O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI JIZZAX FILIALI

ISSN 2181-3884

ZAMONAVIY ILMIY-TEXNIK TADQIQOTLAR

xalqaro jurnali

Vol. 2 No. 4

2026

International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research

Volume 2 Issue 4
2026

Zamonaviy ilmiy-texnik tadqiqotlar xalqaro jurnali

4-son
2026

Международный журнал современных научно-технических исследований

Том 2 Выпуск 4
2026

MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETINING JIZZAX FILIALI

Xalqaro ilmiy-elektron jurnali

Tahrir kengashi raisi:

P.f.d., prof., O.X. Turakulov

Bosh muharrir:

A.A. Abdumalikov

Tahrir kengashi mas’ul kotibi:

D.M. Jomurodov

Tahririyat hay’ati:

1. B.f.d., prof., S. Murodova (O’zMU Jizzax filiali, UZB)
2. P.f.n., prof., S. Usmanov (O’zMU Jizzax filiali, UZB)
3. T.f.n., dos., S. Tavboev (O’zMU Jizzax filiali, UZB)
4. F.f.d., prof., N. Djusupov (O’zDJTU, UZB)
5. T.f.d., dos., S. Ruzimov (TTPU, UZB)
6. P.f.d., prof., G. Lekerova (SKU, KZH)
7. DSc., Ali Coşkan (ASUI, TR)
8. T.f.d., prof., D. Irgasheva (TATU, UZB)
9. T.f.d., prof., I. Siddikov (NRU TIIAME, UZB)
10. T.f.n., dos., S. Eshkabilov (NDU, US)

Zamonaviy ilmiy-texnik tadqiqotlar xalqaro elektron jurnali (International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research) O’zMU Jizzax filiali Kengashining qaroriga asosan tashkil etilib, 2022-yil 9-sentabrda O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan №038200 raqami bilan ro‘yxatidan o‘tkazilgan, shuningdek davlatlararo standartlar talabi asosida O‘zbekiston Milliy kutubxonasidan jurnal uchun 2181-3884 ISSN raqami olingan.

© “O‘zMU Jizzax filiali” – 2023

Tahririyat manzili:

130100, Jizzax viloyati, Jizzax shahri,
Sh.Rashidov Shox ko‘chasi, 259-uy.

AMALIY MATEMATIKA FANLARINI INTELLEKTUAL ADAPTIV TA'LIM TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA O'QITISHNING METODIK MODELI VA UNING ALGORITMIK TA'MINOTI

Nishonova Dilfuzaxon Burxonjon qizi

Farg'ona davlat texnika universiteti 1-son akademik litseyi, o'qituvchi.

Annotatsiya.

Maqolada oliy ta'lim muassasalarida amaliy matematika fanlarini intellektual adaptiv ta'lim texnologiyalari asosida o'qitishning metodik modeli taklif etilgan. Model maqsadli, mazmuniy, tashkiliy-texnologik va baholash-natijaviy bloklardan iborat. Fan mazmunini bilim komponentlari va tayanch bog'lanishlar grafi ko'rinishida tuzilmalashtirish «Oddiy differensial tenglamalar» moduli misolida ko'rsatilgan. Talaba modelini yangilash uchun bilimlarni Bayes usulida kuzatish, topshiriq tanlash uchun test topshiriqlari nazariyasining ikki parametrli modeli qo'llangan; algoritmning ishlashi hisoblash misolida namoyish etilgan. Talabaning bilim holatiga mos pedagogik qaror qoidalari, aralash ta'lim sikli bosqichlari hamda metodika samaradorligini baholash mezonlari va statistik usullari belgilangan.

Kalit so'zlar: amaliy matematika, metodik model, intellektual adaptiv ta'lim texnologiyasi, bilim komponenti, bilimlarni Bayes usulida kuzatish, test topshiriqlari nazariyasi, aralash ta'lim, differensial tenglamalar.

МЕТОДИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АДАПТИВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕЁ АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Нишонова Дилфузахон Бурхонжон кизи

Академический лицей № 1 Ферганского государственного технического университета, преподаватель.

Аннотация.

