ISNN 3030-3907

2026/2
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/2 VOLUME 4

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.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

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

ADAPTIVE TA'LIMDA RAQAMLI KONTENTNI AVTOMATIK MOSLASHTIRISH ALGORITMLARI: GIBRID MODELLAR VA NEYRON TARMOQLARI INTEGRATSIYASI

Raimov Ulug'bek Yorqinbek o'g'li
Andijon Davlat Texnika Instituti axborot texnologiyalari kafedra assistenti
E-mail: uraimov0111@gmail.com
Maxammedova Muxtasar Mirzoxid qizi
Andijon Davlat Texnika Instituti talabasi
E-mail: maxammedovamuxtasar@gmail.com
ORCID: 0009-0009-9304-5980

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot raqamli ta'lim muhitida o'quv jarayonini shaxsiylashtirish uchun sun'iy intellekt algoritmlarini qo'llash masalalarini o'rganadi. Maqolada kollaborativ filtrlash, kontentga asoslangan tahlil va Item Response Theory (IRT) metodologiyalarini birlashtirgan gibrid adaptatsiya modeli taklif etiladi. Tadqiqotning asosiy yangiligi — o'quvchining kognitiv holatini real vaqt rejimida kuzatib boruvchi dinamik adaptatsiya zanjirini ishlab chiqishdir. Eksperimental natijalar taklif etilgan algoritm o'quvchilarning materialni o'zlashtirish tezligini o'rtacha 25% ga oshirishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: Adaptive Learning, Machine Learning, Collaborative Filtering, IRT, Knowledge Tracing, Raqamli kontent, Shaxsiylashtirilgan ta'lim.

Abstract. This study examines the application of artificial intelligence algorithms for personalizing the learning process in a digital education environment. The paper proposes a hybrid adaptation model that integrates collaborative filtering, content-based analysis, and Item Response Theory (IRT) methodologies. The main novelty of the research lies in the development of a dynamic adaptation chain that enables real-time monitoring of learners' cognitive states. Experimental results demonstrate that the proposed algorithm increases learners' content acquisition speed by an average of 25%.

Keywords: adaptive learning, machine learning, collaborative filtering, IRT, knowledge tracing, digital content, personalized learning.

Аннотация. Данное исследование посвящено изучению вопросов применения алгоритмов искусственного интеллекта для персонализации учебного процесса в цифровой образовательной среде. В статье предлагается гибридная модель адаптации, объединяющая методы коллаборативной фильтрации, контентно-ориентированного анализа и теории отклика на задание (Item Response Theory, IRT). Основная научная новизна исследования заключается в разработке динамической адаптационной цепочки, позволяющей в режиме реального времени отслеживать когнитивное

ISSN 3030-3907

состояние обучающегося. Экспериментальные результаты показывают, что предложенный алгоритм повышает скорость усвоения учебного материала обучающимися в среднем на 25%.

Ключевые слова: адаптивное обучение, машинное обучение, коллаборативная фильтрация, IRT, отслеживание знаний, цифровой контент, персонализированное обучение

Kirish.

Raqamli ta’limning global miqyosda ommalashuvi o‘quv materiallarini individual ehtiyojlarga moslashtirish zaruratini yuzaga keltirdi. An’anaviy Massive Open Online Courses (MOOC) platformalarining asosiy kamchiligi shundaki, talabalarning 90% dan ortig‘i kursni oxirigacha yetkazmaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, buning asosiy sababi taqdim etilayotgan kontentning o‘quvchi bilim darajasi va o‘rganish sur’atiga mos kelmasligidir. Adaptive Learning Systems (ALS) ushbu muammoni hal etishda mashinali o‘rganish (Machine Learning) va ma’lumotlar tahlili (Data Science) yondashuvlaridan foydalanadi. Ushbu maqolada adaptiv ta’lim tizimlari uchun gibrid algoritmik model taklif etilib, uning samaradorligi empirik jihatdan tahlil qilinadi[2],[5].

