UO'K (UDK) 378.147:004.9

BO'LAJAK DASTURCHI MUHANDISLARNING RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA KASBIY KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISHNING HOLATI VA MUAMMOLARI

Xamrayev Xurshidbek Komiljon o'g'li
University of Business and Science
e-mail: xamrayevbek96@gmail.com
ORCID: 0009-0002-6299-3100
Namangan, O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada raqamli ta'lim muhitida bo'lajak dasturchi muhandislarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirish jarayonining zamonaviy holati va unda yuzaga kelayotgan tizimli muammolar ilmiy-nazariy tahlil qilinadi. Tadqiqotning dolzarbligi bo'lajak muhandislarni tayyorlash amaliyotida uchta o'zaro bog'liq ziddiyatning kuchayib borayotgani bilan izohlanadi: an'anaviy avtomatlashtirilgan baholash tizimlarining "qora quti" xususiyati; generativ sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishning tez sur'atlar bilan o'sishi; hamda raqamli ta'lim muhitining fragmentarligi. Tadqiqot maqsadi — ushbu uchta muammoni xalqaro va mahalliy ilmiy adabiyotlar hamda empirik ma'lumotlar asosida tizimlashtirish va ularni bartaraf etishning ilmiy-metodologik yo'nalishlarini asoslashdan iborat. Tadqiqotda nazariy tahlil, qiyosiy-tipologik tahlil va kontent-tahlil metodlaridan foydalanildi. Natijada avtomatlashtirilgan baholash tizimlarining katta qismi kod tahlilining sirt (black-box) darajasida va summativ nazorat funksiyasida to'planib qolgani, formativ-diagnostik segment esa deyarli bo'sh ekanligi aniqlandi. Maqola natijalari raqamli ta'lim muhitida kasbiy kompetensiyalarni ko'p o'lchovli va diagnostik tarzda baholash metodikasini ishlab chiqishning ilmiy zaruratini asoslaydi.

Kalit so'zlar: raqamli ta'lim muhiti, kasbiy kompetensiya, bo'lajak dasturchi muhandis, avtomatlashtirilgan baholash, mutatsion operatorlar, sun'iy intellekt, akademik halollik, nazorat-diagnostika kontinuumi.

Kirish (Introduction)

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabrdagi PF-6079-son "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni [13], 2019-yil 8-oktyabrdagi PF-5847-son Farmoni [14] hamda Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 31-avgustdagi 556-son qarori [15] oliy ta'lim tizimini raqamli texnologiyalar bilan integratsiya qilishni, jumladan, axborot texnologiyalari yo'nalishida kadrlar tayyorlash sifatini tubdan yaxshilashni strategik vazifa sifatida belgilaydi. Ushbu me'yoriy-huquqiy hujjatlar bo'lajak dasturchi muhandislarni tayyorlash tizimini raqamli ta'lim muhiti sharoitida takomillashtirishni dolzarb ilmiy-pedagogik muammoga aylantiradi.

Raqamli ta'lim muhiti — bu nafaqat masofaviy ta'lim platformalari majmuasi, balki talabaning butun kasbiy faoliyat siklini (topshiriq olish, kod yozish, sinash, fikr-mulohaza olish, hisobot berish) yagona raqamli ekotizimda amalga oshirishini ta'minlovchi integrativ pedagogik-texnologik muhitdir. Aynan shu kengroq tushuncha doirasida bo'lajak dasturchi muhandislarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirish jarayoni yangi imkoniyatlar bilan bir qatorda jiddiy metodologik muammolarni ham keltirib chiqarmoqda: an'anaviy baholash vositalarining texnologik imkoniyatlari bilan zamonaviy o'quv amaliyoti talablari o'rtasida ziddiyat kuchaymoqda.

Mazkur maqolaning maqsadi — raqamli ta'lim muhitida bo'lajak dasturchi muhandislarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishning zamonaviy holatini tavsiflash, amaliyotda kuzatilayotgan asosiy muammo va ziddiyatlarni xalqaro hamda mahalliy ilmiy adabiyotlar, so'rovnoma va tizimli sharh ma'lumotlari asosida tahlil qilish, shuningdek, ularni bartaraf etishning ilmiy-nazariy yo'nalishlarini asoslashdan iborat. Tadqiqot vazifalari: 1) mavzuga oid xalqaro va mahalliy adabiyotlarni tanqidiy tahlil qilish; 2) avtomatlashtirilgan baholash tizimlarini tizimlashtiruvchi kontseptual model ishlab chiqish; 3) mavjud empirik ma'lumotlarni ushbu model asosida qayta talqin qilish; 4) aniqlangan muammolar asosida amaliy va nazariy tavsiyalar shakllantirish.