В статье предложена методическая модель преподавания дисциплин прикладной математики в высших учебных заведениях на основе интеллектуальных адаптивных образовательных технологий. Модель включает целевой, содержательный, организационно-технологический и оценочно-результативный блоки. Структурирование содержания учебной дисциплины в виде графа компонентов знаний и связей между предварительными и последующими знаниями продемонстрировано на примере модуля «Обыкновенные дифференциальные уравнения». Для обновления модели обучающегося применён метод байесовского отслеживания знаний, а для выбора заданий — двухпараметрическая модель теории тестовых заданий; функционирование алгоритма продемонстрировано на вычислительном примере. Определены правила принятия педагогических решений в соответствии с текущим состоянием знаний обучающегося, этапы цикла смешанного обучения, а также критерии и статистические методы оценки эффективности предложенной методики.

Ключевые слова: прикладная математика, методическая модель, интеллектуальная адаптивная образовательная технология, компонент знаний, байесовское отслеживание знаний, теория тестовых заданий, смешанное обучение, дифференциальные уравнения.

A METHODOLOGICAL MODEL FOR TEACHING APPLIED MATHEMATICS DISCIPLINES BASED ON INTELLIGENT ADAPTIVE LEARNING TECHNOLOGIES AND ITS ALGORITHMIC SUPPORT

Nishonova Dilfuzaxon Burxonjon qizi

Academic Lyceum No. 1 of Fergana State Technical University, Teacher.

Abstract.

The article proposes a methodological model for teaching applied mathematics disciplines in higher education institutions based on intelligent adaptive learning technologies. The model consists of goal-oriented, content-related, organizational-technological, and assessment-outcome components. The structuring of subject content as a graph of knowledge components and prerequisite relationships is demonstrated using the Ordinary Differential Equations module as an example. Bayesian Knowledge Tracing is applied to update the learner model, while a two-parameter Item Response Theory model is used for task selection; the operation of the algorithm is demonstrated through a numerical example. Pedagogical decision-making rules corresponding to the learner's knowledge state, the stages of the blended learning cycle, and the criteria and statistical methods for evaluating the effectiveness of the proposed methodology are defined.

Keywords: applied mathematics, methodological model, intelligent adaptive learning technology, knowledge component, Bayesian Knowledge Tracing, Item Response Theory, blended learning, differential equations.

Kirish. Oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida o'quv jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etish va ta'limni individuallashtirish [1], matematika sohasidagi ta'lim sifatini oshirishga doir qarorda esa matematika fanlarini o'qitish metodikasini takomillashtirish [2] ustuvor vazifa sifatida belgilangan. Ushbu vazifalarni amaliy matematika fanlarida hal etishning istiqbolli yo'li – intellektual adaptiv ta'lim texnologiyalaridan foydalanishdir.

Xalqaro tadqiqotlar bunday texnologiyalarning samarasi mavjudligini, biroq uning kattaligi keng oraliqda o'zgarishini ko'rsatadi: 50 ta nazoratli tadqiqotni qamrab olgan metatahlilda samara kattaligining medianasi 0,66 ni tashkil etgan, ammo standartlashtirilgan testlarda u atigi 0,13 ga teng bo'lgan [10]. Bu farq shundan dalolat beradiki, natijani texnologiyaning o'zi emas, balki uni qo'llash metodikasi belgilaydi. O'qituvchi uchun esa amaliy savollar ochiq qolmoqda: fan mazmunini adaptiv tizim «tushunadigan» shaklga qanday keltirish kerak? Tizim talaba bilimini qanday baholaydi va bu bahoga qanchalik ishonish mumkin? Tizim tavsiyalari asosida auditoriya mashg'ulotini qanday tashkil etish lozim?

Adaptiv tizimlarning algoritmik asoslari A. Korbett va J. Anderson [3], K. VanLen [4], J.-P. Duanyon va J.-K. Falmaj [5], K. Kedinger [7], V. Aleven [15] ishlarida, o'qitishni boshqarish va adaptiv o'qitish masalalari L. A. Rastrigin [16] va V. P. Bespalko [17] ishlarida, matematikani o'qitishning zamonaviy texnologiyalari D. I. Yunusova [18] tadqiqotlarida yoritilgan. Biroq ushbu algoritmlarni oliy ta'limdagi amaliy matematika fanlarining mazmuni va o'quv jarayonini tashkil etish shakllari bilan bog'lovchi, o'qituvchi faoliyatiga yo'naltirilgan metodik model yetarlicha ishlab chiqilmagan.

