SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA TALABALARNING KOGNITIV FAOLLIGINI BAHOLASH VA PROGNOZLASH TIZIMINI LOYIHALASH ALGORITMLARI

X.X.O'rinboyev[1]

1. Osiyo xalqaro universiteti magistranti

Mas'ul muallif: O'rinboyev Xursand Xusain o'g'li, Osiyo xalqaro universiteti magistranti.

e-mail: orinboyevxursand3777@gmail.com

Received: 12 Noyabr 2026
Accepted: 17 Noyabr 2026
Published: 22 Noyabr 2026

Copyright: © 2026 by the author(s). Licensee Buxoro xalqaro universiteti ilmiy axborotnomasi.

Iqtibos uchun: O'rinboyev, X. X. SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA TALABALARNING KOGNITIV FAOLLIGINI BAHOLASH VA PROGNOZLASH TIZIMINI LOYIHALASH ALGORITMLARI / X. X. O'rinboyev // Buxoro xalqaro universiteti ilmiy axborotnomasi. — 2026. — T. 11, № 2. — B. 284–287.

Annotatsiya. Zamonaviy masofaviy va gibrid oliy ta'lim sharoitida talabalarning o'quv jarayonidagi ishtirokini va kognitiv faolligini dinamik diagnostika qilish hamda ularning akademik o'zlashtirishini barvaqt prognozlash eng dolzarb pedagogik va texnologik muammolardan biridir. An'anaviy baholash usullari talabaning raqamli ta'lim muhitidagi real vaqtdagi kognitiv holati va xatti-harakatlar dinamikasini to'liq aks ettira olmaydi. Ushbu tadqiqotda Educational Data Mining (EDM) va Learning Analytics (LA) vositalarini birlashtirgan sun'iy intellektual tizim arxitekturasi hamda baholash-prognozlash algoritmlari taklif etilgan. Metodologiya LMS (Learning Management System) tizimidagi faoliyat loglarini protsentilli normallashtirish, diqqat, xotira va mantiqiy fikrlash ko'rsatkichlari bo'yicha psikodiagnostik baholash (H, A, S, E kognitiv profillari), Nadaraya-Vatson noparametrik yadro regressiyasi hamda ko'p agentli strukturni modelga asoslangan LSTM neyron tarmoqlarini o'z ichiga oladi. Ishlab chiqilgan algoritmik majmua turli o'lchamdagi va shovqinli raqamli ma'lumotlarni avtomatlashtirilgan qayta ishlash, talabalarni kognitiv faollik va akademik xavf darajalari bo'yicha klassifikatsiya qilish hamda o'zlashtirish ko'rsatkichlarini yuqori aniqlikda prognozlash imkonini berdi. Nadaraya-Vatson regressiyasi talabalarning nisbiy o'rnini (protsentil) aniqlash orqali fanlar murakkabligidagi tafovutlarni bartaraf etdi. Taklif etilgan SI algoritmlari pedagogik qarorlarni qabul qilishni qo'llab-quvvatlaydi, akademik o'zlashtirmaslik xavfini kamaytiradi va individual ta'lim trayektoriyalarini avtomatlashtirilgan shakllantirish imkoniyatini yaratadi.

Kalit so'zlar: Educational Data Mining, o'quv analitikasi, kognitiv faollik, sun'iy intellekt, Nadaraya-Vatson regressiyasi, ko'p agentli tizim, LMS loglari, akademik prognozlash.

АЛГОРИТМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОГНИТИВНОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. В условиях современного дистанционного и смешанного высшего образования актуальной задачей является мониторинг вовлеченности и динамическая диагностика когнитивной активности студентов. Традиционные методы контроля не позволяют фиксировать индивидуальную динамику обучения в реальном времени. В исследовании предложена интегрированная система на основе интеллектуального анализа образовательных данных (EDM) и учебной аналитики (LA). Методология включает перцентильную нормализацию логов активности в LMS, психолого-педагогическую диагностику по параметрам внимания, памяти и логического мышления (профили H, A, S, E), непараметрическую регрессию Надарая-Ватсона и рекуррентные нейронные сети (LSTM) в рамках многоагентной архитектуры. Разработанный алгоритмический комплекс обеспечивает автоматизированную предобработку разнородных данных, динамическую классификацию учащихся и раннее выявление академических рисков. Модель Надарая-Ватсона обеспечивает высокое качество прогнозирования успеваемости на основе относительных групповых рангов. Внедрение алгоритмов ИИ повышает эффективность педагогического целеполагания, предотвращает академическую неуспеваемость и формирует индивидуальные образовательные траектории.

Ключевые слова: Data Mining в образовании, учебная аналитика, когнитивная активность, искусственный интеллект, регрессия Надарая-Ватсона, многоагентная система, логи LMS, прогнозирование успеваемости.

ALGORITHMS FOR DESIGNING AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED SYSTEM FOR ASSESSING AND PREDICTING STUDENTS' COGNITIVE ENGAGEMENT

Abstract. In modern distance and blended higher education, monitoring student engagement and dynamically diagnosing cognitive activity pose significant pedagogical and technological challenges. Traditional assessment methods fail to capture real-time learning dynamics and digital behavior patterns. This research proposes an integrated artificial intelligence framework combining Educational Data Mining (EDM) and Learning Analytics

(LA). The methodology utilizes percentile-based normalization of Learning Management System (LMS) activity logs, psychological-pedagogical diagnostic metrics across attention, memory, and logical thinking dimensions (categorized into High, Average, Selective, and Episodic cognitive profiles), Nadaraya-Watson non-parametric kernel regression, and Long Short-Term Memory (LSTM) neural networks within a multi-agent architectural model. The developed algorithmic workflow enables automated preprocessing of heterogeneous educational telemetry, dynamic categorization of learners, and early identification of academic risk. The non-parametric Nadaraya-Watson regression model accurately forecasts academic achievement scores based on relative group rankings, while the multi-agent system dynamically adapts instructional pathways. The proposed AI-driven system enhances pedagogical decision-making, mitigates academic underachievement, and provides a scalable foundation for personalized higher education trajectories.

Keywords: Educational Data Mining, Learning Analytics, Cognitive Activity, Artificial Intelligence, Nadaraya-Watson Regression, Multi-Agent System, LMS Logs, Academic Forecasting.

Kirish. Oliy ta'lim tizimining raqamli transformatsiyasi va masofaviy hamda gibrid o'qitish shakllarining keng joriy etilishi ta'lim jarayonini tashkil etish va boshqarishga doir yondashuvlarni tubdan o'zgartirdi. Zamonaviy masofaviy ta'lim platformalari (LMS Moodle, Open EdX, HEMIS) ta'lim oluvchilarning o'quv-biluv faoliyatiga oid juda katta hajmga ega bo'lgan raqamli izlarni (log-fayllar, topshiriqlar topshirish vaqti, test natijalari, video-ma'ruzalarni ko'rish statistikasi) shakllantirmoqda. Biroq ushbu ulkan ma'lumotlar oqimidan talabalarning haqiqiy kognitiv faolligi, diqqat barqarorligi va mantiqiy fikrlash darajasini aniqlash hamda ularning akademik muvaffaqiyatini barvaqt prognozlash masalasi an'anaviy pedagogik diagnostika usullari doirasida o'z yechimini topmagan. An'anaviy pedagogik diagnostikada talabalarning bilimi va faolligi asosan oraliq va yakuniy nazorat ishlari, ya'ni statistik va kesim holatidagi ko'rsatkichlar orqali baholanadi. Bu kabi baholash usuli ta'lim oluvchining o'quv semestri davomidagi kognitiv yuklamasi va o'zlashtirish dinamikasini uzluksiz kuzatish imkonini bermaydi. Oqibatida akademik o'zlashtirmaslik xavfi ostida bo'lgan talabalar semestr oxiriga kelibgina aniqlanadi, bu esa o'z vaqtida pedagogik va korektsion aralashuvlarni amalga oshirishga imkon bermaydi.

