

VIRTUAL LABORATORIYA TAJRIBALARI (PhET VA INTERAKTIV SIMULYATSIYALAR) ASOSIDA FIZIKA TA'LIMIDA METODIK MODELLAR

Xoliqov Qurbonboy To'ychiyevich 1,

Qodirova Aziza Ashurali qizi 2

1.Samarqand davlat pedagogika instituti dotsenti, tel: +998 (33) 017-82-30,

Email: xoliqov1978@mail.ru.

2. Samarqand davlat pedagogika instituti I-kurs magistranti.

Annotatsiya:

Ushbu maqolada fizika ta'limida PhET va boshqa interaktiv simulyatsiyalar asosidagi virtual laboratoriyalardan foydalanishning ilmiy-didaktik asoslari tahlil qilinadi. Virtual laboratoriyalar elektromagnit induksiya, elektr zanjirlari, tebranishlar, optika va kvant hodisalari kabi murakkab fizik jarayonlarni vizuallashtirishda muhim pedagogik vosita sifatida qaraladi. Tadqiqot davomida virtual laboratoriyalar asosida bir nechta metodik modellar ishlab chiqildi hamda ularning o'quvchilarning konseptual tushunishi, eksperimental kompetensiyasi va mustaqil tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirishdagi imkoniyatlari yoritildi.

Kalit so'zlar: virtual laboratoriya, PhET, interaktiv simulyatsiya, fizika ta'limi, metodik model, raqamli ta'lim, modellashtirish, eksperimental kompetensiya.

Introduction

Аннотация: В данной статье анализируются научно-дидактические основы использования виртуальных лабораторий на основе PhET и других интерактивных симуляций в обучении физике. Виртуальные лаборатории рассматриваются как важное педагогическое средство визуализации сложных физических процессов, таких как электромагнитная индукция, электрические цепи, колебания, оптические и квантовые явления. В ходе исследования были разработаны несколько методических моделей на основе виртуальных лабораторий, а также раскрыты их возможности в развитии концептуального понимания, экспериментальных компетенций и самостоятельной исследовательской деятельности обучающихся.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, PhET, интерактивная симуляция, физическое образование, методическая модель, цифровое обучение, моделирование, экспериментальная компетенция.

Abstract:

This article analyzes the scientific and didactic foundations of using virtual laboratories based on PhET and other interactive simulations in physics education. Virtual laboratories are considered an important pedagogical tool for visualizing complex physical processes such as electromagnetic induction, electric circuits, oscillations, optical phenomena, and quantum effects. During the study, several methodological models based on virtual laboratories were

developed, and their potential for improving students' conceptual understanding, experimental competence, and independent research activities was highlighted.

Keywords: virtual laboratory, PhET, interactive simulation, physics education, methodological model, digital learning, modeling, experimental competence.

Kirish

Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta'lim tizimida yangi pedagogik yondashuvlar, moslashuvchan o'quv muhitlari va interaktiv ta'lim vositalarining keng qo'llanishiga olib kelmoqda. Bugungi kunda ta'lim jarayoni faqat darslik, doska va an'anaviy tushuntirish bilan cheklanib qolmay, balki raqamli kontent, virtual laboratoriya, kompyuter modellashtirish, interaktiv simulyatsiya va onlayn o'quv platformalari bilan boyib bormoqda. Ayniqsa tabiiy fanlar, jumladan fizika ta'limida bunday vositalardan foydalanish alohida ahamiyatga ega. Chunki fizika fanining mazmuni ko'plab abstrakt tushunchalar, ko'z bilan bevosita kuzatish qiyin bo'lgan jarayonlar, matematik modellar va tajribaviy qonuniyatlarga asoslanadi. Shu sababli fizikani samarali o'qitish o'quvchining faqat nazariy bilimlarni eslab qolishiga emas, balki fizik hodisani kuzatish, tahlil qilish, modellashtirish, tajriba natijalarini izohlash va ilmiy xulosa chiqarish qobiliyatini shakllantirishga qaratilishi zarur.

