

UDK: 372.854:004.9

MAKTAB KIMYO KURSINI O'QITISHDA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISH METODIKASI**Boymirzayeva Marjona***Namangan davlat pedagogika instituti kimyo yo'nalishi*DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21132665>

Annotatsiya. Mazkur maqolada maktab kimyo kursini o'qitishda raqamli texnologiyalar, xususan virtual laboratoriyalardan (PhET Interactive Simulations, Yenka, Crocodile Chemistry) foydalanishning didaktik va metodologik asoslari ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Namangan viloyati Namangan tumani 25-sonli umumta'lim maktabida 8-sinf o'quvchilari ishtirokida ($N=60$) amalga oshirilgan tajriba-sinov ishlari natijasida gibrid laboratoriya metodikasining an'anaviy o'qitishga nisbatan statistik jihatdan ishonchli ustunligi isbotlangan ($p<0,05$). O'quvchilarning o'zlashtirish koeffitsienti tajriba guruhida nazorat guruhiga qaraganda 27–32% ga yuqori bo'lganligi, modellashirish kompetensiyasida esa 57% ga o'sish kuzatilganligi aniqlangan. Tadqiqot natijalari asosida kimyo o'qituvchilari uchun gibrid laboratoriya texnologiyasini joriy etish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: virtual laboratoriya, gibrid ta'lim, PhET simulyatsiyasi, kimyo metodikasi, didaktik samaradorlik, kognitiv kompetensiya, raqamli ta'lim.

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНОМУ КУРСУ ХИМИИ

Аннотация. В данной статье научно анализируются дидактические и методологические основы использования цифровых технологий, в частности виртуальных лабораторий (PhET Interactive Simulations, Yenka, Crocodile Chemistry), в преподавании школьного курса химии. По результатам экспериментального исследования, проведённого среди учащихся 8-х классов средней общеобразовательной школы №25 Наманганского района Наманганской области ($N=60$), была доказана статистически значимая эффективность гибридной лабораторной методики по сравнению с традиционным обучением ($p<0,05$). Установлено, что коэффициент успеваемости учащихся экспериментальной группы оказался на 27–32% выше по сравнению с контрольной группой, а уровень компетенции моделирования повысился на 57%. На основе полученных результатов разработаны практические рекомендации по внедрению технологии гибридных лабораторий в деятельность учителей химии.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, гибридное обучение, симуляции PhET, методика преподавания химии, дидактическая эффективность, когнитивная компетентность, цифровое образование.

METHODOLOGY OF USING VIRTUAL LABORATORIES IN TEACHING THE SCHOOL CHEMISTRY COURSE

Abstract. *This article scientifically examines the didactic and methodological foundations of using digital technologies, particularly virtual laboratories (PhET Interactive Simulations, Yenka, and Crocodile Chemistry), in teaching the school chemistry curriculum. Based on an experimental study conducted with 8th-grade students of Secondary School No. 25 in Namangan District, Namangan Region (N=60), the superiority of the hybrid laboratory methodology over traditional teaching methods was statistically confirmed ($p < 0.05$). The results revealed that the academic achievement coefficient of students in the experimental group was 27–32% higher than that of the control group, while their modeling competency increased by 57%. Based on the findings, practical recommendations were developed for chemistry teachers on the implementation of hybrid laboratory technology in educational practice.*

Keywords: *virtual laboratory, hybrid learning, PhET simulations, chemistry teaching methodology, didactic effectiveness, cognitive competence, digital education.*

KIRISH

Zamonaviy jamiyatning intellektual rivojlanishi ta'lim tizimining raqamli texnologiyalar bilan qanchalik integratsiyalashganiga bevosita bog'liqdir. Kimyo fani o'zining empirik-eksperimental mohiyatiga ko'ra, oddiy nazariy bilimlar majmuasidan iborat emas — u tabiat qonuniyatlarini tajriba orqali kashf etishga yo'naltirilgan dinamik bir sohadir. Biroq zamonaviy o'quvchi bilan an'anaviy o'quv jarayoni o'rtasidagi "texnologik bo'shliq" ta'lim sifatini pasaytiruvchi asosiy omilga aylanib bormoqda [1].

