



IJTIMOIIY-GUMANITAR SOHADA ILMIY-INNOVATSION TADQIQOTLAR

ILMIY METODIK JURNALI



VOL.3 № 3

2026

MUHANDIS-DASTURCHILAR KASBIY TAYYORGARLIGIDA RAQAMLI KOMPETENTLIKNING O'RNI VA TUZILMASI

Mambetniyazov Maksetbay Torebekovich
Innovatsion texnologiyalar universiteti, PhD, dotsent

Annotatsiya

Mazkur maqolada muhandis-dasturchilar kasbiy tayyorgarligida raqamli kompetentlikning o'rni, mazmuni va tarkibiy tuzilmasi ilmiy-nazariy hamda amaliy nuqtai nazardan tahlil qilinadi. Raqamli transformatsiya sharoitida dasturiy injiniring, axborot tizimlari va kompyuter fanlari yo'nalishlarida tahsil olayotgan talabalardan faqat kod yozish ko'nikmasi emas, balki ma'lumotlar bilan ishlash, raqamli hamkorlik, kontent yaratish, xavfsizlik, texnologik muammoni hal etish, loyiha boshqaruvi, testlash, sifat nazorati, etik mas'uliyat va uzluksiz o'rganish kompetensiyalari ham talab etilayotgani asoslanadi. Maqolada xalqaro va milliy manbalar asosida raqamli kompetentlikning umumiy va kasbiy ko'rinishlari o'rtasidagi farq ochib beriladi, DigComp 2.2, SE2014, CC2020, dasturiy injiniring kompetensiyalari bo'yicha sistematik tadqiqotlar hamda muhandislik ta'limiga doir empirik xulosalar tahlil qilinadi. Adabiyotlar sharhi asosida muhandis-dasturchilar uchun moslashtirilgan integrallashgan kompetensiya modeli taklif etiladi. Maqolada, shuningdek, mazkur kompetensiyani shakllantirishning didaktik mexanizmlari, baholash mezonlari va ta'lim dasturlariga tatbiq etish yo'llari ko'rsatib beriladi.

Kalit so'zlar: raqamli kompetentlik, muhandis-dasturchi, kasbiy tayyorgarlik, dasturiy injiniring, kompetensiya modeli, raqamli xavfsizlik, raqamli hamkorlik, testlash, loyiha faoliyati, oliy ta'lim.

РОЛЬ И СТРУКТУРА ЦИФРОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ПРОГРАММИСТОВ

Мамбетниязов Максетбай Торебекович
Университет инновационных технологий, PhD, доцент

Аннотация

В данной статье анализируется роль, содержание и структурная структура цифровой компетенции в профессиональной подготовке инженеров-программистов с научной, теоретической и практической точек зрения. Утверждается, что в контексте цифровой трансформации от студентов, обучающихся по направлениям программной инженерии, информационных систем и компьютерных наук, требуются не только навыки программирования, но и компетенции в работе с данными, цифровом сотрудничестве, создании контента, обеспечении безопасности, решении технологических проблем, управлении проектами, тестировании, контроле качества, этической ответственности и непрерывном обучении. В статье раскрывается различие между общими и профессиональными формами цифровой компетенции на основе международных и национальных источников, анализируются DigComp 2.2, SE2014, CC2020, систематические исследования компетенций в области программной инженерии и эмпирические данные по инженерному образованию. На основе обзора литературы предлагается интегрированная модель компетенций, адаптированная для инженеров-программистов. В статье также представлены дидактические механизмы формирования данной компетенции, критерии оценки и способы ее внедрения в образовательные программы.

Ключевые слова: цифровая компетенция, инженер-программист, профессиональная подготовка, разработка программного обеспечения, модель

компетенций, цифровая безопасность, цифровое сотрудничество, тестирование, проектная деятельность, высшее образование.

THE ROLE AND STRUCTURE OF DIGITAL COMPETENCE IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF SOFTWARE ENGINEERS

Mambetniyazov Maksetbay Torebekovich

University of Innovative Technologies, PhD, Associate Professor

Abstract

This article analyzes the role, content and structural structure of digital competence in the professional training of software engineers from a scientific, theoretical and practical perspective. It is argued that in the context of digital transformation, students studying in the fields of software engineering, information systems and computer science are required not only to have coding skills, but also to have competencies in working with data, digital collaboration, content creation, security, technological problem solving, project management, testing, quality control, ethical responsibility and continuous learning. The article reveals the difference between general and professional forms of digital competence based on international and national sources, analyzes DigComp 2.2, SE2014, CC2020, systematic studies on software engineering competencies, and empirical findings on engineering education. Based on the literature review, an integrated competency model adapted for software engineers is proposed. The article also shows the didactic mechanisms for the formation of this competency, assessment criteria, and ways of implementing it in educational programs.