Zamonaviy fizika ta'limida o'quvchining faol bilish faoliyatini tashkil etish muhim vazifa hisoblanadi. An'anaviy yondashuvda o'quvchi ko'pincha tayyor bilimni qabul qiluvchi subyekt sifatida ishtirok etadi. Bunda fizik qonunlar, formulalar va nazariy tushunchalar o'qituvchi tomonidan izohlanadi, o'quvchi esa ularni eslab qolish va masala yechishda qo'llashga harakat qiladi. Biroq bunday yondashuv har doim ham chuqur konseptual tushunishni ta'minlay olmaydi. Chunki fizik hodisaning mohiyatini anglash uchun o'quvchi jarayonni ko'rishi, parametrlar o'rtasidagi bog'lanishni kuzatishi, tajriba natijasini solishtirishi va mustaqil xulosa chiqarishi lozim. Demak, zamonaviy fizika ta'limining asosiy maqsadi tayyor bilimlarni uzatishdan ko'ra, o'quvchilarda tadqiqotchilik, eksperimental va analitik kompetensiyalarni shakllantirishdan iborat bo'lishi kerak.

Laboratoriya mashg'ulotlari ana shu maqsadga xizmat qiluvchi muhim didaktik shakllardan biridir. Fizik tajribalar o'quvchilarga nazariy bilimlarning amaliy asosini ko'rsatadi, fizik kattaliklar orasidagi bog'lanishlarni tekshirish, o'lchash, kuzatish va xulosa chiqarish imkonini beradi. Laboratoriya ishlari orqali o'quvchi faqat nazariy formulani o'rganmaydi, balki uning tajribaviy mazmunini anglaydi. Masalan, elektr zanjirida tok kuchi, kuchlanish va qarshilik o'rtasidagi bog'lanishni faqat Ohm qonuni formulasi orqali emas, balki real yoki virtual tajriba orqali kuzatish o'quvchida ancha barqaror tushuncha hosil qiladi. Shu jihatdan laboratoriya mashg'ulotlari fizikani o'qitishda bilim, ko'nikma va kompetensiyani birlashtiruvchi muhim metodik vosita hisoblanadi [1].

Biroq amaliyotda laboratoriya mashg'ulotlarini har doim ham yetarli darajada tashkil etish imkoniyati mavjud emas. Ko'plab ta'lim muassasalarida zamonaviy laboratoriya jihozlarining yetishmasligi, mavjud asbob-uskunalarining eskirganligi, ayrim tajribalarni bajarish uchun zarur texnik sharoitlarning cheklanganligi, xavfsizlik talablari va vaqt omili laboratoriya faoliyatining samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa elektromagnit induksiya,

gazlarda elektr toki, optik interferensiya, kvant hodisalari, atom modellari, elektr va magnit maydonlar kabi mavzularni real laboratoriya sharoitida to'liq namoyish etish murakkabdir. Natijada o'quvchilar ko'plab fizik jarayonlarni nazariy matn, chizma yoki formula orqali o'rganishga majbur bo'ladi. Bu esa ayrim hollarda hodisaning ichki mexanizmini yuzaki tushunishga olib keladi [3].

Mazkur muammoni yumshatishda virtual laboratoriyalar va interaktiv simulyatsiyalar muhim pedagogik vosita sifatida maydonga chiqmoqda. Virtual laboratoriya fizik hodisa yoki tajribani raqamli muhitda modellashtirish, parametrlarni o'zgartirish, jarayonni kuzatish, natijalarni tahlil qilish va xulosa chiqarish imkonini beruvchi o'quv vositasidir. Uning asosiy afzalligi shundaki, o'quvchi xavfsiz, qulay va takroriy tajriba muhitiga ega bo'ladi. Virtual muhitda tajribani bir necha marta bajarish, parametrlarni turlicha o'zgartirish, grafik va vizual natijalarni kuzatish mumkin. Bunday imkoniyatlar ayniqsa abstrakt fizik tushunchalarni o'zlashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi [6].