Maqola quyidagicha tuzilgan: 2-bo'limda mavzuga oid adabiyotlarning tanqidiy tahlili keltiriladi; 3-bo'limda tadqiqot metodologiyasi, jumladan muallif tomonidan

ishlab chiqilgan kontseptual model tavsiflanadi; 4-bo'limda natijalar taqdim etiladi va muhokama qilinadi; 5-bo'limda xulosa va amaliy-nazariy takliflar bayon etiladi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tanqidiy tahlili (Literature Review)

Raqamli ta'lim muhitining shakllanishi va uning talabalar mustaqil faoliyatiga ta'siri bir qator mahalliy tadqiqotlarda o'rganilgan. D.J.Bobobekovning 2010–2023-yillar statistik ma'lumotlariga asoslangan ekonometrik tahlilida [10] raqamli o'quv resurslaridan foydalanish darajasi bilan talabalarning mustaqil ta'lim faoliyati samaradorligi o'rtasida ijobiy korrelyatsiya aniqlangan; biroq muallif shu bilan birga pedagog kadrlarning raqamli tayyorgarligi va talabalarning raqamli savodxonligi darajasi bu bog'liqlikni sezilarli darajada cheklashini ta'kidlaydi. Bu xulosa muhim metodologik cheklovni ko'rsatadi: raqamli infratuzilmaning mavjudligi o'z-o'zidan kompetensiya sifatini kafolatlamaydi. R.Hamdamov, U.Begimqulov va N.Tayloqovning "Ta'limda axborot texnologiyalari" o'quv qo'llanmasida [11] esa axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga integratsiya qilishning didaktik tamoyillari tizimli bayon etilgan, biroq bu ish umumiy pedagogik-metodik xarakterga ega bo'lib, dasturlash ta'limining o'ziga xos — kod sifatini va kognitiv jarayonlarni baholash — muammolarini alohida ko'rib chiqmaydi. Demak, mahalliy adabiyotda raqamli muhitning tashkiliy-infratuzilmaviy jihatlari yetarlicha yoritilgan bo'lsa-da, dasturlash bo'yicha kasbiy kompetensiyalarni diagnostik baholash muammosi alohida tadqiqot predmeti sifatida chuqur o'rganilmagan.

Dasturlash ta'limida avtomatlashtirilgan baholash (Automated Assessment) tizimlarining rivojlanish tarixi va cheklovlari P.Ihantola va boshqalarning 2010-yildagi klassik tizimli sharhida [2] batafsil tahlil qilingan; muallif mavjud tizimlarning aksariyati funksional to'g'rilikni kirish-chiqish ma'lumotlari orqali tekshirishga asoslanganini, kodning ichki sifatini baholovchi vositalar esa kam ekanligini ko'rsatgan. Ushbu xulosaning naqadar barqaror ekanligini M.Messer, N.Brown, M.Kölling va M.Shining 2017–2021-yillar oralig'ida chop etilgan 121 ta ilmiy manbani qamrab olgan yangi tizimli sharhi (ACM Transactions on Computing Education, 2024) tasdiqlaydi [1]: mavjud avtomatlashtirilgan baholash vositalarining aksariyati faqat birlik-testlar (unit testing) yoki statik tahlil orqali to'g'rilikni tekshiradi, kodning

saqlanuvchanligi (maintainability), o'qilishi (readability) yoki hujjatlashtirilishini baholovchi vositalar esa juda kam uchraydi. Ihantola (2010) va Messer (2024) tadqiqotlarini qiyosiy tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, o'n besh yildan ortiq vaqt o'tgan bo'lishiga qaramay, sohaning tizimli muammosi — kod mantig'ining chuqur ("qora quti"dan tashqari) tahlili — hal etilmagan holicha qolmoqda; bu esa muammoning nazariy jihatdan yetarli e'tibor olmaganidan emas, balki texnologik va metodologik jihatdan murakkabligidan dalolat beradi.

