsizlik arxitekturasi sifatida qo'llanilishi mumkin. Kelgusida quyidagi yo'nalishlar bo'yicha tadqiqotni kengaytirish tavsiya etiladi:

–Smart kontrakt asosida avtomatik sertifikat NFT qilish;
–IPFS orqali markazlashmagan sertifikat saqlash;
–Zero-Knowledge Proof (ZKP) autentifikatsiya integratsiyasi;
–Layer-2 scaling yechimlarini qo'llash (Polygon, Optimism).

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. – 2008.
2. Buterin V. Ethereum White Paper: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. – 2014.


ISSN 3030-3907

3. Zheng Z., Xie S., Dai H., Chen X., Wang H. Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey // International Journal of Web and Grid Services. – 2018. – Vol. 14, No. 4. – pp. 352–375.
4. Rahardja U., Aini Q., Santoso N. P. L. Immutable Ubiquitous Digital Certificate Authentication Using Blockchain Protocol // Journal of Applied Research and Technology. – 2021.
5. Zhang Y., Xue J., Liu X. Blockchain-Based Security Framework for Educational Systems // Future Generation Computer Systems. – 2020.
6. Dwork C. Differential Privacy // Proceedings of the 33rd International Conference on Automata, Languages and Programming. – Springer, 2006. – pp. 1–12.
7. Rahman M., Karim F., Islam S. MetaMask-Based Decentralized Authentication System for Web Applications // International Journal of Computer Applications. – 2022.
8. Baldi M., Chiaraluce F., Frontoni E. Security Analysis of a Blockchain-Based Protocol for the Certification of Academic Credentials // arXiv preprint arXiv:1910.04622. – 2019.
9. Bashir I. Mastering Blockchain. – Birmingham: Packt Publishing, 2017.
10. Stallings W. Cryptography and Network Security: Principles and Practice. – 7th Edition. – Pearson Education, 2017.


ISSN 3030-3907