Bugungi kunda PhET, Vascak.cz, Falstad Circuit Simulator, Tinkercad Circuits, GeoGebra, MATLAB/Simulink kabi platformalar fizik jarayonlarni interaktiv muhitda tushuntirishda keng qo'llanmoqda. Ularning har biri o'ziga xos didaktik imkoniyatlarga ega. Masalan, PhET simulyatsiyalari ko'proq konseptual tushunishni shakllantirish, o'quvchini faol izlanishga jalb qilish va fizik jarayonlarni vizual tarzda tushuntirishga yo'naltirilgan bo'lsa [5], Falstad Circuit Simulator murakkab elektr va elektron zanjirlarni modellashtirishda qulay hisoblanadi. Vascak.cz platformasi esa maktab fizikasi mazmuniga mos ravishda turli fizik hodisalarni sodda va tushunarli animatsiyalar orqali ifodalash imkonini beradi. Tinkercad Circuits elektr zanjirlarini loyihalash va Arduino elementlari bilan bog'liq tajribalarni modellashtirishda samarali vosita sifatida qo'llaniladi.

PhET platformasi Kolorado universiteti tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, unda fizika, matematika, kimyo va boshqa tabiiy fanlarga oid yuzlab interaktiv simulyatsiyalar mavjud [5]. Ushbu simulyatsiyalar o'quvchilarga fizik jarayonlarni faqat kuzatish emas, balki ularni boshqarish, parametrlarni o'zgartirish va natijalarni tahlil qilish imkonini beradi. PhET muhitida o'quvchi fizik hodisani tayyor ko'rinishda qabul qilmaydi, balki tajriba ishtirokchisiga aylanadi. Masalan, elektr zanjiri simulyatsiyasida u qarshilikni o'zgartiradi, kuchlanishni boshqaradi, tok kuchini kuzatadi va natijalar asosida xulosa chiqaradi. Shu sababli PhET simulyatsiyalari fizik qonuniyatlarni o'rganishda faollik, mustaqil fikrlash va tajribaviy tahlilni kuchaytiradi.

Perkins, Adams va Wieman tadqiqotlarida PhET simulyatsiyalari o'quvchilarning konseptual tushunishini rivojlantirishda samarali vosita ekanligi asoslab berilgan [4], [7]. Ushbu tadqiqotlarda interaktiv simulyatsiyalar o'quvchilarni faol bilish jarayoniga jalb qilishi, fizik hodisalar orasidagi sabab-oqibat bog'lanishlarini aniqlashga yordam berishi va nazariy bilimni tajribaviy kuzatish bilan bog'lash imkonini yaratishi ta'kidlanadi. Bu yondashuv fizika ta'limida muhim ahamiyatga ega, chunki o'quvchi fizik qonunni faqat tayyor formula sifatida emas, balki real yoki modellashtirilgan tajriba natijasida shakllangan ilmiy umumlashma sifatida anglaydi.

Darman va hammualliflarning tizimli sharhida virtual laboratoriyalar fizik ta'limida o'quvchilarning eksperimental kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim texnologiyaga

aylanayotgani ko'rsatib berilgan [2]. Mazkur tadqiqot virtual laboratoriyalarning nafaqat masofaviy ta'lim sharoitida, balki an'anaviy va aralash ta'lim shakllarida ham samarali bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. Virtual laboratoriyalar o'quvchilarga tajriba natijalarini kuzatish, tahlil qilish, xatolarni qayta tekshirish va mustaqil xulosa chiqarish imkonini beradi. Shu jihatdan ular fizika ta'limida eksperimental faoliyatni faollashtiruvchi didaktik vosita sifatida baholanishi mumkin.

Mahalliy tadqiqotlarda ham fizika ta'limini raqamlashtirish va virtual laboratoriyalarni joriy etish masalalari faol o'rganilmoqda. Xoliqov tomonidan ishlab chiqilgan "Fizika kurslarini raqamlashtirishning konseptual modeli" da virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar va raqamli kontent fizik ta'limning integrallashgan didaktik tizimi sifatida talqin qilingan [8]. Ushbu yondashuvda raqamli texnologiyalar alohida yordamchi vosita emas, balki ta'lim mazmuni, o'quv faoliyati, baholash va teskari aloqa bilan bog'langan yaxlit metodik tizim sifatida qaraladi. Bu esa virtual laboratoriyalarni darsga tasodifiy qo'shiladigan texnik element sifatida emas, balki oldindan rejalashtirilgan pedagogik model asosida qo'llash zarurligini ko'rsatadi.

