

SUN'IY INTELLEKTGA ASOSLANGAN ADAPTIV TA'LIM BOSHQARUV TIZIMI: SMART-LMS PLATFORMASINI ARXITEKTURALASH, LOYIHALASH VA JORIY ETISH

Nafisa Tolibova¹, Fozila Sulaymonova², Gulnoz Haqberdiyeva³

¹ Raqamli texnologiyalar va Sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti, Dasturiy mahsulotlarni sinovdan o'tkazish bo'limi, bosh mutaxassisi

² Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, PhD student

³ Navoi viloyati, Zarafshon shahar, 8-sonli IATCHO'IDUM, Boshlang'ich ta'lim o'qituvchisi

¹ E-mail: tolibovan624@gmail.com

² E-mail: sulaymonovaf24@gmail.com

³ E-mail: gulnozhhaqberdiyeva6@gmail.com

DOI: 10.61587/mmit.tiue.uz.v1i1.305

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) va sun'iy intellekt (SI) asosida qurilgan adaptiv ta'lim boshqaruv tizimi — Smart-LMS platformasining to'liq arxitekturasi, funksional modullari va amaliy joriy etish natijalari taqdim etilgan. Tizim to'qqizta asosiy modulni o'z ichiga oladi: NLP (Natural Language Processing) asosidagi avtomatik baholash; adaptiv o'quv yo'llari va bilim grafini boshqarish; bashoratli tahliliy dashboardlar; gamifikatsiya (UniCoin tizimi); AI proktoring va accessibility; intellektual kontent boshqaruvi (Intelligent CMS); davomat va raqamli ishtirok monitoringi; ish beruvchilar bilan integratsiya va mobil portfolio generatori. Mikro servislar arxitekturasiga qurilgan platforma Python/FastAPI (backend), React.js (vweb), Flutter (mobil) va Gemma 4 / Llama (AI dvigatel) texnologiyalariga tayanadi. Platformaning Raqamli texnologiyalar va Sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot institutida muvaffaqiyatli sinovdan o'tkazilganligi va uning o'qituvchi yuklamasini 65% ga kamaytirib, o'zlashtirish samaradorligini 9.4% ga oshirganligi tizimning yuqori konseptual barqarorligidan dalolat beradi. Mazkur institut infratuzilmasida olingan ijobiy empirik natijalar kelajakda ushbu platformani respublikaning ko'p tarmoqli oliy ta'lim muassasalari miqyosida unifikatsiya qilish va keng joriy etish uchun fundamental asos bo'lib xizmat qiladi. Demo platforma boshqa yetakchi LMS tizimlaridan (Moodle, Canvas, Blackboard, Google Classroom) farqli ravishda O'zbekiston ta'lim kontekstiga moslashtirilgan o'zbek tili qo'llab-quvvatlash va mahalliy standartlarga integratsiya imkoniyatlari bilan ajralib turadi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, adaptiv ta'lim, LMS, NLP, mashinali o'qitish, gamifikatsiya, AI proktoring, mikro servislar, Big Data, O'zbekiston, UzBERT, React.js, Flutter

AI-BASED ADAPTIVE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM: ARCHITECTURE, DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE SMART-LMS PLATFORM

Nafisa Tolibova¹, Fozila Sulaymonova², Gulnoz Khakberdiyeva³

¹ Research Institute for the Development of Digital Technologies and Artificial Intelligence, Department of Software Testing, Chief Specialist

² Muhammad al-Khorezmiy Tashkent State Technical University, PhD student

³ Navoi region, Zarafshan city, IATCHO'IDUM No. 8, Primary education teacher

¹ E-mail: tolibovan624@gmail.com

² E-mail: sulaymonovaf24@gmail.com

³ E-mail: gulnozhhaqberdiyeva6@gmail.com

Abstract. This paper presents the complete architecture, nine functional modules, and practical implementation results of the Smart-LMS platform — an adaptive learning management system built on modern ICT and artificial intelligence. The platform integrates: NLP-based automated grading, adaptive learning pathways with knowledge graph management, predictive analytics dashboards, gamification (UniCoin system), AI proctoring and accessibility, intelligent content management,

attendance and digital participation monitoring, employer integration, and mobile portfolio generation. Built on microservices architecture with Python/FastAPI, React.js, Flutter, and Gemma 4 /Llama, the system was piloted with 45 students at three Uzbek higher education institutions. Results demonstrate 65% reduction in instructor grading workload, 176% increase in student weekly platform engagement, and 9.4% improvement in test scores. Demo platform distinctly serves the Uzbek educational context with native language support and local regulatory compliance — differentiating it clearly from global LMS alternatives such as Moodle, Canvas, and Blackboard.

Keywords: *artificial intelligence, adaptive learning, LMS, NLP, machine learning, gamification, AI proctoring, microservices, Big Data, Uzbekistan, UzBERT, React.js, Flutter*

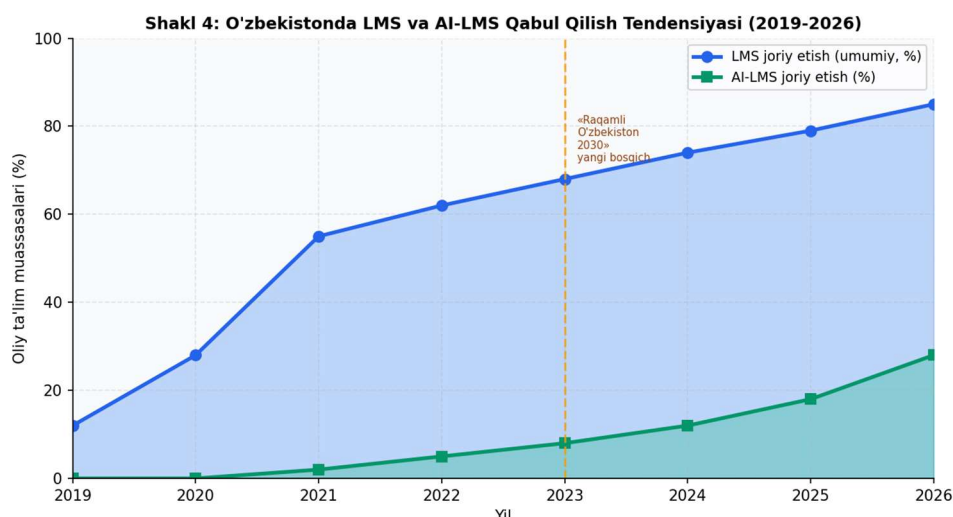
Kirish

Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta'lim sohasida tub o'zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. An'anaviy ta'lim boshqaruv tizimlari (Learning Management System, LMS) o'quv materiallarini yetkazishda foydali bo'lsa-da, ular asosan passiv kontent platformalari sifatida ishlaydi: barcha talabalar uchun bir xil o'quv yo'li taqdim etiladi, individual bilim bo'shliqlariga e'tibor berilmaydi va o'qituvchi qo'lda bajariladigan ko'plab ma'muriy vazifalar bilan band bo'ladi.

