RAQAMLI TA'LIM SHAROITIDA BO'LAJAK QURILISH MUHANDISLARINING INTELLEKTUAL-LOYIHALASH KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH (QURILISH JARAYONLARI TEXNOLOGIYASI FANI MISOLIDA)

Dotsent: **Akramova Damira G'ulamjanovna**
Stajyor-o'qituvchi**: Raxmonova Nazokat Umaraliyevna**
DOI:https://doi.org/10.5281/zenodo.22894577

Annotatsiya. Ushbu tezisda "Qurilish jarayonlari texnologiyasi" fanida bo'lajak qurilish muhandislarining intellektual-loyihalash kompetentligini rivojlantirish uchun qisqa siklli raqamli loyiha sprintlariga asoslangan metodik yondashuv taklif etiladi. Yondashuvning markazida talabani tayyor BIM modelini takrorlashga emas, balki qurilish vaziyatini dekodlash, ikki yoki undan ortiq texnologik variantni ishlab chiqish, ularni raqamli muhitda sinash va mezonlar asosida muhandislik qarorini dalillashga undash turadi. BIM, 4D-rejalashtirish, VR va digital twin vositalari kognitiv maqsadga xizmat qiladigan "tekshiruv muhiti" sifatida talqin qilinadi. Tezisda mikroloyiha topshiriqlari, qaror matritsasi, bosqichli skaffolding va raqamli dalillar paketi orqali baholashning yangilangan sxemasi asoslanadi.

Kalit so'zlar: raqamli ta'lim, qurilish muhandisligi, intellektual-loyihalash kompetentligi, BIM, 4D, loyiha sprinti, mikroloyiha, qaror matritsasi, raqamli dalil.

Аннотация. В тезисе предложен методический подход к развитию интеллектуально-проектировочной компетентности будущих инженеров-строителей в дисциплине «Технология строительных процессов» на основе коротких цифровых проектных спринтов. Студент не воспроизводит готовую BIM-модель, а декодирует производственную ситуацию, формирует несколько технологических вариантов, проверяет их в цифровой среде и аргументирует инженерный выбор по системе критериев. BIM, 4D-планирование, VR и digital twin рассматриваются как средства проверки проектных гипотез. Обоснованы микропроектные задания, матрица выбора, поэтапный скэффолдинг и оценивание по пакету цифровых доказательств.

Ключевые слова: цифровое образование, строительная инженерия, проектная компетентность, BIM, 4D, проектный спринт, микропроект, матрица решений, цифровые доказательства.

Abstract. This thesis proposes a short-cycle digital project-sprint method for developing the intellectual-design competence of future civil engineers within the course "Technology of Construction Processes". Instead of reproducing a ready-made BIM model, students decode a construction situation, generate alternative technological solutions, test them in a digital environment and justify an engineering choice through explicit criteria. BIM, 4D planning, virtual reality and digital-twin tools are treated as validation environments rather than isolated software skills. The approach combines micro-

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

project tasks, decision matrices, scaffolded support and assessment through a package of digital evidence.

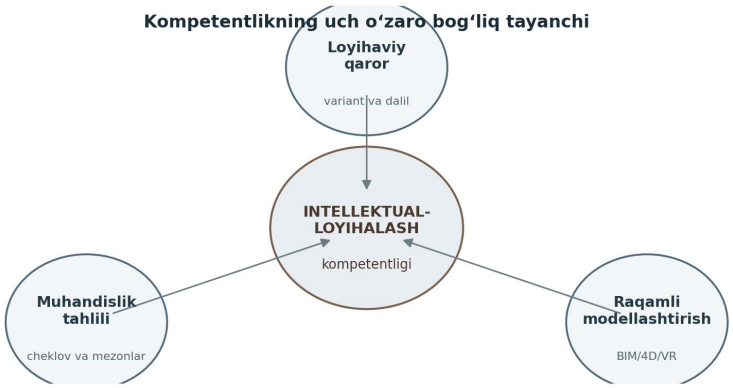
Keywords: digital education, civil engineering, intellectual-design competence, BIM, 4D, project sprint, micro-project, decision matrix, digital evidence.

KIRISH

Qurilish industriyasining raqamlashtirilishi muhandisdan nafaqat dasturiy vositani boshqarish, balki ma'lumotga tayangan holda tez va asosli loyiha qarorini ishlab chiqishni talab qilmoqda. BIM obyekt haqidagi geometrik va semantik axborotni birlashtiradi, 4D yondashuv vaqt omilini modelga bog'laydi, raqamli egizak esa real jarayon bilan virtual tasvir o'rtasida ma'lumot aloqasini yaratadi (1, 2, 9). Shu sababli raqamli ta'limning samaradorligi "qancha dastur o'rgatildi?" savoli bilan emas, balki talaba murakkab qurilish vaziyatida muammoni qanday tahlil qilishi, alternativalarni qanday ishlab chiqishi va tanlagan yechimini qanday dalillashi bilan o'lchanishi lozim.