Keywords: digital competence, software engineer, professional training, software engineering, competency model, digital security, digital collaboration, testing, project activities, higher education.

Raqamli iqtisodiyot, sun'iy intellekt, bulutli infratuzilma, ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv va platformali xizmatlar kengayib borayotgan sharoitda muhandis-dasturchi tayyorlash masalasi oddiy texnik mutaxassis yetishtirish vazifasidan ancha keng ma'noga ega bo'lib bormoqda. O'zbekiston oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida ta'lim jarayoniga raqamli texnologiyalar va zamonaviy usullarni joriy etish, raqamli iqtisodiyot uchun yuqori malakali muhandis-texnik kadrlar tayyorlash tizimini tashkil etish, masofaviy ta'lim va bulutli texnologiyalarni keng qo'llash kabi vazifalar alohida qayd etilgan [1]. Axborot texnologiyalari sohasida ta'lim tizimini takomillashtirishga oid qarorda esa IT-kadrlar tayyorlash "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini muvaffaqiyatli amalga oshirishning muhim sharti sifatida belgilangan [2]. Bu holat muhandis-dasturchilar kasbiy tayyorgarligida raqamli kompetentlik masalasi tasodifiy yoki ikkilamchi emasligini, balki davlat, iqtisodiyot va ta'lim tizimi ehtiyojlari bilan bevosita bog'liqligini ko'rsatadi.

Shu bilan birga, raqamli kompetentlikni faqat kompyuterdan foydalana olish, ofis dasturlarini bilish yoki dasturlash tilini o'zlashtirish bilan tenglashtirish metodologik jihatdan yetarli emas. DigComp 2.2 raqamli kompetentlikni ish, ta'lim va ijtimoiy ishtirok uchun zarur bo'lgan keng qamrovli ko'nikmalar tizimi sifatida talqin qiladi hamda uni ma'lumot va axborot savodxonligi, kommunikatsiya va hamkorlik, raqamli kontent yaratish, xavfsizlik va muammoni hal etish kabi yo'nalishlarda ko'radi [3]. Biroq muhandis-dasturchi uchun bu umumiy ramka kasbiy mazmun bilan to'ldirilishi zarur: algoritmik tafakkur, versiya nazorati, tizimli tahlil, talablar bilan ishlash, testlash, xavfsiz kod yozish, jamoaviy ishlab chiqish, texnik hujjatlashtirish va uzluksiz yangilanib boruvchi texnologik muhitga moslashuv kabi ko'rsatkichlar qo'shilmaguncha "raqamli kompetentlik" tushunchasi o'zining kasbiy chuqurligiga erisha

olmaydi [4], [5].

ADABIYOTLAR SHARHI.

Spante va hammualliflar oliy ta'limdagi "digital competence" va "digital literacy" tushunchalari bo'yicha sistematik sharhda 1997–2017 yillar oralig'idagi 107 ta ilmiy nashrni ko'rib chiqib, mazkur tushunchalar turlicha qo'llanishi, ayrim ishlarda texnik ko'nikmaga urg'u berilishi, boshqalarida esa ijtimoiy-amaliy yoki madaniy amaliyotlar markazga chiqishini ko'rsatadi [8]. Mualliflar ayniqsa raqamli kompetentlik tushunchasining ko'p hollarda siyosiy hujjatlar va amaliy ehtiyojlar ta'sirida shakllanayotganini qayd etadi. Bu xulosa muhandis-dasturchilar tayyorgarligiga ham to'liq tegishli: agar tushuncha faqat umumiy savodxonlik darajasida talqin qilinsa, u kasbiy murakkablikni ushlaymaydi; agar faqat texnik mahorat bilan bog'lansa, uning kommunikativ, etik va hamkorlik tomonlari chetda qoladi [8].

