

"KOMPYUTER INJINIRINGI" YO'NALISHI TALABALARINING DASTURLASH TILLARI ASOSIDA RAQAMLI-TEKNOLOGIK KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK SHART-SHAROITLARI VA ILG'OR XORIJIY TAJRIBALAR TAHLILI

M.Isomiddinov¹ 

Mas'ul muallif: Isomiddinov
Ma'rufjon, Buxoro davlat texnika
universiteti mustaqil izlanuvchisi.

e-mail:
marufjonisomiddinov@gmail.com

Accepted: 19 Avgust 2026
Published: 19 Avgust 2026

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

Iqtibos uchun: Isomiddinov, M.
"KOMPYUTER INJINIRINGI"
YO'NALISHI TALABALARINING
DASTURLASH TILLARI ASOSIDA
RAQAMLI-TEKNOLOGIK
KOMPETENTLIGINI
RIVOJLANTIRISHNING
PEDAGOGIK SHART-SHAROITLARI
VA ILG'OR XORIJIY TAJRIBALAR
TAHLILI / M. Isomiddinov //
Buxoro xalqaro universiteti ilmiy
axborotnomasi. — 2026. — T. 8, №
1. — B. 48–53.

1. Buxoro davlat texnika universiteti mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Maqolada "Kompyuter injiniringi" yo'nalishi talabalarining dasturlash tillari vositasida raqamli-texnologik kompetentligini rivojlantirishning nazariy-pedagogik asoslari, mazmuni va samarali shart-sharoitlari tahlil qilingan. Raqamli-texnologik kompetentlik algoritmik fikrlash, dasturiy yechimlarni loyihalash, kod yozish va testlash, ma'lumotlar bilan ishlash, raqamli hamkorlik, kiberxavfsizlik, sun'iy intellekt vositalaridan mas'uliyatli foydalanish hamda o'z faoliyatini refleksiv baholashni birlashtiruvchi integrativ kasbiy sifat sifatida talqin etiladi. Tadqiqotda kompetensiyaviy, tizimli, faoliyatga yo'naltirilgan, loyiha va muammo asosida o'qitish yondashuvlari metodologik asos sifatida olindi. ACM/IEEE/AAAI CS2023, ABET, DigCompEdu, DigComp 3.0, OECD va UNESCO hujjatlari hamda AQSH, Finlandiya, Estoniya, Singapur va Koreya Respublikasining tajribalari qiyosiy o'rganildi. Natijada o'quv mazmunini natijalarga yo'naltirish, dasturlash tillarini bosqichma-bosqich integratsiyalash, Git-LMS-bulutli muhitdan foydalanish, real loyihalar, juftlikda dasturlash, avtomatlashtirilgan testkari aloqa, learning analytics, portfolio va capstone-loyihalar asosida baholash kabi pedagogik shartlar tizimi asoslandi. Taklif etilgan model oliy ta'limda nazariya, amaliyot va sanoat ehtiyojlari o'rtasidagi uzviylikni kuchaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: kompyuter injiniringi, dasturlash tillari, raqamli-texnologik kompetentlik, algoritmik fikrlash, loyiha asosida o'qitish, learning analytics, Git, xorijiy tajriba.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ» НА ОСНОВЕ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И АНАЛИЗ ПЕРЕДОВОГО ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

Аннотация. В статье проанализированы теоретико-педагогические основы, содержание и эффективные условия развития цифрово-технологической компетентности студентов направления «Компьютерная инженерия» средствами языков программирования. Цифрово-технологическая компетентность рассматривается как интегративное профессиональное качество, объединяющее алгоритмическое мышление, проектирование программных решений, написание и тестирование кода, работу с данными, цифровое взаимодействие, кибербезопасность, ответственное применение искусственного интеллекта и рефлексивную оценку собственной деятельности. Методологическую основу исследования составили компетентностный, системный, деятельностный, проектный и проблемно-ориентированный подходы. Проведён сравнительный анализ документов ACM/IEEE/AAAI CS2023, ABET, DigCompEdu, DigComp 3.0, OECD и UNESCO, а также опыта США, Финляндии, Эстонии, Сингапура и Республики Корея. Обоснована система педагогических условий: ориентация содержания на результаты обучения, поэтапная интеграция языков программирования, использование среды Git-LMS-Cloud, реализация реальных проектов, парное программирование, автоматизированная обратная связь, learning analytics, портфолио и итоговые capstone-проекты. Предложенная модель способствует согласованию академической подготовки с требованиями цифровой экономики и профессиональной практики.

Ключевые слова: компьютерная инженерия, языки программирования, цифрово-технологическая компетентность, алгоритмическое мышление, проектное обучение, learning analytics, Git, зарубежный опыт.

PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR DEVELOPING THE DIGITAL-TECHNOLOGICAL COMPETENCE OF COMPUTER ENGINEERING STUDENTS THROUGH PROGRAMMING LANGUAGES: AN ANALYSIS OF ADVANCED INTERNATIONAL PRACTICES

Abstract. The article analyses the theoretical and pedagogical foundations, content, and effective conditions for developing the digital-technological competence of Computer

Engineering students through programming languages. Digital-technological competence is interpreted as an integrative professional quality combining algorithmic thinking, software solution design, coding and testing, data handling, digital collaboration, cybersecurity, responsible use of artificial intelligence, and reflective self-assessment. The methodological framework integrates competence-based, systemic, activity-oriented, project-based, and problem-based approaches. The study compares ACM/IEEE-CS/AAAI CS2023, ABET, DigCompEdu, DigComp 3.0, OECD, and UNESCO frameworks with practices from the United States, Finland, Estonia, Singapore, and the Republic of Korea. The analysis substantiates a system of pedagogical conditions: outcome-oriented curriculum design, progressive integration of programming languages, the use of Git-LMS-cloud environments, authentic projects, pair programming, automated feedback, learning analytics, portfolio assessment, and capstone projects. The proposed model strengthens the relationship between theory, practical activity, industry expectations, and students' professional self-development. Its implementation can improve students' capacity to design reliable computing solutions, collaborate in digital teams, and adapt to rapidly changing technologies.

Keywords: computer engineering, programming languages, digital-technological competence, algorithmic thinking, project-based learning, learning analytics, Git, international experience.

Kirish. Jahon miqyosida raqamli iqtisodiyotning jadallashuvi, dasturiy mahsulotlar va kiberjismaniy tizimlarning barcha sohalariga kirib borishi kompyuter injiniringi bo'yicha mutaxassis tayyorlash mazmunini tubdan yangilashni talab qilmoqda. Endilikda bitiruvchining faqat ma'lum bir dasturlash tilida sintaktik jihatdan to'g'ri kod yoza olishi yetarli emas. U muammoni formal ifodalashi, algoritm yaratishi, turli platforma va arxitekturalarda yechimni amalga oshirishi, kod sifatini tekshirishi, ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlashi, jamoaviy ishlab chiqish jarayonida versiyalarni boshqarishi va yangi texnologiyalarga mustaqil moslasha olishi lozim. Shu jihatdan dasturlash tillari raqamli-texnologik kompetentlikni shakllantiruvchi alohida fan emas, balki kasbiy faoliyatning barcha komponentlarini birlashtiruvchi didaktik vosita sifatida namoyon bo'ladi.

O'zbekistonda "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi raqamli industriyani, raqamli ta'limni va axborot infratuzilmasini rivojlantirishni ustuvor vazifa sifatida belgilagan [1]. Oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida ta'lim jarayonlarini raqamli texnologiyalar asosida individuallashtirish, masofaviy va aralash ta'limni kengaytirish, "flipped classroom" hamda bulutli texnologiyalarni joriy etish nazarda tutilgan [2]. 2024-yilda qabul qilingan sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirishga doir qaror esa oliy ta'lim muassasalarida AI yo'nalishidagi kadrlar, laboratoriyalar va ilmiy salohiyatni oshirish zaruratini yanada kuchaytirdi [3]. Mazkur normativ talablar kompyuter injiniringi yo'nalishida dasturlashni o'qitish jarayonini kompetensiyaviy natijalar, zamonaviy dasturiy muhit va real loyiha faoliyati asosida qayta ko'rib chiqishni taqozo etadi.

Xalqaro darajada ACM, IEEE Computer Society va AAAI hamkorligida ishlab chiqilgan CS2023 tavsiyalari kompyuter fanlari ta'limini faqat bilim sohalariga majmui sifatida emas, balki bilim, ko'nikma, dispozitsiya va real vaziyatdagi faoliyatni birlashtiruvchi kompetensiyalar modeli asosida loyihalashni taklif etadi [4]. ABETning 2025–2026-yillar uchun hisoblash dasturlarini akkreditatsiyalash mezonlari murakkab hisoblash muammolarini tahlil qilish, talablar asosida yechimni loyihalash, amalga oshirish va baholash, professional muloqot, etika, jamoaviy ish hamda uzluksiz takomillashtirishni bitiruvchi natijalari sifatida belgilaydi [5]. Demak, dasturlash kurslarining mazmuni ham ushbu natijalarni shakllantiradigan o'quv faoliyatlari bilan to'ldirilishi kerak.