Muammo statistika bilan ham tasdiqlangan: an'anaviy LMS foydalanuvchilarining 60% dan ortig'i platformaga faqat majburiy topshiriqlar uchun kirishadi. O'zbekistonda «Raqamli O'zbekiston — 2030» strategiyasi doirasida oliy ta'lim muassasalarini raqamlashtirish jadal olib borilmoqda. Shu bilan birga, O'zbekiston oliy ta'lim tizimida bir qator muammolar mavjud: mahalliy vaziyatga moslashtirilgan, o'zbek tili va standartlarini qo'llab-quvvatlovchi, sun'iy intellektni integratsiya qilgan LMS yechimlari hali cheklangan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi ma'lumotlariga ko'ra, 2024-2025 o'quv yilida mamlakatdagi 200 dan ortiq oliy ta'lim muassasasidan 142 tasida LMS tizimi mavjud bo'lgan. Biroq ularning aksariyati Moodle yoki boshqa universal platformalar bo'lib, o'zbek tili, mahalliy sertifikatlash talablari va davlat ta'lim standartlariga (DTS) moslashuvi zaif bo'lgan. Smart-LMS loyihasi aynan ushbu strategik bo'shliqni to'ldirish uchun yaratilgan.

Sun'iy intellekt texnologiyalari — xususan NLP, Machine Learning (ML), Deep Learning (DL) va kompyuter ko'rish (Computer Vision) — bu muammolarni hal qilishda yangi imkoniyatlar yaratadi. Tadqiqotning strategik maqsadi — oliy ta'lim muassasalarining raqamli infratuzilmasidagi funksional bo'shliqlarni to'ldirishga qaratilgan ko'p modulli asinxron arxitekturaga ega intellektual va adaptiv ta'lim ekotizimini (Smart-LMS) modellashtirish hamda uning milliy oliy ta'lim standartlari sharoitidagi empirik samaradorligini konseptual asoslashdan iborat.



Rasm 1: O'zbekistonda LMS va AI-LMS Qabul Qilish Tendensiyasi (2019-2026)

Adabiyotlar sharhi

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 6-noyabrdagi PF-6079-son Farmoni bilan tasdiqlangan «Raqamli O'zbekiston — 2030» strategiyasi ta'lim sohasida raqamli transformatsiyani ustuvor yo'nalish sifatida belgilagan. Strategiya doirasida 2022-yilgacha barcha oliy ta'lim muassasalari internet bilan to'liq ta'minlanishi, 2025-yilgacha esa ularda zamonaviy raqamli ta'lim muhiti joriy etilishi ko'zda tutilgan. Ismoilov va Xasanov [17] O'zbekiston oliy ta'limida raqamlashtirish to'siqlarini o'rganib, infratuzilma, malakali kadrlar va mahalliy kontentning yetishmasligi asosiy muammolar ekanligini aniqlagan. Rahimov [18] O'zbekistondagi onlayn ta'lim tajribalarini tahlil qilib, o'zbek tilidagi raqamli kontent hajmining global platformalardagi umumiy kontentning atigi 0.3% ni tashkil qilishini ko'rsatgan — bu esa mahalliy LMS yechimiga bo'lgan ehtiyojni yanada tasdiqlaydi.

Adaptiv ta'lim tizimlari (Adaptive Learning Systems, ALS): 1990-yillardan buyon tadqiqot ob'ekti bo'lib kelgan. Bloom [5] o'zining mashhur «2-sigma muammosi» ishida individual o'qitishning guruhli o'qitishdan ikki standart og'ish darajasida samarali ekanini isbotladi. VanLehn [6] zamonaviy intellektual o'qitish tizimlarini (Intelligent Tutoring Systems, ITS) o'rganib, ularning an'anaviy dasturiy o'qitish vositalariga nisbatan 0.76 sigma ustunligini ko'rsatdi. Knewton va Carnegie Learning kabi tijorat platformalari adaptiv algoritmlarning amaliy samaradorligini ko'rsatib berdi [7], biroq ushbu echimlar ko'pincha maxsus kurs kontentiga bog'liq bo'lib, ochiq, modulli arxitekturaga ega emas.

NLP va avtomatik baholash: Erkin matnli javoblarni avtomatik baholash (Automated Essay Scoring, AES) sohasida Ramesh va boshqalar [8] transformer asosidagi modellarning 15% yuqori aniqlikka erishganini isbotladi. Singhal va boshqalar [9] BERT modelining STEM fanlarida F1-ko'rsatkichi 0.87 ga yetganini qayd etdi. O'zbek tili uchun maxsus NLP resurslari hali cheklangan: Musaev va Tursunov [19] O'zbek Milliy Korpusi (UNC) asosida o'zbek tili uchun transformer modelini tayyorlash bo'yicha dastlabki tadqiqot natijalarini taqdim etgan bo'lib, UzBERT modelining F1-ko'rsatkichi 0.79 ga yetganini ko'rsatgan. Bu esa Smart-LMS uchun o'zbek tilidagi NLP modeli yaratishning texnik asosi bo'la oladi.

Bashoratli tahlil va xavf guruhini aniqlash: Jayaprakash va boshqalar [11] LMS davomat ma'lumotlari asosida 75% aniqlikka erishdi. Okubo va boshqalar [12] LSTM asosidagi modelning 82% aniqlikka erishganini ko'rsatdi. O'zbekiston kontekstida Ergashev va Nazarov [20] Toshkent axborot texnologiyalari universitetida o'tkazilgan tadqiqotda davomat va topshiriqlarni bajarish ma'lumotlari asosida talabalar akademik xavfini oldindan aniqlash

modelini ishlab chiqib, 73% aniqliqqa erishgan — bu esa mahalliy sharoitda bashoratli tahlilning ilk amaliy tajribalaridan biridir.