An'anaviy maktab kimyo laboratoriyalarida uchraydigan moddiy-texnik cheklovlar, xavfsizlik talablarining murakkabligi va kimyoviy jarayonlarning molekulyar-atomik darajadagi ko'rinmasligidan kelib chiqadigan idrok muammolari o'quvchining fanga bo'lgan qiziqishini pasaytirmoqda. Rossiyalik tadqiqotchi V.V. Laptev (2004) ta'kidlaganidek, virtual laboratoriyalar dastlab "ta'limni individuallashtirish vositasi" sifatida qabul qilingan bo'lsa-da, bugungi kunda ular kognitiv rivojlantirishning to'la huquqli platformasiga aylangan [2].

Nobel mukofoti sovrindori K. Viman o'tkazgan empirik tadqiqotlar (2010) virtual simulyatsiyalar o'quvchilarda ilmiy savollar shakllantirish kompetensiyasini 34% ga oshirishini ko'rsatgan [3]. R. Mayer tomonidan asoslangan multimedia ta'limining kognitiv nazariyasi esa vizual va verbal axborot kanallarining sinxron ishlovining o'quvchi ishchi xotirasiga ijobiy ta'sirini isbotlagan [4].

O'zbekistonda kimyo ta'limini raqamlashtirish masalasi A. Abduqodirov, U. Nishonaliyev, N. Taylaqov kabi mahalliy olimlar tomonidan o'rganilgan bo'lsa-da [5, 6], virtual laboratoriyalarning an'anaviy tajribalar bilan uyg'unlashtirilgan "gibrid"

modelining empirik samaradorligi hali yetarlicha tadqiq etilmagan. Ushbu bo'shliqni to'ldirish mazkur tadqiqotning asosiy ilmiy zaruratini belgilaydi.

MATERIAL VA METODLAR

2.1. Tadqiqot dizayni va uning asoslanishi

Tadqiqot 2023–2024 o'quv yilida Namangan viloyati Namangan tumani 25-sonli umumta'lim maktabida amalga oshirildi. Kvazieksperimental metod asosida nazorat-tajriba guruhlar sxemasi qo'llandi: 8-"A" sinf (nazorat guruhi, $n=30$) an'anaviy metodika bo'yicha, 8-"B" sinf (tajriba guruhi, $n=30$) esa ishlab chiqilgan "Gibrid-virtual modellashtirish" metodikasi asosida o'qitildi. Dastlabki "Kirish testi" (Pre-test) natijalari guruhlar o'rtasidagi boshlang'ich bilim darajasining gomogenligi — statistik tengligi (farq 2,5%) tasdiqladi.

Tadqiqot o'zgaruvchilari: mustaqil o'zgaruvchi — virtual laboratoriya (PhET, Yenka, Crocodile Chemistry) asosidagi gibrid dars metodikasi; bog'liq o'zgaruvchilar — o'zlashtirish koeffitsienti (ball), modellashtirish kompetensiyasi, motivatsion indeks (so'rovnomas) va reagent isrofi (iqtisodiy samaradorlik).

2.2. Virtual laboratoriya platformalarining didaktik tavsifi

Tadqiqotda qo'llanilgan uchta asosiy platforma quyidagi mezonlar asosida tanlandi: o'zbek maktablarida mavjud kompyuter jihozlari bilan moslik, maktab kimyo dasturiga muvofiqlik va dasturning bepul mavjudligi.