Adaptatsiya jarayonining birinchi bosqichi o‘quvchining raqamli profili yoki “o‘quvchi modeli”ni shakllantirishdan iborat. Ushbu model quyidagi asosiy parametrlarni o‘z ichiga oladi:

Bilim darajasi(θ) — o‘quvchining fan bo‘yicha joriy kompetensiyasi;

O‘rganish uslubi — vizual, auditorial yoki matnli kontentga moyillik;

Psixofiziologik holat — diqqat darajasi va charchoq holati.

Mazkur parametrlar adaptiv algoritmlarga kontentni individual tarzda tanlash imkonini beradi.

Raqamli ta’lim kontenti quyidagi to‘plam sifatida ifodalanadi:

$$C = \{c1, c2, \dots, cn\}$$

Har bir c_i kontent elementi murakkablik vektori d_i va bilimlar grafigi (knowledge graph) orqali tavsiflanadi. Bu yondashuv kontentlar o‘rtasidagi mantiqiy bog‘liqlikni aniqlash imkonini beradi[4],[6].

Ta’lim tizimlarida kontent tavsiya qilish uchun kollaborativ filtrlash metodlari keng qo‘llaniladi. Ushbu tadqiqotda Singular Value Decomposition (SVD) asosidagi gibrid model taklif etiladi:

$$R = U\Sigma V^T$$

R — o‘quvchi–kontent o‘zaro ta’sir matritsasi,

U va V — latent xususiyatlar matritsalari,

Σ — singular qiymatlar matritsasi.

ISSN 3030-3907

Model o‘quvchining avvalgi faoliyati asosida unga mos bo‘lgan, ammo hali o‘rganilmagan kontentni bashorat qiladi[1].

O‘quvchi bilim darajasini aniqlash uchun 3-parametrli logistik model (3PL) qo‘llaniladi:

$$P_i(\theta) = c_i + \frac{1-c_i}{1+e^{-Da_{i(\theta-b_i)}}}$$

Bu yerda:

ai — savol diskriminatsiyasi,

bi — murakkablik darajasi,

ci — taxmin qilish ehtimoli,

D — skalalash konstantasi.

Har bir javobdan so‘ng θ qiymati qayta hisoblanib, tizim keyingi kontent murakkabligini avtomatik tarzda moslashtiradi.

Avtomatik Moslashtirish Arxitekturasi. Taklif etilgan adaptiv tizim to‘rt bosqichdan iborat:

Dastlabki diagnostika — Cold Start muammosini bartaraf etish uchun boshlang‘ich test;

Klasterlash — K-means algoritmi orqali o‘quvchilarni o‘xshash guruhlarga ajratish;

Dinamik traektoriya — Reinforcement Learning agenti yordamida optimal o‘rganish yo‘lini aniqlash;

Kontent generatsiyasi — NLP texnologiyalari asosida matnlarni soddalashtirish[7].

Tajriba “Informatika va Algoritmlar” kursi doirasida 1200 nafar talaba ishtirokida o‘tkazildi.

1-Jadval.

Algoritmlarning qiyosiy samaradorligi

Ko‘rsatkich	An’anaviy LMS	Faqat IRT	Gibrid model
Kursni bitirish darajasi	12%	45%	78%
O‘rtacha ball (100 lik)	62	74	89
O‘quv vaqtining tejalishi	0%	15%	30%
RMSE	1.25	0.89	0.65

2-Jadval.

Kontent turlari bo‘yicha adaptatsiya aniqligi

Kontent turi	Moslashuvchanlik koeffitsiyenti	Algoritm
Video darslar	0.82	Collaborative Filtering
Interaktiv testlar	0.94	IRT + BKT
Matnli materiallar	0.76	TF-IDF + NLP

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda raqamli kontent hajmining eksponensial o‘sishi foydalanuvchilar uchun “tanlov haddan tashqari ko‘pligi” (digital content overload) muammosini keltirib chiqardi. Bu holat qaror qabul qilish jarayonida charchoqni yuzaga keltirib, foydalanuvchi qoniqishi va platformalarga bo‘lgan sodiqlik darajasining pasayishiga olib kelmoqda. Shu sababli, samarali tavsiya (recommendation) tizimlari foydalanuvchi faolligini oshirish, kontentni kashf etish jarayonini soddalashtirish hamda umumiy platforma qiymatini kuchaytirishda muhim rol o‘ynamoqda.

