

Sulaymonova Dilnoza Bohodir qizi,

Qarshi davlat texnika universiteti "Kompyuter
tizimlarining dasturiy va texnik ta'minoti" kafedrası
assistenti

SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA DASTURLASH FANINI ADAPTIV O'QITISHNING TAKOMILLASHTIRILGAN METODIK MODEL

OO'K 004.8:378.147:004.42

[HTTPS://DOI.ORG/10.34920/SO/VOL_2026_ISSUE_6_6](https://doi.org/10.34920/so/vol_2026_issue_6_6)

SULAYMONOVA D.B.-Q. SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA DASTURLASH FANINI ADAPTIV O'QITISHNING TAKOMILLASHTIRILGAN METODIK MODEL

Mazkur maqolada sun'iy intellekt asosida dasturlash fanini adaptiv o'qitishning takomillashtirilgan metodik modeli ilmiy-metodik jihatdan asoslanadi. Modelning tarkibiga maqsadli, diagnostik, talaba modeli, o'quv kontenti modeli, adaptatsiya yadrosi, teskari aloqa hamda natijaviy-baholovchi bloklar kiritilgan. Talabaning individual o'quv faoliyati bilim darajasi, algoritmik fikrlash, kod yozish ko'nikmasi, xatolar profili, o'zlashtirish sur'ati, mustaqil faollik va motivatsion-reflektiv holat asosida diagnostika qilinadi. Ko'rsatkichlarni yagona profilga birlashtiruvchi diagnostik indeks hamda talaba holati bilan topshiriq murakkabligi o'rtasidagi moslikni hisoblash formulalari taklif etiladi. Dasturlash topshiriqlaridagi sintaktik, semantik, mantiqiy, algoritmik va chegaraviy xatolar pedagogik signal sifatida talqin qilinib, ularga mos adaptiv yordam shakllari ishlab chiqiladi. Natijada raqamli ma'lumotlarni pedagogik qarorga aylantirish, individual o'quv trayektoriyasini yangilash va o'qituvchi nazoratini saqlagan holda sun'iy intellekt vositalaridan foydalanish bo'yicha amaliy tavsiyalar shakllantiriladi.

Tayanch so'z va tushunchalar: sun'iy intellekt, adaptiv o'qitish, dasturlash ta'limi, talaba modeli, o'quv kontenti modeli, diagnostik indeks, algoritmik fikrlash, xatolar profili, learning analytics, teskari aloqa, individual o'quv trayektoriyasi.

СУЛАЙМОНОВА Д.Б.-К. УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В статье научно-методически обоснована усовершенствованная модель адаптивного обучения программированию на основе искусственного интеллекта. В структуру модели включены целевой, диагностический, ученический, содержательный, адаптационный, обратной связи и результативно-оценочный блоки. Индивидуальная учебная деятельность студента диагностируется по уровню знаний, алгоритмическому мышлению, навыкам написания кода, профилю ошибок, темпу усвоения, самостоятельной активности и мотивационно-рефлексивному состоянию. Предложены интегральный диагностический индекс и формула определения соответствия между текущим состоянием студента и сложностью учебного задания. Синтаксические, семантические, логические, алгоритмические ошибки и ошибки граничных случаев рассматриваются как педагогические сигналы, для которых определены формы адаптивной помощи. Разработанная модель обеспечивает преобразование цифровых следов учебной деятельности

в педагогически интерпретируемые решения, обновление индивидуальной образовательной траектории и сохранение контроля преподавателя при использовании средств искусственного интеллекта.

Ключевые слова и понятия: искусственный интеллект, адаптивное обучение, обучение программированию, модель студента, модель учебного контента, диагностический индекс, алгоритмическое мышление, профиль ошибок, аналитика обучения, обратная связь, индивидуальная образовательная траектория.

SULAYMONOVA D.B. -K. AN IMPROVED METHODOLOGICAL MODEL FOR AI-BASED ADAPTIVE TEACHING OF PROGRAMMING

This article provides a scientific and methodological rationale for an improved model of artificial intelligence-based adaptive teaching of programming. The model integrates goal-oriented, diagnostic, learner-model, learning-content-model, adaptation-core, feedback, and outcome-assessment blocks. A student's individual learning activity is diagnosed through knowledge level, algorithmic thinking, coding competence, error profile, learning pace, independent engagement, and motivational-reflective state. An integrated diagnostic index and a formula for estimating the match between the learner's current state and task difficulty are proposed. Syntax, semantic, logical, algorithmic, and boundary-case errors are interpreted as pedagogical signals and linked to corresponding adaptive support strategies. The model converts digital learning traces into pedagogically interpretable decisions, supports continuous updating of individual learning pathways, and preserves teacher oversight when artificial intelligence tools are used. Practical recommendations are formulated for selecting content difficulty, task type, feedback format, and reinforcement frequency in programming education.

Keywords and concepts: artificial intelligence, adaptive teaching, programming education, learner model, learning content model, diagnostic index, algorithmic thinking, error profile, learning analytics, feedback, individual learning pathway.

Kirish. Raqamli ta'lim muhitining rivojlaniishi o'qitish jarayonini faqat elektron resurslarni taqdim etish bilan cheklab qo'ymay, talabaning o'quv faoliyati haqida uzluksiz ma'lumot yig'ish, ushbu ma'lumotlarni tahlil qilish va natijaga qarab pedagogik ta'sirni moslashtirish imkoniyatini yaratmoqda. Dasturlash fanida adaptiv yondashuv ayniqsa muhim, chunki mazkur fan nazariy bilim, algoritmik fikrlash, kod yozish, testlash, xatoni aniqlash, debugging va yechimni optimallashtirish kabi bir-biri bilan bog'liq kognitiv-amaliy faoliyatlardan tashkil topadi. Bir xil yakuniy ball olgan ikki talabaning qiyinchilik sabablari mutlaqo farqli bo'lishi mumkin: biri algoritmni to'g'ri tuzib, sintaksisdagi mayda xatolar tufayli past natija ko'rsatadi, boshqasi esa sintaksisni bilgan holda masalani mantiqiy jihatdan noto'g'ri modellashtiradi. Shuning uchun adaptiv o'qitish tizimi faqat natijani emas, balki natijaga olib kelgan jarayonni ham diagnostika qilishi kerak.