Zhao va hammualliflar 2015–2021 yillarda oliy ta'limdagi raqamli kompetentlik bo'yicha tadqiqotlarni sistematik ko'rib chiqib, ko'pchilik ishlarda ishtirokchilarning o'z kompetensiyasini baholashi va uning darajasini aniqlashga urg'u berilganini, baholashda ko'pincha DigCompdan kelib chiqqan o'lchamlar qo'llanilishini hamda ko'plab talaba va o'qituvchilarning raqamli kompetentligi asosiy yoki o'rtacha darajada qolayotganini ko'rsatadi [9]. Bu natija biz uchun ikki jihatdan muhim. Birinchidan, raqamli kompetentlikka doir mavjud tadqiqotlar mazmunni ancha yaxshi tavsiflasa-da, uni kasbiy ish faoliyati vazifalari bilan bog'lovchi me'yoriy modelga ehtiyoj saqlanib qolmoqda. Ikkinchidan, o'zini o'zi baholash natijalari bilan real ish faoliyatidagi raqamli mahsuldorlik doimo bir xil bo'lavermaydi. Demak, muhandis-dasturchilar tayyorgarligida baholash modeli ham ko'nikma, ham amaliy natija, ham muammoli vaziyatda qaror qabul qilishni o'lchashi kerak [9].

1-jadval.

Mavzuga doir asosiy manbalar va ularning ilmiy hissasi

Manba	Yo'nalishi	Asosiy g'oya	Mazkur maqola uchun ahamiyati
O'zbekiston Respublikasi PF-5847 [1]	Milliy ta'lim siyosati	Oliy ta'limga raqamli texnologiyalarni joriy etish, raqamli iqtisodiyot uchun muhandis-texnik kadrlar tayyorlash	Mavzuning milliy dolzarbligini belgilaydi
O'zbekiston Respublikasi PQ-4851 [2]	IT-kadrlar siyosati	IT ta'limi va ilmiy tadqiqotlarni IT-industriya bilan integratsiya qilish zarur	Kasbiy tayyorgarlikni bozor va sanoat bilan bog'laydi
Vuorikari, Kluzer, Punie [3]	Raqamli kompetensiya ramkasi	DigComp 2.2 raqamli kompetentlikni 5 yo'nalishda tavsiflaydi	Asosiy umumiy nazariy karkas
ACM, IEEE-CS SE2014 [4]	Dasturiy injiniring ta'limi	Talablar, dizayn, testlash, sifat, xavfsizlik, professional amaliyot yadro sohalar sifatida beriladi	Raqamli kompetentlikni kasbiy mazmun bilan to'ldiradi
ACM/IEEE CC2020 [5]	Kompetensiyaga asoslangan kompyuter ta'limi	Kompetensiya bilim + ko'nikma + dispozitsiya + kontekst birligidir	Integrallashgan kompetensiya modelini asoslaydi
Assyne va boshq. [6]	Sistematik mapping	49 ta muhim dasturiy injiniring kompetensiyasi aniqlangan	Kasbiy ko'nikmalar tarkibini kengaytiradi
Borges va	Sistematik sharh	Kelajak dasturiy injinerlari	Ta'lim

boshq. [7]		uchun hard va soft skillsni birgalikda rivojlantirish zarur	mexanizmlarini tanlashga yordam beradi
Spante va boshq. [8]	Oliy ta'limdagi konseptual sharh	Digital competence va digital literacy turlicha talqin qilinadi	Tushuncha chegaralarini aniqlashtiradi
Zhao va boshq. [9]	Sistematik sharh	Oliy ta'limda DigCompga tayanilgan baholashlar ustun, ko'pchilik tadqiqotlar o'zini o'zi baholashga asoslangan	Baholash modelining zaif va kuchli tomonlarini ko'rsatadi
Heuling, Wild, Vest [10]	Muhandislik talabalari bo'yicha empirik tadqiqot	Yuqori kompetentlik ICTdan faol foydalanish bilan bog'liq, ta'lim dasturlarida integratsiya yetarli emas	Muhandis-dasturchilar uchun amaliy xulosalar beradi

1-jadvaldan ko'rinadiki, mavzu bo'yicha manbalar uch qatlamda to'planadi: milliy normativ-huquqiy asos, umumiy raqamli kompetentlik ramkalari va muhandislik-dasturiy injiniringga xos kasbiy kompetensiyalar. Demak, muhandis-dasturchilar tayyorgarligida raqamli kompetentlikni tadqiq qilish uchun faqat bir guruh manbalar yetarli emas; siyosiy, pedagogik va kasbiy-texnologik manbalarni birlashtirgan integrativ yondashuv zarur [1], [2], [3], [4], [5].