Generativ sun'iy intellekt vositalarining dasturlash ta'limiga ta'siri so'nggi yillarda faol o'rganilmoqda. Stack Overflow tomonidan o'tkaziladigan yillik Developer Survey so'rovnomalari [8; 9] (dunyo bo'yicha o'n minglab dasturchi ishtirokida o'tkaziladigan eng yirik tarmoq so'rovnomalaridan biri) AI vositalaridan foydalanishning global miqyosdagi tez o'sishini miqdoriy jihatdan tasdiqlaydi. Mikrodarajada esa F.Nizamudeen va boshqalarning Tvente universitetida (Niderlandiya) o'tkazgan tadqiqoti [6] (CSEDU 2024) bu tendensiyaning bevosita o'quv jarayoniga ta'sirini ko'rsatadi: 39 nafar birinchi kurs dasturlash talabalari ishtirokidagi so'rovnoma va chuqurlashtirilgan intervyularga asoslangan ushbu tadqiqotda talabalarning katta qismi ChatGPT va GitHub Copilot kabi vositalardan foydalanishi va oddiy darajadagi topshiriqlarning aksariyati AI yordamida to'liq yoki qisman bajarilishi mumkinligi aniqlangan. Muallif tadqiqotning namuna hajmi (N=39) va hududiy cheklanganligi (bitta universitet, bitta mamlakat) tufayli natijalarni umumlashtirishga ehtiyot bo'lish lozimligini alohida ta'kidlaydi — biroq global (Stack Overflow) va lokal (Nizamudeen va b.) ma'lumotlarning bir yo'nalishda mos kelishi topilmaning ishonchliligini oshiradi.

Raqamli ta'lim muhitining tashkiliy xususiyatlari talabaning kognitiv jarayonlariga ta'sirini tushuntirishda ikkita nazariy yondashuv alohida ahamiyatga ega. J.Swellerning kognitiv yuklama nazariyasiga ko'ra [7] o'quv vazifasiga bevosita aloqador bo'lmagan tashkiliy-texnik operatsiyalar (masalan, bir nechta ajratilgan dasturiy vosita orasida almashish) ortiqcha ekstrinsik kognitiv yuklama yaratadi va bu asosiy o'quv maqsadidan resurslarni chetga tortadi. M.Kapurning "samarali muvaffaqiyatsizlik" (Productive Failure) kontseptsiyasi [3] esa, aksincha, talabaning

murakkab vaziyatda mustaqil xato qilishi va uni tuzatishi — agar bu jarayon izchil kuzatilsa va diagnostik fikr-mulohaza bilan qo'llab-quvvatlansa — chuqur kontseptual tushunishni shakllantirishning samarali vositasi ekanligini ko'rsatadi. Bu ikki nazariyani birgalikda ko'rib chiqish muhim metodologik xulosaga olib keladi: fragmentar raqamli muhit Sweller nazariyasi bo'yicha zararli (ortiqcha yuklama), ammo Kapur nazariyasi bo'yicha zarur bo'lgan "mustaqil xatolik" imkoniyatini ham beradi — demak, muammo mustaqil ishlashning o'zida emas, balki uni izchil diagnostika qiluvchi mexanizmning yo'qligidadir.

Mutatsion testlash nazariyasining asoslari R.DeMillo, R.Lipton va F.Sayward tomonidan 1978-yilda qo'yilgan [4]; ular dasturga ataylab kichik nuqsonlar (mutantlar) kiritish orqali test to'plamining sifatini baholash g'oyasini ilgari surgan. Y.Jia va M.Harmanning 2011-yildagi keng qamrovli tahlili [5] bu sohaning o'n minglab tadqiqotlar bilan boyitilgan rivojlanish yo'lini tizimlashtiradi, biroq shuni ham ko'rsatadiki, mutatsion testlashning mutlaq ko'pchilik qo'llanilishi dasturiy ta'minot sifatini sinash (software quality assurance) sohasiga tegishli bo'lib qolmoqda; uni pedagogik diagnostika vositasi sifatida — ya'ni talabaning mutant xatolarni topa olish qobiliyati orqali uning kompetentlik darajasini baholashda — qo'llash chet el va mahalliy adabiyotlarda alohida tadqiqot obyekti sifatida deyarli uchramaydi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan besh yo'nalishdagi adabiyotlarni birlashtirib tahlil qilish quyidagi tadqiqot bo'shlig'ini (research gap) aniqlashtirishga imkon beradi: (a) raqamli ta'lim muhitining tashkiliy-infratuzilmaviy jihatlari yaxshi o'rganilgan [10; 11], ammo undagi kasbiy kompetensiyani diagnostik baholash muammosi alohida tadqiq etilmagan; (b) avtomatlashtirilgan baholash tizimlarining "qora quti" cheklovi o'n besh yildan buyon barqaror qayd etilmoqda [2; 1], ammo bu muammoni bartaraf etuvchi amaliy metodika taklif etilmagan; (c) generativ AI vositalarining ta'siri global va lokal darajada tasdiqlangan [8; 9; 6], biroq mavjud baholash tizimlari bu yangi vaziyatga moslashtirilmagan; (d) kognitiv nazariyalar [7; 3] fragmentar muhitning nazariy zamirini tushuntiradi, ammo amaliy yechim taklif etmaydi; (e) mutatsion testlash nazariyasi [4; 5] pedagogik diagnostika vositasi sifatida deyarli qo'llanilmagan.