Maqolaning maqsadi – amaliy matematika fanlarini intellektual adaptiv ta'lim texnologiyalari asosida o'qitishning metodik modelini ishlab chiqish va uning algoritmik ta'minotini asoslashdan iborat.

METODLAR

Tadqiqotda pedagogik modellashtirish, fan mazmunini tuzilmaviy-mantiqiy tahlil qilish, matematik modellashtirish va hisoblash tajribasi metodlari qo'llandi. Fan mazmuni bilim komponentlariga ajratildi; bilim komponenti deganda K. Kedinger va hammualliflari ta'rifiga muvofiq, talaba bir turdagi topshiriqlarni bajarishda qo'llaydigan, alohida o'zlashtiriladigan bilim yoki ko'nikma birligi tushuniladi [7]. Komponentlar orasidagi tayanch bog'lanishlar yo'naltirilgan siklsiz graf ko'rinishida ifodalandi [5].

Talaba modelini yangilash uchun bilimlarni Bayes usulida kuzatish modeli (Bayesian Knowledge Tracing) tanlandi [3]. Tanlov uch sabab bilan asoslanadi: model parametrlari pedagogik jihatdan talqin qilinadi; model oz hajmdagi ma'lumot bilan ishlay oladi, bu bitta akademik guruh miqyosida muhim; natija – har bir komponentni egallaganlik ehtimoli – o'qituvchi va talabaga tushunarli. Chuqur neyron tarmoqlarga asoslangan modellar [14] bashorat aniqligi jihatidan ustun bo'lishi mumkin, lekin ular katta hajmdagi ma'lumot talab qiladi va qarorlarini izohlash qiyin, shu bois o'quv jarayonining dastlabki bosqichida ulardan foydalanish maqsadga muvofiq emas.

Topshiriq murakkabligini talaba tayyorgarligi bilan solishtirish uchun test topshiriqlari nazariyasining (Item Response Theory) ikki parametrli logistik modeli qo'llandi [6]. Algoritmning ishlashi shartli parametrlar bilan hisoblash misolida tekshirildi.

NATIJALAR

1. Metodik modelning tuzilmasi. Ishlab chiqilgan model to'rt o'zaro bog'liq blokdan iborat (1-jadval).

1-jadval. Amaliy matematika fanlarini intellektual adaptiv ta'lim texnologiyalari asosida o'qitish metodik modelining tuzilmasi

Blok	Mazmuni	Natija (mahsul)
Maqsadli	Ijtimoiy buyurtma va malaka talablari; maqsad – talabalarning amaliy matematik kompetentligini har birining boshlang‘ich darajasi va o‘zlashtirish sur’atini hisobga olgan holda rivojlantirish	Fan bo‘yicha o‘lchanadigan o‘quv natijalari ro‘yxati
Mazmuniy	Fan mazmunini bilim komponentlariga ajratish; tayanch bog‘lanishlar grafini qurish; har bir komponent uchun turli murakkablikdagi topshiriqlar banki va kasbiy kontekstli masalalarni tayyorlash	Bilim komponentlari grafi; parametrlari belgilangan topshiriqlar banki
Tashkiliy-texnologik	Talaba modelini yangilash va topshiriq tanlash algoritmi; pedagogik qaror qoidalari; adaptiv mustaqil ish va auditoriya mashg‘ulotini birlashtiruvchi aralash ta’lim sikli; o‘qituvchining tahliliy panel bilan ishlashi	Har bir talabaning individual ta’lim trayektoriyasi; mashg‘ulot ssenariylari
Baholash-natijaviy	Kognitiv, amaliy-faoliyatli, motivatsion va refleksiv mezonlar; o‘zlashtirish darajalari; samaradorlikni baholashning statistik usullari	Metodika samaradorligi to‘g‘risidagi asoslangan xulosa; modelga tuzatish kiritish

Bloklar chiziqli emas, balki halqasimon bog‘langan: baholash-natijaviy blok ma’lumotlari mazmuniy blokka (topshiriqlar parametrlarini aniqlashtirish, grafga tuzatish kiritish) va tashkiliy-texnologik blokka (qaror qoidalari chegaralarini sozlash) qayta aloqa beradi.