Maqolaning maqsadi - "Kompyuter injiniringi" yo'nalishi talabalarining dasturlash tillari asosida raqamli-texnologik kompetentligini rivojlantirishga xizmat qiladigan pedagogik shart-sharoitlarni aniqlash, ularni tizimlashtirish va ilg'or xorijiy tajribalar bilan qiyosiy asoslashdir. Ushbu maqsad doirasida raqamli-texnologik kompetentlikning tarkibi aniqlashtirildi, dasturlashni o'qitishdagi samarali metodlar tahlil qilindi, xorijiy modellarning ko'chirish mumkin bo'lgan va milliy sharoitga moslashtirilishi lozim bo'lgan jihatlari ajratildi hamda amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

Mavzuning dolzarbligi..Kompyuter injiniringi ta'limida dolzarb muammolardan biri o'quv rejalari bilan texnologik amaliyot o'rtasidagi vaqt tafovutidir. Dasturlash tillari, kutubxonalar, ishlab chiqish vositalari va dasturiy arxitekturalar tez yangilanadi, biroq an'anaviy fan dasturlari ko'pincha sintaksis, standart masalalar va yakka tartibdagi laboratoriya ishlariga ortiqcha e'tibor qaratadi. Natijada talaba kod fragmentlarini yozishi mumkin, ammo mavjud kod bazasini o'qish, talablarni tahlil qilish, versiyalarni boshqarish, testlar yaratish, xatoni diagnostika qilish, kodni refaktoring qilish va jamoaviy loyihada mas'uliyatni taqsimlashda qiyinchilikka duch keladi. Raqamli-texnologik kompetentlik aynan shu uzilishni bartaraf etib, bilimni kasbiy vazifaga ko'chira olish qobiliyatini shakllantiradi.

Ikkinchi dolzarb jihat - talabalarining tayyorgarlik darajasi va o'rganish sur'atlarining keskin farqlanishidir. Bir guruhda maktabdan dasturlash tajribasiga ega bo'lgan talabalar, algoritmik asoslari sust talabalar hamda dasturlash tilini o'rganishda til, matematika yoki mantiqiy qiyinchiliklarga duch keladigan talabalar birgalikda ta'lim oladi. Bir xil topshiriq va bir xil muddatga asoslangan yondashuv kuchli talabani rivojlanishdan to'xtatishi, boshlang'ich darajadagi talabada esa muvaffaqiyatsizlik hissini kuchaytirishi mumkin. Shuning uchun differensial topshiriqlar, bosqichli "scaffolding", avtomatik tekshiruv, tezkor teskari aloqa va individual learning analytics ko'rsatkichlari pedagogik zaruratga aylanadi.

Uchinchi jihat generativ sun'iy intellekt vositalarining dasturlash ta'limiga kirib kelishi bilan bog'liq. Bunday vositalar kod misoli, tushuntirish, test, hujjat yoki xatoni topish bo'yicha yordam bera oladi, ammo tayyor yechimga ortiqcha tayanish algoritmik fikrlash, mualliflik mas'uliyati va mustaqil muammo yechish qobiliyatini susaytirishi mumkin. UNESCO generativ AI vositalarini inson markazidagi, etik, xavfsiz va pedagogik jihatdan asoslangan tarzda qo'llashni tavsiya etadi [10]. Dasturlash ta'limida AI vositalari "javob ishlab beruvchi" emas, balki kodni izohlash, alternativlarni taqqoslash, xatolarni muhokama qilish va refleksiya qilishga yordam beruvchi vosita sifatida boshqarilishi lozim.

Mavzuning o'rganilganlik darajasi. Raqamli kompetensiya masalasi Yevropa Komissiyasining DigComp va DigCompEdu tizimlarida keng konseptualashtirilgan. DigCompEdu pedagogning raqamli kompetentligini kasbiy hamkorlik, raqamli resurslar, o'qitish va o'rganish, baholash, o'quvchini qo'llab-quvvatlash va o'quvchining raqamli kompetensiyasini rivojlantirish kabi 22 kompetensiya orqali ifodalaydi [6]. Mazkur tizim to'g'ridan-to'g'ri kompyuter injiniringi talabalariga mo'ljallanmagan bo'lsa-da, raqamli muhitni pedagogik maqsad bilan uyg'unlashtirish, formatif baholash va o'zini boshqarib o'rganishni tashkil etish tamoyillari dasturlash ta'limi uchun muhim metodik asos yaratadi.

CS2023 hisobotida kompetensiya "nimani bilish" bilan birga "qanday bajara olish" va "qanday professional pozitsiyada harakat qilish"ni qamrab olishi ta'kidlanadi [4]. ABET mezonlari esa talabaning murakkab muammoni tahlil qilish, hisoblash yechimini ishlab chiqish, jamoada ishlash, professional mas'uliyat va uzluksiz o'rganish qobiliyatini dastur natijalari bilan bog'laydi [5]. Bu ikki manba kompyuter injiniringi ta'limida dasturlash tillarini mazmunning maqsadi emas, kasbiy kompetensiyalarni namoyon etish vositasi sifatida qarash zarurligini ko'rsatadi.

Faoliyatga yo'naltirilgan va loyiha asosida o'qitish dasturlash kompetensiyalarini rivojlantirishning samarali yo'nalishi sifatida ko'plab tadqiqotlarda o'rganilgan. W. Zhang, Y. Guan va Z. Hu tomonidan 31 tajriba va kvazi-tajriba natijalari bo'yicha o'tkazilgan meta-tahlil loyiha asosida o'qitish innovatsion fikrlash, hamkorlik, tanqidiy tahlil, algoritmik tafakkur va muammo yechish ko'rsatkichlarini yaxshilashini ko'rsatgan [12]. A. D. Suleiman va hammualliflarning 184 ta birlamchi tadqiqotni qamrab olgan tizimli sharhida kompyuter ta'limida loyiha asosida o'qitishning kurs dizayni, jamoa tuzilishi, baholash, texnik infratuzilma va o'qituvchi ko'magiga oid 34 ta atributi ajratilgan [13]. Bu natijalar loyiha metodining samarasi faqat "loyiha berish" bilan emas, balki vazifa murakkabligi, resurslar, rol taqsimoti va muntazam teskari aloqa bilan belgilanadi, degan xulosani asoslaydi.

Metodologiya. Tadqiqot nazariy-analitik xarakterga ega bo'lib, kompetensiyaviy, tizimli, faoliyatga yo'naltirilgan va qiyosiy yondashuvlar uyg'unligiga asoslandi. Kompetensiyaviy yondashuv ta'lim natijasini bilimlar yig'indisi emas, real vaziyatda samarali harakat qilish qobiliyati sifatida talqin qilishga imkon berdi. Tizimli yondashuv maqsad, mazmun, metod, vosita, baholash va natija o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun qo'llandi. Faoliyatga yo'naltirilgan yondashuvda talabaning kod yozish, sinash, xatoni tuzatish, hamkorlik qilish va refleksiya olib borish jarayoni kompetentlikning shakllanish mexanizmi sifatida qaraldi.

Manbalarni tanlashda normativ va metodologik hujjatlar, xalqaro akkreditatsiya mezonlari, kompyuter ta'limiga oid ilmiy maqolalar hamda davlat miqyosidagi ilg'or tajribalar qamrab olindi. O'zbekistonning raqamli rivojlanish va oliy ta'lim strategiyalari, ACM/IEEE-CS/AAAI CS2023, ABET 2025–2026, DigCompEdu, DigComp 3.0, OECD Digital Education Outlook, UNESCOning generativ AI va AI kompetensiyalari bo'yicha tavsiyalari kontent-tahlil qilindi [1–11]. Xorijiy tajribalarni tanlashda natijaga yo'naltirilgan akkreditatsiya (AQSH), o'quvchi markazidagi raqamli pedagogika (Finlandiya), tizimli raqamli ekotizim (Estoniya), hisoblash tafakkurini barcha yo'nalishlarga yoyish (Singapur) va universitet-sanoat integratsiyasi (Koreya Respublikasi) mezonlari hisobga olindi.

Muhokama. Raqamli-texnologik kompetentlikning tarkibiy tuzilishi Kompyuter injiniringi talabasi uchun raqamli-texnologik kompetentlik o'zaro bog'langan olti komponentdan iborat deb qaraladi. Birinchisi, kognitiv-algoritmik komponent bo'lib, u algoritmlar, ma'lumotlar tuzilmalari, dasturlash paradigmalari, kompyuter arxitekturasini, tarmoqlar va operatsion tizimlar haqidagi bilimlarni muammoni formal modellashirishda qo'llashni anglatadi. Talaba turli dasturlash tillarining sintaksisini yodlashdan ko'ra, imperativ, obyektga yo'naltirilgan, funksional, hodisaviy va parallel dasturlash g'oyalarini taqqoslay olishi kerak. Shunda yangi tilni o'rganish mavjud konseptual sxemaga joylashadi va texnologiya almashganda kompetentlik saqlanib qoladi.

Ikkinchisi, amaliy-texnologik komponentdir. U integratsiyalashgan ishlab chiqish muhiti, kompilyator va interpretator, paket menejeri, ma'lumotlar bazasi, API, konteyner, bulut xizmati, test freymvorki va CI/CD vositalaridan maqsadga muvofiq foydalanishni qamrab oladi. Talabaning "kod ishladi" darajasidan "kod o'qilishi oson, testlangan, xavfsiz, hujjatlashtirilgan va qayta foydalanishga yaroqli" darajasiga o'tishi aynan shu komponent orqali ro'y beradi. ABET mezonlaridagi loyihalash, amalga oshirish va baholash birligi amaliy-texnologik komponentning natijaviy mezonini belgilaydi [5].

Uchinchisi, axborot-analitik komponent bo'lib, ma'lumotni izlash, ishonchligini baholash, texnik hujjatlarni o'qish, kod metrikalarini tahlil qilish, log va test natijalaridan xulosa chiqarish, ma'lumotlar bilan ishlash va vizualizatsiyani o'z ichiga oladi. To'rtinchisi, kommunikativ-kollaborativ komponentdir. Zamonaviy dasturiy mahsulot jamoada yaratilgani sababli talaba issue, branch, pull request, code review, loyiha hujjati va texnik taqdimot orqali hamkorlik qila olishi lozim. Bunda juftlikda dasturlash va kichik jamoaviy sprintlar bilimning ijtimoiy konstruksiyasini ta'minlaydi.

Beshinchisi, etik-xavfsizlik komponenti bo'lib, xavfsiz kodlash, ma'lumotlar maxfiyligi, ochiq kod litsenziyalari, plagiat, algoritmik xolislik, raqamli farovonlik va AI natijalaridan mas'uliyatli foydalanishni qamrab oladi. Oltinchisi, refleksiv-adaptiv komponentdir. U talabaning o'z kodini, o'rganish strategiyasini va jamoaviy hissasini baholashi, xatolarni rivojlanish resursiga aylantirishi, yangi til va vositalarni mustaqil egallashi bilan namoyon bo'ladi. UNESCOning AI kompetensiyalari doirasida ham inson markazidagi dunyoqarash, etika, texnik tushuncha va yaratuvchanlik bosqichlari uyg'unligi ta'kidlanadi [10–11].

Rivojlantirishning asosiy pedagogik shart-sharoitlari. Birinchi shart - o'quv mazmunini aniq kompetensiyaviy natijalarga moslashtirish. Har bir dasturlash fani yakunida "mavzular o'tildi" degan ko'rsatkich emas, balki talaba qanday turdagi muammoni qaysi mezonlar asosida yecha olishi belgilanishi zarur. Masalan, "Python sintaksisini biladi" natijasi o'rniga "ma'lumotlarni qayta ishlash vazifasi uchun algoritm tanlaydi, modul tuzilmasida dastur yaratadi, avtomatik testlar bilan tekshiradi va natijani izohlaydi" kabi kuzatiladigan natija qo'yiladi. Mazkur natijalar boshlang'ich, rivojlangan va

integrativ darajalarga ajratilib, fanlararo kompetensiya xaritasi tuzilishi kerak.

Ikkinchi shart - dasturlash tillarini didaktik maqsadga ko'ra bosqichma-bosqich integratsiyalash. Birinchi bosqichda Python yoki shunga o'xshash yuqori darajadagi til orqali algoritmik fikrlash, dekompozitsiya va ma'lumotlar bilan ishlash shakllantiriladi. Keyingi bosqichda C/C++ orqali xotira, ko'rsatkich, kompilyatsiya va apparatga yaqin jarayonlar tushuntiriladi. Java, C# yoki Kotlin obyektga yo'naltirilgan loyihalash va katta kod bazasi bilan ishlashga; JavaScript/TypeScript veb tizimlar va hodisaviy dasturlashga; SQL ma'lumotlarni boshqarishga; HDL yoki o'rnatilgan tizimlar tillari apparat-dasturiy integratsiyaga xizmat qiladi. Bunda tillar sonini ko'paytirish maqsad emas; har bir til muayyan konsept va kasbiy vazifani ochishi kerak.

Uchinchi shart - autentik muammo va loyiha asosida o'qitish. O'quv topshiriqlari tayyor formulaga mos kod yozishdan real foydalanuvchi yoki tizim ehtiyojiga asoslangan ochiq vazifalarga o'tishi lozim. Loyiha muammoni aniqlash, talablarni yig'ish, texnik topshiriq tuzish, prototip, iterativ ishlab chiqish, test, taqdimot va refleksiya bosqichlarini qamrab oladi. Meta-tahlillar loyiha asosida o'qitish hisoblash tafakkuri va hamkorlikni rivojlantirishini ko'rsatadi [12–13]. Biroq loyiha muvaffaqiyati uchun o'qituvchi milestone, kod shablони, baholash rubrikasi, konsultatsiya va rol taqsimoti kabi boshqaruv vositalarini oldindan tayyorlashi kerak.

To'rtinchi shart - faol va hamkorlikka asoslangan metodlarni muntazam qo'llash. "Flipped classroom" modelida nazariy material qisqa video, interaktiv konspekt yoki kod misoli orqali auditoriyadan oldin o'rganiladi, auditoriya vaqti esa kod tahlili, debugging, juftlikda dasturlash, mini-loyiha va code reviewga ajratiladi. Juftlikda dasturlashda "driver" kod yozadi, "navigator" yechimni kuzatadi, savol beradi va xatoni oldindan ko'radi; rollar ma'lum vaqtda almashadi. Ushbu metodni baholashda faqat yakuniy dastur emas, muloqot, izohlash, rolga rioya qilish va o'zaro yordam mezonlari ham hisobga olinishi lozim.

Beshinchi shart - yagona raqamli ishlab chiqish va o'qitish ekotizimini yaratish. LMS nazariy resurs, topshiriq va baholashni boshqarsa, Git platformasi kod tarixi va jamoaviy ishni, bulutli IDE qurilma imkoniyati cheklangan talabalar uchun kirishni, avtomatik test va autograder tezkor teskari aloqani, konteyner esa muhitning takrorlanuvchanligini ta'minlaydi. Git commitlari, test natijalari, vazifa bajarish vaqti va yordam so'rovlari learning analytics uchun ma'lumot manbai bo'ladi. Chen va hammualliflar versiyalarni boshqarish ma'lumotlari orqali kodlash odatlari va rivojlanish tendensiyalarini ko'rish mumkinligini ko'rsatgan [14]. Biroq analitika jazolash emas, erta pedagogik yordam va o'quv dizaynini takomillashtirishga xizmat qilishi kerak.

Ilg'or xorijiy tajribalar qiyosiy tahlili. AQSH tajribasida o'quv dasturini natijalar va akkreditatsiya mezonlari asosida boshqarish yetakchi o'rin tutadi. CS2023 kompetensiyalarni turli ta'lim kontekstlariga moslashtirish imkonini beruvchi bilim modeli va kompetensiya doirasini taklif etadi [4]. ABET esa dastur natijalarini muntazam o'lchash, manfaatdor tomonlar bilan ko'rib chiqish va "continuous improvement" siklini hujjatlashtirishni talab qiladi [5]. Kompyuter injiniringi uchun bu yondashuv fanlar kesimida kompetensiya xaritasini tuzish, katta loyiha tajribasi, jamoaviy ishlab chiqish va professional mas'uliyatni baholashni anglatadi. Milliy amaliyotga transfer qilinadigan jihat - har bir topshiriq va baholash vositasini aniq bitiruvchi natijasi bilan bog'lashdir.

Finlandiya tajribasining kuchli tomoni - o'quvchi markazidagi, hodisa va muammo asosida tashkil etilgan ta'lim, mahalliy moslashuvchanlik va o'qituvchining yuqori metodik avtonomiyasidir. Raqamli va hisoblash tafakkuri alohida texnik ko'nikma sifatida emas, turli fan va real vaziyatlarga ko'chiriladigan transversal kompetensiya sifatida qaraladi. Oliy ta'limdagi raqamli va virtual kurslar hamkorlik, o'zini boshqarish va xalqaro loyiha faoliyati bilan uyg'unlashtiriladi [19]. Kompyuter injiniringi dasturlarida bu tajriba dasturlash vazifalarini muhandislik, ekologiya, sog'liq, ta'lim yoki shahar infratuzilmasi muammolari bilan bog'lash, talabani tanlov va refleksiya imkoniyatini kengaytirish shaklida qo'llanishi mumkin.

Koreya Respublikasida dasturiy va AI kadrlarini tayyorlash universitet, davlat va sanoat hamkorligi asosida qo'llab-quvvatlanadi. Raqamli yangi kelishuv doirasida AI magistratura maktablari va o'nlab "software-centered" universitetlar tashkil etilib, amaliy ta'lim va mahalliy texnologik kompaniyalar bilan aloqalar kuchaytirilgan [18]. Ushbu modelning transfer qilinadigan jihati - universitetlarda sanoat mentorlari, real ma'lumot va texnik topshiriqlarga asoslangan loyiha studiyalari, ish beruvchi bilan birgalikdagi baholash va talabani ish jarayoniga yaqinlashtiruvchi qisqa intensiv dasturlarni tashkil etishdir. Bunda fundamental algoritmik va muhandislik asoslarini qisqa muddatli bozor texnologiyalariga qurbon qilmaslik muhim.

1-jadval.

Dasturlash ta'limida raqamli-texnologik kompetentlikni rivojlantirish bo'yicha xorijiy tajribalar

Mamlakat/model	Ustuvor yondashuv	Asosiy vosita va metodlar	Kutiladigan kompetensiya	Milliy amaliyotga tavsiya
AQSH: CS2023 va ABET	Natijaga yo'naltirilgan o'quv dasturi va uzluksiz takomillashtirish	Kompetensiya xaritasi, capstone, rubrika, stakeholder feedback	Murakkab muammoni tahlil qilish, yechimni loyihalash va baholash	Har bir fan topshirig'ini bitiruvchi natijasi bilan bog'lash
Finlandiya	Talaba markazidagi, hodisa va muammo asosidagi ta'lim	Flipped learning, fanlararo loyiha, o'zini boshqarib o'rganish	Transfer qilinadigan hisoblash tafakkuri va refleksiya	Dasturlash loyihalarini real muhandislik muammolari bilan integratsiyalash
Estoniya	Yagona raqamli ekotizim va "yaratuvchi foydalanuvchi" modeli	ProgeTiiger, raqamli resurslar, tanlovlar, o'qituvchi tayyorlash	Raqamli ijodkorlik, dasturlash va texnologik savodxonlik	LMS-Git-ochiq ma'lumotlar-hackathon ekotizimini yaratish

Mamlakat/model	Ustuvor yondashuv	Asosiy vosita va metodlar	Kutiladigan kompetensiya	Milliy amaliyotga tavsiya
Singapur	Computational thinkingni keng qamrovda va sanoatga yaqin o'qitish	Asosiy dasturlash, AI/analitika, bulut va kiberxavfsizlik modullari	Amaliy muammo yechish va kasbiy moslashuvchanlik	Dasturlashni keyingi muhandislik fanlari uchun tayanch kompetensiyaga aylantirish
Koreya Respublikasi	Universitet-sanoat-davlat integratsiyasi	Software-centered universitetlar, mentorlik, intensiv loyiha va amaliyot	Ish jarayoniga tayyor dasturiy va AI kompetensiyalar	Sanoat mentori va real texnik topshiriq asosidagi loyiha studiyalarini joriy etish

Taklif etilayotgan pedagogik model va uni amalga oshirish mexanizmi. Tahlil natijalari asosida dasturlash tillari vositasida raqamli-texnologik kompetentlikni rivojlantirish modeli besh o'zaro bog'langan blokdan tashkil topadi: kirish omillari, pedagogik shart-sharoitlar, o'quv faoliyati, kompetentlik komponentlari va natija. Kirish omillariga davlat strategiyalari, xalqaro standartlar, mehnat bozori talablari, o'quv reja va talabning boshlang'ich tayyorgarligi kiradi. Pedagogik shart-sharoitlar kompetensiyaviy mazmun, faol metodlar, raqamli muhit, differensial yordam, baholash va sanoat hamkorligini birlashtiradi. O'quv faoliyati kodlash, algoritmizatsiya, loyiha, testlash, code review va refleksiya shaklida namoyon bo'ladi. Modelning muhim xususiyati - teskari aloqa halqasidir. LMS, Git, autograder, kod sifati vositalari va portfolio orqali olingan ma'lumotlar talabning hozirgi holatini ko'rsatadi. O'qituvchi ushbu ma'lumotlarni individual yordam, guruhlash, qo'shimcha resurs yoki topshiriq murakkabligini o'zgartirish uchun ishlatadi. Semestr yakunidagi natijalar esa fan dasturi, rubrika va loyiha mazmunini takomillashtirishga xizmat qiladi. Shu tariqa baholash o'quv jarayonining oxirgi bosqichi emas, balki uzluksiz boshqaruv mexanizmiga aylanadi. Modelni amalga oshirish uchun bosqichda tashkil etilishi mumkin. Diagnostik-motivatsion bosqichda algoritmik tayyorgarlik, raqamli vositalardan foydalanish, o'zini boshqarib o'rganish va jamoaviy ishlash ko'rsatkichlari aniqlanadi; kichik muvaffaqiyatli vazifalar orqali motivatsiya shakllantiriladi. Operatsion-loyihaviy bosqichda tillar va vositalar murakkabligi oshirilib, individual kodlashdan juftlik va jamoaviy loyihaga o'tiladi. Integrativ-refleksiv bosqichda capstone loyiha, portfolio, texnik himoya va o'z faoliyatini tahlil qilish asosida kompetensiyalar umumlashtiriladi. Baholash mezonlari ham komponentlar bilan mos bo'lishi kerak. Kognitiv-algoritmik mezon muammoni tahlil qilish, algoritm asoslash va murakkablikni baholash orqali; amaliy-texnologik mezon ishlaydigan, testlangan va hujjatlashtirilgan kod orqali; axborot-analitik mezon manba, log va ma'lumotdan xulosa chiqarish orqali; kommunikativ mezon Git hamkorligi, code review va himoya orqali; etik-xavfsizlik mezoni xavfsizlik talablari va AI foydalanish deklaratsiyasi orqali; refleksiv mezon portfolio va rivojlanish rejasida aniqlanadi. Har bir mezon uchun boshlang'ich, yetarli va yuqori daraja tavsiflari ishlab chiqilishi lozim. Taklif etilgan modelda dasturlash tili tanlovi pedagogik natijaga bo'ysundiriladi. Masalan, algoritmik fikrlash va ma'lumotlar tahlili uchun Python, xotira va apparat bilan ishlash uchun C/C++, obyektga yo'naltirilgan arxitektura uchun Java yoki C#, veb tizimlar uchun JavaScript/TypeScript, ma'lumotlar bazasi uchun SQL, o'rnatilgan tizimlar uchun C va HDL vositalari qo'llanishi mumkin. Biroq ta'lim sifati til nomi bilan emas, talabning muammo yechish strategiyasi, kod sifati, test va izohlash qobiliyati bilan o'lchanadi. Shu sababli dasturlash tillari o'rtasidagi umumiy konseptlar va transfer topshiriqlariga alohida e'tibor berish kerak.