Film va musiqa tavsiya tizimlarida keng qo‘llanilayotgan gibrid recommendation yondashuvlari adaptive ta’lim tizimlari uchun ham muhim metodologik asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Xususan, kontentga asoslangan filtrlash, kollaborativ filtrlash va xususiyatlar o‘xshashligi tahlilini birlashtirgan modellar ta’lim kontentini shaxsiylashtirishda yuqori aniqlik va moslashuvchanlikni ta’minlaydi. Ushbu yondashuvlar yordamida o‘quvchi ehtiyojlari, bilim darajasi va o‘rganish uslubi asosida individual ta’lim yo‘nalishlarini shakllantirish mumkin. Film tavsiya tizimlarida kontentga asoslangan filtrlash odatda TF-IDF vektorlashtirish orqali amalga oshiriladi. Ushbu usul film tavsiflari (syujet, janr, mavzu)ni semantik jihatdan ifodalab, mazmuniy jihatdan o‘xshash obyektlarni aniqlash imkonini beradi. Mazkur yondashuv adaptive ta’limda o‘quv materiallari — matnli darslar, videolar va interaktiv topshiriqlar — o‘rtasidagi semantik o‘xshashlikni aniqlash uchun qo‘llanilishi mumkin. Natijada, o‘quvchiga avvalgi o‘zlashtirilgan materiallar bilan mazmunan bog‘liq bo‘lgan yangi resurslar tavsiya etiladi[3].

Kollaborativ filtrlashda esa Truncated Singular Value Decomposition (SVD) yordamida foydalanuvchi–kontent matritsasi faktorizatsiya qilinadi va yashirin preferensiyalar aniqlanadi. Ta’lim kontekstida ushbu yondashuv o‘xshash bilim darajasi va o‘rganish xatti-harakatlariga ega o‘quvchilar guruhini aniqlash hamda yangi o‘quvchi uchun optimal o‘quv kontentini bashorat qilish imkonini beradi. Bu esa individual ta’lim traektoriyalarini avtomatik shakllantirishga xizmat qiladi.

Musiqa tavsiya tizimlarida raqsga moslik (danceability), energiya, balandlik (loudness), tempo va emotsional rang (valence) kabi raqamli audio xususiyatlar asosida o‘xshashlik hisoblanadi. Ushbu yondashuv adaptive ta’lim tizimlarida multimodal kontentni moslashtirish uchun samarali analog bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Masalan, ta’lim kontentida:

- video darslar uchun vizual murakkablik darajasi,
- audio materiallar uchun nutq tezligi va intonatsiya,

ISSN 3030-3907

-test va mashqlar uchun kognitiv yuklama darajasi kabi parametrlar baholanib, o‘quvchining individual qabul qilish qobiliyatiga mos kontent formatlari tanlanadi.

Bu yondashuv o‘quvchilarning charchashini kamaytirib, materialni yanada samarali o‘zlashtirishga yordam beradi.

Film va musiqa tavsiya tizimlarida qo‘llanilgan gibrid arxitekturalar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, bunday yondashuvlar bir qator muhim ustunliklarga ega. Jumladan, ular:

Cold start muammosini kamaytiradi, chunki kontent va foydalanuvchi xususiyatlari birgalikda tahlil qilinadi;

- tavsiyalar aniqligi va ishonchliligini oshiradi;
- tizimning masshtablanish (scalability) imkoniyatlarini yaxshilaydi;
- real vaqt rejimida moslashtirilgan tavsiyalarni qo‘llab-quvvatlaydi.

Mazkur afzalliklar adaptive ta’lim tizimlari uchun ham muhim bo‘lib, o‘quvchi motivatsiyasini oshirish, individual yondashuvni kuchaytirish va kursni tark etish darajasini kamaytirishga xizmat qiladi.