Ushbu bo'shliqlarni birlashtirib tizimli tasvirlash zarurati muallifni quyida bayon etiladigan kontseptual model va tadqiqot metodologiyasini ishlab chiqishga undadi.

Tadqiqot metodologiyasi (Methodology)

Tadqiqot nazariy-analitik xarakterga ega bo'lib, birlamchi empirik ma'lumot yig'ish emas, balki mavjud ilmiy adabiyotlar va nashr etilgan empirik ma'lumotlarni yangi kontseptual model asosida tizimli qayta talqin qilishga (secondary analysis / reinterpretation) qaratilgan. Bu yondashuv dissertatsiyaning I bobi uchun xos bo'lgan nazariy-metodologik vazifaga mos keladi: keyingi boblarda taklif etilinadigan metodikaning zaruratini adabiyot va statistik dalillar asosida asoslash.

Tadqiqotda uchta metod qo'llanildi: 1) **nazariy tahlil** — mavzuga oid xalqaro (ACM, IEEE, Springer nashrlari) va mahalliy manbalarni qiyosiy-tanqidiy o'rganish; 2) **kontent-tahlil** — Stack Overflow Developer Survey [8; 9] so'rovnoma hisobotlari va Messer va boshqalarning tizimli sharhi [1] kabi ikkilamchi manbalardagi son ko'rsatkichlarni ajratib olish va qiyoslash; 3) **qiyosiy-tipologik modellashtirish** — mavjud baholash texnologiyalarini yagona kontseptual sxemada tasniflash.

Mavjud avtomatlashtirilgan baholash texnologiyalarini tizimlashtirish maqsadida ikki o'lchovli tipologik model ishlab chiqildi. Birinchi o'lchov — *kod tahlili chuqurligi* — dasturiy injiniring adabiyotidagi test darajalari tasnifiga asoslanadi [2; 1] va uch bosqichni o'z ichiga oladi: sirt (black-box, faqat kirish-chiqish), tuzilmaviy (static/lint-asosidagi tahlil) va xulq-atvorli/dinamik (dastur bajarilishi jarayonidagi mantiqiy xatti-harakatni tekshiruvchi, jumladan mutatsion, tahlil). Ikkinchi o'lchov — *pedagogik funksiya* — ta'lim baholash nazariyasidagi an'anaviy summativ/formativ baholash dixotomiyasiga asoslanadi va summativ nazoratdan (yakuniy baho qo'yish) formativ-diagnostikagacha (rivojlantiruvchi fikr-mulohaza berish) bo'lgan uzluksizlikni ifodalaydi.

Har bir texnologiya (ACM Online Judge, Moodle Quiz, SonarQube, IRT-asosidagi moslashuvchan testlash, Sokratik AI-dialog, mutatsion operatorlar asosidagi baholash) ikki o'lchov bo'yicha ekspert-baholash tarzida joylashtirildi; joylashtirish mezoni sifatida har bir texnologiyaning ochiq texnik hujjatlari va tegishli adabiyotda tavsiflangan funksional imkoniyatlari olindi. Bu — kontseptual/tipologik tadqiqotlarda

keng qo'llaniladigan usul bo'lib, uning cheklovi shundaki, joylashtirish bir nechta mustaqil ekspert tomonidan emas, balki muallif tomonidan amalga oshirildi; shu sababli model miqdoriy emas, balki kontseptual-orientirlovchi xarakterga ega deb qaraladi va u kelgusi tadqiqotlarda ekspert-baholash (masalan, Delphi usuli) orqali qat'iylashtirilishi mumkin.