O'zbekiston Respublikasida oliy ta'limni modernizatsiya qilish, raqamli texnologiyalarni ta'lim jarayoniga keng joriy etish va sun'iy intellekt

yo'nalishida malakali kadrlar tayyorlash davlat siyosatining ustuvor vazifalaridan biri sifatida belgilangan. Oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi ta'lim sifati, innovation faoliyat va zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini integratsiyalashni nazarda tutadi¹. "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasida raqamli ko'nikmalarni rivojlantirish va ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv madaniyatini shakllantirish ustuvor yo'nalish sifatida ko'rsatilgan². Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etishga qaratilgan qaror esa ushbu texnologiyalarni amaliy sohalarga tatbiq qilish, ilmiy tadqiqotlar va kadrlar tayyorlash tiz-

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-son Farmoni. - <https://lex.uz/docs/-4545884>

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-6079-son Farmoni. - <https://lex.uz/docs/-5030957?ONDATE=12.08.2021>

imini rivojlantirish uchun tashkiliy asos yaratdi¹. Mazkur normativ-huquqiy yo'nalishlar dasturlash ta'limida adaptiv, ma'lumotlarga tayangan va individual o'quv ehtiyojlarini hisobga oluvchi metodikalarni ishlab chiqishni talab etadi.

Adaptiv ta'lim bo'yicha tadqiqotlarda talaba haqidagi dinamik ma'lumotlar bilan o'quv kontentining formal tavsifi o'rtasidagi bog'lanish markaziy masala sifatida qaraladi. Talaba modeli o'rganuvchining bilim holati, ehtiyoji va o'quv xususiyatlarini ifodalasa, kontent modeli mavzular, prerequisite bog'lanishlar, murakkablik darajalari va baholash indikatorlarini tizimlashtiradi [4]. Knowledge tracing yondashuvlari talabaning bilim holatini vaqt bo'yicha yangilash imkonini beradi [5], [6]. Biroq sun'iy intellekt yoki avtomatik baholash vositasining mavjudligi o'z-o'zidan pedagogik moslashuvni kafolatlamaydi. Dasturlash topshiriqlarini avtomatik tekshirish bo'yicha sharhlar ko'plab tizimlar kodning to'g'riligi va unit-test natijalariga urg'u berishini, kod sifati, fikrlash jarayoni va izohli feedback esa yetarli darajada qamrab olinmasligini ko'rsatadi [7], [8]. Shu bois texnik tahlil natijasi o'qituvchi uchun tushunarli metodik qarorga aylantirilishi lozim.

Maqsad. Maqolaning maqsadi sun'iy intellekt asosida dasturlash fanini adaptiv o'qitishning takomillashtirilgan metodik modelini ishlab chiqish, talabaning individual o'quv faoliyatini diagnostika qilish ko'rsatkichlarini tizimlashtirish, talaba modeli bilan o'quv kontenti modeli o'rtasidagi moslikni formal ifodalash hamda adaptiv pedagogik qarorlarni shakllantirish bo'yicha amaliy tavsiyalarni asoslashdan iborat.

Maqolaning ilmiy mohiyati. Maqolaning ilmiy mohiyati dasturlashni adaptiv o'qitish jarayonini alohida avtomatik funksiyalar yig'indisi sifatida emas, balki maqsad, diagnostika, talaba profili, kontent tuzilmasi, moslikni hisoblash, teskari aloqa va qayta diagnostika o'zaro bog'langan yagona metodik tizim sifatida talqin qilishdadir. Mualliflik yondashuvida raqamli izlar — test natijalari, kod topshiriqlari, kompilyator xabarlar, urinishlar soni, bajarish vaqti, LMS faolligi va reflektiv javoblar — bevosita baho qo'yish uchun emas, talabaning qiy-

inchilik sababini aniqlash va keyingi pedagogik harakatni tanlash uchun ishlatiladi.

Taklif etilayotgan modelning yangiligi uch jihatda namoyon bo'ladi. Birinchidan, diagnostika faqat bilim darajasiga emas, balki algoritmik fikrlash, kod yozish kompetensiyasi, xatolar profili, o'zlashtirish sur'ati, mustaqil faollik va motivatsion-reflektiv holatga tayanadi. Ikkinchidan, talaba modeli va o'quv kontenti modeli formal ko'rsatkichlar orqali bog'lanib, topshiriq murakkabligi va yordam turini tanlash uchun moslik koeffitsiyenti qo'llanadi. Uchinchidan, sun'iy intellekt qarori o'qituvchini almashtiruvchi yakuniy hukm sifatida emas, pedagogik nazorat ostidagi tavsiya mexanizmi sifatida qaraladi. Bu yondashuv texnologik moslashuvni metodik maqsad, tushuntiriluvchanlik va mas'uliyatli foydalanish tamoyillari bilan uyg'unlashtiradi.

Tadqiqotning obyekti.

Tadqiqotning obyekti sifatida oliy ta'lim muassasalarida dasturlash fanini sun'iy intellekt texnologiyalari va raqamli ta'lim platformalari asosida adaptiv o'qitish jarayoni olindi. Tadqiqot predmeti esa talabaning individual o'quv faoliyatini diagnostika qilish mezonlari, talaba va kontent modellarining tarkibi, ularni bog'lovchi adaptatsiya mexanizmi hamda teskari aloqani pedagogik boshqarish usullaridan iborat.