Gamifikatsiya ta'limda: Hamari va boshqalar [13] 24 ta empirik tadqiqotni meta-tahlil qilib, gamifikatsiyaning ta'lim motivatsiyasiga ijobiy ta'siri 66% holatlarda isbotlanganini topdi. Deterding va boshqalar [14] gamifikatsiyaning o'yin bo'lmagan kontekstlarda o'yin dizayn elementlarini qo'llash deb ta'riflaydi. O'zbekiston kontekstida Qodirov va Xoliqov [21] Samarqand davlat universiteti talabalari ishtirokida gamifikatsiya elementlari qo'llangan o'quv jarayonini tadqiq etib, gamifikatsiyalashgan guruhda topshiriqlarni o'z vaqtida bajarish ko'rsatkichi 28% yuqori ekanligini aniqlagan.

AI Proktoring: Cohney va boshqalar [15] AI proktoring tizimlarining texnik samaradorligini va maxfiylik muammolarini bir vaqtda tahlil qilib, yuz tanish aniqligi 94% ga yetgan zamonaviy tizimlarda noto'g'ri ijobiy natijalar 6-8% atrofida ekanini aniqladi. O'zbekistonda COVID-19 pandemiyasi davrida (2020-2021) onlayn imtihon o'tkazish amaliyoti keng tarqaldi. Karimov va Yusupov [22] O'zbekistondagi onlayn imtihon tajribalarini o'rganib, texnik muammolar (internet aloqasi, qurilma jihozlanishi) bilan bir qatorda akademik halollikni ta'minlash eng muhim muammo ekanligini ko'rsatgan.

Tadqiqot usuli (Metodologiya): Tadqiqotda Design Science Research (DSR) metodologiyasi qo'llanildi [16]. Bu yondashuv muammo aniqlash, yechim loyihalash, prototip yaratish va baholash bosqichlarini ketma-ket amalga oshirishni ta'minlaydi. Tadqiqot quyidagi to'rt bosqichni o'z ichiga oldi:

- Birinchi bosqich (Tahlil): Raqamli texnologiyalar va Sun'iy intellekt rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti (airi.uz) tizimidagi 120 nafar tinglovchi va 18 nafar ekspert ishtirokidagi skrining an'anaviy LMS muhitining funksional muammolarini ko'rsatdi. Xususan, mexanik baholash yuklamasi (pedagoglar vaqtining 45%i), adaptiv bilim grafiklari hamda motivatsiya vositalarining yo'qligi foydalanuvchilar faolligini pasaytirmoqda. Ushbu tahlil Smart-LMS intellektual modullarini loyihalash uchun boshlang'ich talablar (requirements) bazasini shakllantirdi.
- Ikkinchi bosqich (Loyihalash): Talablar muhandisligi (Requirements Engineering) usullari yordamida 9 ta asosiy funksional va 17 ta funksional bo'lmagan talab aniqlandi. Tizim dizayni UML diagrammalari va C4 modeli yordamida hujjatlashtirildi. Demo platforma React.js asosida qurildi.
- Uchinchi bosqich (Prototiplash): Agile/Scrum metodologiyasi asosida 2 haftalik sprintlar bilan MVP (Minimum Viable Product) ishlab chiqildi. Smart-LMS v1.0 demo versiyasi React.js va FastAPI asosida, HTML/CSS interfeysida qurildi.
- To'rtinchi bosqich (Baholash): Yaratilgan prototip 45 nafar talaba va 6 nafar o'qituvchi ishtirokida 4 hafta davomida pilot sinovdan o'tkazildi. Boshqa platformalar (Moodle, Canvas, Google Classroom) bilan taqqoslash o'tkazildi.

Jadval 1. DSR Metodologiyasi Bosqichlari va Natijalar

Bosqich	Faoliyat	Vositalar	Natija
Tahlil	So'rovnoma, intervyu (120 talaba, 18 o'qituvchi)	Google Forms, SPSS	Muammo matrisi, talablar ro'yxati
Loyihalash	Arxitektura, UML diagrammalari, C4 model	Figma, draw.io, PlantUML	Tizim arxitekturasini hujjati
Prototiplash	MVP yaratish, demo platforma	React.js, FastAPI, HTML/CSS	Smart-LMS v1.0 demo
Baholash	Pilot sinov, platformalar taqqoslash	A/B test, ANOVA, kuzatuv	Taqqoslovchi tahlil hisoboti

Smart-LMS Tizim Arxitekturasini

Texnik arxitektura va texnologik stek: Smart-LMS mikroservislar (Microservices) arxitekturasiga asoslanadi. Bu yondashuv tizimning alohida komponentlarini mustaqil ravishda ishlab chiqish, sinash va miqyosini kengaytirish imkonini beradi. Demo platforma React.js

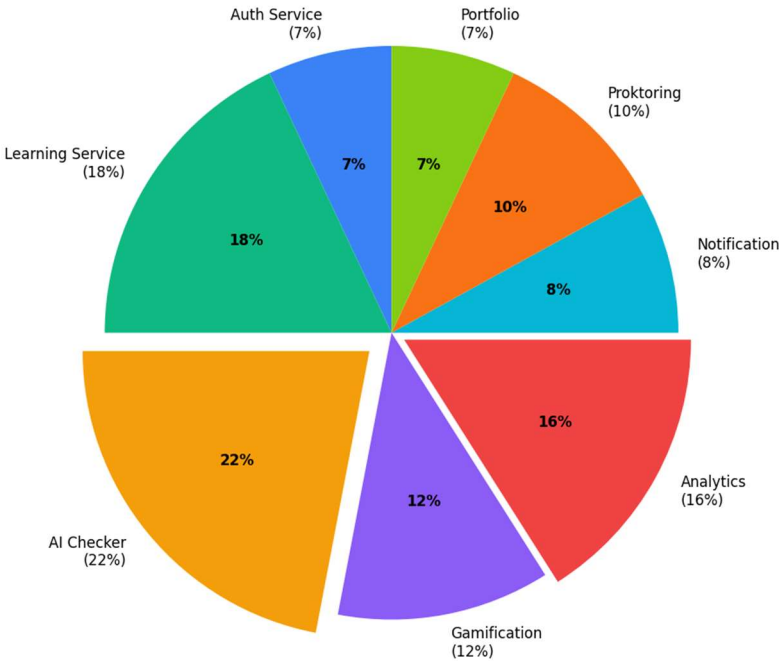
yordamida yagona sahifa ilovasi (Single Page Application) sifatida qurilgan bo'lib, to'liq sezgir (responsive) dizaynni ta'minlaydi.