2. Mazmunni tuzilmalashtirish. «Oddiy differensial tenglamalar» moduli misolida ajratilgan bilim komponentlari va ular orasidagi tayanch bog‘lanishlar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. «Oddiy differensial tenglamalar» modulining bilim komponentlari va tayanch bog‘lanishlari

Belgi	Bilim komponenti	Tayanch komponentlar	Kasbiy kontekstli masala namunasi
K1	Integrallash usullarini qo‘llash	— (kirish tashxisida tekshiriladi)	—
K2	O‘zgaruvchilari ajraladigan tenglamalarni yechish	K1	Jismning sovish jarayoni (Nyuton qonuni)
K3	Bir jinsli tenglamalarni yechish	K2	Egri chiziqlar oilasining ortogonal trayektoriyalari
K4	Birinchi tartibli chiziqli tenglamalarni yechish	K1, K2	Induktivlik va qarshilikdan iborat elektr zanjiridagi tok
K5	Bernulli tenglamasini yechish	K4	Cheklangan resurs sharoitida populyatsiya o‘sishining logistik modeli
K6	Koshi masalasini yechish	K2, K4	Boshlang‘ich holati berilgan jarayonni bashoratlash
K7	Eyler va Runge–Kutta sonli usullarini qo‘llash	K6	Analitik yechimi topilmaydigan modelni dasturiy muhitda sonli yechish
K8	Jarayonning differensial modelini tuzish va natijani talqin qilish	K2, K4, K6	Idishdagi eritma konsentratsiyasining o‘zgarishi

Graf uchta metodik vazifani bajaradi. Birinchidan, u o‘rganish tartibini belgilaydi: komponentga uning barcha tayanch komponentlari egallangandan so‘ng o‘tiladi. Ikkinchidan, xato sababini izlash yo‘nalishini ko‘rsatadi: talaba K4 bo‘yicha topshiriqlarda muntazam xato qilsa, tizim avval K1 va K2 komponentlarining holatini tekshiradi. Uchinchidan, turli talabalar uchun turli trayektoriyalarga yo‘l ochadi: masalan, K3 va K4 komponentlari bir-biriga tayanmaydi, shu sababli ularni o‘rganish tartibi talabaning natijalariga qarab tanlanishi mumkin. K8 komponenti alohida o‘rin tutadi – u

modulning kasbiy yo‘nalganligini ifodalaydi va asosan auditoriyada, o‘qituvchi rahbarligida shakllantiriladi.

3. TALABA MODELINI YANGILASH ALGORITMI

Har bir bilim komponenti uchun to‘rt parametr belgilanadi: L_0 – o‘rganish boshlanishidan oldin komponent egallangan bo‘lish ehtimoli; T – bitta topshiriqni bajarish natijasida komponentni egallash ehtimoli; S – komponentni egallagan talabaning tasodifiy xato qilish ehtimoli; G – komponentni egallamagan talabaning to‘g‘ri javobni tasodifan topish ehtimoli [3].

Talaba n-topshiriqni bajargach, komponent egallanganligining ehtimoli javob natijasiga qarab Bayes formulasi bo‘yicha qayta hisoblanadi:

$$P(L_n \mid \text{to‘g‘ri}) = P(L_n)\cdot(1 - S) / [P(L_n)\cdot(1 - S) + (1 - P(L_n))\cdot G], \quad (1)$$

$$P(L_n \mid \text{xato}) = P(L_n)\cdot S / [P(L_n)\cdot S + (1 - P(L_n))\cdot(1 - G)]. \quad (2)$$

So‘ngra topshiriqni bajarish jarayonida o‘rganish sodir bo‘lishi mumkinligi hisobga olinadi:

$$P(L_{n+1}) = P(L_n \mid \text{javob}) + (1 - P(L_n \mid \text{javob}))\cdot T. \quad (3)$$

A. Korbett va J. Anderson tavsiyasiga ko‘ra, $P(L)\geq 0,95$ bo‘lganda komponent egallangan deb hisoblanadi [3]. Algoritmning ishlashini $L_0=0,30$; $T=0,15$; $S=0,10$; $G=0,20$ shartli parametrlar va «to‘g‘ri, xato, to‘g‘ri, to‘g‘ri, to‘g‘ri» javoblar ketma-ketligi misolida ko‘rib chiqamiz (3-jadval).