Tadqiqotda qo'llanilgan usullar.

Tadqiqotda nazariy tahlil, sintez, qiyosiy-taqqoslash, pedagogik modellashtirish, kontent-tahlil, tizimli yondashuv va didaktik umumlash-tirish usullaridan foydalanildi. Adaptiv ta'lim, learner modeling, knowledge tracing, dasturlash topshiriqlarini avtomatik baholash, computational thinking, kognitiv yuklama va teskari aloqa bo'yicha ilmiy manbalar tahlil qilindi [4]–[13]. Berilgan dissertatsiya materiali asosida diagnostik ko'rsatkichlar, xato turlari, kontent birliklari va adaptiv qaror qoidalari qayta tizimlashtirildi. Taklif etilgan formulalar qat'iy prognoz modeli emas, balki ko'rsatkichlarni normallashtirish va pedagogik qaror mantiqini aniq ifodalashga xizmat qiluvchi metodik hisoblash sxemasi sifatida ishlab chiqildi.

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4996-son Qarori. - <https://lex.uz/ru/docs/-5297046?ONDATE=04.01.2024%2000>

1-jadval. Dasturlash fanida individual o'quv faoliyatini diagnostika qilish ko'rsatkichlari

Diagnostik ko'rsatkich	Mazmuni	Ma'lumot manbai	Adaptiv qarordagi vazifasi
Bilim darajasi	Tushuncha, operator, konstruktsiya va mavzulararo bog'lanishni bilish hamda qo'llash darajasi	Kirish testi, formatif test, kod fragmentini tahlil qilish	Mavzuni takrorlash, davom ettirish yoki murakkablashtirish
Algoritmik fikrlash	Muammoni dekompozitsiya qilish, shart, sikl va funksiyalar mantiqini qurish	Pseudokod, blok-sxema, tracing, yechim strategiyasi	Topshiriq ketma-ketligi va yo'naltiruvchi yordamni tanlash
Kod yozish kompetensiyasi	Sintaksis, semantika, modularlik, testlash va debugging ko'nikmalari	Kod topshiriqlari, unit-test, statik tahlil	Amaliy mashq, kod namunasi va feedback mazmunini moslashtirish
Xatolar profili	Takroriy sintaktik, semantik, mantiqiy va algoritmik xatolar turi	Kompilyator xabari, testdan o'tmagan holat, urinishlar	Xatoga mos mikroresurs va tuzatish mashqini berish
O'zlashtirish sur'ati	Topshiriq bajarish vaqti, urinishlar soni va natija barqarorligi	LMS loglari, vaqt belgisi, qayta kirishlar	Material sur'ati va mustahkamlash chastotasini belgilash
Mustaqil faollik	Resurslardan foydalanish, qo'shimcha mashq va savol-javobdagi ishtirok	LMS faolligi, forum, resurs ko'rish statistikasi	Qo'shimcha yordam yoki mustaqil loyiha tavsiyasi
Motivatsion-reflektiv holat	Qiyinchilikka munosabat, ishonch, o'zini baholash va refleksiya	Mini-so'rov, reflektiv javob, o'qituvchi kuzatuv	Feedback ohangi va motivatsion qo'llab-quvvatlashni tanlash

Natija va amaliy tahlil.

Tadqiqot natijasida dasturlash fanini adaptiv o'qitish modeli yetti asosiy blokdan tashkil topishi aniqlandi: maqsadli blok, diagnostik blok, talaba modeli, o'quv kontenti modeli, adaptatsiya yadrosi, teskari aloqa bloki va natijaviy-baholovchi blok. Modelning ishlashi uzluksiz sikl shaklida tashkil etiladi: talaba holati diagnostika qilinadi, profil yangilanadi, kontent nomzodlari tanlanadi, moslik hisoblanadi, topshiriq va yordam shakli tavsiya etiladi, natija qayta baholanadi. Bunday sikl bir martalik darajalashdan farqli ravishda talabaning rivojlanish dinamikasini hisobga oladi.

Diagnostika modelning boshlang'ich va boshqaruvchi bo'g'ini hisoblanadi. Dasturlash ta'limida bitta ko'rsatkich, masalan, yakuniy test balli, talabaning real o'quv holatini to'liq ifodalay olmaydi. Test natijasi tushunchalarni bilishni ko'rsatsa-da, algoritm tuzish, kodni ishga tushirish, xatoni topish va yangi vaziyatga transfer qilish qobiliyatini alohida baholash talab etiladi. Shu sababli yetti diagnostik ko'rsatkich taklif qilindi. Ularning mazmuni, ma'lumot manbasi va adaptiv qarordagi vazifasi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadvaldagi ko'rsatkichlar o'zaro bog'liq holda talqin qilinadi. Masalan, bilim darajasi yuqori, lekin xatolarni tuzatishga sarflangan vaqt katta bo'lgan talabaga nazariy materialni takrorlash emas, debugging strategiyasi va test holat-