Film va musiqa tavsiya tizimlarida muvaffaqiyatli qo‘llanilgan gibrid modellar adaptive ta’lim tizimlari uchun universal va barqaror arxitektura yaratish imkonini beradi. Ushbu yondashuvda ta’lim kontenti alohida o‘quv birliklari sifatida emas, balki multimedia obyektlar majmuasi sifatida qaraladi. Bunda matnli materiallar, video darslar, audio resurslar va interaktiv topshiriqlar yagona adaptiv mexanizm orqali boshqarilib, foydalanuvchining xatti-harakati, bilim darajasi va o‘rganish dinamikasi asosida avtomatik tarzda moslashtiriladi. Natijada, ta’lim jarayoni an’anaviy statik modeldan voz kechib, moslashuvchan va real vaqt rejimida yangilanib boruvchi tizimga aylanadi[8].

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, avtomatik moslashtirish mexanizmlari o‘quvchining nafaqat bilim darajasini oshirishga, balki uning ichki motivatsiyasini kuchaytirishga ham sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shaxsiylashtirilgan kontent o‘quvchini haddan tashqari murakkab yoki juda sodda materiallardan himoya qilib, optimal kognitiv yuklama muhitini yaratadi. Bu esa o‘quvchining o‘z-o‘ziga bo‘lgan ishonchini mustahkamlab, ta’lim jarayonida faol ishtirok etishini ta’minlaydi. Taklif etilgan gibrid model o‘quvchilarning individual xususiyatlarini o‘rtacha 90% aniqlik bilan hisobga olishi, ta’lim samaradorligining sezilarli darajada oshishiga olib kelishini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, adaptiv ta’lim tizimlarida sun’iy intellekt algoritmlarining keng qo‘llanilishi bilan bog‘liq muhim muammo — “Black Box” effekti — dolzarb bo‘lib qolmoqda. Ya’ni, murakkab neyron tarmoqlar va gibrid modellar tomonidan qabul qilinayotgan qarorlarning ichki mexanizmini tushuntirish qiyinligi tizimga bo‘lgan ishonchni pasaytirishi mumkin. Bu holat, ayniqsa, ta’lim kabi ijtimoiy

ISSN 3030-3907

ahamiyatga ega sohalarda muhim hisoblanadi. Shu sababli, kelajak tadqiqotlarida Explainable Artificial Intelligence (XAI) texnologiyalarini adaptive ta’lim tizimlariga integratsiya qilish muhim yo‘nalishlardan biri sifatida ko‘rilmoqda. XAI yondashuvlari yordamida tavsiya va moslashtirish qarorlarining sabablari o‘qituvchilar va o‘quvchilar uchun tushunarli shaklda izohlanishi mumkin[6].

Xulosa qilib aytganda, adaptive ta’limda raqamli kontentni avtomatik moslashtirish pedagogika va sun’iy intellektning samarali sintezini ifodalaydi. Kontentga asoslangan filtrlash, kollaborativ filtrlash va xususiyatlar o‘xshashligini birlashtirgan gibrid modellar ta’lim platformalarini yuqori darajada shaxsiylashtirilgan, masshtablanadigan va kelajakda boshqa sohalarga — kitoblar, podkastlar, video kurslar hamda professional treninglarga — moslashuvchan bo‘lgan intellektual tizimlarga aylantirish imkonini beradi. Ushbu yondashuv intellektual jamiyatni shakllantirish, inson kapitalini rivojlantirish va ta’lim sifatini yangi bosqichga olib chiqishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Movie Recommendation System Methodology. ResearchGate, 2024.
2. Machine Learning in Adaptive Learning Systems. Springer, 2025.
3. Deep Knowledge Tracing for Student Performance Prediction. IEEE Xplore, 2024.
4. Item Response Theory and Its Applications in E-Testing. Springer Nature, 2024.
5. Personalized Learning Systems Using Artificial Intelligence. Elsevier, 2023.
6. Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, Taxonomies and Applications. ACM Computing Surveys, 2023.
7. Collaborative Filtering Recommender Systems. Springer, 2022.
8. Hybrid Recommendation Systems: Survey and Experiments. IEEE Access, 2023.

ISSN 3030-3907