"Gazlarda elektr tokini o'qitishda "Maktabda fizika" (vascak.cz) platformasidan foydalanish metodikasi" nomli maqolada virtual tajribalar yordamida ionlanish va gaz razryadlari jarayonlarini vizual tushuntirishning metodik imkoniyatlari asoslangan [9]. Gazlarda elektr toki mavzusi fizik jihatdan murakkab bo'lib, unda zaryad tashuvchilarning hosil bo'lishi, ionlanish, mustaqil va nomustaqil razryadlar kabi jarayonlarni oddiy laboratoriya sharoitida to'liq ko'rsatish qiyin. Vascak.cz platformasi esa bu jarayonlarni animatsion va interaktiv shaklda ko'rsatish orqali o'quvchilarda mazkur mavzu bo'yicha aniq tasavvur hosil qilishga yordam beradi. Bu misol virtual laboratoriyalarning ayniqsa ko'z bilan bevosita kuzatish qiyin bo'lgan fizik hodisalarni tushuntirishdagi ahamiyatini yaqqol ko'rsatadi.

"Fizika fanini virtual o'rganish muhiti va raqamli kontentning didaktik talablari" nomli maqolada virtual o'quv muhitining pedagogik talablari ishlab chiqilgan [10]. Unda raqamli kontentning sifati, interaktivlik darajasi, o'quv maqsadlariga mosligi, nazorat va teskari aloqa mexanizmlari, o'quvchining mustaqil faoliyatini qo'llab-quvvatlash imkoniyatlari muhim mezonlar sifatida ko'rsatiladi. Bu fikr virtual laboratoriya samaradorligi faqat platformaning texnik imkoniyatlariga emas, balki uning didaktik jihatdan to'g'ri loyihalashiga bog'liqligini anglatadi.

"Integrative Model Of Physics Education In The Digital Environment" maqolada fizik ta'limning raqamli integrativ modeli taklif qilingan [11]. Ushbu modelda virtual laboratoriyalar, interaktiv resurslar, raqamli baholash vositalari va o'quv faoliyatini boshqarish mexanizmlari o'zaro bog'langan pedagogik tizim sifatida qaraladi. Bunday integrativ yondashuv fizika ta'limida raqamli vositalardan foydalanishni fragmentar emas, balki tizimli tashkil etish imkonini beradi. Shuningdek, Xoliqovning raqamli ta'lim va virtual o'quv muhitida fizika ta'limini tashkil etishga oid tadqiqotida virtual muhitda darslarni rejalashtirish, o'quv topshiriqlarini ishlab chiqish va o'quvchi faoliyatini baholash masalalari yoritilgan [12]. Yuqoridagi adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, virtual laboratoriyalar bo'yicha xalqaro va mahalliy miqyosda muhim ilmiy natijalar mavjud. Xalqaro tadqiqotlarda asosan PhET va boshqa simulyatsiyalarning konseptual tushunishga ta'siri, virtual laboratoriyalarning

eksperimental faoliyatdagi o'rni va real laboratoriyalar bilan integratsiyasi yoritilgan. Mahalliy tadqiqotlarda esa fizika kurslarini raqamlashtirish, virtual o'quv muhiti, raqamli kontentga qo'yiladigan didaktik talablar va muayyan mavzularni virtual platformalar asosida o'qitish metodikasi ishlab chiqilgan. Biroq aynan PhET va interaktiv simulyatsiyalar asosida fizika ta'limida metodik modellarni tizimli ishlab chiqish, ularni o'qituvchi va o'quvchi faoliyati, baholash mezonlari hamda kompetensiyaviy natijalar bilan bog'lash masalasi hali ham dolzarb bo'lib qolmoqda.

Shu sababli mazkur maqolada virtual laboratoriyalar asosida fizik ta'limda qo'llaniladigan metodik modellarni ishlab chiqish va ularning didaktik imkoniyatlarini ilmiy asoslash maqsad qilib olindi. Tadqiqotda virtual laboratoriyalar oddiy ko'rgazmali vosita sifatida emas, balki o'quvchilarning bilish faoliyatini boshqaruvchi, eksperimental kompetensiyasini rivojlantiruvchi va fizik tushunchalarni chuqur o'zlashtirishga xizmat qiluvchi metodik tizim sifatida talqin qilinadi.