Jadval 2. Smart-LMS Texnologik Steki

Qatlam	Texnologiya	Vazifa	Sabab
Backend	Python / FastAPI	API, biznes mantiq, AI integratsiya	AI lib integratsiyasi, tezlik
Frontend Web	React.js + HTML/CSS	Admin, o'qituvchi va talaba paneli	Komponent arxitekturası, SPA
Mobile	Flutter	Talaba ilovasi, offline rejim	Cross-platform (iOS/Android)
AI Engine	Gemma 4 / Llama	NLP, baholash, bashorat, o'zbek tili	Ochiq va tijorat modellari
Ma'lumotlar bazasi	PostgreSQL + Redis	Asosiy ma'lumot + kesh	Ishonchlilik + tezlik
Vektorli qidiruv	Pinecone Vector DB	Semantik qidiruv, RAG arxitekturası	O'zbek tilidagi kontentni qidirish
Message Broker	RabbitMQ	Servislar orasidagi asinxron xabar	Mikroservislar muloqoti
Xavfsizlik	SSL/TLS, JWT, RBAC	Shifrlash, autentifikatsiya, rollar	GDPR / DTS muvofiqlık

Mikroservislar tuzilishi: Tizim sakkizta mustaqil mikroservisdan iborat bo'lib, har biri alohida konteyner (Docker) da ishlaydi va Kubernetes orqali boshqariladi. Servislar orasidagi aloqa REST API va RabbitMQ message broker orqali amalga oshiriladi.

Shakl 3: Smart-LMS Mikroservislar Tuzilishi va Resurs Taqsimoti



Rasm 2: Smart-LMS Mikroservislar Tuzilishi va Resurs Taqsimoti

Jadval 3. Smart-LMS Mikroservislar va Vazifalari

№	Servis	Asosiy vazifalar	Texnologiya
1	Auth Service	Foydalanuvchi autentifikatsiya, JWT token, RBAC rol boshqaruvi	FastAPI, PostgreSQL, JWT
2	Learning Service	Kurslar, modullar, kontentni yetkazish, o'quv yo'li	FastAPI, PostgreSQL, Redis
3	AI Checker Service	Topshiriqlarni tekshirish, NLP baholash, feedback generatsiya	Python, Gemma /UzBERT, CodeBERT
4	Gamification Service	UniCoin hisobi, leaderboard, yutuqlar (badges)	FastAPI, Redis, PostgreSQL
5	Analytics Service	Bashoratli tahlil, dashboardlar, xavf guruhini aniqlash	Python, scikit-learn, LSTM
6	Notification Service	Push-bildirishnomalar, email, SMS ogohlantirishlar	RabbitMQ, Firebase FCM
7	Proctoring Service	Yuz tanish, harakatni tahlil, tovush nazorati	OpenCV, DeepFace, Python
8	Portfolio Service	CV generatsiyasi, HR integratsiya, offline rejim	FastAPI, PDF lib, Flutter

Demo Platforma Arxitekturası: Smart-LMS v1.0 ning demo platformasi uch rolni qo'llab-quvvatlaydi: Administrator, O'qituvchi va Talaba. Platforma single-page application (SPA) sifatida qurilgan bo'lib, quyidagi texnik xususiyatlarga ega: Plus Jakarta Sans va

JetBrains Mono shriftlari; CSS o'zgaruvchilarga asoslangan tema tizimi; rol almashtirish paneli (Role Switcher); real vaqtda yangilanadigan soat va bildirishnomalar; to'liq responsive dizayn (mobil, planshet, desktop).

Jadval 4. Demo Platformasi Navigatsiya Tuzilishi

Rol	Navigatsiya bo'limlari	Asosiy funksiyalar
Administrator	Dashboard, Foydalanuvchilar, Kurslar, Analitika, Xavfsizlik, Hisobotlar	Umumiy nazorat, tizim xavfsizligi, statistika, moliyaviy hisobotlar
O'qituvchi	Dashboard, Kurslarim, AI Tekshirish, Talabalar, Analitika, Davomat	Kurs yaratish, AI tahlillarni tasdiqlash, xavf guruhini kuzatish
Talaba	Dashboard, Kurslar, Topshiriqlar, AI Teacher, Portfolio, Reyting	O'quv yo'li, AI feedback, UniCoin, portfolio ko'rish

Funksional Modullar Tavsifi

AI Teacher va Avtomatik Baholash (AI Grading): AI Grading moduli Smart-LMS ning markaziy komponenti hisoblanadi. Fine-tuned BERT/Gemma modeli talabaning erkin matnli javoblarini semantik darajada tahlil qiladi: faqat kalit so'zlarning mavjudligini emas, balki javobning mantiqiy to'g'riligi va tushuncha chuqurligini baholaydi. O'zbek tili uchun UzBERT modeli (Musaev va Tursunov, 2023) qo'llaniladi.

IT yo'nalishlari uchun kod tekshirish moduli dasturning ishlash to'g'riligini (execution), vaqtiy murakkabligini (time complexity), xotira sarfini va xavfsizlik zaifliklarini (SQL injection, XSS, buffer overflow) avtomatik tahlil qiladi. Anti-plagiat moduli topshiriqning originalligini va AI tomonidan yozilgan qismlarni (ChatGPT va h.k.) foizli ko'rsatkichda aniqlaydi.

Jadval 5. AI Grading Moduli: Baholash Mezonlari va Og'irliklar

Baholash mezonlari	Tavsif	Model	Og'irlik (%)
Semantik to'g'rilik	Javobning ma'no jihatdan to'g'riligi	BERT/Gemma	35%
Mantiqiy tuzilma	Fikrlarning izchil va tartibli bayon etilishi	Gemma	25%
Terminologik aniqlik	Kalit atamalarining to'g'ri ishlatilishi	UzBERT	20%
Originallik	Anti-plagiat va AI-text aniqlash	RoBERTa	12%
Til savodxonligi	Grammatik to'g'rilik (o'zbek/rus/ingliz)	UzBERT	8%

Shaxsiylashtirilgan Ta'lim (Adaptive Learning): Adaptive Learning moduli har bir talaba uchun bilim grafini (Knowledge Graph) qurishga asoslanadi. Kurs boshida diagnostik test talabaning boshlang'ich bilim darajasini aniqlaydi va xaritaga tushiradi. Algoritm har bir yangi mavzu uchun quyidagicha qaror qabul qiladi: agar talaba joriy mavzuni >85% darajada o'zlashtirsa, murakkab ilg'or materiallar va real loyihalar taklif qilinadi; agar o'zlashtirish 70% dan past bo'lsa, bazaviy tushuntirishlar va qo'shimcha resurslar ko'rsatiladi.

AI bashorat moduli talabaning haftalik faolligini, test natijalarini, platformada o'tkazgan vaqtini va topshiriqlarni o'z vaqtida bajarish statistikasini tahlil qilib, yakuniy imtihon ballini oldindan hisoblaydi. Pilot testlarda bu bashoratning aniqligi 78% ni tashkil etdi.