3-jadval. Bilim komponentini egallaganlik ehtimolining yangilanishi (hisoblash misoli)

Topshiriq tartib raqami	Javob	Javobgacha ehtimol	Javobdan keyingi ehtimol, (1)–(2)	Keyingi topshiriq oldidan ehtimol, (3)
1	to‘g‘ri	0,300	0,659	0,710
2	xato	0,710	0,234	0,349
3	to‘g‘ri	0,349	0,707	0,751
4	to‘g‘ri	0,751	0,931	0,942
5	to‘g‘ri	0,942	0,986	0,988

Misol modelning didaktik jihatdan muhim uch xususiyatini ko‘rsatadi. Birinchidan, bitta to‘g‘ri javob egallaganlikni tasdiqlamaydi: birinchi topshiriqdan so‘ng ehtimol 0,710 ga yetadi, bu chegaradan ancha past. Ikkinchidan, xato baholashni keskin pasaytiradi (0,710 dan 0,349 gacha), ya’ni tizim tasodifiy topilgan javobga «ishonib qolmaydi». Uchinchidan, 0,95 chegarasidan o‘tish uchun ketma-ket uchta to‘g‘ri javob talab qilindi; xatolar ko‘proq bo‘lsa, zarur topshiriqlar soni yanada ortadi. Demak, har bir komponent bo‘yicha topshiriqlar bankida bir-birini takrorlamaydigan 8–10 ta parallel topshiriq bo‘lishi maqsadga muvofiq. Bu xulosa mazmuniy blokka qo‘yiladigan talabni miqdoriy jihatdan asoslaydi.

4. TOPSHIRIQ TANLASH

Komponent ichida navbatdagi topshiriq talabaning tayyorgarlik darajasi θ va topshiriq parametrlari asosida tanlanadi. Ikki parametrli logistik modelga ko‘ra, talabaning j-topshiriqni to‘g‘ri bajarish ehtimoli quyidagicha aniqlanadi [6]:

$$P_j(\theta) = 1 / (1 + \exp[-a_j(\theta - b_j)]), \quad (4)$$

bu yerda b_j – topshiriqning qiyinlik darajasi, a_j – farqlash qobiliyati.

Maqbul qiyinlik tamoyiliga muvofiq, to‘g‘ri bajarish ehtimoli belgilangan maqsadli oraliqqa tushadigan topshiriq tanlanadi. Biz boshlang‘ich qiymat sifatida 0,60–0,85 oralig‘ini taklif etamiz: ehtimol 0,85 dan yuqori bo‘lsa, topshiriq talabani rivojlantirmaydi, 0,60 dan past bo‘lsa, ketma-ket muvaffaqiyatsizlik motivatsiyani pasaytirishi mumkin [8; 21].

Masalan, $\theta=0,5$ va $a=1,2$ bo‘lganda qiyinligi $b=-1;\ 0;\ 0,5;\ 1;\ 2$ bo‘lgan topshiriqlarni to‘g‘ri bajarish ehtimoli (4) formulaga ko‘ra mos ravishda 0,858; 0,646; 0,500; 0,354; 0,142 ga teng; maqsadli oraliqqa faqat $b=0$ bo‘lgan topshiriq tushadi va tizim aynan uni taklif etadi. Oraliq chegaralari qat’iy emas, ular tajriba-sinov jarayonida aniqlashtirilishi lozim.

5. PEDAGOGIK QAROR QOIDALARI

Talaba modelidagi baho tizim va o‘qituvchi harakatlarini belgilaydi (4-jadval).