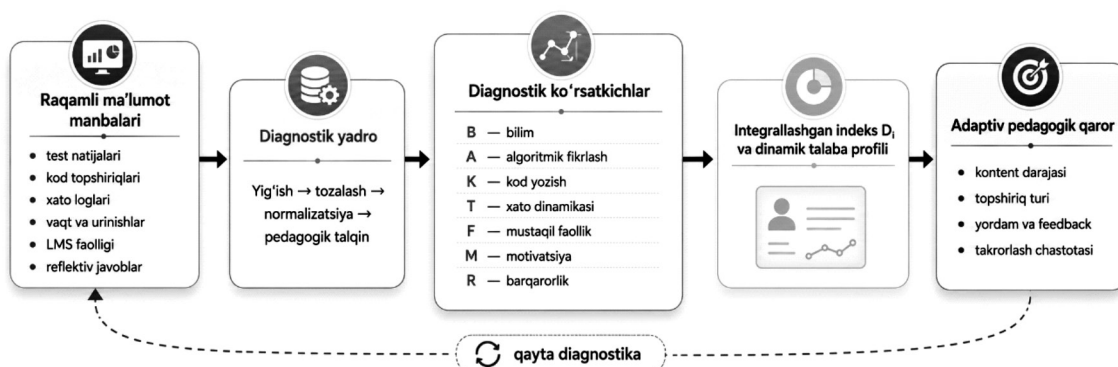
larini tuzish bo'yicha yordam kerak bo'lishi mumkin. Aksincha, kod tez yozilgan, ammo algoritmik yechim yuzaki bo'lsa, murakkab topshiriq berishdan oldin muammoni dekompozitsiya qilish va pseudokod tuzish faoliyati tashkil etiladi. Bu yondashuv computational thinking tarkiblarini yakuniy koddan ajratib baholash zarurati bilan mos keladi [11].

Alohida ko'rsatkichlarni yagona profilga birlashtirish uchun barcha qiymatlar 0 dan 1 gacha normallashtiriladi. Normallashtirish turli o'lchov birliklaridagi ko'rsatkichlarni — foiz, vaqt, urinishlar soni, rubrika ballari va faollik chastotasini — o'zaro taqqoslash imkonini beradi. j-talabaning umumiy diagnostik indeksi quyidagi ko'rinishda taklif etiladi:

$$D_j = 0.20B_j + 0.20A_j + 0.15K_j + 0.15T_j + 0.10F_j + 0.10M_j + 0.10R_j \quad (1)$$

bu yerda D_j — j-talabaning umumiy diagnostik indeksi; B_j — bilim darajasi; A_j — algoritmik fikrlash; K_j — kod yozish kompetensiyasi; T_j — xatolar profilining ijobiy dinamikasi; F_j — mustaqil o'quv faolligi; M_j — motivatsion-reflektiv holat; R_j — rivojlanish barqarorligi. Koeffitsiyentlar yig'indisi 1 ga teng. Bilim va algoritmik fikrlashga yuqoriroq og'irlik berilishi dasturlash fanining nazariy-amaliy tabiatini aks ettiradi. Mazkur og'irliklar boshlang'ich metodik konfiguratsiya

1-rasm. Talabaning individual o'quv faoliyatini diagnostika qilish modeli.



2-jadval. Dasturlash topshiriqlaridagi xatolar profili va adaptiv yordam shakllari

Xato turi	Tashqi ko'rinishi	Ehtimoliy pedagogik sabab	Adaptiv yordam shakli
Sintaksis xatosi	Qavs, indentatsiya, kalit so'z yoki ajratgich xatosi	Til qoidalarini yetarli bilmaslik yoki diqqatning susayishi	Qisqa qoida kartasi, namunaviy kod, mikro-mashq
Semantik xato	Kod ishlaydi, lekin operator yoki ma'lumot turi noto'g'ri ma'no beradi	Konstruktsiya vazifasini noto'g'ri tushunish	Kod fragmentlarini taqqoslash va izohlash
Mantiqiy xato	Sintaksis to'g'ri, natija noto'g'ri	Shart, sikl yoki formula mantiqini noto'g'ri qurish	Tracing, blok-sxema, qadam-baqadam tekshiruv
Algoritmik xato	Yechim strategiyasi masala shartiga mos emas	Muammoni dekompozitsiya qilish qiyinligi	Pseudokod, kichik masalalarga ajratish, yo'naltiruvchi savollar
Chegaraviy holat xatosi	Oddiy testlardan o'tadi, maxsus testda xato beradi	Boundary case va umumlashtirish ko'nikmasi sustligi	Maxsus testlar tuzish, qarshi misol va test jadvali
Kod sifati xatosi	Kod takroriy, murakkab yoki o'qilishi qiyin	Modularlik, nomlash va refaktoring ko'nikmasi yetarli emas	Kod uslubi rubrikasi, refaktoring va peer-review

bo'lib, kurs bosqichi, mavzu xususiyati, ekspert bahosi yoki tajriba-sinov natijalariga ko'ra qayta sozlanishi mumkin. Shu sababli D_j yakuniy baho emas, adaptiv qaror uchun umumlashtiruvchi signal sifatida ishlatiladi.

Birinchi rasmda raqamli izlarning pedagogik qarorga aylanish ketma-ketligi ko'rsatilgan. Diagnostik yadro dastlab ma'lumotlarni tekshiradi, yo'qolgan yoki noto'g'ri qiymatlarni aniqlaydi, turli ko'rsatkichlarni normallashtiradi va ularni pedagogik ma'noda talqin qiladi. Shundan keyin integrallashgan indeks bilan birga alohida komponentlar profili saqlanadi. Aynan komponentlar profili tavsiya sababini tushuntirishga imkon beradi. Masalan, "talaba boshlang'ich darajada" degan umumiy xulosa o'rniga "algoritmik fikrlash tayanch darajada, lekin kod sintaksisi va chegaraviy testlar bo'yicha qo'shimcha yordam zarur" kabi aniq tavsiya shakllantiriladi.