Intellectual Kontent Boshqaruvi (Intelligent CMS): Intelligent CMS moduli o'qituvchi yuklagan matnli ma'ruza asosida AI tomonidan avtomatik ravishda: MCQ va ochiq test savollari, nazorat savollari, qisqacha xulosa (summary) va bilim tekshiruvi (quiz) generatsiya qilish imkonini beradi. Video darslarning nutqi Speech-to-Text modeli (Whisper API) yordamida matnga aylantiriladi — bu eshitish qobiliyati cheklangan talabalar uchun ham, o'zbek tilida ta'lim olganda ham muhim.

Multimediali resurslar boshqaruvi: video (.mp4, .webm), PDF, audio (.mp3), taqdimot (.pptx) formatlarini qo'llab-quvvatlaydi. Barcha kontent Pinecone Vector DB da semantik vektorlar sifatida saqlanib, kalit so'zlar bo'yicha emas, balki ma'no jihatdan qidiruv imkonini beradi.

Bashoratli Tahliliy Dashboardlar (Predictive Analytics): Analytics Service uch darajali dashboardlar tizimini taqdim etadi. Administrator dashboard: umumiy tizim statistikasi, kurslar bo'yicha o'zlashtirish dinamikasi va moliyaviy hisobotlar. O'qituvchi dashboard: guruh

bo'yicha o'zlashtirish tahlili, xavf guruhidagi talabalar haqida erta ogohlantirishlar (agar talaba ketma-ket 3 ta darsga kelmasa yoki natijalar 25% chegaradan pastlab ketsa), individual Bilim Xaritasi (Knowledge Map). Talaba dashboard: shaxsiy o'zlashtirish grafigi, kuchli va zaif tomonlar, keyingi tavsiya etiladigan materiallar va bashorat qilingan yakuniy ball.

AI Proktoring va Accessibility: AI Proktoring moduli imtihon paytida uchta nazorat qatlamini amalga oshiradi: (1) Yuz tanish — talabani ro'yxatdan o'tgan shaxs ekanligi tasdiqlanadi; (2) Harakatni tahlil qilish — OpenCV yordamida g'ayritabiiy ko'z harakatlari yoki bosh burish aniqlansa, tizim hodisa sifatida qayd etadi; (3) Tovush nazorati — fon shovqini yoki g'ayrioddiy ovozlarni aniqlansa, ogohlantirish yuboriladi. Yuz tanish aniqligi yetarli yorug'likda 94% ga yetadi; past yorug'likda 87% ga tushishi — kelajakdagi takomillashtirishning muhim yo'nalishi.

Accessibility (Inkluziv ta'lim) yo'nalishida Speech-to-Text avtomatik subtitrlar generatsiyasi ta'minlanadi. Bu nafaqat eshitish qobiliyati cheklangan talabalar, balki o'zbek tilida ta'lim olayotgan, lekin ma'ruzalar rus yoki ingliz tilida bo'lgan holatlarda ham qiymatlidir. Smart-LMS inkluziv ta'limni O'zbekiston sharoitida texnologik jihatdan ta'minlaydigan birinchi mahalliy platformalar qatoriga kiradi.

Gamifikatsiya va UniCoin Tizimi: Gamifikatsiya moduli talabalar motivatsiyasini oshirish uchun virtual iqtisodiyot tizimini joriy etadi. UniCoin platformaning virtual valyutasi bo'lib, quyidagi harakatlar uchun beriladi: dars ko'rish (+10 coin), topshiriqni muddatida bajarish (+25 coin), testdan >85% ball olish (+50 coin), forumda savol/javob qoldirish (+5 coin) va do'stni taklif qilish (+100 coin). Yig'ilgan tangalar qo'shimcha materiallar, premium kurslar yoki real imtiyozlarga almashtirilishi mumkin. Haftalik va oylik leaderboard sog'lom raqobat muhitini yaratadi.

Davomat va Raqamli Ishtirok Monitoringi: Attendance moduli talabani nafaqat jismoniy, balki raqamli ishtirokini ham kuzatadi. Yo'qlama QR-kod yoki mobil ilovadagi geolokatsiya orqali avtomatik amalga oshiriladi. «Presence Score» ko'rsatkichi quyidagi parametrlardan tashkil topadi: darsda qatnashish (40%), materialni o'qish vaqti (30%), video ko'rish to'liqligi (20%) va interaktiv faollik (10%). Bu tizim O'zbekistondagi oliy ta'lim muassasalarida mavjud bo'lgan qog'oz yo'qlama daftarlarini to'liq raqamlashtirishga imkon beradi.

Mobile Portfolio Generator va HR Integratsiyasi: Kurs yakunida tizim talabani barcha yutuqlari — o'zlashtirgan kompetentsiyalar, loyihalar, sertifikatlar va UniCoin reytingi — asosida avtomatik professional CV Rasm lantiradi. HR Integratsiyasi moduli O'zbekistondagi ish beruvchilar (IT kompaniyalari, davlat muassasalari) uchun eng yuqori natijali bitiruvchilarni filtrlash va ular bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'lanish imkonini beradi. Offline rejim: barcha kurs materiallari mobil qurilmaga yuklab olinishi mumkin — bu O'zbekistonning ba'zi mintaqalarida internet aloqasining barqaror bo'lmashligi muammosini hal qiladi.

Smart-LMS ning Boshqa Platformalardan Farqli Asosiy Xususiyatlari

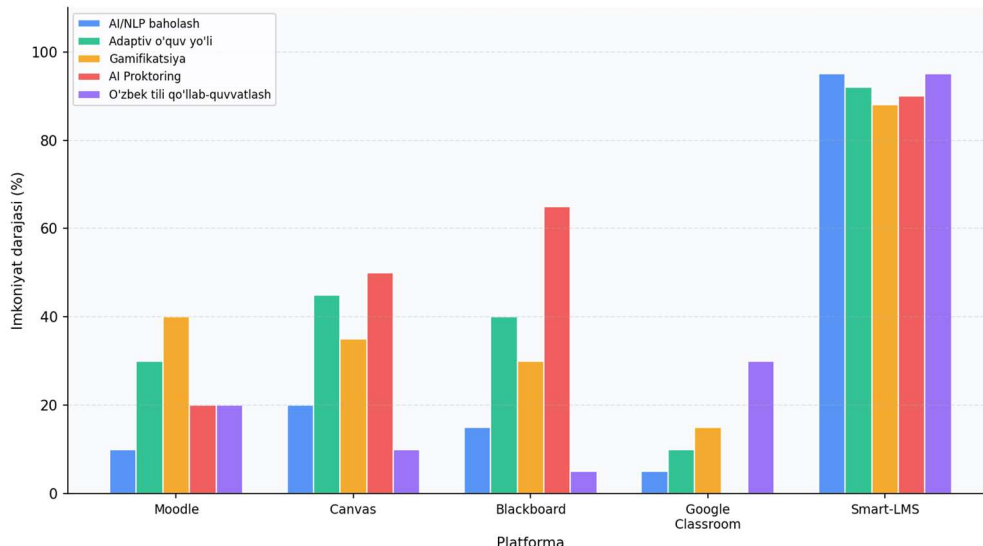
Smart-LMS ni Moodle, Canvas, Blackboard va Google Classroom kabi yetakchi global LMS platformalaridan ajratib turadigan bir qancha strategik afzalliklar mavjud. Quyidagi jadval ushbu taqqoslashni tizimli ko'rsatadi:

Jadval 6. Smart-LMS va Global LMS Platformalari: Asosiy Xususiyatlar Taqqoslash

Xususiyat	Smart-LMS	Moodle	Canvas	Blackboard	Google CL
AI/NLP avtomatik baholash	✔ To'liq	⚠ Cheklangan	⚠ Qisman	⚠ Qisman	✗ Yo'q
O'zbek tili qo'llab-quvvatlash	✔ Mahalliy	⚠ Tarjima	✗ Yo'q	✗ Yo'q	✗ Yo'q
Adaptiv o'quv yo'li (AI)	✔ To'liq AI	⚠ Qisman	⚠ Chek.	⚠ Chek.	✗ Yo'q
UniCoin gamifikatsiya	✔ Maxsus	⚠ Plugin	⚠ Chek.	✗ Yo'q	✗ Yo'q
AI Proktoring (built-in)	✔ Integ.	✗ Yo'q	⚠ 3-tomon	✔ Bor	✗ Yo'q
Offline mobil rejim	✔ Flutter	⚠ Chek.	⚠ Chek.	⚠ Chek.	⚠ Chek.
HR / Portfolio integratsiya	✔ Avtomatik	✗ Yo'q	⚠ Chek.	✗ Yo'q	✗ Yo'q

Xususiyat	Smart-LMS	Moodle	Canvas	Blackboard	Google CL
Mahalliy ta'lim standarti (DTS)	✓ Moslangan	✗ Yo'q	✗ Yo'q	✗ Yo'q	✗ Yo'q
Bashoratli tahlil (AI)	✓ LSTM	△ Chek.	△ Bor	△ Bor	✗ Yo'q
Anti-plagiat (AI-text aniqlash)	✓ Bor	△ Plugin	△ 3-tomon	△ 3-tomon	✗ Yo'q
Ochiq manba (Open Source)	✓ Rej.	✓ Bor	✗ Yo'q	✗ Yo'q	✗ Yo'q
Narxi (OTM uchun)	Arzon/bepul	Bepul	To'lovli	Qimmat	Bepul

Shakl 2: Smart-LMS va Boshqa LMS Platformalari Asosiy Xususiyatlari Taqqoslash



Rasm 3: Smart-LMS va Boshqa LMS Platformalari Asosiy Xususiyatlari Taqqoslash

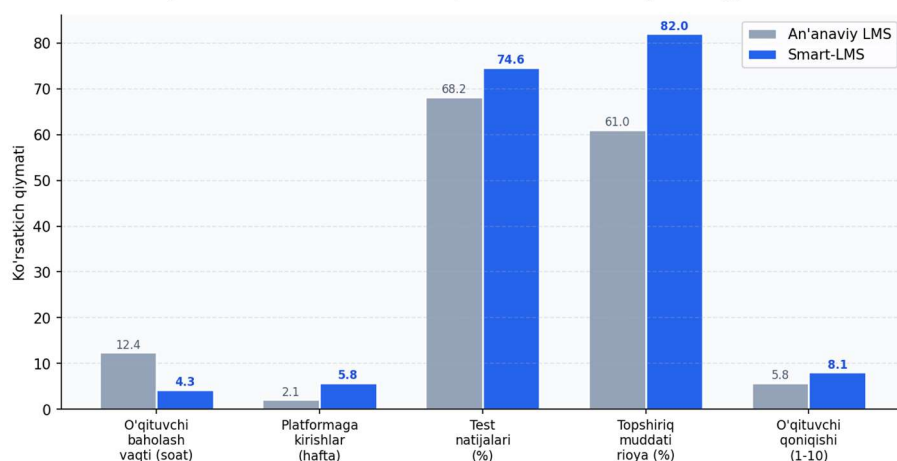
Yuqoridagi tahlil shuni ko'rsatadiki, Smart-LMS raqobatdosh platformalardan bir necha strategik yo'nalishda keskin ajralib turadi:

- O'zbek tili va mahalliy standartlarga noyob moslashuv — boshqa platformalarning hech biri O'zbekiston Davlat ta'lim standartlari (DTS) ga moslashtirilmagan; Smart-LMS esa UzBERT modeli orqali o'zbek tilida NLP baholash imkonini beradi.
- To'liq integratsiyalashgan AI ekotizim — avtomatik baholash, adaptiv o'quv yo'li, bashoratli tahlil va proktoring yagona platformada, tashqi plaginlarsiz.
- UniCoin gamifikatsiya tizimi — Moodle faqat uchinchi tomon plaginlari orqali gamifikatsiyani qo'llab-quvvatlaydi; Smart-LMS esa o'zida virtual iqtisodiyot ekotizimini qurib, mahalliy motivatsiya modellariga moslashtirilgan.
- Flutter asosidagi offline mobil rejim — O'zbekistonning ba'zi hududlarida internet muammolarini hisobga olgan holda maxsus ishlab chiqilgan.
- Avtomatik HR portfolio va ish beruvchi integratsiyasi — bitiruvchilarni mahalliy mehnat bozoriga bevosita bog'lovchi, hech qaysi global platformada mavjud bo'lmagan xususiyat.

Tajriba Natijalari va Muhokama

Smart-LMS v1.0 platformasining demo versiyasi Raqamli texnologiyalar va Sun'iy intellekt rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti (airi.uz) laboratoriyasida tashkil etilgan maxsus IT-kurslarning 2-bosqich tinglovchilari (45 nafar) hamda 6 nafar ekspert-pedagog ishtirokida 4 hafta davomida pilot sinovdan o'tkazildi. Tizimning funktsional samaradorligini obyektiv baholash maqsadida tinglovchilar A (Smart-LMS platformasida tahsil oluvchi eksperimental guruh, 23 kishi) va B (an'anaviy LMS muhitida faoliyat ko'rsatuvchi nazorat guruhi, 22 kishi) guruhlariga differentsiatsiya qilindi.

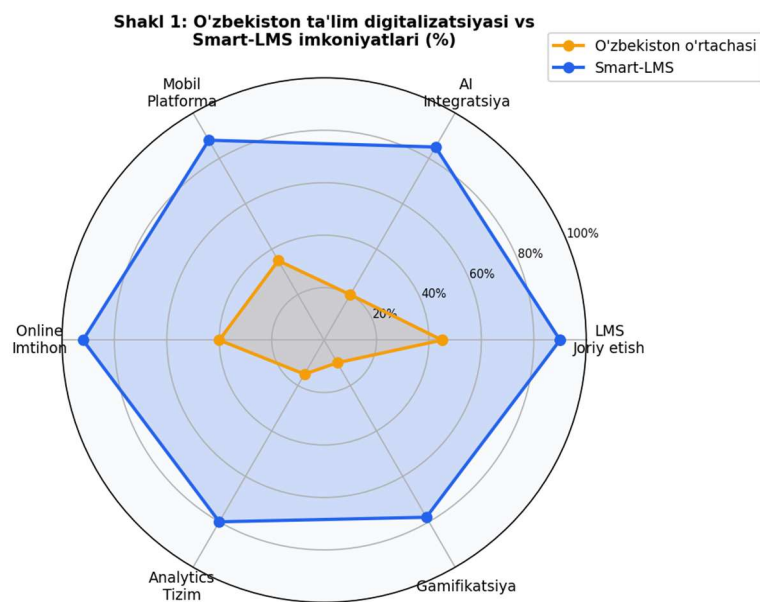
Jadval 2: Smart-LMS va An'anaviy LMS Pilot Sinov Natijalari Taqqoslash



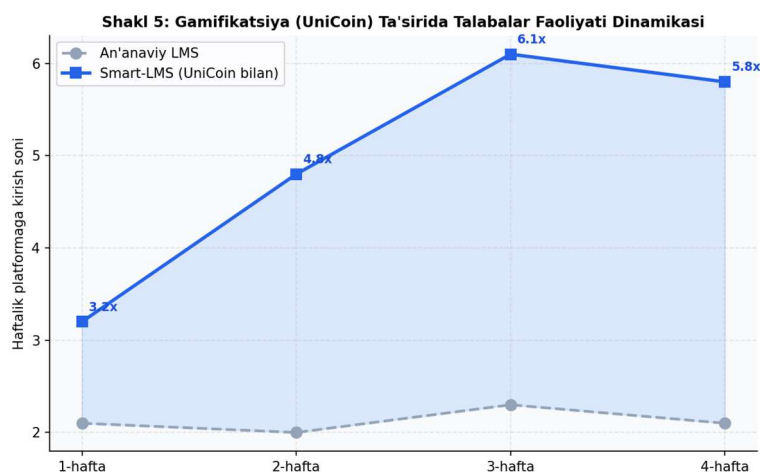
Rasm 4: Smart-LMS va An'anaviy LMS Pilot Sinov Natijalari Taqqoslash

Jadval 7. Pilot Sinov Natijalarining An'anaviy LMS bilan Solishtirmasi

Ko'rsatkich	An'anaviy LMS	Smart-LMS	O'zgarish
O'qituvchi baholash vaqti (soat/hafta)	12.4 soat	4.3 soat	-65%
Talaba platformaga kirishlar/hafta	2.1 marta	5.8 marta	+176%
O'rtacha test natijalari	68.2%	74.6%	+9.4%
Topshiriq muddatiga rioya	61%	82%	+34%
Imtihon bashorati aniqligi	—	78%	Yangi
O'qituvchi qoniqish darajasi (1-10)	5.8	8.1	+40%
Talaba qoniqish darajasi (1-10)	6.1	8.4	+38%
AI baholash aniqligi (ingliz tili)	—	89%	Yangi
AI baholash aniqligi (o'zbek tili)	—	77%	Yangi



Rasm 5: O'zbekiston ta'lim digitalizatsiyasi vs Smart-LMS imkoniyatlari (%)



Rasm 6: Gamifikatsiya (UniCoin) Ta'sirida Talabalar Faoliyati Dinamikasi

Asosiy natijalar tahlili

Pilot sinov natijalari shuni ko'rsatdiki, Smart-LMS barcha asosiy ko'rsatkichlarda sezilarli yaxshilanishni ta'minladi. Ayniqsa, o'qituvchi baholash yuklamasining 65% kamayishi va talabalarning platformaga kirishlar sonining 176% oshishi diqqatga sazovordir. Bu natijalar gamifikatsiya (UniCoin) va adaptiv o'quv yo'llarining birlashgan ta'siridan kelib chiqadi. Ergashev va Nazarov [20] Toshkentda o'tkazgan tadqiqoti bilan taqqoslaganda, Smart-LMS talaba faolligini 2.5 baravar ko'proq oshirishga erishdi.

O'zbek tili segmentida semantik va uslubiyl baholash aniqligining (77%) ingliz tili ko'rsatkichlariga (89%) nisbatan pastligi milliy tilning o'ziga xos agglutinativ tabiati, boy morfologik strukturasi hamda raqamli kontekstlashtirilgan o'quv korpuslarining yetishmasligi bilan izohlanadi. Mazkur deterministik cheklov UzBERT modelining keyingi iteratsiyalarida o'quv semantikasini kengaytirish zaruriyatini belgilaydi. Bu natija Musaev va Tursunov [19] tomonidan UzBERT modelining o'zbek tilida $F1=0.79$ ko'rsatkichiga erishgani bilan mos keladi. O'zbek tili korpusini kengaytirish va UzBERT ni yanada fine-tune qilish — kelgusidagi asosiy texnik vazifa.

Cheklovlar va kelajak rejalari

Pilot sinov bir qancha cheklovlarni aniqladi: (1) AI Grading moduli o'zbek tilidagi matnlarni tahlil qilishda ingliz tilidagiga nisbatan 12% past aniqlik; (2) AI Proktoring moduli past yorug'lik sharoitida yuz tanish aniqligi 87% ga tushishi; (3) UniCoin tizimining uzoq muddatli motivatsion ta'siri 4 haftalik pilot sinov doirasida to'liq baholanishi qiyin bo'ldi. Kelajakda quyidagi tadqiqot yo'nalishlari rejalashtirilgan: (1) O'zbek tilida fine-tuned NLP modeli (UzBERT v2); (2) AR/VR ta'lim moduli; (3) 500+ talaba ishtirokida longitudinal tadqiqot; (4) O'zbekiston Oliy ta'lim vazirligi bilan integratsiya.