4-jadval. Talabaning bilim holatiga mos pedagogik qarorlar

Egallaganlik ehtimoli	Holat talqini	Adaptiv tizim harakati	O‘qituvchi harakati
0,40 dan past	Komponent egallanmagan; tayanch bilimlarda bo‘shliq bo‘lishi ehtimoli yuqori	Tayanch komponentlarni qayta tashxislash; yechilgan namunalar; to‘liq bosqichma-bosqich ko‘rsatma	Kichik guruhda qo‘shimcha tushuntirish; tipik xatolarni tahlil qilish
0,40 dan 0,95 gacha	Komponent shakllanmoqda	Maqbul qiyinlikdagi topshiriqlar; so‘rov bo‘yicha ko‘rsatma; xatoga mos qayta aloqa	Tizim ma’lumotlari asosida guruhlash; juftlikda o‘zaro o‘rgatishni tashkil etish
0,95 va undan yuqori	Komponent egallangan	Keyingi komponentga o‘tkazish; kasbiy kontekstli va murakkablashtirilgan masalalar; oraliq takrorlash	Modellashtirish topshiriqlari va loyiha ishiga jalb etish

Qoidalarning muhim jihati shundaki, tizim va o‘qituvchi harakatlari bir-birini takrorlamaydi, balki to‘ldiradi: tizim protsedura ko‘nikmalarini mashq qildirish va tashxislashni o‘z zimmasiga oladi, o‘qituvchi esa bo‘shagan vaqtini tushuncha darajasidagi qiyinchiliklarni bartaraf etish va modellashtirish faoliyatini tashkil etishga yo‘naltiradi.

6. ARALASH TA’LIM SIKLI

Bitta mavzu doirasida o‘quv jarayoni olti bosqichda tashkil etiladi: 1) kirish tashxisi – tayanch komponentlar holatini aniqlash va talaba modelining boshlang‘ich qiymatlarini belgilash; 2) auditoriyagacha adaptiv mustaqil ish – nazariy material bilan tanishish va boshlang‘ich darajadagi topshiriqlarni bajarish; 3) tahliliy bosqich – o‘qituvchi tahliliy panel yordamida guruhning umumiy qiyinchiliklarini va yordamga muhtoj talabalarni aniqlaydi, mashg‘ulot ssenariysini shunga moslaydi; 4) auditoriya mashg‘uloti – umumiy xatolar tahlili, kichik guruhlarda kasbiy kontekstli masalalarni yechish, model tuzish va natijani talqin qilish; 5) adaptiv mustahkamlash – har bir talaba o‘z trayektoriyasi bo‘yicha komponentlarni egallash chegarasiga yetkazadi, bu to‘liq o‘zlashtirish g‘oyasini amalga oshiradi [9]; 6) nazorat va refleksiya – adaptiv tizimdan mustaqil nazorat ishi, talabaning o‘z trayektoriyasini tahlil qilishi. Auditoriya vaqtini faol masala yechishga ajratish faol o‘qitishning samaradorligi to‘g‘risidagi dalillarga ham mos keladi [19; 20].

7. SAMARADORLIKNI BAHOLASH MEZONLARI

Metodika samaradorligi to‘rt mezon bo‘yicha baholanadi: kognitiv (bilim komponentlarini egallash to‘liqligi, mustaqil nazorat ishi natijasi); amaliy-faoliyatli (kasbiy kontekstli masala uchun model tuza olish, usul tanlash va natijani talqin qilish); motivatsion (fanga qiziqish, mustaqil ishning muntazamligi); refleksiv (o‘z bilimini to‘g‘ri baholay olish, xatolar ustida ishlash). Har bir mezon bo‘yicha yuqori, o‘rta va past darajalar belgilanadi.

Tajriba va nazorat guruhlari natijalarini taqqoslash uchun quyidagi ko‘rsatkichlardan foydalanish nazarda tutilgan. Turli boshlang‘ich darajadagi guruhlarni to‘g‘ri taqqoslash imkonini beruvchi me’yorlangan o‘sish koeffitsiyenti [11]:

$$g = (X_{yak} - X_{dast}) / (100 - X_{dast}), \quad (5)$$

bu yerda \(X_{\text{dast}}\) va \(X_{\text{yak}}\) – guruhning dastlabki va yakuniy nazoratdagi o‘rtacha natijasi (foizda).