1-rasm uchun Stack Overflow Developer Survey 2023, 2024 va 2025-yil hisobotlaridan [8; 9] uchta ko'rsatkich (AI vositalaridan foydalanish/rejalashtirish, natija aniqligiga ishonchsizlik, o'qitish/o'rganish maqsadida foydalanish) bo'yicha 2024 va 2025-yil qiymatlari solishtirma tahlil qilindi; ko'rsatkichlar rasmiy matbuot relizlarida e'lon qilingan foizli ma'lumotlar asosida, o'zgarishsiz holda olindi. 1-jadval bo'lajak dasturchi muhandis kasbiy kompetentligining tarkibiy komponentlarini adabiyotlar tahlili asosida umumlashtiradi va har bir komponentning an'anaviy tizimlarda baholanish darajasini sifat jihatidan (yuqori/o'rta/past) tavsiflaydi.

Natijalar va muhokama (Results and Discussion)

1-jadvalda keltirilgan tahlil shuni ko'rsatadiki, an'anaviy raqamli baholash vositalari kasbiy kompetentlikning faqat bitta komponentini — funksional to'g'rilikni — yuqori darajada qamrab oladi; qolgan to'rtta komponent (tuzilmaviy chidamlilik, kod uslubi, kognitiv tushunish, loyihaviy mas'uliyat) o'rta yoki past darajada baholanadi yoxud umuman baholanmaydi.

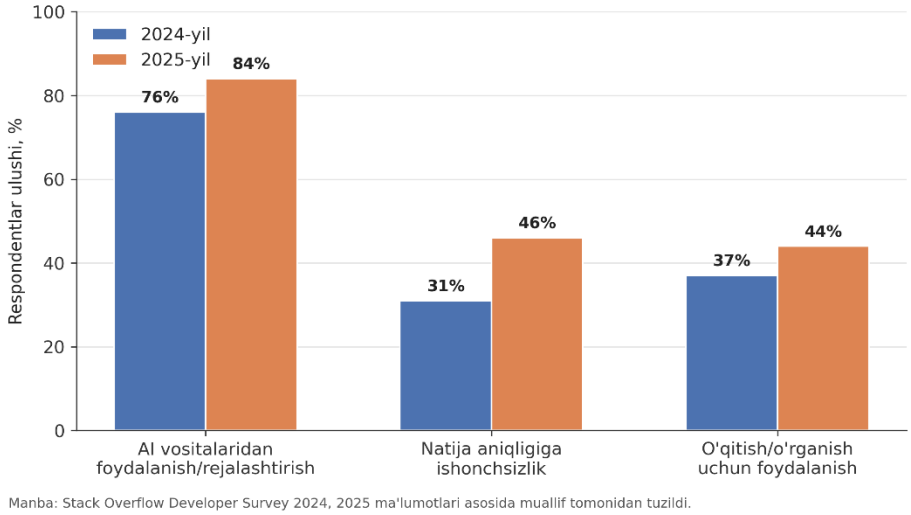
1-jadval. *Bo'lajak dasturchi muhandis kasbiy kompetentligining tarkibiy komponentlari va ularning an'anaviy raqamli muhitda baholanish darajasi*

Komponent	Mohiyati	An'anaviy tizimlarda baholanish darajasi
Funksional to'g'rilik	Dastur berilgan kirish ma'lumotlari uchun kutilgan natijani berishi	Yuqori (asosiy fokus)
Tuzilmaviy/mantiqiy chidamlilik	Kodning chegaraviy holatlar va yashirin xatolarga bardoshliligi	Past yoki umuman yo'q
Kod uslubi va sifati	O'qilishi, joylashtirilishi, standartlarga muvofiqligi	O'rta (qisman statik tahlil orqali)

Komponent	Mohiyati	An'anaviy tizimlarda baholanish darajasi
Kognitiv tushunish	Talabaning o'z yechimini anglab tushunishi va asoslay olishi	Deyarli baholanmaydi
Loyihaviy mas'uliyat	Vaqt intizomi, vazifalarni bajarish izchilligi, jamoaviy ishlash	Deyarli baholanmaydi

Manba: [2; 1; 7] *asosida muallif tomonidan umumlashtirilgan.*

Stack Overflow Developer Survey ma'lumotlarini qiyosiy tahlil qilish [8; 9] "foydalanish o'sadi, ishonch pasayadi" deb nomlanishi mumkin bo'lgan paradoksal tendensiyani ochib beradi (1-rasm): 2024–2025-yillar oralig'ida AI vositalaridan foydalanish yoki foydalanishni rejalashtirish ko'rsatkichi 76 foizdan 84 foizga oshgan, biroq natijalarning aniqligiga ishonchsizlik ko'rsatkichi ham xuddi shu davrda 31 foizdan 46 foizga o'sgan. Bundan tashqari, AI vositalaridan bevosita o'qitish/o'rganish maqsadida foydalanish ko'rsatkichi 37 foizdan 44 foizga oshgan.