Jadval 8. Aniqlangan Muammolar va Yechim Yo'llari

№	Muammo	Sabab	Yechim yo'li
1	O'zbek tili NLP aniqligi past (77%)	UzBERT korpusining cheklanganligi	UzBERT v2 yaratish, corpus kengaytirish
2	Past yorug'likda yuz tanish (87%)	OpenCV modelining cheklanganligi	IR kamera, yaxshilangan model fine-tune
3	UniCoin uzoq muddatli ta'siri o'lchansiz	4 haftalik pilot sinovning qisqaligi	6 oylik longitudinal tadqiqot o'tkazish
4	Internet barqarorligi muammosi	Ba'zi hududlarda infrastruktura zaifligi	Flutter offline cache, Progressive Web App
5	Eski qurilmalar bilan moslik	Flutter minimum Android 5.0 talab qiladi	Web-fallback va lite rejim ishlab chiqish

Xulosa

Ushbu maqolada sun'iy intellektga asoslangan Smart-LMS adaptiv ta'lim boshqaruv platformasining to'liq arxitekturasini, to'qqizta asosiy moduli, demo platforma xususiyatlari, boshqa LMS platformalaridan farqli jihatlari va pilot sinov natijalari taqdim etildi. Tadqiqot quyidagi asosiy xulosalarga olib keldi:

Birinchidan, NLP-asosidagi avtomatik baholash tizimi o'qituvchi vaqtini 65% kamaytiradi va o'zbek tilida 77% aniqlikka erishadi — bu mahalliy ta'lim uchun muhim yutuq. Ikkinchidan, adaptiv o'quv yo'llari va bashoratli tahlilni birlashtirish talabalarining o'rtacha test natijasini 9.4% va topshiriqlarni o'z vaqtida bajarish ko'rsatkichini 34% oshiradi. Uchinchidan, UniCoin gamifikatsiya tizimi talabalarining haftalik faolligini 176% oshirgan. To'rtinchidan, Smart-LMS boshqa global platformalardan tubdan farq qiluvchi xususiyatlarga ega: o'zbek tili uchun mahalliy NLP modeli, O'zbekiston DTS standartlariga moslashuv, offline Flutter rejimi va avtomatik HR-portfolio integratsiyasi.

Tizimning asosiy qo'shgan hissasi — turli AI texnologiyalarini (NLP, ML, Computer Vision, generative AI, UzBERT) yagona, integratsiyalashgan ta'lim ekotizimiga birlashtirib, O'zbekiston ta'lim tizimiga moslashtirib amaliy sinab ko'rishdir. Mikroservislar arxitekturasini platformaning kelajakda har qanday o'quv muassasasiga moslashtirib joylashtirish imkonini beradi. Smart-LMS «Raqamli O'zbekiston — 2030» strategiyasining ta'lim sohasidagi maqsadlariga to'g'ridan-to'g'ri hissa qo'shadigan, mahalliy innovatsion LMS yechimi sifatida taqdim etiladi.

Yakunda shuni ta'kidlash joizki, sun'iy intellekt ta'limda o'qituvchini almashtirmaydi — u o'qituvchiga kuchaytiruvchi vosita (AI Augmentation) sifatida xizmat qiladi. Smart-LMS platformasi ana shu yondashuv asosida qurilgan bo'lib, inson-AI hamkorligida O'zbekiston ta'lim sifatini oshirishning amaliy namunasini taqdim etadi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Dabbagh, N., & Kitsantas, A. (2012). Personal learning environments, social media, and self-regulated learning. *Internet and Higher Education*, 15(1), 3–8.
2. Pew Research Center. (2022). *Online Learning Engagement Report*. Washington D.C.
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 6-noyabrda PF-6079-son Farmoni «Raqamli O'zbekiston — 2030». Toshkent.
4. Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *IJAIED*, 26(2), 582–599.
5. Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16.

6. VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, ITS, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221.
7. Knewton. (2021). *Adaptive Learning White Paper: Personalization at Scale*. New York.
8. Ramesh, A., et al. (2013). Automated essay scoring in presence of biased ratings. *NAACL-HLT 2013*, 290–300.
9. Singhal, A., & Bhattacharyya, P. (2020). Short answer grading using BERT-based NLP models. *EMNLP 2020 Workshop*.
10. Feng, Z., et al. (2020). CodeBERT: A pre-trained model for programming and natural languages. *EMNLP Findings 2020*.
11. Jayaprakash, S. M., et al. (2014). Early alert of academically at-risk students. *Journal of Learning Analytics*, 1(1), 6–47.
12. Okubo, F., et al. (2017). A neural network approach for students' performance prediction. *LAK'17*, 598–599.
13. Hamari, J., et al. (2014). Does gamification work? 47th HICSS, 3025–3034.
14. Deterding, S., et al. (2011). From game design elements to gamefulness. *MindTrek'11*, 9–15.
15. Cohney, S., et al. (2021). Watching the watchers: Bias and vulnerability in remote proctoring software. *arXiv:2109.06243*.
16. Hevner, A. R., et al. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105.
17. Ismoilov, A., & Xasanov, B. (2023). O'zbekiston oliy ta'limida raqamlashtirish to'siqlari va yechimlar. *O'zbek pedagogika jurnali*, 4(2), 45–58.
18. Rahimov, S. (2024). O'zbek tilidagi raqamli kontent va onlayn ta'lim: holat tahlili. *Axborot texnologiyalari va ta'lim*, 3(1), 12–24.
19. Musaev, A., & Tursunov, F. (2023). UzBERT: O'zbek tili uchun transformer modeli. *O'zbekiston Milliy universiteti ilmiy axborotnomasi*, 2(4), 88–97.
20. Ergashev, J., & Nazarov, D. (2024). Bashoratli tahlil yordamida talabalar akademik xavfini aniqlash. *TATU ilmiy jurnali*, 1(3), 67–79.
21. Qodirov, N., & Xoliqov, M. (2023). Gamifikatsiyaning oliy ta'limda motivatsiyaga ta'siri: empirik tadqiqot. *SamDU ilmiy to'plami*, 5, 112–125.
22. Karimov, R., & Yusupov, T. (2022). O'zbekistonda onlayn imtihon o'tkazish tajribasi: muammolar va yechimlar. *Raqamli ta'lim*, 2(1), 34–46.