Tadqiqot metodlari

Tadqiqot davomida tahliliy, qiyosiy va pedagogik modellashtirish metodlaridan foydalanildi. Virtual laboratoriyalar va interaktiv simulyatsiyalar bo'yicha xalqaro hamda mahalliy ilmiy manbalar o'rganilib, PhET, Vascak.cz, Falstad Circuit Simulator va Tinkercad Circuits platformalarining didaktik imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqotda virtual laboratoriyalarning fizik hodisalarni vizuallashtirish, eksperimental kompetensiyalarni rivojlantirish va o'quvchilarning mustaqil faoliyatini tashkil etishdagi imkoniyatlari o'rganildi hamda ular asosida fizika ta'limiga oid metodik modellar ishlab chiqildi.

Natijalar va muhokama

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, virtual laboratoriyalar fizika ta'limida oddiy ko'rgazmali vosita emas, balki o'quvchilarning bilish faoliyatini faollashtiruvchi, fizik hodisalarni modellashtiruvchi va tajribaviy tafakkurni rivojlantiruvchi muhim didaktik tizim sifatida namoyon bo'ladi. Virtual laboratoriya fizik hodisa yoki tajribani kompyuter, planshet, smartfon yoki internet platformasi orqali modellashtirish, parametrlarni o'zgartirish, natijalarni kuzatish va tahlil qilish imkonini beruvchi raqamli o'quv muhitidir. Uning asosiy afzalligi shundaki, o'quvchi real laboratoriyada kuzatish qiyin bo'lgan jarayonlarni interaktiv, vizual va xavfsiz shaklda o'rganadi. Masalan, elektromagnit induksiya, magnit oqim, elektr maydon kuch chiziqlari, molekulyar harakat, interferensiya, difraksiya yoki kvant jarayonlari kabi hodisalar oddiy ko'z bilan bevosita kuzatilmaydi. Virtual simulyatsiyalar esa bu jarayonlarni animatsiya, grafik, rangli tasvir, o'lchash asboblari va boshqaruv elementlari orqali tushunarli holga keltiradi.

Virtual laboratoriyalarning didaktik mohiyati shundaki, ular o'quvchini tayyor bilimni qabul qiluvchi emas, balki tajriba ishtirokchisi va tadqiqotchi sifatida faoliyat yuritishga undaydi. O'quvchi simulyatsiya muhitida parametrlarni o'zgartiradi, hodisaning qanday kechishini kuzatadi, natijalarni solishtiradi va mustaqil xulosa chiqaradi. Bu jarayon fizik qonuniyatlarni mexanik yodlashdan ko'ra chuqurroq anglashga yordam beradi. Masalan, Om qonunini o'rganishda o'quvchi faqat formulani eslab qolmaydi, balki kuchlanish yoki qarshilik

o'zgaranda tok kuchining qanday o'zgarishini bevosita kuzatadi. Shu orqali fizik kattaliklar orasidagi sabab-oqibat bog'lanishi aniqroq anglashiladi.

Shu bilan birga, virtual laboratoriyalar real laboratoriyani to'liq almashtira olmaydi. Real tajriba jarayonida o'quvchi asboblarni ulash, o'lchash, texnik xatolarni aniqlash, qurilmalardan foydalanish va xavfsizlik qoidalariga rioya qilish kabi amaliy ko'nikmalarni egallaydi. Virtual laboratoriyada esa ko'proq konseptual tushunish, modellashtirish, vizual tahlil va nazariy umumlashtirish kuchayadi. Demak, eng samarali yondashuv virtual va real laboratoriyalarni qarama-qarshi qo'yish emas, balki ularni o'zaro integratsiyalashdan iboratdir. Bunda virtual laboratoriya real tajribaga tayyorgarlik bosqichi, murakkab jarayonlarni tushuntirish vositasi va natijalarni tahlil qilish muhiti sifatida xizmat qiladi.