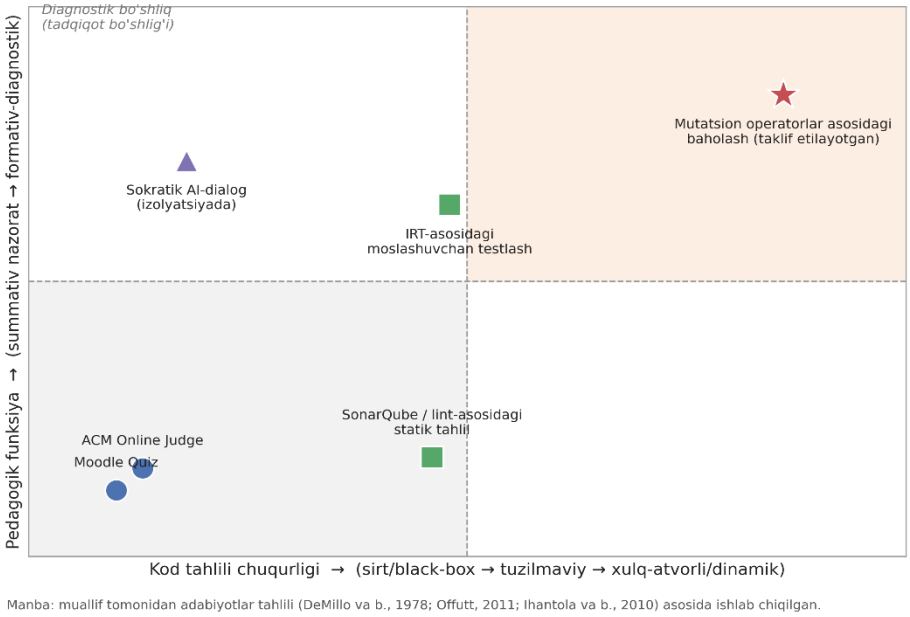


1-rasm. Dasturchilar orasida sun'iy intellekt vositalaridan foydalanish va ularga ishonch dinamikasi, 2024–2025

Manba: [8; 9] *asosida muallif tomonidan tuzilgan.*

Ushbu natijani 2.3-bo'limda ko'rib chiqilgan Nizamudeen va boshqalar tadqiqoti [6] bilan birgalikda muhokama qilish muhim amaliy xulosaga olib keladi: muammo endi faqat nazorat (baholash) bosqichida emas, balki o'qitish (ta'lim berish) bosqichida

ham namoyon bo'lmoqda. Agar talaba tushunchani shakllantirish bosqichidayoq AI yechimiga tayansa va mavjud baholash tizimi buni aniqlay olmasa, kompetentlikning o'zi to'liq shakllanmasligi mumkin. Bu — sof texnik emas, balki chuqur didaktik muammo bo'lib, uni yechish uchun baholash vositasi nafaqat yakuniy natijani, balki talabaning kodni "anglab tushunish" darajasini ham diagnostika qila olishi lozim.



Manba: muallif tomonidan adabiyotlar tahlili (DeMillo va b., 1978; Offutt, 2011; Ihantola va b., 2010) asosida ishlab chiqilgan.