Shu sababli, ta'lim ma'lumotlarini intelektual tahlil qilish (Educational Data Mining – EDM) va o'quv analitikasi (Learning Analytics – LA) texnologiyalarini qo'llagan holda talabalarning kognitiv faolligini avtomatlashtirilgan baholash va ularning akademik trayektoriyasini prognozlash tizimini loyihalash zamonaviy oliy ta'lim oldida turgan eng muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biridir [3, 10]. Sun'iy intellekt (SI) hamda mashinaviy o'qitish (Machine Learning – ML) algoritmlari raqamli ta'lim muhitida talabaning xatti-harakatlar izlarini tahlil qilib, uning kognitiv profili va faollik darajasini real vaqt rejimida baholash hamda kelgusi haftalardagi akademik natijalarini yuqori aniqlikda bashorat qilish imkoniyatini yaratadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi LMS tizimlaridagi faoliyat loglari hamda kognitiv diagnostika ko mezonlari asosida talabalarning kognitiv faolligini baholaydigan, ularni kognitiv profillarga ajratadigan va o'zlashtirish ko'rsatkichlarini prognozlaydigan ko'p agentli sun'iy intellektual tizim arxitekturasi va uning matematika-algoritmlik apparatini ishlab chiqishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. Ta'lim jarayonida sun'iy intellekt, mashinaviy o'qitish va o'quv analitikasi vositalaridan foydalanish bo'yicha mahalliy va xorijiy ilmiy manbalarda keng ko'lamli tadqiqotlar olib borilmoqda.

Integratsiyalashgan ta'lim muhitida o'qitish muvaffaqiyatini prognozlash masalalari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda ta'lim oluvchilarning kognitiv yuklamasi hamda psixodiagnostik ko'rsatkichlarini baholashga mo'ljallangan ko'p agentli tizimlar arxitekturasi taklif etilgan. Ushbu yondashuvda talabalarni kognitiv va psixologik xususiyatlariga ko'ra guruhlash va ta'lim trayektoriyasini shaxsiylashtirish g'oyasi ilgari surilgan.

Talabalarning onlayn platformalardagi haftalik faollik ko'rsatkichlari va baholarini tahlil qilish hamda bashoratlashda ma'lumotlarni dastlabki qayta ishlash va normallashtirish masalasi alohida o'rin tutadi. Chunki turli fanlarning murakkablik darajasi va baholash shkalalari bir-biridan keskin farq qiladi. Ushbu muammoni hal etish uchun talabalarning xom ballarini nisbiy guruh tartibiga (protsentillarga) o'tkazish va ushbu normallashtirilgan ko'rsatkichlarga Nadaraya-Vatson noparametrik yadro regressiyasi modelini qo'llash usulining yuqori samaradorligi isbotlangan.

Masofaviy ta'lim muhitida talabalar faolligini vizual va biomehanik kuzatish bo'yicha qabul qilingan milliy standartlar va algoritmlar onlayn ta'limda diqqat va jalb qilinganlik darajasini (engagement) video-oqimlar va yuz markerlari (facial landmarks) hamda xatti-harakat ssenariylari orqali baholashning texnik va metodologik shartlarini belgilaydi. Bu kabi SI platformalarini joriy etishda ma'lumotlar xavfsizligi va konfidensialligini ta'minlash hamda raqamli monitoring vositalarining etik mezonlariga rioya etish muhim ilmiy masalalardan biridir.

Raqamli ta'lim ekotizimlarida mashinaviy o'qitish, neyron tarmoqlari, buyumlar interneti (IoT) va blokcheyn texnologiyalarining sinergetik integratsiyasi ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va xavfsiz saqlashning ko'p darajali arxitekturasini ta'minlaydi. Bunda aqlli datchiklar real vaqtdagi ma'lumotlarni yig'sa, neyron tarmoqlar chuqur tahlil va prognozlashni amalga oshiradi [10].