Tadqiqot davomida fizika ta'limida virtual laboratoriyalardan foydalanishning bir nechta metodik modeli ajratildi:

Birinchi model - namoyish modeli bo'lib, unda o'qituvchi simulyatsiyani dars jarayonida namoyish qiladi va fizik hodisaning mohiyatini tushuntiradi. Bu model yangi mavzuni tushuntirishda, murakkab jarayonni ko'rgazmali ifodalashda va qisqa vaqt ichida asosiy fizik bog'lanishni ochib berishda samarali hisoblanadi. Masalan, PhET "Circuit Construction Kit" simulyatsiyasi yordamida elektr zanjirida qarshilik ortganda tok kuchining kamayishi, kuchlanish o'zgaranda zanjir elementlaridagi o'zgarishlar yoki lampochka yorqinligining fizik sabablari ko'rsatib beriladi. Bunda o'quvchi hodisani ko'radi, o'qituvchi esa jarayonni nazariy tushuncha bilan bog'laydi. Biroq namoyish modeli faqat o'qituvchi faol bo'lib, o'quvchi passiv kuzatuvchi bo'lib qoladigan shaklda tashkil etilsa, uning samaradorligi pasayadi. Shu sababli mazkur model muammoli savollar, oldindan taxmin qilish, natijani izohlash va qisqa munozaralar bilan boyitilishi lozim.

Ikkinchi model - izlanishga asoslangan modeldir. Bu modelda o'quvchi tayyor javobni olmaydi, balki virtual tajriba orqali fizik qonuniyatni mustaqil aniqlashga yo'naltiriladi. O'qituvchi faqat yo'naltiruvchi savollar beradi, o'quvchi esa simulyatsiyada tajriba shartlarini o'zgartirib, natijalarni tahlil qiladi. Masalan, prujinali tebranishlarni o'rganishda o'quvchi massa, prujina qattiqligi yoki amplitudani o'zgartirib, tebranish davriga ta'sirini kuzatadi. Elektromagnit induksiya mavzusida esa magnitning harakat tezligi, g'altak o'ramlari soni yoki magnit qutbining o'zgarishi induksion tokka qanday ta'sir qilishini aniqlaydi. Bu modelning afzalligi shundaki, o'quvchi fizik qonuniyatni tayyor formula sifatida emas, balki tajribaviy kuzatish va tahlil natijasi sifatida o'zlashtiradi. Natijada analitik tafakkur, mustaqil izlanish, gipoteza ilgari surish va xulosa chiqarish ko'nikmalari rivojlanadi.

Uchinchi model - aralash laboratoriya modeli bo'lib, u virtual va real laboratoriya tajribalarining integratsiyasiga asoslanadi. Ushbu modelda dastlab virtual tajriba yordamida fizik hodisaning mohiyati tushuntiriladi, keyin esa real laboratoriyada shu hodisa amaliy tekshiriladi. Masalan, Om qonuni avval PhET yoki Tinkercad Circuits simulyatsiyasida modellashtiriladi, bunda o'quvchi kuchlanish, qarshilik va tok kuchi orasidagi bog'lanishni kuzatadi. Shundan so'ng real elektr zanjirida ampermetr va voltmeter yordamida tajriba bajariladi. Bunday yondashuv o'quvchini real tajribaga oldindan tayyorlaydi, xatolarni kamaytiradi va laboratoriya vaqtini samarali tashkil etishga yordam beradi. Ayniqsa jihozlar yetarli bo'lmagan sharoitda aralash model katta metodik ahamiyatga ega, chunki barcha

o'quvchilar avval virtual muhitda tajriba mazmunini tushunib oladi, so'ng real laboratoriyada asosiy amaliy ko'nikmalarni mustahkamlaydi.

To'rtinchi model - teskari sinf modelidir. Bu modelda o'quvchi virtual laboratoriya yoki simulyatsiya bilan darsdan oldin mustaqil tanishadi, dars jarayonida esa natijalar muhokama qilinadi, savollar tahlil qilinadi va umumlashtirish amalga oshiriladi. Masalan, o'quvchilarga uy vazifasi sifatida PhET "Magnets and Electromagnets" simulyatsiyasini o'rganish topshiriladi. Ular tok kuchi, o'ramlar soni va elektromagnit kuchi o'rtasidagi bog'lanishni kuzatib keladi. Darsda esa o'qituvchi o'quvchilarning kuzatishlarini muhokama qiladi, nazariy tushunchalarni aniqlashtiradi va real hayotdagi qo'llanish sohalari bilan bog'laydi. Bu model mustaqil ta'limni rivojlantiradi, auditoriya vaqtini samarali taqsimlaydi va o'quvchini darsga tayyor holatda kirishiga yordam beradi.