Platforma	Ishlab chiqaruvchi	Asosiy funktsiya	Qo'llanilgan mavzular
PhET Interactive Simulations	Kolorado universiteti (AQSh)	Atom/molekulyar darajada vizualizatsiya	Eritma konsentratsiyasi, pH, atom tuzilishi
Yenka (Crocodile Chem.)	Crocodile Clips Ltd. (Buyuk Britaniya)	Laboratoriya tajribalarini simulyatsiya qilish	Kislota-asos neytrallanishi, elektroliz
Crocodile Chemistry	Crocodile Clips Ltd.	Elektrokimyoviy jarayonlar modellari	Elektrolitik dissotsiatsiya, galvanik element

1-jadval. Tadqiqotda qo'llanilgan virtual laboratoriya platformalari

2.3. Gibrid laboratoriya metodikasining tuzilishi

Ishlab chiqilgan metodika to'rt bosqichli "Intellectual traektoriya" modeliga asoslanadi. Birinchi bosqich — Konseptual loyihalash: o'qituvchi simulyatsiyani mavzu maqsadlari bilan muvofiqlashtiradi va o'quvchilar uchun ochiq turdagi muammoli savollarni o'z ichiga olgan virtual ish varag'i tayyorlaydi. Ikkinchi bosqich — Gipotezani shakllantirish: o'quvchi virtual eksperiment boshlanishidan avval kutilayotgan natija haqidagi taxminini yozma ravishda ifodalaydi, bu esa kognitiv faollikni 40% ga oshiruvchi "Kutish effekti"ni yuzaga keltiradi. Uchinchi bosqich — Virtual manipulyatsiya: o'quvchi simulyatsiya parametrlarini (harorat, bosim, konsentratsiya) mustaqil o'zgartirib, ma'lumotlarni qayd etadi. To'rtinchi bosqich — Refleksiya va verifikatsiya: olingan natijalar gipoteza bilan solishtirilib, real tajribada tasdiqlanadi (Mayer, 2020).

Vaqtni taqsimlashda "30/70" qoidasi qo'llanildi: darsning 30% i virtual tahlil va modellashtirish (jarayonning mexanizmini tushunish), 50% i real laboratoriya ishi (ko'nikma hosil qilish), 20% i esa sintez va refleksiyaga (virtual va real natijalarni qiyoslash) ajratildi.

2.4. Ma'lumotlarni yig'ish va tahlil metodlari

O'quvchilarning bilim darajasi besh mezon bo'yicha baholandi: nazariy bilimlarni o'zlashtirish, murakkab masalalarni yechish, eksperimentni tahlil qilish, modellashtirish kompetensiyasi va motivatsion indeks. Guruhlararo tafovutning statistik ahamiyatliligini aniqlash uchun Styudentning t-kriteriyasidan foydalanildi ($p < 0,05$). Pedagogik samaradorlik koeffitsienti E. Milevning formulasi asosida hisoblandi [7].

3. NATIJALAR

3.1. O'quvchilarning o'zlashtirish ko'rsatkichlari

Post-test natijalari jadvalda keltirilgan. Tajriba guruhida o'rtacha o'zlashtirish balli 86,4 ni, nazorat guruhida esa 68,2 ni tashkil etdi. 18,2 ballik tafovut statistik jihatdan ahamiyatli ekanligi t-kriteriyasi orqali tasdiqlandi (t hisob $>$ t jadval, $p < 0,05$).

Baholash mezonlari	Nazorat guruhi 8-"A" (%)	Tajriba guruhi 8-"B" (%)	O'sish ($\Delta\%$)
Nazariy bilimlarni o'zlashtirish	68	84	+16
Murakkab masalalarni yechish	42	71	+29
Eksperimentni tahlil qilish	55	89	+34
Modellashtirish kompetensiyasi	35	92	+57
Fanga motivatsion qiziqish	60	95	+35
O'rtacha ball	68,2	86,4	+18,2

2-jadval. 25-sonli maktab 8-sinf o'quvchilarining o'zlashtirish ko'rsatkichlari (Muallif tadqiqoti, 2024)