TADQIQOT METODOLOGIYASI VA EMPIRIK TAHLIL

Muhandis-dasturchi kasbiy tayyorgarligida raqamli kompetentlikning o'rni bir necha darajada namoyon bo'ladi. Birinchi daraja tayanch kasbiy faoliyat darajasi bo'lib, bunda talaba kod muharriri, versiya nazorati, bulutli platforma, ma'lumotlar bazasi, testlash muhiti, debugging vositalari, konteynerlash, uzluksiz integratsiya va texnik hujjatlashtirish tizimlari bilan ishlashni o'rganadi. Bu ko'nikmalarni alohida texnik operatsiyalar deb qarash mumkin, lekin ular amalda raqamli kompetentlikning kasbiy yadrosini tashkil etadi. SE2014 talablari bo'yicha dasturiy injiniring ta'limida requirements, design, verification and validation, software quality, security va professional practice kesishuvchi bilim sohalari sifatida ajratilgan [4]. Bu esa shuni anglatadiki, muhandis-dasturchi tayyorlashda raqamli kompetentlik kod yozishdan oldin muammoni to'g'ri tushunish, koddan keyin esa mahsulot sifatini tekshirish va xavfsizligini ta'minlash qobiliyati bilan birgalikda shakllanadi [4].

Ikkinchi daraja kommunikativ-professional daraja bo'lib, unda raqamli kompetentlik jamoada ishlash, masofaviy hamkorlik, issue-tracking, code review, texnik topshiriqni muhokama qilish, mijoz talabi va foydalanuvchi ehtiyojini raqamli vositalar yordamida tahlil qilish bilan bog'lanadi. CC2020 kompetensiyani nafaqat bilim va ko'nikmalar, balki dispozitsiyalar va vazifa konteksti bilan birga ko'radi [5]. Ya'ni dasturchi uchun "biladi" degan gap yetarli emas, u "qanday vaziyatda", "qaysi jamoa bilan", "qaysi standart asosida", "qaysi etik chegaralarda" ishlay olishini ko'rsatishi kerak. Assyn va hammualliflar to'plagan 49 muhim kompetensiya orasida ham texnik bilan bir qatorda kommunikativ, koordinatsion va adaptiv elementlarning ahamiyati qayd etiladi [6]. Demak, muhandis-dasturchilar tayyorgarligida raqamli kompetentlik kasbiy ijtimoiylashuvning ham markaziy shartiga aylanadi. Yakka dasturchi davri romantik xotira sifatida qolayotgan bo'lishi mumkin, zamonaviy mahsulot esa ko'pincha tarmoqlangan jamoaviy mehnat natijasidir.

Uchinchi daraja innovatsion-refleksiv daraja bo'lib, bunda talaba yangi texnologiyani mustaqil o'zlashtirish, noma'lum muhitda yechim topish, AI vositalarini tanqidiy va etik qo'llash, ma'lumotlar maxfiyligini saqlash, texnik qarorlarning ijtimoiy oqibatlarini tushunish kabi qobiliyatlarni rivojlantiradi. DigComp 2.2 ham raqamli kompetentlikni faqat amaliy

instrumentallik bilan emas, balki tanqidiylik, xavfsizlik va ijodkorlik bilan bog'laydi [3].

NATIJALAR

Muhandis-dasturchilar uchun raqamli kompetentlik tuzilmasini ikki yirik qatlamga ajratish maqsadga muvofiq. Birinchi qatlam umumiy raqamli faoliyat kompetensiyalaridan iborat bo'lib, DigComp 2.2dagi besh yo'nalish shu yerda tayanch vazifa bajaradi: ma'lumot va axborot savodxonligi, kommunikatsiya va hamkorlik, raqamli kontent yaratish, xavfsizlik, muammolarni hal etish [3].

Ikkinchi qatlam kasbiy-spetsifik kompetensiyalar qatlamidir. Bu qatlamga talablarni aniqlash, arxitektura va dizayn tafakkuri, algoritmik modellash, versiya nazorati, testlash strategiyalari, sifat va xavfsizlik madaniyati, texnik qarorlarni hujjatlashtirish, jamoaviy ishlab chiqish, foydalanuvchi ehtiyojini tahlil qilish, release planning, impact analysis, risk analysis, data ethics va uzluksiz o'rganish kiradi [4], [5]. SE2014da requirements sifati, traceability, elicitation techniques, specification and documentation, verification and validation, configuration management, automated testing, continuous integration, software quality concepts and culture singari birliklarning alohida ajratilgani bejiz emas [4]. Bularning barchasi raqamli kompetentlikni kasbiy natijaga aylantiruvchi ko'priklarni bajaradi. Ya'ni haqiqiy raqamli kompetentlik nafaqat kompyuterni tushunadi, balki uni muhandislik intizomi va javobgarlik bilan boshqaradi [4], [5].

Shu asosda muhandis-dasturchilar uchun raqamli kompetentlikni quyidagi integrallashgan tuzilma orqali ifodalash mumkin: axborot-data bloki, ishlab chiqish va kontent yaratish bloki, kommunikativ-kollaborativ blok, xavfsizlik-etik blok, muammoni hal etish va innovatsiya bloki, kasbiy refleksiya va uzluksiz rivojlanish bloki. Bu bloklar o'zaro alohida emas, balki kesishuvchi munosabatda ishlaydi. Masalan, yaxshi kod yozish ko'nikmasi testlash va xavfsizlik bilan, testlash sifat madaniyati bilan, sifat esa hujjatlashtirish va jamoaviy muloqot bilan bog'langan. CC2020dagi competence in context yondashuvi aynan shu integrallikni asoslaydi [5]. Shu bois darsliklarda komponentlarni alohida bobga bo'lib berish qulay bo'lsa-da, ta'lim dizaynida ularni sun'iy ajratib qo'yish xato bo'ladi. Dasturchi real hayotda "endi men xavfsizlik moduli bilan shug'ullanyapman, keyin etikaga o'taman" deb ishlamaydi; vazifalar odatda bir vaqtning o'zida bir nechta kompetensiyani chaqiradi [5], [6].

2-jadval.

Muhandis-dasturchilar uchun raqamli kompetentlikning integrallashgan tuzilmasi

Komponent	Mazmuni	Asosiy indikatorlar	Shakllantirish vositalari	Baholash ko'rsatkichlari
Axborot va ma'lumotlar bilan ishlash	Ma'lumotni izlash, saralash, verifikatsiya qilish, strukturaga solish, data-oriented qaror qabul qilish	Ma'lumot manbasini tanlash, ishonchlilikni baholash, data model bilan ishlash, analytics vositalaridan foydalanish	Data-driven topshiriqlar, dataset asosida mini-loyihalar, code+data tahlili	Manba sifati, data interpretation, hujjatlashtirish, yechimning asoslanganligi
Raqamli kontent va dasturiy mahsulot yaratish	Kod, skript, UI komponent, API, texnik hujjat, test, prototip yaratish	Git workflow, clean code, modular design, documentation, prototyping	Project-based learning, hackathon, laboratoriya mashg'ulotlari, sprintlar	Ishlovchi prototip, kod sifati, reusability, commit tarixining mantiqi
Kommunikatsiya	Jamoaviy ishlab	Pull request,	Agile amaliyoti,	Hamkorlik sifati,

va hamkorlik	chiqish, code review, issue-tracking, masofaviy hamkorlik, stakeholder bilan aloqa	review comment, meeting note, task taqsimoti, texnik muloqot	jamoaviy kurs loyihalari, peer-review, scrum simulyatsiyasi	feedbackdan foydalanish, konfliksiz muvofiqlashtirish
Xavfsizlik va etik mas'uliyat	Kiberxavfsizlik, maxfiylik, litsenziyalash, intellektual mulk, AI va data etikasi	Secure coding, access control, privacy awareness, licenziya madaniyati, plagiarism-free engineering	Secure coding laboratoriyalari, case-study, etik dilemmalar tahlili	Xavfsizlikka oid xatolar soni, xavf tahlili, etik qarorning asoslanganligi
Muammoni hal etish va innovatsiya	Murakkab vazifani tahlil qilish, yechim variantlarini tanlash, debugging, optimization	Algoritmik yondashuv, troubleshooting, root-cause analysis, tool selection	Muammoli topshiriqlar, debugging session, contest, research-based mini-project	Muammoni aniqlik bilan qo'yish, yechim samaradorligi, optimallik
Sifat va testlash madaniyati	Verifikatsiya, validatsiya, regression, integration testing, quality assurance	Test case yaratish, CI/CD integratsiyasi, bug report, QA madaniyati	Test-driven learning, CI pipeline bilan ishlash, automated testing	Test qamrovi, bug sifati, release barqarorligi
Kasbiy refleksiya va uzluksiz rivojlanish	Yangi texnologiyani o'zlashtirish, mustaqil o'qish, portfolio yuritish, o'z faoliyatini tahlil qilish	Self-learning plan, portfolio, technical blog, changelog, peer reflection	Flipped classroom, mustaqil learning track, mentorlik, reflektiv jurnal	O'sish dinamikasi, yangi texnologiyani egallash tezligi, portfolio mazmuni