Farqning amaliy ahamiyatini ko‘rsatuvchi samara kattaligi [12]:

$$d = (M_T - M_N) / SD \quad (6)$$

bu yerda M_T va M_N – tajriba va nazorat guruhlarining o‘rtacha natijalari, \(SD\) – birlashtirilgan standart og‘ish.

Farqlarning statistik ishonchliligi o‘rtacha qiymatlar uchun Styudentning t-mezoni (taqsimot normal bo‘lmagan hollarda Mann–Uitni mezoni), darajalar bo‘yicha taqsimot uchun Pirsonning \(\chi^2\) mezoni yordamida tekshiriladi.

MUHOKAMA

Taklif etilgan model mavjud yondashuvlardan ikki jihati bilan farq qiladi. Birinchidan, adaptiv tizimlarga oid aksariyat ishlarda asosiy e’tibor algoritmga qaratiladi [3; 14], o‘qitish metodikasiga oid ishlarda esa adaptiv tizim «qora quti» sifatida qaraladi. Modelda algoritm parametrlari metodik qarorlar bilan bevosita bog‘langan: egallash chegarasi topshiriqlar banki hajmiga, tayanch bog‘lanishlar grafi o‘rganish tartibi va xatolarni tashxislashga, egallaganlik ehtimoli esa o‘qituvchining guruhlash qaroriga asos bo‘ladi. Ikkinchidan, model adaptiv tizimni auditoriya mashg‘ulotining o‘rniga emas, balki u bilan yagona siklda qo‘llashni nazarda tutadi; bu V. Aleven va hammualliflarining adaptiv texnologiyalar o‘qituvchi faoliyati bilan uyg‘unlashganda samaraliroq bo‘lishi haqidagi xulosasiga mos keladi [15].

Modelning cheklovlari ham mavjud. Bilimlarni Bayes usulida kuzatish modeli har bir komponentni «egallangan» yoki «egallanmagan» holatda deb qaraydi va unutishni hisobga olmaydi; shu sababli modelga oraliq takrorlash qo‘shimcha qoida sifatida kiritildi. Model protsedura ko‘nikmalarini yaxshi kuzatadi, biroq model tuzish kabi ijodiy faoliyatni (K8 komponenti) baholashda cheklangan – bu yerda o‘qituvchi bahosi asosiy bo‘lib qoladi. Ayrim talabalarning ko‘rsatmalarni suiiste’mol qilish orqali tizimni «aldashi» [13] S va G parametrlarini buzib ko‘rsatishi mumkin; buning oldini olish uchun

ko‘rsatmalar soni cheklanadi va yakuniy baho tizimdan mustaqil nazorat ishi asosida qo‘yiladi. Nihoyat, 3-jadvaldagi hisoblash shartli parametrlarga asoslangan; real parametrlar talabalarning javoblari to‘g‘risidagi ma’lumotlar asosida baholanishi kerak.

Maqolada modelning nazariy asoslanishi va algoritmik ta’minoti keltirildi. Uning samaradorligini 7-bandda belgilangan mezon va ko‘rsatkichlar bo‘yicha tekshirishga qaratilgan pedagogik tajriba-sinov natijalari alohida nashrda bayon etiladi.

XULOSA

1. Amaliy matematika fanlarini intellektual adaptiv ta’lim texnologiyalari asosida o‘qitishning metodik modeli maqsadli, mazmuniy, tashkiliy-texnologik va baholash-natijaviy bloklardan iborat bo‘lib, bloklar o‘zaro qayta aloqa bilan bog‘langan.

2. Fan mazmunini bilim komponentlari va tayanch bog‘lanishlar grafi ko‘rinishida tuzilmalashtirish o‘rganish tartibini belgilash, xato sabablarini tashxislash va individual trayektoriyalarni qurish imkonini beradi; bu «Oddiy differensial tenglamalar» modulining sakkiz komponentli grafi misolida ko‘rsatildi.

3. Talaba modelini bilimlarni Bayes usulida kuzatish asosida yangilash va topshiriqni ikki parametrli logistik model bo‘yicha tanlash o‘qituvchi uchun talqin qilinadigan, oz hajmdagi ma’lumot bilan ishlaydigan algoritmik ta’minotni hosil qiladi. Hisoblash misoli egallash chegarasiga yetish uchun bir komponent bo‘yicha bir necha parallel topshiriq zarurligini ko‘rsatdi.