Xulosa. "Kompyuter injiniringi" yo'nalishi talabalarining raqamli-texnologik kompetentligini dasturlash tillari asosida rivojlantirish ta'lim mazmuni, metodlar, raqamli muhit, baholash va tashqi hamkorlikning o'zaro uyg'unligini talab qiladi. Dasturlash tili mazkur jarayonda maqsad emas, algoritmik fikrlash, dasturiy loyihalash, ma'lumot bilan ishlash, jamoaviy ishlab chiqish, xavfsizlik va refleksiyani birlashtiradigan faoliyat vositasi hisoblanadi. Kompetentlikning kognitiv-algoritmik, amaliy-texnologik, axborot-analitik, kommunikativ-kollaborativ, etik-xavfsizlik va refleksiv-adaptiv komponentlari birgalikda shakllangandagina bitiruvchi o'z bilimini yangi vaziyatga ko'chira oladi.

Tahlil sakkizta asosiy pedagogik shartni ko'rsatdi: kompetensiyaviy natijalarga yo'naltirilgan mazmun; tillarni bosqichli integratsiyalash; autentik loyiha; faol va hamkorlik metodlari; Git-LMS-Cloud ekotizimi; differensial yordam va formatif teskari aloqa; ko'p manbali autentik baholash; o'qituvchi salohiyati va sanoat hamkorligi. Ushbu shartlar alohida qo'llanganda cheklangan natija beradi, tizim sifatida tashkil etilganda esa talabning bilim, amaliyot va professional dispoziitsiyasini integratsiyalaydi.

AQSH tajribasi natijalar va uzluksiz takomillashtirishni, Finlandiya talaba markazidagi fanlararo muammo yechishni, Estoniya raqamli ekotizimni, Singapur computational thinkingning keng integratsiyasini, Koreya Respublikasi esa universitet-sanoat hamkorligini kuchli namoyon etadi. Ushbu tajribalarni to'g'ridan-to'g'ri nusxalash emas, balki ularning asosiy tamoyillarini mahalliy o'quv reja, infratuzilma, til va kadrlar imkoniyatlariga moslashtirish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni. "Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida.
- [2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi PF-5847-son Farmoni. O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi.
- [3] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son Qarori. Sun'iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilgacha rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash chora-tadbirlari to'g'risida.
- [4] ACM, IEEE Computer Society, AAAI. Computer Science Curricula 2023: Curriculum Guidelines for Undergraduate

Degree Programs in Computer Science. — New York : ACM, 2024. — DOI: 10.1145/3664191.

[5] ABET. Criteria for Accrediting Computing Programs, 2025–2026 Accreditation Cycle. — Baltimore : ABET, 2024.

[6] Redecker, C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. — Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2017.

[7] European Commission, Joint Research Centre. DigComp 3.0: European Digital Competence Framework for Living, Working and Learning. — 5th ed. — Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2025.

[8] OECD. OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem. — Paris : OECD Publishing, 2023. — DOI: 10.1787/c74f03de-en.

[9] OECD. OECD Digital Education Outlook 2026. — Paris : OECD Publishing, 2026.

[10] Miao, F., Holmes, W. Guidance for Generative AI in Education and Research. — Paris : UNESCO, 2023.

[11] UNESCO. AI Competency Framework for Students. — Paris : UNESCO, 2024. — DOI: 10.54675/JKJB9835.