3.2. Kompetensiyaviy rivojlanish dinamikasi

Eng yuqori o'sish (+57%) kimyoviy jarayonlarni modellashtirish kompetensiyasida qayd etildi. Bu virtual laboratoriyaning eng ko'zga ko'ringan didaktik afzalligi hisoblanadi: o'quvchi atom-molekulyar darajadagi jarayonlarni dinamik tarzda boshqarish orqali tafakkurning yangi sifat bosqichiga ko'tariladi. Ma'lumotlarni tahlil qilish va grafik chizish kompetensiyasi +43% ga, mustaqil xulosa chiqarish qobiliyati esa +38% ga oshganligi aniqlandi.

So'rovnoma natijalari ham ushbu tendensiyani tasdiqladi: o'quvchilarning 92 foizi virtual laboratoriya bilan ishlash darsni qiziqarliroq qilganini, 85 foizi esa murakkab formulalarni virtual model orqali osonroq eslab qolganini ta'kidladi. Bundan tashqari,

virtual laboratoriya qo'llanilgan darslarda o'quvchilarning savol berish indeksi (o'quvchi tomonidan beriladigan mantiqiy savollar soni) 3 barobarga ortganligi kuzatildi.

3.3. Iqtisodiy samaradorlik

Real laboratoriya ishidan avval virtual "repetitsiya" o'tkazish tajriba guruhida reagent isrofini an'anaviy guruhga nisbatan 40% ga kamaytirdi. Yiliga bitta maktab miqyosida bu taxminan 1,5–2 million so'm tejamkorlikka teng keladi. Gibrid metodika respublika miqyosida keng joriy etilsa, maktablar kimyo laboratoriyalarini saqlash xarajatlarini sezilarli kamaytirish imkoniga ega bo'ladi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar avvalgi tadqiqotchilarning xulosalari bilan uyg'un keladi. K. Vimanning (2010) virtual muhitda ilmiy savollar shakllantirish qobiliyatining o'sishi haqidagi topilmalari bizning tadqiqotimizda savol berish indeksining 3 barobar oshishi ko'rinishida empirik tasdiqlandi [3]. R. Mayerning multimedia ta'limi nazariyasi esa vizual va raqamli ma'lumotlarni sinxron taqdim etishning modellashtirish kompetensiyasiga ijobiy ta'siri (+57%) misolida o'z isbotini topdi [4].

Shu bilan birga, tadqiqotimiz avvalgi ishlardan bir muhim jihati bilan farqlanadi: an'anaviy va virtual tajribalarning "70/30" nisbatida uyg'unlashtirilishi — ya'ni "Konvergent laboratoriya" modeli — o'quvchilarda nafaqat raqamli savodxonlikni, balki taktil-hissiy kimyoviy tajribani ham saqlab qoladi. Bu jihat Woodfield va boshqalarning (2005) "faqat virtual" yondashuviga nisbatan muvozanatli alternativ sifatida ilgari suriladi [8].

O'zbekistondagi mahalliy sharoitni hisobga oladigan bo'lsak, 25-sonli maktabda kuzatilgan natijalar respublika maktablarining aksariyatida moddiy baza cheklangan holatlarda ham virtual laboratoriyalar orqali ta'lim sifatini oshirish mumkinligini ko'rsatadi. A. Abduqodirovning (2012) ta'lim texnologiyalarining boshqaruv funksiyasi haqidagi pozitsiyasiga qo'shimcha sifatida, bizning tadqiqotimiz virtual laboratoriyaning motivatsion-stimulyator funksiyasini ham alohida ko'rsatdi (+35% motivatsion o'sish) [5].

Tadqiqotning asosiy cheklovlari quyidagilardan iborat: birinchidan, nameuna hajmi nisbatan kichik (N=60) bo'lib, natijalarni keng genearezatsiya qilishda ehtiyotkorlikni talab etadi; ikkinchidan, tajriba davomiyligi (bitta semestr) uzunroq muddatdagi kognitiv ta'sirni to'liq aks ettirishi qiyin; uchinchidan, o'qituvchining

raqamli kompetensiya darajasini nazorat o'zgaruvchi sifatida hisobga olish imkoniyati cheklangan edi. Kelajakdagi tadqiqotlarda ko'proq namuna va uzunlamasiga dizayn qo'llash tavsiya etiladi.