4. Egallaganlik ehtimolining uch oralig‘iga mos pedagogik qaror qoidalari va olti bosqichli aralash ta’lim sikli adaptiv tizim bilan o‘qituvchi vazifalarini taqsimlaydi: tizim protsedura ko‘nikmalarini tashxislash va mashq qildirishni, o‘qituvchi esa tushuncha darajasidagi qiyinchiliklar va modellashtirish faoliyati bilan ishlashni ta’minlaydi.

5. Metodika samaradorligini kognitiv, amaliy-faoliyatli, motivatsion va refleksiv mezonlar bo‘yicha, me’yorlangan o‘sish koeffitsiyenti, samara kattaligi va statistik mezonlar yordamida baholash taklif etildi.

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. – URL: https://lex.uz.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 7-maydagi “Matematika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy-tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4708-son Qarori. – URL: https://lex.uz.

3. Corbett A. T., Anderson J. R. Knowledge Tracing: Modeling the Acquisition of Procedural Knowledge // User Modeling and User-Adapted Interaction. – 1995. – Vol. 4, № 4. – P. 253–278.

4. VanLehn K. The Behavior of Tutoring Systems // International Journal of Artificial Intelligence in Education. – 2006. – Vol. 16, № 3. – P. 227–265.

5. Doignon J.-P., Falmagne J.-C. Knowledge Spaces. – Berlin: Springer, 1999. – 333 p.

6. Lord F. M. Applications of Item Response Theory to Practical Testing Problems. – Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1980.

7. Koedinger K. R., Corbett A. T., Perfetti C. The Knowledge-Learning-Instruction Framework: Bridging the Science-Practice Chasm to Enhance Robust Student Learning // Cognitive Science. – 2012. – Vol. 36, № 5. – P. 757–798.

8. Vygotsky L. S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978. – 159 p.

9. Bloom B. S. The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring // Educational Researcher. – 1984. – Vol. 13, № 6. – P. 4–16.

10. Kulik J. A., Fletcher J. D. Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review // Review of Educational Research. – 2016. – Vol. 86, № 1. – P. 42–78.

11. Hake R. R. Interactive-Engagement versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses // American Journal of Physics. – 1998. – Vol. 66, № 1. – P. 64–74.

12. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. – 2nd ed. – Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

13. Baker R. S., Corbett A. T., Koedinger K. R., Wagner A. Z. Off-Task Behavior in the Cognitive Tutor Classroom: When Students “Game the System” // Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2004). – New York: ACM, 2004. – P. 383–390.

14. Piech C., Bassen J., Huang J., Ganguli S., Sahami M., Guibas L., Sohl-Dickstein J. Deep Knowledge Tracing // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2015. – Vol. 28. – P. 505–513.

15. Aleven V., McLaughlin E. A., Glenn R. A., Koedinger K. R. Instruction Based on Adaptive Learning Technologies // Handbook of Research on Learning and Instruction / Ed. by R. E. Mayer, P. A. Alexander. – 2nd ed. – New York: Routledge, 2017. – P. 522–560.

16. Растригин Л. А., Эренштейн М. Х. Адаптивное обучение с моделью обучаемого. – Рига: Зинатне, 1988. – 160 с.

17. Беспалько В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). – М.: МПСИ; Воронеж: МОДЭК, 2002. – 352 с.

18. Yunusova D. I. Matematikani o'qitishning zamonaviy texnologiyalari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2011.

19. Freeman S., Eddy S. L., McDonough M., Smith M. K., Okoroafor N., Jordt H., Wenderoth M. P. Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2014. – Vol. 111, № 23. – P. 8410–8415.

20. Graham C. R. Blended Learning Systems: Definition, Current Trends, and Future Directions // The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs / Ed. by C. J. Bonk, C. R. Graham. – San Francisco: Pfeiffer, 2006. – P. 3–21.

21. Wilson R. C., Shenhav A., Straccia M., Cohen J. D. The Eighty Five Percent Rule for Optimal Learning // Nature Communications. – 2019. – Vol. 10. – Art. 4646.