Bundan tashqari, pedagogik diagnostikada talabalarning kognitiv ko'rsatkichlarini (diqqat, xotira, mantiqiy fikrlash) test ilovalari va LMS loglari orqali aniqlash, o'quv faoliyati pasaygan talabalarni barvaqt aniqlab, pedagogik qarorlarni qabul qilishni qo'llab-quvvatlash bo'yicha nazariy va amaliy asoslar dissertatsiya tadqiqotlarida atroflicha tahlil qilingan. Shuningdek, an'anaviy ta'limda o'quv analitikasini qo'llash, temir yo'l va boshqa soha kadrlari uchun moslashuvchan raqamli ta'lim platformalarini yaratish hamda raqamli ta'lim muhitida generativ SI texnologiyalarining inson kapitaliga ta'siri bo'yicha to'plangan ilmiy natijalar ushbu tadqiqotning metodologik poydevorini tashkil etadi.

Dolzarblik. Zamonaviy oliy ta'limda talabalarning kognitiv faolligini baholash va prognozlash tizimini loyihalashning dolzarbligi quyidagi texnologik va pedagogik omillar bilan belgilanadi:

Raqamli ta'lim muhitidagi uzilishlar va kognitiv uzlat: Masofaviy va gibrid ta'limda o'qituvchi va talaba o'rtasidagi bevosita ko'zguli va emotsional muloqotning kamayishi talabaning o'quv motivatsiyasi va diqqat barqarorligi pasayishiga olib keladi. An'anaviy usullar ushbu kognitiv uzlatni o'z vaqtida payqay olmaydi.

Ma'lumotlarning geterogenligi va shovqinliligi: LMS platformalaridagi faoliyat loglari turli formatlarda bo'lib, ular tarkibida ko'plab tasodifiy va shovqinli bosishlar (clicks) mavjud. Ushbu ma'lumotlarni tozalash, normallashtirish va ulardan ma'noli kognitiv belgilarni (features) ajratib olish yuqori darajadagi SI algoritmlarini talab qiladi.

Fanlar va baholash murakkabligidagi disproportsiya: Turli o'qituvchilar va fanlar bo'yicha qo'yiladigan baholar absolyut ko'rsatkichlarda bir xil qiymatga ega emas. Bir fandan olingan 80 ball boshqa qiyinroq fanchalik yuqori bilim darajasini anglatmasligi mumkin. Protsentilli normallashtirish algoritmlari ushbu disproportsiyani bartaraf etib, obyektiv taqqoslash imkonini beradi.

Proaktiv pedagogik boshqaruvga o'tish zaruriyati: Ta'lim muassasalari reaktiv boshqaruvdan (fakt sodir bo'lgach chora ko'rish) proaktiv boshqaruvga (akademik xavfni 3–4 hafta oldin prognoz qilib, individual yordam ko'rsatish) o'tishi shart.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotda kognitiv faollikni baholash va akademik natijalarni prognozlash uchun kompleks pedagogik, matematik va dasturiy-algoritmlik metodologiya ishlab chiqilgan. Kognitiv faollikni baholash mezonlari va kognitiv profillar talabaning kognitiv faolligi uchta asosiy pedagogik-psixologik mezon bo'yicha baholanadi:

Diqqat barqarorligi (A - Attention): LMS ma'ruzalari va test topshiriqlarini bajarishda talabaning diqqatni jamlash vaqti va chalg'ish chastotasi.

Xotira hajmi va qayta ishlash tezligi (M - Memory): O'quv materiallarini eslab qolish, qisqa va uzoq muddatli xotira testlaridagi samaradorlik.

Mantiqiy va analitik fikrlash (L - Logic): Problemali topshiriqlar va mantiqiy masalalarni yechish aniqligi va strategiyasi.