BIM ta'limi bo'yicha tizimli tadqiqotlar raqamli vositani alohida, qisqa kurs sifatida berish ko'pincha kasbiy integratsiyani cheklashini ko'rsatadi; eng samarali holatda BIM mazmuni muhandislik masalasi, loyiha topshirig'i va jamoaviy faoliyat bilan bog'lanadi (3, 4). Qurilish ta'limidagi loyiha asosidagi yondashuvlar ham talabaning o'zaro bog'langan texnik, tashkiliy va kommunikativ qarorlarni bir vazifada bajarishini qo'llab-quvvatlaydi (4, 5, 6). Biroq raqamli vositalar ko'paygani sari kognitiv vazifaning yo'qolib, mashg'ulotning "dastur operatsiyalarini takrorlash"ga aylanish xavfi ham oshadi. UNESCO texnologiyani pedagogik maqsadga bo'ysundirish zarurligini alohida qayd etadi (1).

Shu nuqtai nazardan tezisning maqsadi — "Qurilish jarayonlari texnologiyasi" fanida intellektual-loyihalash kompetentligini rivojlantiruvchi, avvalgi yirik semestr loyihalaridan farqli ravishda 60–120 daqiqalik mikroloyihalar va qisqa raqamli sprintlar tizimiga asoslangan metodik mexanizmni taklif etishdir. Bunda kompetentlik uch tayanchning birligida talqin qilinadi: muhandislik tahlili, raqamli modellashtirish va loyihaviy qarorni dalillash. Mazkur uchlikdan bittasi ajralib qolsa, talaba yoki nazariy tahlilni raqamli tekshiruvsiz, yoki dasturiy modelni muhandislik mantiqisiz bajarib qoladi.



1-rasm. Intellektual-loyihalash kompetentligining uch tayanchi

ASOSIY QISM

Taklif etilayotgan metodikaning asosiy birligi — "raqamli loyiha sprinti". U bir mavzuni to'liq o'zlashtirishdan ko'ra, bitta muhandislik qarorini qisqa vaqt ichida ishlab chiqish va tekshirishga qaratiladi. Masalan, "beton ishlarini tashkil etish" mavzusida talabalarga bir xil konstruktiv hajm, ammo

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

turli cheklovlar: ish maydoni torligi, qishki sharoit, beton yetkazib berish intervali yoki kran bandligi beriladi. Har bir guruh kamida ikkita texnologik variantni taklif qiladi, soddalashtirilgan BIM/4D modelda ketma-ketlikni ko‘rsatadi, vaqt–resurs–xavfsizlik mezonlari bo‘yicha qaror matritsasini to‘ldiradi va 3–5 daqiqalik himoyada tanlovini asoslaydi. Bunday topshiriq tayyor algoritmni ko‘chirishdan ko‘ra, “bir sharoit — bir nechta mumkin bo‘lgan yechim” mantig‘ini shakllantiradi (4, 6).

Metodika birinchi kursdagi raqamli tayyorgarlik darajalari turlicha bo‘lishini ham hisobga oladi. BIM kurslarida talabalarning boshlang‘ich tajribasi, dasturga ishonchi va o‘zlashtirish tezligi sezilarli farq qilishi mumkin; so‘nggi tadqiqotlar adaptiv va scaffolded o‘qitishning aynan shunday heterogen guruhlar uchun muhimligini ko‘rsatmoqda (11, 14). Shuning uchun bir xil yakuniy vazifa uchun uch darajadagi tayanch material beriladi: A-daraja — tayyor shablon va ko‘rsatma; B-daraja — qisman tayyor model va nazorat savollari; C-daraja — faqat texnik topshiriq va mezonlar. Talaba keyingi sprintlarda asta-sekin yuqori mustaqillik darajasiga o‘tadi. Bu usul kuchli talabani ortiqcha cheklamaydi, boshlang‘ich raqamli ko‘nikmasi past talabani esa dasturiy qiyinchilik sabab muhandislik mazmunidan uzilib qolishdan himoya qiladi.

