

OLIJ TA'LIMDA SIMULYATSIYA ASOSIDAGI LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI TASHKIL ETISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ НА ОСНОВЕ СИМУЛЯЦИЙ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

PEDAGOGICAL POTENTIAL OF SIMULATION-BASED LABORATORY INSTRUCTION IN HIGHER EDUCATION

Atajanov Otajon Yuldoshevich

Buxoro davlat texnika universiteti mustaqil tadqiqotchisi

Annotatsiya. Maqolada oliy ta'limda simulyatsiya asosidagi laboratoriya mashg'ulotlarini loyihalash va tashkil etishning pedagogik, didaktik hamda tashkiliy imkoniyatlari tahlil qilinadi. Tadqiqot tizimli adabiyotlar tahlili va qiyosiy-pedagogik sintezga tayangan bo'lib, virtual laboratoriyalar, masofadan boshqariladigan laboratoriyalar va real amaliyotning funksional farqlari aniqlashtirilgan. Natijalar simulyatsiya samarasi texnologiyaning o'zidan ko'ra topshiriq ssenariysi, o'qituvchi fasilitatsiyasi, darhol qayta aloqa va real asbob-uskunalar bilan transferga bog'liqligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: *virtual laboratoriya, simulyatsion ta'lim, oliy ta'lim, STEM, gibridd laboratoriya, raqamli pedagogika, amaliy kompetensiya, reflektiv baholash.*

Аннотация. В статье анализируются педагогические, дидактические и организационные возможности проектирования лабораторных занятий на основе симуляций в высшем образовании. Исследование основано на системном обзоре литературы и сравнительно-педагогическом синтезе. Уточнены функциональные различия между виртуальными, удалёнными и физическими лабораториями. Обоснованы компоненты модели, критерии оценивания и условия её поэтапного внедрения в вузах Узбекистана.

Ключевые слова: *виртуальная лаборатория, симуляционное обучение, высшее образование, STEM, гибридная лаборатория, цифровая педагогика, практическая компетентность.*

Abstract. The article analyses the pedagogical, didactic and organisational potential of simulation-based laboratory instruction in higher education. The study uses a systematic literature review and comparative pedagogical synthesis to distinguish virtual, remote and physical laboratories. The findings indicate that learning effectiveness depends primarily on instructional scenario quality, teacher facilitation, immediate feedback and transfer to physical equipment rather than on technology alone.

Keywords: *virtual laboratory, simulation-based learning, higher education, STEM, hybrid laboratory, digital pedagogy, practical competence, reflective assessment.*

Kirish. Oliy ta'limda muhandislik va tabiiy-ilmiy fanlarni o'zlashtirish nazariy bilimni kuzatish, o'lchash, tajriba o'tkazish va natijani ilmiy izohlash bilan bog'lashni talab qiladi. Laboratoriya mashg'uloti aynan shu bog'lanishni ta'minlaydigan didaktik makon bo'lib, talabaning konseptual bilimini amaliy harakat, xavfsizlik madaniyati va dalillarga asoslangan xulosa bilan integratsiyalaydi.

Biroq fizik laboratoriyalar uskunalar narxi, sarflanadigan materiallar, servis, sanitariya va texnika xavfsizligi, guruh sig'imi hamda auditoriya vaqti bilan cheklanadi. Ayrim jarayonlar juda tez, sekin, mikroskopik yoki xavfli bo'lgani sababli ularni o'quv sharoitida bevosita kuzatish mushkul. Virtual simulyatsiyalar ko'rinmas mexanizmlarni vizuallashtirish, parametrlarni boshqarish, tajribani takrorlash va xatoni xavfsiz tahlil qilish imkonini beradi [1; 4]. Muammo simulyatsiyani real laboratoriyaning arzon nusxasi sifatida emas, balki maqsad, topshiriq, qayta aloqa va baholash bilan uyg'un pedagogik vosita sifatida loyihalash zaruratidadir.