2-jadval shuni ko'rsatadiki, muhandis-dasturchi uchun raqamli kompetentlik faqat "bilimlar ro'yxati" emas, balki kasbiy vazifa bilan sinovdan o'tadigan ko'p qatlamli tizimdir. Jadvaldagi komponentlar DigCompning umumiy besh yo'nalishini SE2014 va CC2020dagi kasbiy mazmun bilan birlashtirish natijasida ishlab chiqildi. Bunda ayniqsa sifat va testlash madaniyati hamda kasbiy refleksiya alohida blok sifatida ajratildi, chunki dasturiy mahsulot ishlab chiqishda aynan shu ikki qatlam ko'p hollarda ko'rinmaydigan, biroq sifatni belgilovchi omil bo'lib chiqadi [3], [4], [5].

XULOSA VA MUNOZARA

Muhandis-dasturchilar kasbiy tayyorgarligida raqamli kompetentlikning o'rni strategik va tizimli xarakterga ega. U faqat instrumental savodxonlik, dasturdan foydalanish yoki dasturlash tilini bilish darajasida talqin qilinsa, zamonaviy kasbiy faoliyatning talablariga javob bermaydi. Tahlil qilingan manbalar shuni ko'rsatadiki, raqamli kompetentlik umumiy raqamli savodxonlik, kasbiy dasturiy injiniring ko'nikmalari, kommunikativ hamkorlik, xavfsizlik va etik mas'uliyat,

muammoni hal etish, sifat madaniyati hamda uzluksiz o'rganish komponentlarining integrallashgan birligidan iborat. Aynan shu birikma muhandis-dasturchini texnologiyadan foydalanuvchi emas, texnologik muhitni ongli loyihalovchi va boshqaruvchi mutaxassisga aylantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti. O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida: PF-5847-son Farmon, 2019-yil 8-oktabr.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti. Axborot texnologiyalari sohasida ta'lim tizimini yanada takomillashtirish, ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish va ularni IT-industriya bilan integratsiya qilish chora-tadbirlari to'g'risida: PQ-4851-son Qaror, 2020-yil 6-oktabr.
3. Vuorikari R., Kluzer S., Punie Y. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. 278 p.
4. ACM, IEEE Computer Society. Software Engineering 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. New York; Los Alamitos: ACM; IEEE CS, 2015. 134 p.
5. ACM, IEEE Computer Society. Computing Curricula 2020: Paradigms for Global Computing Education. New York; Los Alamitos: ACM; IEEE CS, 2020. 203 p.
6. Assyne N., Amyot D., Mussbacher G., Ghanavati S. The state of research on software engineering competencies: A systematic mapping study // Journal of Systems and Software. 2022. Vol. 191. Art. 111344.
7. Borges G. G., de Souza M. R., Reis R. Q., Isotani S. Skills development for software engineers: Systematic literature review // Information and Software Technology. 2024. Vol. 168. Art. 107409.
8. Spante M., Sofkova Hashemi S., Lundin M., Algers A. Digital competence and digital literacy in higher education research: Systematic review of concept use // Cogent Education. 2018. Vol. 5, No. 1. Art. 1519143.
9. Zhao Y., Pinto Llorente A. M., Sánchez Gómez M. C. Digital competence in higher education research: A systematic literature review // Computers & Education. 2021. Vol. 168. Art. 104212.
10. Heuling L. S., Wild S., Vest A. Digital Competences of Prospective Engineers and Science Teachers: A Latent Profile and Correspondence Analysis // International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology. 2021. Vol. 9, No. 4. P. 760–782.