2-rasm. Avtomatlashtirilgan baholash texnologiyalarining "nazorat-diagnostika kontinuumi"da joylashuvi (muallif tomonidan ishlab chiqilgan kontseptual model)

Manba: [4; 5; 2] *asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.*

2-rasmdan ko'rinib turibdiki, ACM Online Judge va Moodle Quiz kabi keng tarqalgan tizimlar kontinuumning chap-quyi (sirt tahlili + summativ nazorat) qismida to'plangan; bu topilma Messer va boshqalar [1] hamda Ihantola va boshqalar [2] tomonidan qayd etilgan "aksariyat tizimlar faqat to'g'rilikni tekshiradi" degan xulosani vizual-tipologik shaklda tasdiqlaydi. SonarQube kabi statik tahlil vositalari va IRT-asosidagi moslashuvchan testlash tuzilmaviy tahlilga yaqinlashsa-da, formativ-diagnostik funksiyani to'liq ta'minlamaydi; alohida qo'llaniladigan Sokratik AI-dialog vositalari esa aksincha — chuqur kod tahlilisiz, faqat suhbat darajasida fikr-mulohaza beradi. Natijada kontinuumning yuqori-o'ng segmenti — kodning xulq-atvorini chuqur (dinamik) tahlil qiluvchi va shu bilan birga formativ-diagnostik fikr-mulohaza beruvchi texnologiyalar segmenti — amalda deyarli bo'sh qolmoqda.

Aynan mana shu "diagnostik bo'shliq" 2.6-bo'limda adabiyotlar asosida umumlashtirilgan tadqiqot bo'shlig'ini vizual-kontseptual tarzda tasdiqlaydi va mutatsion operatorlarga asoslangan baholash metodikasini ishlab chiqish zaruriyatini ko'rsatadi: mutatsion operatorlar [4; 5] dasturga ataylab kiritilgan nuqsonlarni talaba topa olishini tekshirish orqali aynan kodning ichki mantig'ini va talabaning uni tushunish darajasini baholash imkonini beradi — bu esa kontinuumning bo'sh segmentini to'ldiruvchi yondashuvlardan biridir.

Tahlil natijalarini birlashtirib ko'rib chiqilganda, uchta muammo ("qora quti" cheklovi, AI/akademik halollik, muhitning fragmentarligi) mustaqil emas, balki bitta tizimli ziddiyatning turli qirralarini tashkil etishi ko'rinadi: mavjud raqamli ta'lim muhitlari va ularga integratsiyalashgan baholash vositalari talabaning yakuniy natijasini tekshirishga moslashgan, ammo uning bilim olish jarayonini chuqur va yaxlit diagnostika qilishga moslashmagan. Bu xulosa adabiyotlar tahlilida (2-bo'lim) qayd etilgan alohida topilmalarni yagona nazariy ramkada birlashtiradi va ularning amaliy ahamiyatini kuchaytiradi: muammo endi nafaqat texnik (baholash algoritmi darajasida), balki tashkiliy (muhit darajasida) va didaktik (o'qitish strategiyasi darajasida) xarakterga ega.

Xulosa va takliflar (Conclusion & Recommendations)

1) Raqamli ta'lim muhiti bo'lajak dasturchi muhandislarni tayyorlashning yangi, integrativ shakli sifatida shakllanmoqda, biroq uning didaktik salohiyati hozircha to'liq amalga oshirilmagan [10; 11].

2) An'anaviy avtomatlashtirilgan baholash tizimlarining mutlaq ko'pchiligi "qora quti" tamoyiliga asoslanadi va kodning ichki mantig'i, tuzilmaviy chidamliligi hamda talabaning tushunish darajasini baholay olmaydi — bu xulosa 121 ta manbani qamragan xalqaro tizimli sharh natijalari bilan tasdiqlanadi [1].

3) 2023–2025-yillar oralig'idagi xalqaro so'rovnoma ma'lumotlari [8; 9] sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishning tez sur'atlar bilan o'sishi va shu bilan bir vaqtda natijalarga ishonchsizlikning kuchayishi o'rtasidagi ziddiyatni ochib beradi.

4) Raqamli ta'lim muhitining tashkiliy fragmentarligi [7] talabalarda loyihaviy mas'uliyat va muhandislik intizomining to'liq shakllanishiga xalaqit beradi, biroq izchil

diagnostika ta'minlangan taqdirda "samarali muvaffaqiyatsizlik" [3] strategiyasini qo'llash imkonini ham beradi.

5) Muallif tomonidan taklif etilgan "nazorat-diagnostika kontinuumi" kontseptual modeli mavjud baholash texnologiyalarini tizimli tasniflash va ularning diagnostik salohiyatidagi bo'shliqni aniq ilmiy shaklda ko'rsatish imkonini beradi; aynan shu bo'shliq mutatsion operatorlar asosidagi baholash metodikasini ishlab chiqishning ilmiy zaruratini asoslaydi [4; 5].