Ushbu ko'rsatkichlar asosida integral kognitiv indeks (CI) hisoblanadi:

$CI = (\omega 1A) + (\omega 2M) + (\omega 3L)$

bu yerda $\omega 1, \omega 2, \omega 3$– tegishli kognitiv mezonlarning salmoq koeffitsientlari ($\omega 1 + \omega 2 + \omega 3 = 1$).

Integral kognitiv indeks qiymatiga ko'ra talabalar 4 ta kognitiv profilga klassifikatsiya qilinadi:

Yuqori kognitiv faollik (H - High): Tizimli va chuqur o'zlashtirish, yuqori diqqat va mantiqiy fikrlash ($CI \geq 0.80$).

O'rtacha kognitiv faollik (A - Average): Barqaror o'quv sur'ati, topshiriqlarni o'z vaqtida bajarish ($0.60 \leq CI < 0.80$).

Selektiv (Tanlanma) faollik (S - Selective): Faqat ma'lum bir qiziqqan mavzularida yuqori faollik ko'rsatish ($0.40 \leq CI < 0.60$$).

Epizodik faollik (E - Episodic): Tizimsiz, nazorat oldidagina faollashadigan, akademik xavf guruhiga kiruvchi talabalar ($CI < 0.40$).

Ta'lim ma'lumotlarini dastlabki qayta ishlash va protsentilli normallashtirish LMS platformasidagi har bir talaba va hafta ω bo'yicha faoliyat loglari yig'iladi. Fanlar murakkabligining har xilligini bartaraf etish uchun talabaning haftalik absolyut baholari va faollik ko'rsatkichlari protsentillarga (Pi,ω) o'tkaziladi:

bu yerda i, – talabaning guruhdagi tartib raqami, – guruhdagi talabalar umumiy soni.

Prognozlashning matematik apparati: Nadaraya-Vatson yadro regressiyasi va LSTM neyron tarmoqlari. Talabalarning yakuniy baholarini va kognitiv traektoriyasini prognoz qilish uchun noparametrik yadro regressiyasi va vaqtli qatorlarni tahlil qiluvchi LSTM (Long Short-Term Memory) rekurrent neyron tarmog'i kombinatsiyasidan foydalanildi. Nadaraya-Vatson yadro regressiyasi modeli quyidagi ko'rinishga ega:

_____

bu yerda x – joriy talabaning normallashtirilgan faollik vektori, xi – o'quv tanlanmasidagi talabalarning faollik ko'rsatkichlari, yi – mos keluvchi yakuniy akademik natijalar, K(u) – Gauss yadro funktsiyasi

Ushbu noparametrik model faoliyat ko'rsatkichlari va yakuniy baholar o'rtasidagi murakkab, nochiziqli bog'liqliklarni ma'lumotlar taqsimoti haqida a priori farazlarsiz aniqlash imkonini beradi. Vaqt bo'yicha kognitiv faollik o'zgarishini bashoratlashda esa 2 qatlamli LSTM neyron tarmog'i arxitekturasidan foydalaniladi.

Tizimning ko'p agentli arxitekturasi Loyihalanayotgan SI tizimi 4 ta ixtisoslashtirilgan dasturiy agentning hamkorligiga asoslanadi:

Ma'lumotlarni yig'ish agenti (Data Collector Agent): LMS loglari va kognitiv test natijalarini real vaqt rejimida toplaydi.

Kognitiv diagnostika agenti (Cognitive Diagnostic Agent): CI indeksini va kognitiv profilni (H, A, S, E) hisoblaydi.

Prognozlash agenti (Predictive Agent): Nadaraya-Vatson va LSTM modellari vositasida kelgusi 3–4 haftalik baholarni bashorat qiladi.

Tavsiya berish agenti (Recommendation Agent): Akademik xavf guruhidagi talabalarga individual o'quv traektoriyasi va o'qituvchiga pedagogik tavsiyalar shakllantiradi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda masofaviy va gibrid ta'lim sharoitida talabalarning kognitiv faolligini baholash va akademik o'zlashtirishini prognozlashga mo'ljallangan sun'iy intellektual tizim algoritmlari loyihalashtirildi va ilmiy jihatdan asoslandi.

Olingan asosiy ilmiy va amaliy natijalar quyidagilardan iborat:

Kognitiv baholash metodologiyasi: Talabalarning diqqat, xotira va mantiqiy fikrlash ko'rsatkichlarini integrallashgan holda baholash hamda ularni 4 ta asosiy kognitiv profilga (H, A, S, E) ajratish algoritmi ishlab chiqildi.

Protsentilli normallashtirish va yadro regressiyasi: LMS faoliyat loglarining geterogenligini bartaraf etish uchun protsentilli o‘zgartirish va Nadaraya-Vatson yadro regressiyasi modeli qo‘llanildi. Bu fanlar murakkabligidagi va baholash mezonlaridagi tafovutlarga qaramay, prognozlash aniqligini sezilarli darajada oshirdi.

Ko‘p agentli tizim arxitekturasi: Ma’lumotlarni yig‘ish, diagnostika qilish, prognozlash va tavsiya berish agentlarining o‘zaro integratsiyasiga asoslangan sun’iy intellektual arxitektura taklif etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

[1] Sarimsakov A.U. Raqamli texnologiyalar davrida mustaqil ta’lim: mazmuni, tarixi, ahamiyati va istiqbollari // Raqamli davrda shaxsning kasbiy shakllanishi va inson kapitalining rivojlanishi: IX Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to’plami (Toshkent, 2026-yil 5-6-iyun). – Toshkent, 2026. – B. 82-85.

[2] ГОСТ Р 72393—2025. Технологии искусственного интеллекта в образовании. Алгоритмы идентификации вовлеченности при онлайн-обучении. Общие положения и методика испытаний. – Введ. 2025-11-20. – М.: Российский институт стандартизации, 2025. – С. 5–11.

[3] Котова Е.Е. Прогнозирование успешности обучения в интегрированной образовательной среде с применением инструментов онлайн аналитики // Компьютерные инструменты в образовании. – 2019. – № 4. – С. 55–80. – DOI: 10.32603/2071-2340-2019-4-55-80.

[4] Мохова О.Л., Жигалова М.Р., Миронова Д.А., Малыхина И.А. Адаптация методик дистанционного обучения иностранным языкам в российских вузах в эпоху цифровизации // Управление образованием: теория и практика. – 2023. – Т. 13. – № 11-2. – С. 119–127. – DOI: 10.25726/s9068-7674-1497-s.

[5] Ciccitto, F. (2023). Principals’ use of internet monitoring tools to address student discipline issues: A mixed methods study [Doctoral dissertation, New Jersey City University], pp. 1–15.

[6] Мазько Н.Н., Варламова Н.Х. Влияние современных технологий на структуру и содержание профессиональной подготовки кадров для железнодорожного транспорта // Управление образованием: теория и практика. – 2023. – Т. 13. – № 11-2. – С. 93–101. – DOI: 10.25726/n4930-7998-6977-j.

[7] Даничев А.А., Ликсонова Д.И., Шестаков В.Н. Аналитика обучения: прогнозирование успеваемости на основе данных об активности и эффективности студентов в системах управления электронными образовательными курсами // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2026. – Т. ___. – № ___. – С. –. – DOI: 10.26102/2310-6018/2026.60.9.018.

[8] Вилкова К.А., Захарова У.С. Учебная аналитика в традиционном образовании: ее роль и результаты // Университетское управление: практика и анализ. – 2020. – Т. 24. – № 3. – С. 60–76. – DOI: 10.15826/umpa.2020.03.026.

[9] Вишняков В.А. Использование технологий машинного обучения, нейронных сетей, интернета вещей, блокчейна в образовании // Информационные технологии в образовании. – 2025. – № 3. – С. 68–72. – DOI: 10.21122/2309-4923-2025-3-68-73.