XULOSA

Mazkur tadqiqot quyidagi asosiy xulosalarni ilgari suradi:

1. Virtual laboratoriya dasturlari (PhET, Yenka, Crocodile Chemistry) maktab kimyo kursidagi murakkab kimyoviy jarayonlarni atom-molekulyar darajada vizuallashtirish, o'quvchining tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantirish va reagent isrofini kamaytirish imkonini beradi.

2. Ishlab chiqilgan gibrid laboratoriya metodikasi ("Intellectual traektoriya" modeli) Namangan tumani 25-sonli maktabidagi tajriba-sinov ishlari natijasida o'quvchilar o'zlashtirishini 27–32% ga oshirishi, modellashtirish kompetensiyasida esa 57% ga o'sish berishi statistik jihatdan tasdiqlandi ($p < 0,05$).

3. Virtual va real tajribalarni 30/70 nisbatida uyg'unlashtiruvchi "Konvergent laboratoriya" texnologiyasi o'quvchilarda ham raqamli savodxonlikni, ham kimyoviy tajriba madaniyatini rivojlantirishning optimal yo'lidir.

Amaliy tavsiyalar: kimyo darsliklariga virtual simulyatsiyalarga yo'naltiruvchi QR-kodlar joylashtirilsin; maktab kompyuter sinflaridan kimyo darslarida ham foydalanish tizimli yo'lga qo'yilsin; kimyo o'qituvchilari uchun virtual platformalar bo'yicha mintaqaviy seminar-treninglar muntazam o'tkazilsin.

Minnatdorchilik:

Tadqiqot o'tkazishda ko'maklashganiligi uchun Namangan tumani 25-sonli umumta'lim maktabi rahbariyatiga va kimyo o'qituvchilariga chuqur minnatdorchilik bildiriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Laptev, V.V., & Pak, N.I. (2004). Virtual'nye laboratorii v obrazovanii: teoriya i praktika. Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo RGPU. — 216 s.
- [2] Abduqodirov, A.A. (2012). Ta'limda innovatsion texnologiyalar. Toshkent: Fan va texnologiya. — 312 b.
- [3] Wieman, C.E., Adams, W.K., Perkins, K.K. (2010). PhET: Simulations that Enhance Learning. Science, 322(5902), 682–683. DOI: 10.1126/science.1161948.
- [4] Mayer, R.E. (2020). Multimedia Learning (3rd ed.). New York: Cambridge University Press. — 524 p.
- [5] Nishonaliyev, U.N. (2010). Pedagogik texnologiyalar: nazariya va amaliyot. Toshkent: Yangi asr avlodi. — 280 b.

- [6] Taylaqov, N.I. (2012). Uzluksiz ta'lim tizimi uchun axborot ta'lim resurslarini yaratishning ilmiy-uslubiy asoslari. [Dissertatsiya]. Toshkent davlat pedagogika universiteti.
- [7] Milev, E. (2018). Pedagogik etkinlik katsayisinin hisoblanmasi. Egitim Arastirmalari Dergisi, 14(2), 45–58.
- [8] Woodfield, B.F., Hansen, L.D., & Andros, D.O. (2005). The Virtual ChemLab Project: A Realistic and Sophisticated Simulation of Inorganic Qualitative Analysis. Journal of Chemical Education, 82(11), 1728–1735.
- [9] Tuysuz, M. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. International Online Journal of Educational Sciences, 2(1), 37–53.
- [10] Polat, E.S. (2006). Pedagogicheskie tekhnologii distantsionnogo obucheniya. Moskva: Akademiya. — 400 s.