Dasturlash fanida xato salbiy natija emas, talabaning fikrlash jarayonini ochib beruvchi diagnostik ma'lumotdir. Avtomatik tekshiruv vositalari xatoni tez aniqlashi mumkin, biroq

pedagogik tizim xatoning ehtimoliy sababini va unga mos yordamni ham ko'rsatishi zarur. Formativ feedback bo'yicha tadqiqotlar xatoni faqat "to'g'ri/noto'g'ri" ko'rinishda qaytarish yetarli emasligini, talaba keyingi harakatni tushunishi uchun izohli va bosqichli feedback talab etilishini ko'rsatadi [8], [9]. Dasturlash topshiriqlarida uchraydigan asosiy xatolar va ularning metodik talqini 2-jadvalda berilgan.

Xatolar profilini aniqlashda xato turi bilan birga uning chastotasi, takrorlanish konteksti, tuzatish uchun sarflangan vaqt va feedbackdan keyingi o'zgarish hisobga olinadi. Masalan, sintaksis xatosi birinchi urinishda yuz berib, keyingi urinishda mustaqil tuzatilsa, u barqaror qiyinchilik sifatida baholanmaydi. Bir xil xato turli mavzularda takrorlansa, talaba profilida muayyan zaiflik zonasi belgilanadi. T_j ko'rsatkichi xatolar sonining o'zi emas, balki xatolarning kamayishi, tuzatish tezligi va mustaqillikning ortishini aks ettiradi. Bunday dinamik talqin talabaning rivojlanishini rag'batlantiradi va bir martalik xatoni doimiy yorliq sifatida qayd etishning oldini oladi.

3-jadval. O'quv kontenti modelining didaktik tarkibiy qismlari

Kontent elementi	Tavsifi	Dasturlash misoli	Adaptiv vazifasi
Bilim birligi	Bitta tushuncha yoki amaliy ko'nikma	Ma'lumot turi, shart, sikl, funksiya	Talaba profilini mavzu kesimida bog'laydi
Prerequisite	Oldindan egallanishi zarur bo'lgan bilim	Sikl uchun mantiqiy ifoda va shart operatori	Noto'g'ri ketma-ketlikdagi topshiriqni cheklaydi
Murakkablik darajasi	Boshlang'ich, tayanch, rivojlangan	Tayyor kodni tushunishdan mustaqil algoritmgacha	Talaba holatiga mos topshiriq tanlaydi
Topshiriq turi	Test, tracing, kod yozish, debugging, loyiha	Xatoni topish yoki mini-dastur yaratish	Turli kompetensiyalarni maqsadli rivojlantiradi
Yordam resursi	Izoh, misol, video, hint, qoida kartasi	Sikl chegarasi bo'yicha vizual ko'rsatma	Qiyinchilik sababiga mos qo'llab-quvvatlaydi
Baholash indikatori	Natija va jarayon mezonlari	To'g'rilik, kod sifati, vaqt, urinish, izoh	Feedback va keyingi qarorni asoslaydi

Talaba modeli bilan bir qatorda o'quv kontenti modeli ishlab chiqiladi. Kontent modeli fan mazmunini oddiy mavzular ro'yxati ko'rinishida emas, balki o'zaro bog'langan didaktik birliklar sifatida ifodalaydi. Har bir birlik uchun mavzu nomi, prerequisite bilim, murakkablik darajasi, o'quv maqsadi, topshiriq turi, baholash indikatori, taxminiy bajarish vaqti, yordam resursi va keyingi mavzuga o'tish sharti belgilanadi. Masalan, "sikl operatorlari" birligi o'zgaruvchilar, mantiqiy ifodalar va shart operatorlarini prerequisite sifatida talab qiladi; topshiriqlar esa reproduktiv, amaliy va transfer darajalarida tuziladi. Talaba prerequisite elementlarini yetarli o'zlashtirmagan bo'lsa, tizim murakkab sikl masalasini tavsiya qilish o'rniga zarur tayanch resursni tanlaydi (3-jadval).

Kontent modeli va talaba modelini bog'lash adaptatsiya yadrosining asosiy vazifasidir. Moslikni hisoblashda talabani joriy bilim darajasi bilan topshiriq murakkabligi orasidagi yaqinlik, prerequisite tayyorgarligi, o'zlashtirish sur'ati, mustaqil faolligi va xatolar zichligi inobatga olinadi. i-talaba uchun j-topshiriq yoki resursning moslik koeffitsiyenti quyidagi metodik formula orqali ifodalanadi:

$$M_{ij} = \alpha(1 - |K_i - C_j|) + \beta P_{ij} + \gamma S_i + \delta F_i + \lambda E_i \quad (2)$$

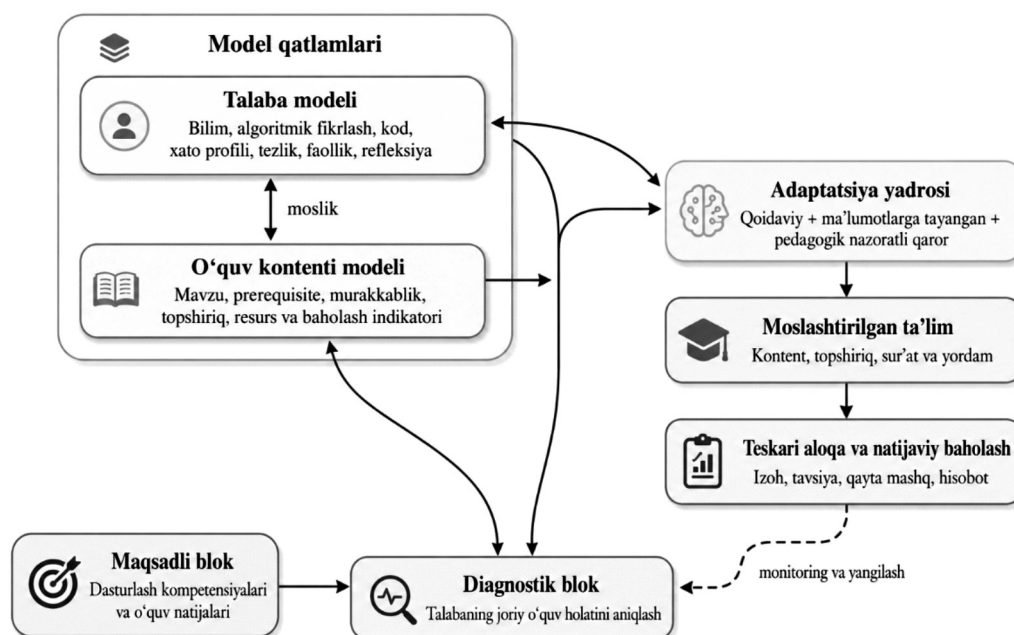
bu yerda M_{ij} — i-talaba uchun j-kontent birligining moslik koeffitsiyenti; K_i — talabani joriy bilim darajasi; C_j — topshiriq murakkabligi; P_{ij} — prerequisite mosligi; S_i — o'zlashtirish sur'ati va barqarorligi; F_i — mustaqil faollik; E_i — xatolar zichligi; α , β , γ , δ va λ — pedagogik ahamiyat koeffitsiyentlari. Barcha komponentlar 0–1 oralig'ida normallashtiriladi, hisoblan-

gan natija ham 0–1 oralig'iga keltiriladi. Formula topshiriq tanlashni to'liq avtomatlashtiruvchi qat'iy matematik hukm emas. U tizimning nima sababdan muayyan topshiriqni tavsiya qilganini tushuntirish va o'qituvchi belgilagan didaktik qoidalarni izchil qo'llash uchun xizmat qiladi.

Moslik formulasi "eng oson topshiriqni tanlash" tamoyiliga asoslanmaydi. Agar C_j talabani K_i ko'rsatkichidan juda past bo'lsa, topshiriq kognitiv jihatdan yetarli rivojlantiruvchi ta'sir bermaydi; juda yuqori bo'lsa, ortiqcha kognitiv yuklama va motivatsiya pasayishi yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli kontent murakkabligi talabani yaqin rivojlanish zonasiga mos tanlanadi. Kognitiv yuklama nazariyasi ham yangi axborotni segmentlash, oldingi bilim bilan bog'lash va yordamni bosqichma-bosqich kamaytirish zarurligini ko'rsatadi [10]. Dasturlashda bu tamoyil tayyor kodni kuzatishdan pseudokodga, pseudokoddan qisman to'ldiriladigan kodga, undan mustaqil yechim va mini-loyihaga o'tish orqali amalga oshiriladi.

Ikkinchi rasmda takomillashtirilgan metodik modelning bloklari va ular o'rtasidagi teskari bog'lanish aks ettirilgan. Maqsadli blok fan dasturi va kompetensiyalardan kelib chiqib o'quv natijalarini belgilaydi. Diagnostik blok real o'quv faoliyatidan ma'lumot yig'adi. Talaba modeli joriy holatni, kontent modeli esa o'quv mazmunining tuzilishi va murakkabligini ifodalaydi. Adaptatsiya yadrosi qoidaviy, ma'lumotlarga tayangan va pedagogik nazoratli qarorni bir-lashtiradi. Moslashtirilgan topshiriq bajarilgach, teskari aloqa va natijaviy baholash yangi ma'lumot hosil qiladi hamda talaba profili qayta yangilanadi. Bunday sikl intelligent tutoring tiz-

2-rasm. Dasturlash fanini adaptiv o'qitishning integrallashgan metodik modeli.



imlaridagi doimiy kuzatish va yo'naltirish tamoyiliga mos keladi [10].

Adaptatsiya yadrosida uch turdagi mexanizm birgalikda qo'llanadi. Qoidaviy mexanizm o'qituvchi tomonidan belgilangan didaktik cheklolarni amalga oshiradi: prerequisite o'zlashtirilmagan bo'lsa, keyingi murakkab mavzuga o'tilmaydi; xato bir necha marta takrorlansa, hint darajasi oshiriladi; natija yuqori va barqaror bo'lsa, transfer yoki loyiha topshirig'i beriladi. Ma'lumotlarga tayangan mexanizm talabaniing vaqt bo'yicha o'zgarishini tahlil qiladi. Knowledge tracing yordamida ketma-ket topshiriqlardagi natijalar asosida bilim holati yangilanadi [6], [7]. Pedagogik nazoratli mexanizm esa tizim tavsiyasini o'qituvchi ko'rib chiqishi, tasdiqlashi, o'zgartirishi yoki bekor qilishi imkonini beradi. Ushbu uchlik tushuntiriluvchanlik, moslashuvchanlik va mas'uliyatni muvozanatlashtiradi.

Talaba profilini dinamik yangilashda so'nggi natija bilan oldingi barqaror holat o'rtasidagi muvozanat saqlanishi lozim. Bitta juda yuqori yoki juda past natija profilni keskin o'zgartirmasligi kerak. Shu maqsadda j -talabaniing t -vaqtdagi profili yangi kuzatuv bilan silliqlangan holda yangilanishi mumkin:

$$P_j^{(t+1)} = \rho P_j^{(t)} + (1-\rho) O_j^{(t)}, 0 \leq \rho < 1 \quad (3)$$

bu yerda $P_j^{(t)}$ — j -talabaniing avvalgi profili; $O_j^{(t)}$ — t -bosqichdagi yangi kuzatuvlar asosida hisoblangan profil; ρ — oldingi holatning barqarorlik koeffitsiyenti. ρ qiymati yuqori bo'lsa, profil sekin yangilanadi; qiymat past bo'lsa, so'nggi natija kuchliroq ta'sir qiladi. Metodik nuqtayi nazardan boshlang'ich bosqichda profil tezroq yangilanishi, yetarli ma'lumot to'plangandan so'ng esa barqarorlik oshirilishi mumkin. Bu formula ham real tajriba ma'lumotlari asosida kalibrlanishi zarur bo'lgan umumiy yangilanish sxemasidir.

Adaptiv qaror faqat umumiy indeksga emas, komponentlar kombinatsiyasiga asoslanadi. 4-jadvalda ko'p uchraydigan diagnostik holatlar va ularga mos metodik qarorlar keltirilgan. Ushbu qoidalar o'qituvchi uchun boshlang'ich tavsiya banki bo'lib, fan moduli va talabalar kontingentiga qarab kengaytirilishi mumkin.

Modelni amaliyotga joriy etishda o'qituvchi va talaba uchun tushuntiriluvchan interfeys zarur. Talabaga faqat ball emas, qaysi ko'nikma rivojlanayotgani, nima sababdan muayyan topshiriq tavsiya qilingani va keyingi bosqichga o'tish sharti ko'rsatiladi. O'qituvchi panelida esa guruh bo'yicha qiyinchilik xaritasi, takroriy xatolar, topshiriq murakkabligining mosligi, yordamdan foydalanish va profil dinamikasi aks ettiriladi. Bunday ko'rinish sun'iy intellekt natijasini "qora quti"dan pedagogik tahlil vositasiga

4-jadval. Dasturlash fanida adaptiv pedagogik qarorlarning metodik qoidalari

Diagnostik holat	Asosiy belgi	Adaptiv qaror	Pedagogik maqsad
Bilim darajasi past	Kirish testi va tayanch tushunchalarda xatolar ko'p	Soddalashtirilgan nazariya, vizual izoh, tayanch mikro-mashqlar	Bazaviy tushunchalarni tiklash
Algoritmik fikrlash sust	Kod fragmentlari bor, lekin yechim ketma-ketligi noto'g'ri	Dekompozitsiya, blok-sxema, pseudokod va tracing	Mantiqiy tuzilmani shakllantirish
Sintaksis xatosi ko'p	Kompilyator xabarlari muntazam takrorlanadi	Mikrofeedback, qoida kartasi, qisman to'ldiriladigan kod	Texnik to'g'rilikni barqarorlashtirish
Semantik yoki mantiqiy xato ko'p	Kod ishlaydi, lekin noto'g'ri natija beradi	Test case, qarshi misol, debugging va xatoni izohlash	Muammo yechish aniqligini oshirish
Natija yuqori va barqaror	Topshiriqlar tez, to'g'ri va mustaqil bajariladi	Murakkab masala, refaktoring, mini-loyiha, peer-review	Yuqori darajadagi kompetensiyalarni rivojlantirish
Faollik va motivatsiya pasaygan	Kirishlar kamaygan, topshiriqlar kechikkan, refleksiya salbiy	Kichik bosqichli topshiriq, rag'batlantiruvchi feedback, hamkorlik	O'quv ishtiroki va o'ziga ishonchni tiklash

aylantiradi. Oliy ta'limda sun'iy intellektidan foydalanish bo'yicha sharhlar ham texnologik yechimlarni pedagogik maqsad va o'qituvchi ishtiroki bilan bog'lash zarurligini ta'kidlaydi [12].

Teskari aloqa adaptiv modelning markaziy didaktik mexanizmidir. Dasturlash topshirig'ida feedback to'rt bosqichda berilishi mumkin: birinchi bosqichda xato mavjudligi va uning joyi; ikkinchi bosqichda xato turi va unga tegishli tushuncha; uchinchi bosqichda yo'naltiruvchi savol yoki hint; to'rtinchi bosqichda qisqa namunaviy fragment. Tizim darhol tayyor yechimni bermasligi, talabning mustaqil fikrlashini saqlab qolishi kerak. Talaba bir xil xatoni qayta-qayta qilsa, yordam darajasi bosqichma-bosqich oshiriladi. Xato mustaqil tuzatilsa, keyingi topshiriqda yordam kamaytiriladi. Bu yondashuv yordamni o'rganuvchining real ehtiyojiga moslashtiradi.

Modelning pedagogik afzalliklari quyidagilardan iborat: talaba qiyinchiligini erta aniqlash; yakuniy ball o'rniga jarayon ma'lumotlaridan foydalanish; topshiriq murakkabligini individual moslashtirish; xatoni o'qitish resursiga aylantirish; tezkor, lekin o'qituvchi nazoratidagi feedback; guruh va individual darajadagi monitoring; mustaqil o'quv faoliyatini rag'batlantirish. Mazkur afzalliklar avval taklif etilgan adaptiv o'qitishning nazariy modeli va amaliy asoslarini dasturlash fanining diagnostik xususiyatlari bilan chuqurlashtiradi [13].

Shu bilan birga, modelning cheklolari ham hisobga olinishi zarur. Birinchidan, raqamli izlarning ko'pligi ularning ishonchligini avtomatik ta'minlamaydi; talaba tizimda ko'p vaqt o'tkazishi, lekin mazmunli ishlamasligi

mumkin. Ikkinchidan, og'irlik koeffitsiyentlari va chegaraviy qiymatlar tajriba-sinov asosida kalibrlanmasa, tavsiyalar subyektiv bo'lib qoladi. Uchinchidan, kod sifati, ijodiy yechim va refleksiyani to'liq avtomatik baholash murakkab. To'rtinchidan, ma'lumotlar maxfiyligi, adolatli baholash, algoritmik tarfakashlik va talabning sun'iy intellektga haddan tashqari tayanishi bilan bog'liq etik masalalar mavjud. Shuning uchun tizim ma'lumotlarni minimallashtirish, aniq rozilik, shaffof mezonlar, inson nazorati va muntazam audit tamoyillariga amal qilishi kerak.

Xulosalar.

1. Sun'iy intellekt asosida dasturlash fanini adaptiv o'qitishning samaradorligi alohida texnik vositaga emas, balki maqsadli, diagnostik, talaba modeli, kontent modeli, adaptatsiya yadrosi, teskari aloqa va natijaviy baholash bloklarining yagona metodik tizim sifatida ishlashiga bog'liq.

2. Talabning individual o'quv faoliyatini diagnostika qilishda bilim darajasi bilan cheklanmasdan, algoritmik fikrlash, kod yozish kompetensiyasi, xatolar profili, o'zlashtirish sur'ati, mustaqil faollik va motivatsion-reflektiv holat kompleks baholanishi zarur.

3. Taklif etilgan diagnostik indeks, moslik koeffitsiyenti va profilni dinamik yangilash formulalari adaptiv qaror mantiqini aniq ifodalaydi. Ular yakuniy baholash formulasi emas, balki tajriba-sinov natijalariga ko'ra kalibrlanadigan metodik hisoblash sxemasi sifatida qo'llanishi kerak.

4. Dasturlashdagi sintaktik, semantik, mantiqiy, algoritmik va chegaraviy xatolar jazolovchi belgi emas, qiyinchilik sababini aniqlovchi pedagogik signal sifatida talqin qilinishi lozim. Har

bir xato turi uchun mos mikroresurs, hint, tracing, debugging yoki refaktoring topshirig'i ishlab chiqilishi maqsadga muvofiq.

5. Amaliyotda dastlab bitta modul — masalan, shart operatorlari yoki sikllar — doirasida pilot adaptiv tizim joriy etilib, diagnostika aniqligi, tavsiya mosligi, talaba motivatsiyasi va o'qituvchi yuklamasiga ta'siri baholanishi tavsiya etiladi. Shundan so'ng koeffitsiyentlar, daraja chegaralari va qaror qoidalari empirik ma'lumotlar asosida takomillashtirilishi zarur.

6. Sun'iy intellekt tavsiyasi o'qituvchining pedagogik qarorini qo'llab-quvvatlashi, biroq uni to'liq almashtirmasligi kerak. Tushuntiruvchanlik, ma'lumotlar maxfiyligi, adolat,

akademik halollik va talabaning mustaqil fikrlashini saqlash modelni joriy etishning majburiy shartlari hisoblanadi.

Amaliy taklif sifatida dasturlash fanining har bir moduli uchun diagnostik topshiriqlar banki, xatolar klassifikatori, uch darajali kontent paketi, bosqichli feedback shablonlari va o'qituvchi paneli indikatorlarini ishlab chiqish tavsiya etiladi. Ushbu komponentlar LMS yoki alohida adaptiv platformaga integratsiya qilinib, talaba profili haftalik yoki modul yakunida qayta ko'rib chiqilishi mumkin. Natijada ta'lim jarayoni umumiy guruh sur'atidan talabaning real o'quv ehtiyojiga yo'naltirilgan boshqariladigan adaptiv tizimga aylanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-son Farmoni. - <https://lex.uz/docs/-4545884>
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-6079-son Farmoni. - <https://lex.uz/docs/-5030957?ONDATE=12.08.2021>
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4996-son Qarori. - <https://lex.uz/ru/docs/-5297046?ONDATE=04.01.2024%2000>
4. Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2019. – Vol. 16. – Article 39. – DOI: 10.1186/s41239-019-0171-0.
5. Brusilovsky P., Millán E. User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems // The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2007. – P. 3–53. – DOI: 10.1007/978-3-540-72079-9_1.
6. Corbett A.T., Anderson J.R. Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge // User Modeling and User-Adapted Interaction. – 1995. – Vol. 4. – P. 253–278. – DOI: 10.1007/BF01099821.
7. Piech C., Bassen J., Huang J., Ganguli S., Sahami M., Guibas L.J., Sohl-Dickstein J. Deep Knowledge Tracing // Advances in Neural Information Processing Systems 28. – 2015. – P. 505–513.
8. Keuning H., Jeuring J., Heeren B. A systematic literature review of automated feedback generation for programming exercises // ACM Transactions on Computing Education. – 2018. – Vol. 19, No. 1. – Article 3. – DOI: 10.1145/3231711.
9. Sulaymonova D.B. Artificial intelligence-based adaptive teaching of programming in the digital education environment // Universum: психология и образование: электронный научный журнал. – 2026. – № 7(145). – P. 65–70. – DOI: 10.32743/UniPsy.2026.145.7.23070
10. Sulaymonova D., Pardaeva G., Akmalova A. Design and development of an adaptive teaching methodology based on artificial intelligence technologies // "Amaliy matematika,

raqamli transformatsiya va sun'iy intellekt: zamonaviy muammolar va istiqbollar" xalqaro ilmiy-amaliy anjumani tezislari to'plami. – Qarshi: Qarshi davlat universiteti, 2026. – B. 534–537.

11. Pardayeva G.A., Choriyev B.S., Sulaymonova D.B. Sun'iy intellekt texnologiyalariga asoslangan raqamli ta'limda adaptiv o'qitish metodikasining nazariy modeli va amaliy asoslari // Inter Education & Global Study. – 2025. – Vol. 3, No. 10(1). – P. 256–265.

12. Jonassen D.H. Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments. – New York: Routledge, 2011. – 472 p.

13. Brennan K., Resnick M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking // Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association. – Vancouver, 2012. – P. 1–25.