1-jadval. “Raqamli loyiha sprinti”ning amaliy tarkibi

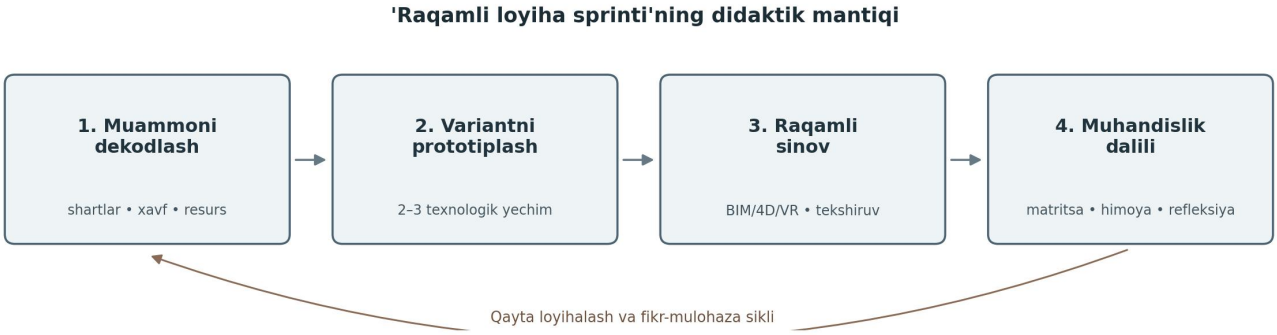
Bosqich	Talaba harakati	Raqamli vosita	Yakuniy dalil	Baholash savoli
1. Dekodlash	Shartlar, cheklov va xavflarni ajratadi	CDE/PDF/BIM ko‘rish	Cheklovlar kartasi	Muammo to‘g‘ri qo‘yildimi?
2. Prototiplash	2–3 texnologik variant tuzadi	BIM yoki sxematik 3D	Variantlar eskizi	Haqiqiy alternativa bormi?
3. Sinov	Ketma-ketlik va resursni tekshiradi	4D/VR/raqamli egizak	Sinov skrinshoti yoki video	Model qarorni tekshirdimi?
4. Dalillash	Mezonlar bilan tanlaydi va himoya qiladi	Qaror matritsasi/e-portfolio	200 so‘zlik asos + himoya	Nega aynan shu yechim?

Baholashda “chiroyli model” emas, raqamli dalilning qaror bilan aloqasi ustun qo‘yiladi. Har bir sprint yakunida talaba besh elementdan iborat qisqa paket topshiradi: cheklovlar kartasi, variantlar tasviri, raqamli sinov izlari, qaror matritsasi va qisqa refleksiya. Bu yondashuv loyiha jarayonining ko‘rinmaydigan fikrlash qismini ham tekshirishga imkon beradi. BIMga asoslangan capstone, team-based va loyiha asosidagi ta’lim tadqiqotlarida natijani faqat fayl bilan emas, hamkorlik, fikr-mulohaza va qaror jarayoni bilan baholashning foydasi ko‘rsatilgan (5, 6). 4D-BIM va VR tajribalari esa vaqt ketma-ketligi va fazoviy jarayonlarni xavfsiz virtual muhitda ko‘rib chiqish imkonini beradi (8, 10).

Raqamli sprintlar “Qurilish jarayonlari texnologiyasi”ning turli mavzulariga ketma-ket joylashtirilishi mumkin: yer ishlarida mashina komplekti va zaboy sxemasi; beton ishlarida qolip–armatura–beton ketma-ketligi; montajda kran joylashuvi va montaj zonasi; pardozlashda brigadalar oqimi; yakuniy modulda esa bir nechta jarayonni bog‘lovchi 4D fragment. Har bir sprintda bir xil muhandislik mantiqi takrorlanadi, lekin mazmuniy kontekst o‘zgaradi. Natijada talaba dastur buyruqlarini emas, qaror algoritmini transfer qilishni o‘rganadi. VR va mixed reality bo‘yicha

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

tadqiqotlar qurilish jarayonini fazoviy idrok etish va real obyektga yaqin vaziyatda muhokama qilish imkonini kengaytirishini ko'rsatadi (7, 8). Digital twin esa keyingi bosqichda talabaning statik modeldan real vaqt ma'lumotiga tayangan tahlilga o'tishi uchun istiqbolli vosita hisoblanadi (9, 15).



2-rasm. Qisqa siklli "raqamli loyiha sprinti" modeli

Metodikaning yana bir farqli jihati — raqamli vositani murakkablik darajasiga qarab emas, didaktik vazifaga qarab tanlashdir. Masalan, 4D model talaba uchun vaqt–ketma-ketlik muammosini ochib bermasa, oddiy vaqt diagrammasi yetarli bo'lishi mumkin; VR esa faqat fazoviy xavfsizlik yoki montaj kirish imkoniyatini tushuntirishda qo'llanadi. 2026-yilgi qurilish ta'limi bo'yicha tizimli tahlil raqamli texnologiyalar ko'pincha vizuallashtirish va protsedurani qo'llab-quvvatlashini, yuqori darajali mulohaza va hukm chiqarishga esa har doim ham bog'lanmasligini ko'rsatadi (12). Shuning uchun texnologiya tanlash mezoni: "bu vosita talabaning qaysi fikrlash operatsiyasini kuchaytiradi?" degan savol bo'lishi kerak. Computational thinkingni VR bilan bog'lovchi yangi tadqiqotlar ham immersiv muhit faqat tomosha uchun emas, iterativ muammo yechish sikliga ulanilgandagina ta'limiy qiymati ortishini ko'rsatadi (13).

XULOSA

Raqamli ta'lim sharoitida intellektual-loyihalash kompetentligini rivojlantirish uchun "Qurilish jarayonlari texnologiyasi" fanini dasturiy ko'nikmalar ketma-ketligi sifatida emas, muhandislik qarorlari zanjiri sifatida tashkil etish maqsadga muvofiq. Taklif etilgan qisqa siklli loyiha sprinti talabaning bir vaziyatni tahlil qilish, bir nechta variant yaratish, raqamli sinov orqali ularni tekshirish va mezonli tanlovni dalillash faoliyatlarini bitta ixcham didaktik birlikda birlashtiradi. Bunday format yirik semestr loyihasidagi "yakuniy mahsulot"ga qaramlikni kamaytirib, o'qituvchiga fikrlash jarayonini muntazam kuzatish va korreksiya qilish imkonini beradi.

Metodikaning amaliy samarasi raqamli vositaning o'zidan emas, topshiriqning ochiqligi, alternativalar majburiyligi, qaror mezonlarining shaffofligi va baholashda raqamli dalillar paketidan foydalanishdan kelib chiqadi. Keyingi tadqiqotda ushbu sprintlarni 8–10 haftalik o'quv modulida sinab ko'rish, talabalarning boshlang'ich raqamli tayyorgarligiga ko'ra adaptiv yo'llarni taqqoslash hamda loyiha qarorlarining sifati, transfer va refleksiya ko'rsatkichlarini eksperimental baholash maqsadga muvofiq.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (APA 7)

1. UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? UNESCO.
2. Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, 18(3), 357–375. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003
3. Abdirad, H., & Dossick, C. S. (2016). BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: A systematic review. Journal of Information Technology in Construction, 21, 250–271.
4. Jin, R., Yang, T., Piroozfar, P., Kang, B.-G., Wanatowski, D., Hancock, C. M., & Tang, L. (2018). Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM. Engineering, Construction and Architectural Management, 25(10), 1376–1397. https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2017-0119
5. Zhang, J., Zhang, Z., Philbin, S. P., Huijser, H., Wang, Q., & Jin, R. (2022). Toward next-generation engineering education: A case study of an engineering capstone project based on BIM technology in MEP systems. Computer Applications in Engineering Education, 30(1), 146–162. https://doi.org/10.1002/cae.22448
6. Ma, J., & Tao, Y. (2023). Learning outcomes of civil engineering students in PBL based on building information modeling. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 18(7), 89–102. https://doi.org/10.3991/ijet.v18i07.38701
7. Vasilevski, N., & Birt, J. (2020). Analysing construction student experiences of mobile mixed reality enhanced learning in virtual and augmented reality environments. Research in Learning Technology, 28. https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2329
8. Elgewely, M. H., Nadim, W., ElKassed, A., Yehiah, M., Talaat, M. A., & Abdennadher, S. (2021). Immersive construction detailing education: Building information modeling (BIM)-based virtual reality (VR). Open House International, 46(3), 359–375. https://doi.org/10.1108/OHI-02-2021-0032
9. Dai, R., & Brell-Çokcan, S. (2022). Digital twins as education support in construction: A first development framework based on the Reference Construction Site Aachen West. Construction Robotics, 6, 75–83. https://doi.org/10.1007/s41693-022-00070-7
10. Abouelkhier, N., Shafiq, M. T., Rauf, A., & Alsheikh, N. (2024). Enhancing construction management education through 4D BIM and VR: Insights and recommendations. Buildings, 14(10), 3116. https://doi.org/10.3390/buildings14103116
11. Ahankoob, A., Abbasnejad, B., & Aranda-Mena, G. (2025). Building Information Modelling (BIM) acceptance and learning experiences in undergraduate construction education: A Technology Acceptance Model (TAM) perspective—An Australian case study. Buildings, 15(11), 1804. https://doi.org/10.3390/buildings15111804
12. Hou, X., Wang, Y., Xiao, B., Liu, H., & Mueller, S. T. (2026). Instructional applications and pedagogical alignment of digital technologies in construction education: A structured review. Advanced Engineering Informatics, 74, 104647.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

13. Hussain, R. (2026). Integrating computational thinking into immersive construction education: A framework for VR-based learning. Computer Applications in Engineering Education. https://doi.org/10.1002/cae.70198
14. Park, J., & Moon, S. (2026). Implementing adaptive instructional strategies for inclusive BIM education: Graduate-level case study. Journal of Civil Engineering Education, 152(4), 05026018. https://doi.org/10.1061/JCEECD.EIENG-2394
15. Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., & Rezgui, Y. (2020). Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research. Automation in Construction, 114, 103179. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103179

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.