Adabiyotlar tahlili. Virtual laboratoriya – obyekt, jarayon yoki uskunaning matematik va vizual modeliga asoslangan, foydalanuvchi parametrlarni o'zgartirib natijani kuzatadigan raqamli muhitdir. Masofaviy laboratoriyada esa talaba internet orqali boshqa joyda turgan haqiqiy uskunani boshqaradi; simulyatsiyada fizik obyekt emas, uning modeli ishlaydi [5; 6]. Ushbu farq o'quv natijasini talqin qilishda muhim: virtual muhit konseptual model va protsedurani mashq qildiradi, real muhit esa taktil, sensomotor va asbob bilan ishlash ko'nikmalarini rivojlantiradi.

PhET loyihasi simulyatsiyalarni ilmiy tushunchalarni ko'rinadigan qilish, tadqiqotchilik xatti-harakatini rag'batlantirish va tezkor qayta aloqa berish tamoyillari asosida ishlab chiqadi [7; 8]. Labster kabi immersiv platformalar esa ssenariy, gamifikatsiya va virtual uskunalarni birlashtiradi. Bonde va hammualliflar biotexnologiya ta'limida gamifikatsiyalangan laboratoriya simulyatsiyasi talabalarning bilim natijalari va motivatsiyasiga ijobiy ta'sir ko'rsatishini ko'rsatgan [9]. Santos va Prudente 15 tadqiqotni birlashtirgan meta-tahlilda virtual laboratoriyalarning akademik yutuqqa o'rtacha ijobiy ta'sirini aniqlagan [10]. Li va Liang muhandislik ta'limidagi 46 ta effektni qamrab olgan meta-tahlilda umumiy effekt $g=0,686$ ekanini qayd etgan [1]. Shu bilan birga, mualliflar real laboratoriyani to'liq almashtirish uchun dalil yetarli emasligini ta'kidlaydi. Kimyo bakalavriatida o'tkazilgan kvazi-eksperimentda real laboratoriya guruhi eng yuqori natijani, virtual guruh esa faqat ma'ruza guruhidan sezilarli yuqori natijani ko'rsatgan [11]. Bu dalillar gibrid yondashuvning metodik jihatdan asosli ekanini ko'rsatadi.

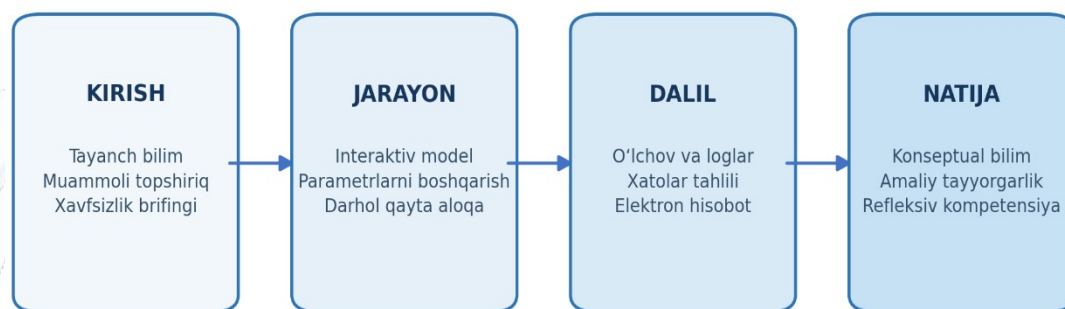
Virtual laboratoriyalardagi "learning analytics" bo'yicha tizimli sharh talabaning harakatlari, urinishlari, vaqt sarfi va xatolar ketma-ketligini qayd qilish formativ

baholashni shaxsiylashtirishi mumkinligini ko'rsatadi [12]. Biroq texnologik infratuzilma, raqamli tengsizlik, o'qituvchining metodik tayyorgarligi, kognitiv ortiqcha yuk va modelning fizik reallikka mosligi hal qiluvchi cheklovlar bo'lib qoladi [3; 12–14].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot nazariy-analitik xarakterga ega. 2010–2025-yillarda chop etilgan virtual laboratoriya, simulyatsion ta'lim, STEM va muhandislik laboratoriyalariga oid meta-tahlillar, tizimli sharhlar hamda empirik ishlar maqsadli tanlab o'rganildi. Manbalarni tanlashda rezensiyalanganligi, oliy ta'lim yoki STEM kontekstiga aloqadorligi, metod va natijalarning ochiq bayon etilishi mezon bo'ldi. Normativ asos sifatida O'zbekiston oliy ta'limini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasining raqamlashtirish va ta'lim sifatini oshirish yo'nalishlari hisobga olindi [15].