Oliy ta'lim muassasalarida dasturlash fanlari o'qituvchilariga quyidagilar tavsiya etiladi: 1) mavjud avtomatlashtirilgan baholash vositalarini yagona baholash mezoni sifatida emas, balki ko'p bosqichli baholash tizimining bir qismi sifatida qo'llash; 2) baholash mezonlariga kodni og'zaki yoki yozma tarzda asoslash (defence/izoh berish) elementini kiritish, bu AI-assistantlik holatlarini bilvosita aniqlashga yordam beradi; 3) o'quv topshiriqlarini loyihalashda kontekstual va nazariy bilimni talab qiluvchi elementlarni kuchaytirish.

Nazariy jihatdan taklif etilgan "nazorat-diagnostika kontinuumi" modeli boshqa OTM va fanlar kontekstida sinovdan o'tkazilishi, shuningdek ko'p ekspertli baholash (masalan, Delphi usuli) orqali qat'iylashtirilishi tavsiya etiladi. Ushbu maqolada aniqlangan "diagnostik bo'shliq" dissertatsiyaning navbatdagi boblari uchun bevosita asos bo'lib xizmat qiladi: II bobda ushbu bo'shliqni to'ldiruvchi, mutatsion operatorlarga asoslangan integrativ didaktik model ishlab chiqiladi, III bobda esa uning pedagogik samaradorligi tajriba-sinov ishlari va matematik-statistik tahlil orqali eksperimental tekshiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Messer M., Brown N.C.C., Kölling M., Shi M. Automated Grading and Feedback Tools for Programming Education: A Systematic Review // ACM Transactions on Computing Education. – 2024. – Vol. 24, No. 1, Article 3. DOI: 10.1145/3636515.

2. Ihantola P., Ahoniemi T., Karavirta V., Seppälä O. Review of Recent Systems for Automatic Assessment of Programming Assignments // Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. – Koli, Finland, 2010. – P. 86–93.

3. Kapur M. Productive Failure // Cognition and Instruction. – 2008. – Vol. 26, No. 3. – P. 379–424.

4. DeMillo R.A., Lipton R.J., Sayward F.G. Hints on Test Data Selection: Help for the Practicing Programmer // Computer. – 1978. – Vol. 11, No. 4. – P. 34–41.

5. Jia Y., Harman M. An Analysis and Survey of the Development of Mutation Testing // IEEE Transactions on Software Engineering. – 2011. – Vol. 37, No. 5. – P. 649–678.

6. Nizamudeen F., Gatti L., Bouali N., Ahmed F. Investigating the Impact of Code Generation Tools (ChatGPT & Github CoPilot) on Programming Education // Proceedings of the 16th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2024). – SCITEPRESS, 2024. – P. 221–229. DOI: 10.5220/0012628000003693.

7. Sweller J. Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning // Cognitive Science. – 1988. – Vol. 12, No. 2. – P. 257–285.

8. Stack Overflow Developer Survey 2023: Press Release [Elektron resurs]. – URL: https://stackoverflow.co/company/press/archive/developer-survey-2023/ (murojaat sanasi: 21.09.2026).

9. Stack Overflow Developer Survey 2025: Press Release [Elektron resurs]. – URL: https://stackoverflow.co/company/press/archive/stack-overflow-2025-developer-survey/ (murojaat sanasi: 21.09.2026).

10. Bobobekov D.J. The Role of Digital Educational Resources in Enhancing Students' Independent Work in Uzbekistan // Journal of International Science Networks. – 2024. – Vol. 1, No. 3. – P. 174–179. DOI: 10.5281/zenodo.14922647.

11. X.K.Xamrayev, D.V.Xamrayeva, and L.M.Zokirjonov. "Qurilish Va Loyihalash Yo‘Nalishlarida Mustaqil Ta’limni Tashkil Etishda Sun’iy Intellekt Texnologiyalardan Foydalanishni Yo‘Lga Qo‘Yish" Строительство и образование, vol. 4, no. 5-6, 2023, pp. 124-128.

12. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. – Copenhagen: Danish Institute for Educational Research, 1960.

13. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabrdagi PF-6079-son "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni.

14. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktyabrdagi PF-5847-son "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni.

15. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 31-avgustdagi 556-son "Axborot texnologiyalari sohasida ta'lim tizimini yanada takomillashtirish, ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish va ularni IT-industriya bilan integratsiya qilish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarori.