

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA VIRTUAL LABORATORIYA VA RAQAMLI SIMULYATSIYALARDAN FOYDALANISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ И ЦИФРОВЫХ СИМУЛЯЦИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

PEDAGOGICAL POSSIBILITIES OF USING VIRTUAL LABORATORIES AND DIGITAL SIMULATIONS IN TEACHING PHYSICS

U.I.Bahranova

Buxoro davlat pedagogika instituti,

“Fizika va texnologik ta’lim” kafedrası dotsenti,

pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Annotatsiya. Mazkur maqolada fizika fanini o‘qitishda virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatsiyalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari yoritilgan. Xususan, PhET interaktiv simulyatsiyalarining fizik hodisa va jarayonlarni vizual, interaktiv hamda xavfsiz tarzda o‘rganishdagi o‘rni tahlil qilingan. Virtual laboratoriyalarning o‘quvchilarning mustaqil tajriba o‘tkazishi, fizik jarayonlarni kuzatishi, natijalarni taqqoslashi va ilmiy xulosa chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantirishdagi ahamiyati ko‘rsatib berilgan. Shuningdek, virtual va an‘anaviy laboratoriya mashg‘ulotlarini o‘zaro uyg‘unlashtirish fizika ta’limining samaradorligini oshirishga xizmat qilishi asoslangan. Maqolada raqamli simulyatsiyalardan foydalanishning afzalliklari, imkoniyatlari hamda ayrim cheklovlari ham tahlil etilgan.

Аннотация. В данной статье рассматриваются педагогические возможности использования виртуальных лабораторий и цифровых симуляций при обучении физике. Особое внимание уделяется роли интерактивных симуляций PhET в наглядном, интерактивном и безопасном изучении физических явлений и процессов. Показано значение виртуальных лабораторий в развитии у учащихся навыков самостоятельного проведения экспериментов, наблюдения физических процессов, сравнения полученных результатов и формулирования научных выводов. Также обосновано, что интеграция виртуальных и традиционных лабораторных занятий способствует повышению эффективности обучения физике. В статье проанализированы преимущества, возможности и отдельные ограничения применения цифровых симуляций в образовательном процессе.

Abstract. This article examines the pedagogical possibilities of using virtual laboratories and digital simulations in teaching physics. Particular attention is paid to the role of interactive PhET simulations in the visual, interactive and safe study of

physical phenomena and processes. The importance of virtual laboratories in developing students' skills in conducting independent experiments, observing physical processes, comparing results, and formulating scientific conclusions is shown. It is also substantiated that integrating virtual and traditional laboratory sessions contributes to improving the effectiveness of physics education. The article analyzes the advantages, possibilities, and certain limitations of using digital simulations in the educational process.

Kalit so'zlar: fizika ta'limi, virtual laboratoriya, raqamli simulyatsiya, PhET, interaktiv ta'lim, raqamli texnologiya, fizik tajriba, vizuallashtirish.

Ключевые слова: обучение физике, виртуальная лаборатория, цифровая симуляция, PhET, интерактивное обучение, цифровые технологии, физический эксперимент, визуализация.

Keywords: physics education, virtual laboratory, digital simulation, PhET, interactive learning, digital technology, physical experiment, visualization.

KIRISH. Bugungi kunda ta'lim tizimining raqamli transformatsiyasi fanlarni, xususan, fizikani o'qitish jarayoniga zamonaviy axborot va kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etishni talab etmoqda. Fizika fanining mazmunida ko'plab hodisa va jarayonlarning abstraktligi, ayrim tajribalarni real laboratoriya sharoitida tashkil etish uchun zarur jihozlarning yetarli emasligi, tajribalarni o'tkazishda vaqt va xavfsizlik bilan bog'liq cheklovlarning mavjudligi raqamli ta'lim vositalaridan samarali foydalanish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Shu jihatdan virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatsiyalar fizik hodisalarni vizual tasvirlash, o'quvchilarga tajribalarni bir necha marta takrorlash, parametrlarni mustaqil o'zgartirish hamda kuzatilayotgan jarayonlarning sabab-oqibat bog'lanishlarini tushunish imkonini beruvchi muhim didaktik vosita hisoblanadi.

Virtual tajribalar bo'yicha olib borilgan zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda ularning, ayniqsa, mexanika va elektr hodisalari kabi fizik jarayonlarni o'rganishda keng qo'llanayotgani qayd etilgan bo'lib, bunday vositalar murakkab jarayonlarning ko'rgazmaliligini oshirish, eksperimental sharoitlarni boshqarish va real laboratoriyada bajarilishi qiyin bo'lgan tajribalarni modellashtirish imkonini beradi. 2001–2023-yillardagi 45 ta tadqiqotni qamrab olgan tizimli tahlilda virtual tajribalardan fizika ta'limida foydalanish o'quvchilarning fizik jarayonlarni vizual idrok etishini kuchaytirishi, ayniqsa mexanika va elektr bo'limlarida samarali ekanligi ko'rsatilgan.

Mavzuga doir manbalar tahlili. Fizika ta'limida keng tarqalgan raqamli vositalardan biri PhET (Physics Education Technology) Interactive Simulations platformasidir. C. Wieman, W. Adams va K. Perkins tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda interaktiv simulyatsiyalar o'quvchini tayyor ma'lumotni qabul qiluvchi subyektdan tajriba qiluvchi, kuzatuvchi va xulosa chiqaruvchi faol ishtirokchiga aylantirish imkoniyatiga ega ekanligi asoslangan. Mualliflar PhET simulyatsiyalarini

fizikani o'qitishda o'quvchilarning ilmiy tushunchalarni faol o'zlashtirishiga yordam beruvchi vosita sifatida tavsiflaydilar [1].

H.J. Banda va J. Nzabahimana tomonidan 31 ta eksperimental hamda kvazi-eksperimental tadqiqotlarni umumlashtirish asosida amalga oshirilgan ilmiy sharhda PhET simulyatsiyalaridan foydalanish o'quvchilarning fizik tushunchalarni anglash darajasiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Tadqiqotchilar mazkur vositalarni faol ta'lim, muammoli o'qitish, izlanishga asoslangan ta'lim va laboratoriya mashg'ulotlari bilan uyg'unlashtirish yanada samarali natija berishini ta'kidlaydilar [2].

Virtual laboratoriyalarni qo'llash faqat tayyor simulyatsiyalarni namoyish qilish bilan chegaralanmasligi zarur. D.J.A. Timóteo va hammualliflarning fizika ta'limida virtual laboratoriyalardan foydalanishga bag'ishlangan tizimli adabiyotlar tahlilida 28 ta tadqiqot o'rganilgan bo'lib, virtual tajribalarni Predict–Observe–Explain (bashorat qilish – kuzatish – tushuntirish) kabi faol pedagogik strategiyalar bilan birgalikda qo'llash alohida ahamiyat kasb etishi qayd etilgan [3]. Bu esa raqamli laboratoriyaning samaradorligi nafaqat uning texnik imkoniyatlariga, balki o'qituvchi tomonidan qanday pedagogik vazifa va faoliyat asosida tashkil etilishiga ham bog'liq ekanligini ko'rsatadi.

So'nggi yillardagi tadqiqotlar ham ushbu fikrlarni tasdiqlamoqda. Jumladan, 2025-yilda o'tkazilgan kvazi-eksperimental tadqiqotda elektr zanjirlari mavzusini PhET simulyatsiyalari yordamida o'rgangan o'quvchilarning natijalari an'anaviy ta'lim olgan guruhga nisbatan yuqoriroq bo'lgan. Mualliflar simulyatsiyalarning abstrakt fizik tushunchalarni interaktiv tarzda namoyish qilish imkoniyati o'quvchilarning konseptual tushunishi va darsdagi faolligiga ijobiy ta'sir ko'rsatishini ta'kidlaydilar [4].

O'zbekiston ta'lim amaliyotida ham PhET virtual laboratoriyalaridan foydalanishga e'tibor ortib bormoqda. M.J. Durisjanov tomonidan umumiy o'rta ta'lim maktablarida "Issiqlik hodisalari" va "Elektr zanjirlari" mavzularini o'qitishda PhET simulyatsiyalaridan foydalanish imkoniyatlari o'rganilib, virtual laboratoriyalar an'anaviy laboratoriya jihozlarining yetishmasligi, xavfsizlik hamda vaqt bilan bog'liq ayrim cheklovlarni qisman bartaraf etishi, o'quvchilarning mantiqiy fikrlashi va mustaqil tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirishga xizmat qilishi ko'rsatilgan [5].

Raqamli simulyatsiyalardan foydalanish an'anaviy laboratoriya tajribalarini to'liq almashtirishi kerak degan xulosaga kelish maqsadga muvofiq emas. Zamonaviy tadqiqotlar virtual va real laboratoriya mashg'ulotlarini o'zaro uyg'unlashtirish ko'proq pedagogik imkoniyat yaratishini ko'rsatmoqda. Virtual muhit o'quvchiga jarayonni oldindan modellash, o'z farazini tekshirish, o'zgaruvchilarni boshqarish va natijalarni tezkor kuzatish imkonini bersa, real tajriba o'lchash, jihozlardan foydalanish va amaliy eksperimental faoliyat ko'nikmalarini rivojlantiradi. Shu sababli

fizika ta'limida ushbu ikki shaklni maqsadga muvofiq integratsiyalash dolzarb pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi.

METHOD. Mazkur tadqiqotda fizika fanini o'qitish jarayonida virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatsiyalardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan nazariy tahlil, qiyosiy tahlil, pedagogik kuzatish, virtual tajriba, savol-javob, test hamda natijalarni umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Tadqiqotning metodik asosini an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlarini raqamli ta'lim vositalari bilan uyg'unlashtirish, o'quvchini fizik jarayonni kuzatuvchi emas, balki tajribada faol ishtirok etuvchi subyekt sifatida shakllantirish g'oyasi tashkil etdi.

Virtual laboratoriya vositasi sifatida PhET Interactive Simulations platformasidagi fizika simulyatsiyalaridan foydalanish nazarda tutildi. Mazkur platformada o'quvchi fizik parametrlarni mustaqil ravishda o'zgartirishi, tajriba natijasini bevosita kuzatishi, o'lchashlarni amalga oshirishi va hosil bo'lgan o'zgarishlarni taqqoslashi mumkin. PhET simulyatsiyalari o'quvchilarning konseptual tushunchalarini rivojlantirishda turli faol ta'lim metodlari bilan birgalikda qo'llanishi mumkinligi ilmiy tadqiqotlarda ham qayd etilgan (1-jadvalga qarang).

1-jadval

Tadqiqotda qo'llanilgan asosiy metodlar

№	Tadqiqot metodi	Qo'llash maqsadi	Kutiladigan natija
1	Nazariy tahlil	Virtual laboratoriyalar bo'yicha ilmiy manbalarni o'rganish	Nazariy asoslarni aniqlash
2	Qiyosiy tahlil	An'anaviy va virtual laboratoriyani solishtirish	Afzallik va cheklovlarni aniqlash
3	Pedagogik kuzatish	O'quvchilarning darsdagi faoliyatini kuzatish	Faollik va qiziqish darajasini aniqlash
4	Virtual tajriba	Fizik hodisalarni raqamli muhitda modellash	Amaliy va tadqiqotchilik ko'nikmalarini rivojlantirish
5	Test	Mavzuni o'zlashtirish	Dastlabki va yakuniy natijalarni

		darajasini aniqlash	taqqoslash
6	So'rovnoma	O'quvchilarning virtual laboratoriyaga munosabatini o'rganish	Qiziqish va foydalanish qulayligini aniqlash
7	Umumlashtirish	Olingan natijalarni tizimlashtirish	Pedagogik xulosalar ishlab chiqish

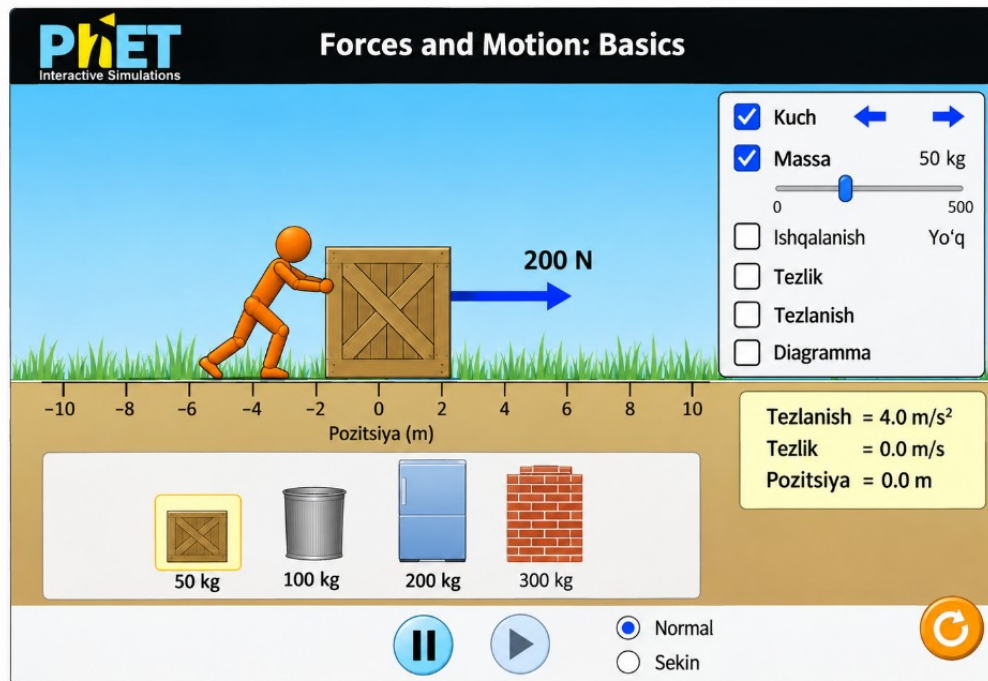
Virtual laboratoriyalar asosidagi mashg'ulotlarni tashkil etishda “bashorat qilish – tajribani bajarish – kuzatish – tahlil qilish – xulosa chiqarish” ketma-ketligidan foydalanish maqsadga muvofiq deb topildi. Bunday yondashuv o'quvchiga tajribadan oldin muayyan gipoteza ilgari surish, keyinchalik esa virtual tajriba yordamida uni tekshirish imkonini beradi. Virtual fizika laboratoriyalariga oid tadqiqotlarda ayniqsa Predict–Observe–Explain (POE) strategiyasi ko'p qo'llaniladigan pedagogik yondashuvlardan biri sifatida aniqlangan.



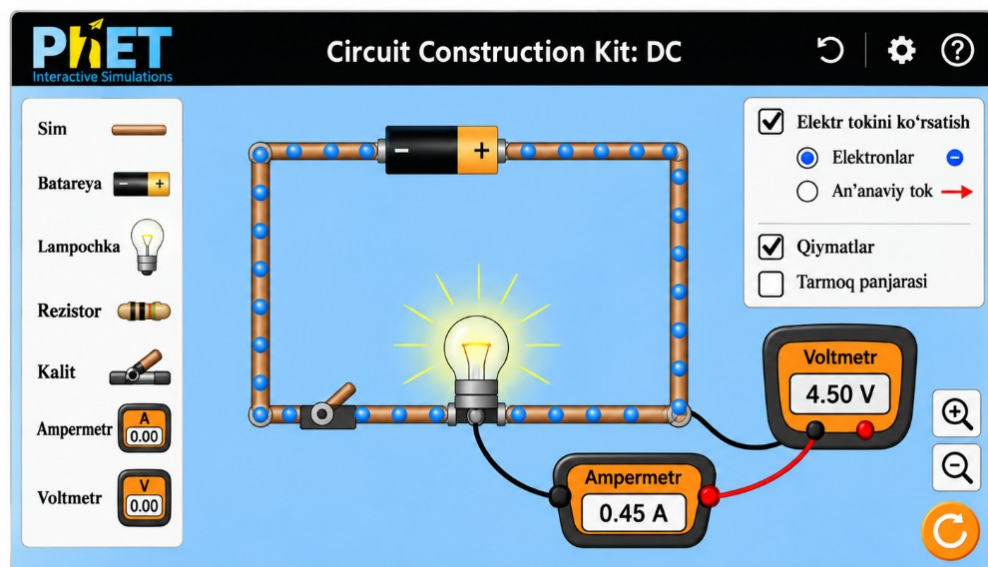
1-rasm. Virtual laboratoriya asosidagi mashg'ulotning metodik ketma-ketligi

Ushbu ketma-ketlikda o'qituvchi tayyor bilimni beruvchi emas, balki tajriba faoliyatini tashkil etuvchi va yo'naltiruvchi vazifasini bajaradi. O'quvchi esa fizik hodisani mustaqil o'rganadi, o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'lanishni aniqlaydi va kuzatuvlari asosida xulosa chiqaradi.

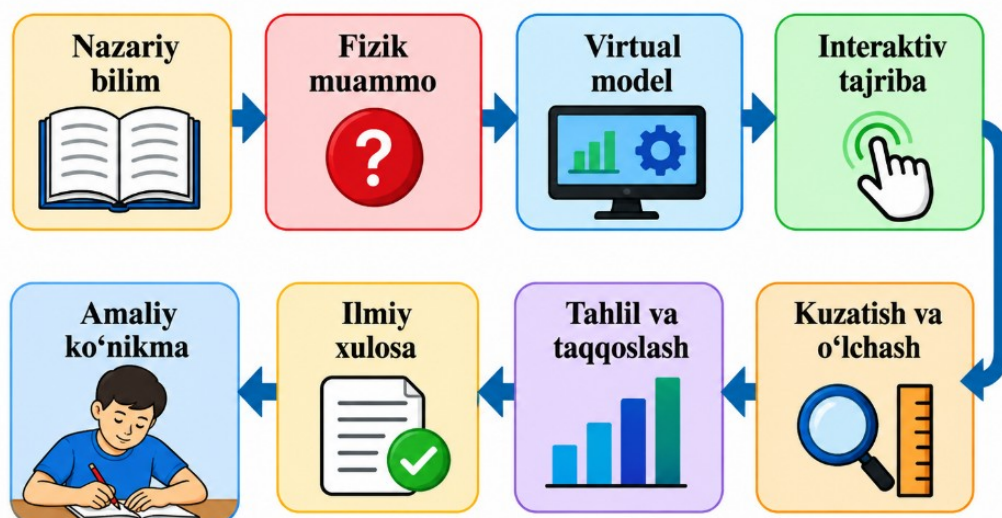
Masalan, “Forces and Motion: Basics” simulyatsiyasi yordamida o'quvchilarga kuch, massa, ishqalanish, tezlik va tezlanish o'rtasidagi bog'lanishlarni interaktiv tarzda o'rganish imkoniyati yaratiladi. Simulyatsiyada qo'llanilayotgan kuch miqdorini o'zgartirish, turli massali jismlarni tanlash va ishqalanish ta'sirini kuzatish mumkin.



2-rasm. PhET “Forces and Motion: Basics” simulyatsiyasi yordamida kuch va harakat jarayonini oʻrganish



3-rasm. PhET “Circuit Construction Kit: DC” virtual laboratoriyasida elektr zanjirini modelashtirish



4-rasm. Virtual laboratoriya orqali fizik bilimni shakllantirish mexanizmi

Virtual eksperimentlarga oid 45 ta tadqiqotni qamrab olgan tizimli tahlil natijalarida bunday texnologiyalar ayniqsa mexanika va elektr mavzularida keng qo'llanishi hamda fizik jarayonlarning vizual idrok etilishini kuchaytirishi qayd etilgan. Shu bilan birga, mualliflar baholash usullarini yanada diversifikatsiya qilish zarurligini ham ko'rsatganlar.

Tadqiqot metodining asosiy xususiyati virtual simulyatsiyani oddiy ko'rgazmali vosita sifatida emas, balki muammoni qo'yish, gipoteza yaratish, modellashtirish, tajriba o'tkazish, o'lchash, natijani tahlil qilish va xulosa chiqarishni birlashtiruvchi interaktiv ta'lim muhiti sifatida qo'llashdan iborat bo'ldi.

NATIJALAR. Tahlil natijalari fizika fanini o'qitishda virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatsiyalardan foydalanish o'quvchilarning fizik hodisa va jarayonlarni chuqurroq anglashiga, tajribalarni mustaqil bajarishiga hamda olingan natijalarni tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishini ko'rsatdi. Ayniqsa, PhET simulyatsiyalari mexanika, elektr, optika va issiqlik hodisalarini vizual hamda interaktiv tarzda o'rganishda samarali vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Virtual muhit o'quvchiga tajriba parametrlarini erkin o'zgartirish, jarayonni bir necha marta takrorlash, turli holatlarni taqqoslash va natijalar asosida mustaqil xulosa chiqarish imkonini beradi. Bu jarayon nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash, fizik qonuniyatlarning mazmunini yaxshiroq anglash va sabab-oqibat bog'lanishlarini aniqlashga yordam beradi. Shuningdek, bunday interaktiv vositalardan foydalanish o'quvchilarning darsdagi faolligi, qiziqishi va mustaqil izlanishga bo'lgan intilishini oshiradi.

Virtual laboratoriyalarning yana bir muhim jihati shundaki, ular real sharoitda bajarilishi murakkab, qimmat yoki xavfsizlik nuqtayi nazaridan cheklangan ayrim tajribalarni raqamli muhitda xavfsiz bajarish imkonini beradi. Shu bilan birga, virtual tajriba real laboratoriya mashg'ulotlarini to'liq almashtirmaydi, balki ularni mazmunan boyituvchi va to'ldiruvchi vosita sifatida xizmat qiladi.

Umuman olganda, fizika darslarida an'anaviy tajribalar bilan virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatsiyalarni uyg'unlashtirib qo'llash o'quvchilarning bilimlarni ongli o'zlashtirishi, amaliy va tahliliy fikrlashi hamda raqamli vositalardan samarali foydalanish ko'nikmalarini rivojlantirish uchun qulay pedagogik sharoit yaratadi.

MUHOKAMA. Olingan natijalar fizika fanini o'qitishda virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatsiyalardan foydalanish ta'lim jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qilishini ko'rsatadi. Bunday vositalar, ayniqsa, murakkab fizik hodisalarni ko'rgazmali va interaktiv tarzda tushuntirishda muhim ahamiyat kasb etadi. O'quvchi fizik jarayonni nafaqat kuzatadi, balki uning parametrlarini o'zgartirish, natijalarni solishtirish va sabab-oqibat bog'lanishlarini aniqlash imkoniyatiga ega bo'ladi.

Virtual laboratoriyalarning muhim pedagogik jihatlaridan biri o'quvchini faol o'quv jarayoniga jalb etishidir. An'anaviy darsda o'quvchi ko'pincha tayyor ma'lumotni qabul qilsa, raqamli simulyatsiyalar asosidagi mashg'ulotlarda u mustaqil tajriba o'tkazadi, gipoteza ilgari suradi, natijalarni tekshiradi va xulosa chiqaradi. Bu esa o'quvchilarning mustaqil fikrlashi, tahlil qilish va muammoli vaziyatlarda qaror qabul qilish ko'nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi.

Shu bilan birga, virtual laboratoriyalardan foydalanishda ayrim cheklovlarni ham hisobga olish zarur. Xususan, simulyatsiyalar o'quvchining real fizik asbob-uskunalar bilan ishlash tajribasini to'liq shakllantira olmaydi. Bundan tashqari, raqamli vositalardan samarali foydalanish uchun texnik ta'minot, internet imkoniyati hamda o'qituvchining raqamli texnologiyalardan foydalanish ko'nikmalari muhim ahamiyatga ega.

Shuning uchun virtual laboratoriyalarni an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlariga muqobil vosita sifatida emas, balki ularni to'ldiruvchi pedagogik vosita sifatida qo'llash maqsadga muvofiq. Fizika darslarida real tajriba, virtual simulyatsiya va nazariy tushuntirishni o'zaro uyg'unlashtirish o'quvchilarning bilimlarni chuqurroq o'zlashtirishi, amaliy ko'nikmalarni rivojlantirishi hamda zamonaviy raqamli ta'lim muhitida faol ishlashiga xizmat qiladi.

XULOSA. Fizika fanini o'qitishda virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatsiyalardan foydalanish zamonaviy ta'lim jarayonining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ular fizik hodisa va jarayonlarni ko'rgazmali,

interaktiv hamda xavfsiz tarzda o'rganish imkonini yaratib, o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog'lashga xizmat qiladi.

PhET kabi raqamli simulyatsiyalar yordamida o'quvchilar tajribalarni mustaqil bajarish, parametrlarni o'zgartirish, natijalarni kuzatish, taqqoslash va ilmiy xulosa chiqarish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bu esa ularning fizik tafakkuri, tahliliy fikrlashi, mustaqil ishlashi va raqamli vositalardan foydalanish ko'nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi.

Shu bilan birga, virtual laboratoriyalar real laboratoriya mashg'ulotlarini to'liq almashtirmasligi, balki ularni mazmunan boyituvchi va to'ldiruvchi vosita sifatida qo'llanishi maqsadga muvofiqdir. Fizika ta'limida nazariy bilim, real tajriba va raqamli simulyatsiyalarni o'zaro uyg'unlashtirish o'quvchilarning bilimlarni chuqurroq o'zlashtirishi va amaliy ko'nikmalarini shakllantirish uchun samarali pedagogik sharoit yaratadi.

Demak, virtual laboratoriya va raqamli simulyatsiyalarni maqsadli hamda metodik jihatdan to'g'ri tashkil etish fizika ta'limining samaradorligini oshirish, o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishini kuchaytirish va zamonaviy raqamli ta'lim muhitiga mos o'quv faoliyatini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET: Simulations That Enhance Learning. Science. – 2008. – Vol. 322, No. 5902. – P. 682–683. DOI: 10.1126/science.1161948. psrc.aapt.org.
2. Banda H.J., Nzabahimana J. Effect of Integrating Physics Education Technology Simulations on Students' Conceptual Understanding in Physics: A Review of Literature. Physical Review Physics Education Research. – 2021. – Vol. 17. – 023108. APS Journals.
3. Timóteo D.J.A., Oliveira M.J.S., Canto Filho A.B., Lima J.V., Tarouco L.M.R. Pedagogical Practices Supported by Virtual Laboratories in the Teaching-Learning Process of Physics: A Systematic Review of the Literature. Research, Society and Development. – 2022. – Vol. 11, No. 15. DOI: 10.33448/rsd-v11i15.37280. RSD Journal.
4. PhET Interactive Simulations Significantly Improve Student Learning Outcomes in Physics Education. 13th International Conference on Orange Technology (ICOT). – 2025. IEEE, 2026. DOI: 10.1109/ICOT68409.2025.11425541. IEEE Xplore.
5. Durisjanov M.J. Effectiveness of Using PhET Virtual Laboratories in School Physics Education. Science and Society. – 2026. – No. 4-3. – P. 92–94. journal.ndpi.uz.

6. Virtual Experiments in Physics Education: A Systematic Literature Review. Research in Science & Technological Education. – 2024/2025. DOI: 10.1080/02635143.2024.2327995.
7. Durisjanov M.J. Maktabda fizika fanini o‘qitishda PhET virtual laboratoriyalaridan foydalanish samaradorligi. // Fan va jamiyat. – 2026. – №4-3. – B. 92–94. Muallif maktab fizikasida PhET virtual laboratoriyalarining imkoniyatlari va samaradorligini tahlil qilgan. journal.ndpi.uz
8. Aripov M.M., Tursunova F.N. Maktab fizika kursida virtual laboratoriyalardan foydalanish. // Ta’lim va rivojlanish tahlili onlayn ilmiy jurnali. – 2022. – 2(3). – B. 58–62. Maqolada maktab fizika kursida VirtualLab va PhET laboratoriyalaridan foydalanish masalalari yoritilgan. scienceboxuz.uz
9. Abdurakibov A. Texnika oliy ta’lim muassasalari talabalariga umumiy fizika kursini o‘qitishda virtual laboratoriyalarning ahamiyati. // Maktabgacha va maktab ta’limi jurnali. – 2025. Maqolada virtual laboratoriyalarning fizik jarayonlarni tushunish va dars sifatini oshirishdagi o‘rni tahlil qilingan. Maktabgacha va Maktab Ta’limi Jurnal
10. Qosimjonov R.V. Raqamli texnologiyalarning fizikadan ta’lim sifati va samaradorligini oshirishdagi ahamiyati. // Qo‘qon DPI. Ilmiy xabarlar jurnali. – 2026. – 8(5). – B. 587–591. DOI: 10.70728/c.series.ped.v08.i05.091. Tadqiqotda virtual laboratoriyalar, sun’iy intellekt va boshqa raqamli vositalarning fizika darslaridagi imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Журналы Кокандеу