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.22903298

Annotatsiya. Tezisda "Qurilish jarayonlari texnologiyasi" fanini raqamli diagnostik keýslar asosida o'qitish orqali bo'lajak qurilish muhandislarining intellektual-loyihalash kompetentligini rivojlantirish metodikasi taklif qilinadi. Yondashuvning o'ziga xosligi shundaki, talaba tayyor namunani takrorlamaydi va loyihani "nol"dan yaratish bilan cheklanmaydi; unga oldindan muhandislik nomuvofiqliklari kiritilgan BIM/4D model, texnologik xarita yoki qurilish maydoni ssenariysi beriladi. Talaba xatoni aniqlaydi, uning sabab-oqibat zanjirini izohlaydi, raqamli muhitda "what-if" sinovini bajaradi, modelni qayta loyihalaydi va qarorini dalillar bilan himoya qiladi. Metodikada "xatolik pasporti", qarorlar izi, ekspert rollari va mezonli baholash vositalari asoslangan.

Kalit so'zlar: raqamli ta'lim, qurilish jarayonlari texnologiyasi, intellektual-loyihalash kompetentligi, diagnostik keýs, BIM, 4D model, muhandislik xatosi, qayta loyihalash, sabab-oqibat tahlili.

Аннотация. В тезисе предложена методика развития интеллектуально-проектировочной компетентности будущих инженеров-строителей посредством цифровых диагностических кейсов в дисциплине «Технология строительных процессов». Студент получает BIM/4D-модель, технологическую карту или сценарий строительной площадки со специально заложенными инженерными несоответствиями. Учебная деятельность строится не вокруг воспроизведения готового образца, а вокруг обнаружения дефекта, объяснения причинно-следственных связей, проведения цифрового "what-if" эксперимента, корректирующего перепроектирования и доказательной защиты решения. Предлагаются паспорт ошибки, цифровой след решения, экспертные роли и критериальная схема оценивания.

Ключевые слова: цифровое образование, технология строительных процессов, проектировочная компетентность, диагностический кейс, BIM, 4D, инженерная ошибка, перепроектирование, причинный анализ.

Abstract. This thesis proposes a digital diagnostic-case methodology for developing the intellectual-design competence of future civil engineers in the course "Technology of Construction Processes". Instead of reproducing a reference solution, students receive a BIM/4D model, process map, or construction-site scenario containing deliberately embedded engineering inconsistencies. They must localize the defect, explain its causal mechanism, run a digital "what-if" test, redesign the solution, and defend the correction with traceable evidence. The method combines an error passport, a decision trace,

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

rotating expert roles, and criterion-based assessment. The approach shifts digital learning from software operation toward engineering diagnosis and evidence-based redesign.

Keywords: digital education, construction process technology, intellectual-design competence, diagnostic case, BIM, 4D, engineering error, redesign, causal reasoning.

KIRISH

Qurilishning raqamlashtirilishi loyihalash va ishlab chiqarish qarorlarini tobora ko‘proq ma’lumotga tayangan holda qabul qilishni talab etmoqda. BIM obyekt geometriyasi, atributlari va jarayon ma’lumotlarini yagona raqamli modelda bog‘lash imkonini beradi; shu sababli zamonaviy muhandis uchun dastur buyruqlarini bilishning o‘zi yetarli emas, u modeldagi ma’lumotni tekshirishi, qarama-qarshiliklarni topishi va yechimning oqibatini oldindan baholashi zarur (1, 2). Xalqaro tadqiqotlarda BIMni qurilish muhandisligi ta’limiga alohida dasturiy kurs sifatida emas, muhandislik masalalari, hamkorlik va muammo yechish faoliyati bilan integratsiyalash zarurligi qayd etiladi (3–5).

Biroq o‘quv topshiriqlarining katta qismi ideal boshlang‘ich ma’lumotga ega: talaba toza model, tayyor chizma yoki aniq algoritm asosida ishlaydi. Real qurilish amaliyotida esa muhandis ko‘pincha boshqa mutaxassis yaratgan, to‘liq bo‘lmagan yoki o‘zaro mos kelmaydigan axborot bilan ishlaydi. BIM jamoalaridagi muammolar faqat texnik emas, balki muloqot, talqin va kelishilgan qaror chiqarish bilan ham bog‘liq ekanligi ko‘rsatilgan (6, 7). Demak, intellektual-loyihalash kompetentligining muhim belgisi “to‘g‘ri model yaratish”dan tashqari “noto‘g‘ri yoki shubhali yechimni tanib olish va uni asosli ravishda qayta qurish” qobiliyatidir.

Mazkur tezisning maqsadi — “Qurilish jarayonlari texnologiyasi” fanida raqamli diagnostik keýslar orqali talabaning muhandislik xatosini aniqlash, sababini tushuntirish, oqibatni raqamli sinovda tekshirish va tuzatilgan yechimni dalillash faoliyatlarini birlashtiruvchi metodik modelni asoslashdir. Ushbu yondashuv avvalgi loyiha sprinti yoki tayyor modelni bosqichma-bosqich qurish formatidan tubdan farq qiladi: ta’lim birligi sifatida “yaratish” emas, “diagnostika va qayta loyihalash” olinadi.

ASOSIY QISM

Taklif etilayotgan metodikaning markaziy vositasi — raqamli diagnostik keýs. O‘qituvchi BIM/4D model, texnologik xarita, kalendar reja yoki virtual qurilish maydoniga bitta yoki bir nechta yashirin nomuvofiqlik kiritadi. Masalan, montaj kranining tanlangan turida yuk ko‘tarish qobiliyati strelaning real qulochida yetarli bo‘lmasligi; beton ishlarida qamrovlar ketma-ketligi qotish va parvarish muddatiga zid bo‘lishi; yer ishlarida ekskavator unumdorligi bilan avtotransport sikli mos kelmasligi; pardozlashda brigadalar bir vaqtning o‘zida bir ish zonasiga kiritilishi mumkin. Virtual muhitlar qurilish jarayonlarini xavfsiz sharoitda ko‘rish, takroriy sinash va xatolar oqibatini muhokama qilish uchun qulayligi bilan ahamiyatli (8–10).

Diagnostik keýs besh mazmuniy savol atrofida quriladi: “Nima noto‘g‘ri?”, “Nega noto‘g‘ri?”, “Qaysi oqibatni keltirib chiqaradi?”, “Qaysi parametr o‘zgarsa vaziyat tuzatiladi?” va “Tuzatishning to‘g‘riligini qanday dalil bilan ko‘rsatish mumkin?”. Shu savollar intellektual-loyihalash kompetentligini operatsion ko‘rinishga keltiradi. Talaba birinchi bosqichda modelni audit qiladi; ikkinchi bosqichda muammoni fazoviy, vaqt, resurs, xavfsizlik yoki texnologik toifaga ajratadi; uchinchi bosqichda sabab-oqibat xaritasini tuzadi; to‘rtinchi bosqichda kamida bitta qarama-qarshi “what-if” ssenariyni sinaydi; beshinchi bosqichda tuzatilgan model va qisqa muhandislik izohini taqdim etadi. Bu tartib BIM ta’limini

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

faqat vizuallashtirish bilan cheklamasdan, yuqori darajadagi tahlil va qaror faoliyatiga bog‘lashga xizmat qiladi (11, 12).

1-jadval. “Qurilish jarayonlari texnologiyasi” uchun diagnostik keýslar banki namunasi

Mavzu	**Keýsga ataylab kiritiladigan nomuvofiqlik**	**Talabaning raqamli tekshiruvi**	**Kutiladigan fikrlash mahsuloti**
Yer ishlari	Ekskavator va avtosamosval sikllari muvozanatsiz	Sikl va unumdorlikni qayta hisoblash	“Tor bo‘g‘in” sababi va resursni qayta taqsimlash
Beton ishlari	Qamrovlar ketma-ketligi texnologik tanaffusga zid	4D ketma-ketlikni o‘zgartirib solishtirish	Vaqt cheklovi va sifat oqibati bo‘yicha izoh
Montaj	Kran qulochi ortganda yuk ko‘tarish zaxirasi yo‘qoladi	Joylashuv va radius variantlarini tekshirish	Xavfsiz kran pozitsiyasi va tanlov dalili
Pardozlash	Ikki brigada bir ish zonasida to‘qnashadi	Zonalashtirish va oqim grafigini tuzatish	Ish fronti, ritm va navbatlilik bo‘yicha yechim
Xavfsizlik	Xavfli zona va vaqtinchalik yo‘lak kesishadi	3D/VR muhitida xavf hududini audit qilish	Xavfni mahalliylashtirish va profilaktik qayta rejalash

Har bir keýs uchun “xatolik pasporti” topshirig‘i beriladi. Unda (a) xatoning joyi yoki parametri; (b) aniqlashga asos bo‘lgan norma, hisob yoki model belgisi; (c) ehtimoliy oqibat; (d) tuzatish varianti; (e) tuzatishni tasdiqlovchi raqamli dalil qayd etiladi. Shu bilan talabaning fikrlash jarayoni yakuniy fayldan ajratib olinadi va baholashga ochiq bo‘ladi. BIMga asoslangan hamkorlik bo‘yicha tadqiqotlarda texnologik vosita bilan birga rol taqsimoti, professional muloqot va kelishilgan qarorlarning ham muhimligi ta’kidlangan (3, 6). Shu sababli auditoriyada uchta aylanuvchi rol tavsiya etiladi: “model egasi”, “texnolog-ekspert” va “raqamli auditor”. Keyingi keýsda rollar almashadi.

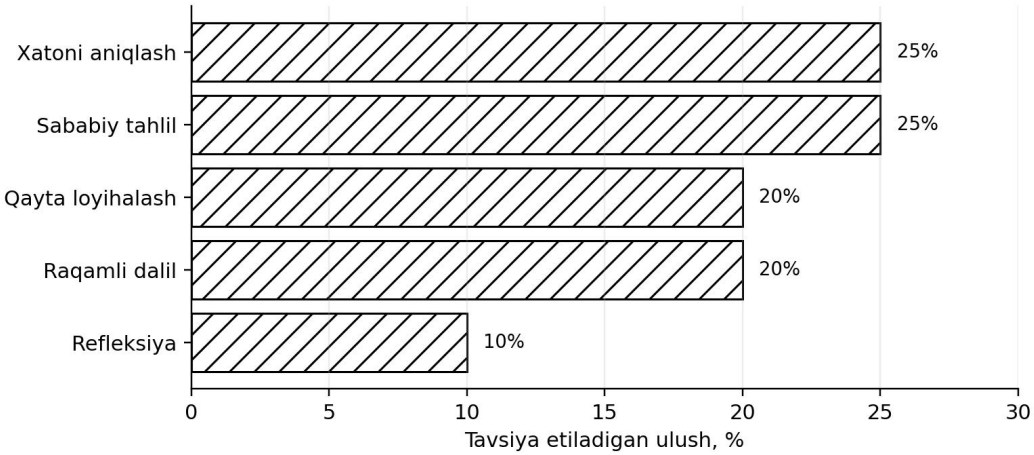


1-rasm. Diagnostika va qayta loyihalashga asoslangan raqamli o‘quv sikli

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

Muhim metodik shart — xatolarni "topish o'yini"ga aylantirib yubormaslikdir. O'qituvchi keysda xatolar sonini oldindan aytmaydi; talaba har bir shubhali holatni dalil bilan tasdiqlashi kerak. Noto'g'ri signal uchun ham izoh talab qilinadi. Bunday format kuzatuvchanlik, texnik shubha, sababiy fikrlash va qarorning tekshiriluvchanligini birgalikda rivojlantiradi. VR va interaktiv modellashtirishga oid tadqiqotlar talabaning fazoviy holatni tushunishi va xavf vaziyatini tajribaviy ko'rib chiqishini qo'llab-quvvatlaydi, biroq ta'lim natijasi texnologiyaning o'zidan emas, undan qanday pedagogik topshiriqda foydalanilishiga bog'liq (9, 10, 13–15).

Baholashda yakuniy "chiroyli model"ga emas, diagnostik fikrlash sifatiga ustuvorlik beriladi. Taklif etilayotgan mezonlar: xatoni to'g'ri mahalliylashtirish — 25%, sababiy tahlil — 25%, muhandislik jihatdan maqbul qayta loyihalash — 20%, raqamli dalilning ishonchliligi — 20%, refleksiya va xulosaning aniqligi — 10%. Bu ulushlar empirik natija emas, metodik baholash uchun tavsiya etiladigan normativ taqsimotdir. U talabaning faqat dasturdan foydalanish tezligini emas, qaror sifati va izohlanishini o'lchashga yo'naltiriladi.



2-rasm. Diagnostik keysлar uchun tavsiya etiladigan baholash tarkibi

Metodikani fan dasturiga qo'shish uchun alohida yangi modul yaratish shart emas. Har 2–3 nazariy mavzudan so'ng 20–40 daqiqalik diagnostik fragment berilishi mumkin: birinchi darslarda bitta ochiq xato va ko'rsatma bilan, keyinchalik bir nechta yashirin va o'zaro bog'liq xatolar bilan. Murakkablik xatolar soni orqali emas, ular o'rtasidagi sababiy bog'lanish orqali oshiriladi. Shunday qilib, talaba "qanday chizaman?" savolidan "qaysi qaror nima sababdan ishlamayapti va uni qanday tekshiraman?" savoliga o'tadi. BIM ta'limi bo'yicha xalqaro tajriba ham mazmunni real muhandislik vazifalari va kompetensiya darajalari bilan uzviy bog'lashni qo'llab-quvvatlaydi (4, 5, 11).

XULOSA

Raqamli ta'lim sharoitida bo'lajak qurilish muhandislarining intellektual-loyihalash kompetentligini rivojlantirishni faqat yangi dasturiy mahsulotlarni o'rgatish bilan tenglashtirish maqsadga muvofiq emas. "Qurilish jarayonlari texnologiyasi" fanida raqamli diagnostik keysлar qo'llanilganda talaba tayyor yechimni ko'chirish yoki ideal sharoitda model yaratish o'rniga, muhandislik axborotini tanqidiy tekshiradi, xatoni mahalliylashtiradi, sabab-oqibat bog'lanishini ochadi, raqamli tajriba orqali tuzatishni sinaydi va qarorini izohlaydi. Shu jihati bilan taklif etilgan metodika avvalgi loyiha-sprint yondashuvidan mazmunan va didaktik mexanizmi bo'yicha farq qiladi.

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

Metodikaning amaliy yadrosi diagnostik keýslar banki, "xatolik pasporti", qarorlar izi, aylanuvchi ekspert rollari va dalilga asoslangan baholashdan iborat. Keyingi tadqiqot bosqichida ushbu modelni tajriba guruhlarida qo'llab, xatoni aniqlash aniqligi, sababiy izoh sifati, qayta loyihalashning texnik asoslanganligi hamda bilimning yangi qurilish vaziyatiga transferini alohida mezonlar bo'yicha empirik tekshirish maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (APA 7)

1. Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers (3rd ed.). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119287568
2. Becerik-Gerber, B., Gerber, D. J., & Ku, K. (2011). The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: Integrating recent trends into the curricula. Journal of Information Technology in Construction, 16, 411–432.
3. Becerik-Gerber, B., Ku, K., & Jazizadeh, F. (2012). BIM-enabled virtual and collaborative construction engineering and management. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 138(3), 234–245. https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000098
4. Sacks, R., & Pikas, E. (2013). Building information modeling education for construction engineering and management. I: Industry requirements, state of the art, and gap analysis. Journal of Construction Engineering and Management, 139(11), 04013016. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000759
5. Pikas, E., Sacks, R., & Hazzan, O. (2013). Building information modeling education for construction engineering and management. II: Procedures and implementation case study. Journal of Construction Engineering and Management, 139(11), 05013002. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000765
6. Dossick, C. S., & Neff, G. (2011). Messy talk and clean technology: Communication, problem-solving and collaboration using Building Information Modelling. Engineering Project Organization Journal, 1(2), 83–93. https://doi.org/10.1080/21573727.2011.569929
7. Ku, K., & Mahabaleshwarkar, P. S. (2011). Building interactive modeling for construction education in virtual worlds. Journal of Information Technology in Construction, 16, 189–208.
8. Goedert, J., Cho, Y., Subramaniam, M., Guo, H., & Xiao, L. (2011). A framework for Virtual Interactive Construction Education (VICE). Automation in Construction, 20(1), 76–87. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.07.002
9. Sacks, R., Perlman, A., & Barak, R. (2013). Construction safety training using immersive virtual reality. Construction Management and Economics, 31(9), 1005–1017. https://doi.org/10.1080/01446193.2013.828844
10. Le, Q. T., Pedro, A., & Park, C. S. (2015). A social virtual reality based construction safety education system for experiential learning. Journal of Intelligent & Robotic Systems, 79(3–4), 487–506. https://doi.org/10.1007/s10846-014-0112-z
11. Chegu Badrinath, A., Chang, Y.-T., & Hsieh, S.-H. (2016). A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization. Visualization in Engineering, 4, Article 9. https://doi.org/10.1186/s40327-016-0038-6
12. Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and

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

research agenda. Computers & Education, 147, 103778. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

13. Bashabsheh, A. K., Alzoubi, H. H., & Ali, M. Z. (2019). The application of virtual reality technology in architectural pedagogy for building constructions. Alexandria Engineering Journal, 58(2), 713–723. https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.06.002
14. Park, C.-S., & Kim, H.-J. (2013). A framework for construction safety management and visualization system. Automation in Construction, 33, 95–103. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.09.012
15. Abulrub, A.-H. G., Attridge, A., & Williams, M. A. (2011). Virtual reality in engineering education: The future of creative learning. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 6(4), 4–11. https://doi.org/10.3991/ijet.v6i4.1766

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