Simulyatsion laboratoriyaning pedagogik mexanizmi – simulyatsion laboratoriyaning didaktik qiymati to'rtta o'zaro bog'liq mexanizm orqali yuzaga chiqadi. Boshqariladigan interaktivlik, ko'p kodli vizualizatsiya, tezkor qayta aloqa va takroriy refleksiyadan iborat. Talaba parametrlarni o'zgartiradi, model javobini kuzatadi, gipotezasini dalil bilan tekshiradi va xatoni tuzatadi. Natijada bilim tayyor shaklda berilmaydi, balki faoliyat jarayonida konstruksiyalanadi (1-rasm).

Meta-tahlillar virtual laboratoriyalar o'rtacha ijobiy ta'sirga ega ekanini ko'rsatadi. Hedges' – guruhlar o'rtasidagi standartlashtirilgan farq bo'lib, turli o'lchovdagi natijalarni qiyoslash imkonini beradi. Taklif qilinayotgan model simulyatsiyani real amaliyotdan oldingi tayyorgarlik va keyingi tahlil vositasi sifatida joylashtiradi (1-jadval).



1-rasm. Simulyatsion laboratoriyaning pedagogik mexanizmi

Siklning har bir bosqichi alohida natijaga ega: diagnostika tayanch holatni aniqlaydi; virtual tajriba xatoni xavfsiz qiladi; real tajriba taktil va instrumental ko'nikmani shakllantiradi; tahlil o'lchov dalillarini nazariya bilan bog'laydi; refleksiya esa o'rganilgan usulni yangi vaziyatga ko'chirishni ta'minlaydi.

Muhokama. Olingan natijalar simulyatsion laboratoriyalar universal o'rinbosar emasligini ko'rsatadi. Ular abstrakt jarayonni tushuntirish, xavfli holatni mashq qilish, tajribani ko'p marta takrorlash va talabani real laboratoriyaga tayyorlashda ayniqsa samarali. Ammo mikroskopni fokuslash, namuna tayyorlash, asboblarni kalibrlash,

materialning fizik xususiyatini sezish yoki kutilmagan real nosozlikka javob berish singari ko'nikmalar fizik muhitni talab qiladi. Shuning uchun platformani xarid qilishning o'zi pedagogik natijani kafolatlamaydi. Samaradorlik ssenariyning o'quv natijalariga mosligi, modelning ilmiy aniqligi, kognitiv yukning boshqarilishi, o'qituvchi savollari, talabaga beriladigan erkinlik va baholash tizimining uyg'unligiga bog'liq. Simulyatsiya oldidan yo'riqnoma haddan tashqari batafsil bo'lsa, tadqiqotchilik faolligi pasayadi; yetarli tayanch bo'lmasa, talaba interfeys bilan kurashib, fan mazmunidan chalg'iydi.

Iqtisodiy samaradorlikni faqat reagent yoki uskuna xarajatlari bilan o'lchash noto'g'ri. To'liq xarajat tarkibiga litsenziya, server, qurilma, kontent lokalizatsiyasi, texnik yordam, o'qituvchi tayyorgarligi va yangilash kiradi. Shuningdek, raqamli tenglik, shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish, nogironligi bo'lgan talabalar uchun accessibility hamda internet uzilishida oflayn muqobil zarur. O'zbekiston OTMlari uchun joriy etish fan va tajriba xavfi bo'yicha differensial bo'lishi maqsadga muvofiq: avvalo qimmat, xavfli yoki kam uchraydigan jarayonlar virtual tayyorgarlik bilan qamrab olinadi; keyin LMS integratsiyasi va analitika yo'lga qo'yiladi; so'ng real laboratoriya bilan transfer natijalari tajriba-sinov orqali baholanadi.

1-jadval

An'anaviy va simulyatsion laboratoriyalarning qiyosiy tavsifi

Mezon	Real laboratoriya	Virtual laboratoriya	Gibrid yondashuv
Maqsad	Asbob va material bilan real operatsiya	Konsept, protsedura va parametrlarni mashq qilish	Virtual tayyorgarlikni real faoliyatga ko'chirish
Kirish	Joy, vaqt va sig'im bilan cheklangan	Internet/qurilma mavjud bo'lsa moslashuvchan	Virtual mashq + rejalashtirilgan real sessiya
Xavfsizlik	Haqiqiy xavf va protokol	Xavfsiz xato va takrorlash	Xavfsizlikni oldindan mashq qilish
Xarajat	Uskuna, servis, reagent va chiqindi	Litsenziya, qurilma, kontent va IT xizmat	Qimmat real vaqtni maqsadli qisqartirish
Taktil ko'nikma	Yuqori	Cheklangan	Real bosqichda shakllanadi
Jarayon nazorati	Ba'zan to'xtatib bo'lmaydi	Sekinlashtirish va parametrni ajratish mumkin	Model va real natijani qiyoslash
Baholash	Kuzatuv,	Log, urinish, vaqt,	Ko'p manbali autentik

	protokol, natija	raqamli hisobot	baholash
--	------------------	-----------------	----------

Xulosa va takliflar. Simulyatsiya asosidagi laboratoriya mashg'ulotlari oliy ta'limda konseptual tushunish, faol tajriba, xavfsiz takrorlash va formatif baholashni kuchaytiradigan samarali didaktik vositadir. Meta-tahlillar ularning ta'lim natijalariga o'rtacha ijobiy ta'sirini tasdiqlaydi, biroq real asbob-uskunalar bilan ishlashga xos taktil va sensomotor ko'nikmalarni to'liq almashtirishini isbotlamaydi. Eng maqbul yechim – virtual tayyorgarlikni real tajriba, ma'lumotlar tahlili va refleksiya bilan bog'laydigan gibrid modeldir. Taklif etilgan model OTMlarda resursdan oqilona foydalanish, xavfsizlikni oshirish va individual ta'lim trayektoriyasini qo'llab-quvvatlashga xizmat qiladi. Kelgusi tadqiqotlarda modelning O'zbekiston OTMlari kesimida nazoratli pedagogik tajriba, kechiktirilgan bilim testi, real vazifaga transfer va xarajat–samaradorlik tahlili orqali validatsiya qilinishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi PF–5847-son “O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi Farmoni. – URL: <https://lex.uz/docs/4545884>
2. Abduqodirov A.A., Pardayev A.X. Masofali o'qitish nazariyasi va amaliyoti: monografiya. – Toshkent: Fan, 2009. – 146 b.
3. Norqulov U., Isakulova M., Abilkasimova G., Murodov R., Ruziyev I. Ta'limda virtual laboratoriyalardan foydalanish // Jamiyat va innovatsiyalar. – 2021. – J. 2. – № 5. – B. 1–7. – DOI: <https://doi.org/10.47689/2181-1415-vol2-iss5-pp1-7>
4. Rustamov S.A., Mutalibova N.G'. Virtual laboratoriya mashg'ulotlaridan foydalanish istiqbollari // Universal xalqaro ilmiy jurnal. – 2024. – B. 61–65. – DOI: <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.universaljurnal.58855>
5. Li J., Liang W. Effectiveness of virtual laboratory in engineering education: A meta-analysis // PLOS ONE. – 2024. – Vol. 19. – No. 12. – Article e0316269. – DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316269>
6. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V. et al. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review // Computers & Education. – 2016. – Vol. 95. – P. 309–327. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
7. Brinson J.R. Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional laboratories: A review // Computers & Education. – 2015. – Vol. 87. – P. 218–237. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003>
8. de Jong T., Linn M.C., Zacharia Z.C. Physical and virtual laboratories in science and engineering education // Science. – 2013. – Vol. 340. – No. 6130. – P. 305–308. – DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1230579>

9. Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET: Simulations that enhance learning // Science. – 2008. – Vol. 322. – No. 5902. – P. 682–683. – DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1161948>
10. Bonde M.T., Makransky G., Wandall J. et al. Improving biotech education through gamified laboratory simulations // Nature Biotechnology. – 2014. – Vol. 32. – No. 7. – P. 694–697. – DOI: <https://doi.org/10.1038/nbt.2955>