Beshinchi model - kompetensiyaviy modeldir. Bu modelda virtual laboratoriya faqat mavzuni tushuntirish vositasi emas, balki o'quvchida muayyan kompetensiyalarni shakllantirish vositasi sifatida qaraladi. Virtual laboratoriya asosida o'quvchida eksperimental kompetensiya, raqamli kompetensiya, tadqiqotchilik faoliyati, analitik fikrlash va muammoli vaziyatlarni hal qilish ko'nikmalari rivojlanadi. Masalan, o'quvchi tajriba maqsadini aniqlaydi, gipoteza ilgari suradi, parametrlarni tanlaydi, natijalarni tahlil qiladi va ilmiy xulosa chiqaradi. Bunday yondashuv PISA va TIMSS kabi xalqaro baholash dasturlarining kompetensiyaviy talablariga ham mos keladi, chunki o'quvchi faqat formulani bilish bilan cheklanmay, fizik vaziyatni tushuntirish va amaliy muammoni hal qilishga yo'naltiriladi.

Virtual laboratoriyalarning fizika bo'limlari bo'yicha qo'llanish imkoniyatlari ham kengdir. Mexanika bo'limida harakat, tezlanish, kuch, energiya, impuls, tebranish va to'lqinlar modellashtiriladi. Masalan, jismning qiya tekislikdagi harakati, erkin tushish, elastik to'qnashuv yoki prujinali tebranishlarni virtual muhitda o'rganish o'quvchilarga mexanik qonuniyatlarni aniqroq anglash imkonini beradi. Elektr va magnetizm bo'limida esa virtual laboratoriyalar ayniqsa samaralidir. Elektr zanjirlari, Om qonuni, Kirxgof qoidalari, elektromagnit induksiya, magnit maydon va elektromagnit tebranishlarni interaktiv simulyatsiyalar orqali o'rganish o'quvchilarda ko'z bilan ko'rish qiyin bo'lgan jarayonlar haqida aniq tasavvur hosil qiladi. Optika bo'limida linzalar, ko'zgular, yorug'lik sinishi, interferensiya va difraksiya jarayonlarini modellashtirish mumkin. Atom va kvant fizikasi bo'limida esa fotoeffekt, atom modeli, spektral chiziqlar va kvant o'tishlar kabi murakkab hodisalar virtual muhit orqali tushuntiriladi.

Muhokama natijalari shuni ko'rsatadiki, virtual laboratoriyalar fizika ta'limida bir vaqtning o'zida bir nechta vazifani bajaradi: ular ko'rgazmalilikni ta'minlaydi, o'quvchini faol izlanishga jalb qiladi, laboratoriya jihozlari cheklangan sharoitda tajriba muhitini kengaytiradi, masofaviy va aralash ta'limni qo'llab-quvvatlaydi hamda eksperimental kompetensiyalarni rivojlantiradi. Biroq virtual laboratoriyalarni samarali qo'llash uchun ularni darsga tasodifiy qo'shish yetarli emas. Har bir simulyatsiya aniq o'quv maqsadi, topshiriqlar tizimi, kuzatish savollari, natijalarni qayd etish shakli va baholash mezonlari bilan bog'langan bo'lishi kerak. Aks holda virtual laboratoriya faqat qiziqarli animatsiya darajasida qolib ketishi mumkin.

Shunday qilib, virtual laboratoriyalar fizika ta'limida zamonaviy metodik modellarni shakllantirish uchun keng imkoniyat yaratadi. Ularning samaradorligi tanlangan platformaga

emas, balki o'qituvchining metodik loyihalashi, o'quvchining faol ishtiroki, topshiriqlarning tadqiqotchilik xarakteri va virtual tajribaning nazariy bilim bilan bog'lanishiga bog'liqdir. Eng muhim jihat shundaki, virtual laboratoriya fizikani o'qitishda real tajribani inkor etmaydi, balki uni boyitadi, tayyorgarlik bosqichini kuchaytiradi va o'quvchilarning fizik hodisalarni chuqurroq anglashiga xizmat qiladi.

Muhokama

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, virtual laboratoriyalar fizika ta'limida abstrakt va murakkab fizik jarayonlarni tushuntirishda yuqori didaktik samaradorlikka ega. Ayniqsa elektromagnit induksiya, elektr maydon, molekulyar harakat, optik interferensiya va kvant hodisalari kabi ko'z bilan bevosita kuzatish qiyin bo'lgan mavzularni o'qitishda interaktiv simulyatsiyalar o'quvchilarda aniq tasavvur hosil qiladi. Virtual laboratoriyalar fizik hodisalarni dinamik, vizual va interaktiv shaklda ifodalashi sababli o'quvchilarning konseptual tushunishini chuqurlashtiradi hamda nazariy bilim bilan tajriba o'rtasidagi bog'lanishni kuchaytiradi.

Tadqiqot natijalari virtual laboratoriyalar o'quvchini passiv tinglovchidan faol tadqiqotchiga aylantirishini ko'rsatdi. Simulyatsiyalar yordamida o'quvchi parametrlarni mustaqil o'zgartiradi, tajriba natijalarini kuzatadi, solishtiradi va xulosa chiqaradi. Bu esa o'quvchilarda analitik tafakkur, muammoli vaziyatni hal qilish, tajriba asosida fikrlash va mustaqil izlanish kompetensiyalarini rivojlantiradi. Ayniqsa inquiry-based learning tamoyiliga asoslangan virtual tajribalar o'quvchilarning fizik qonuniyatlarni tayyor shaklda emas, balki kuzatish va tahlil asosida o'zlashtirishiga yordam beradi.

Virtual laboratoriyalar laboratoriya jihozlari yetishmovchiligi mavjud bo'lgan sharoitlarda ham muhim pedagogik imkoniyat yaratadi. Ko'plab ta'lim muassasalarida zamonaviy fizik asbob-uskunalar yetarli emasligi sababli ayrim tajribalarni amaliy tashkil etish qiyin. Virtual laboratoriyalar esa minimal texnik vositalar yordamida murakkab fizik tajribalarni modellashtirish imkonini beradi. Bundan tashqari, ular masofaviy va aralash ta'lim sharoitida ham laboratoriya mashg'ulotlarini davom ettirish imkonini yaratadi. Shu jihatdan virtual laboratoriyalar ta'lim jarayonining moslashuvchanligini oshiruvchi muhim raqamli vosita hisoblanadi.

Shu bilan birga, virtual laboratoriyalarning ayrim cheklovlari ham mavjud. Eng avvalo, virtual muhit real laboratoriya bilan ishlashda shakllanadigan ayrim amaliy ko'nikmalarni to'liq ta'minlay olmaydi. Masalan, asboblarni ulash, texnik nosozliklarni aniqlash, o'lchashdagi xatolarni baholash va laboratoriya qurilmalari bilan ishlash tajribasi real laboratoriyada samaraliroq shakllanadi. Bundan tashqari, simulyatsiyalar ko'pincha ideal model asosida ishlaydi, real fizik jarayonlardagi barcha murakkablik va tashqi omillarni to'liq aks ettirmaydi. Shuningdek, virtual laboratoriyalar texnik vositalar va internet imkoniyatlariga bog'liq bo'lib, ayrim hollarda texnologik cheklovlar ularning samarali qo'llanilishiga to'sqinlik qilishi mumkin.

Shu sababli virtual laboratoriyalar real laboratoriyalarni inkor etuvchi emas, balki ularni boyituvchi va qo'llab-quvvatlovchi metodik vosita sifatida qaralishi lozim. Eng samarali yondashuv virtual va real laboratoriyalar integratsiyasiga asoslangan aralash model hisoblanadi. Bunday yondashuvda virtual laboratoriyalar murakkab jarayonlarni tushuntirish

va tajribaga tayyorlash vazifasini bajarsa, real laboratoriyalar amaliy ko'nikmalarni shakllantirishga xizmat qiladi.

Xulosa

Virtual laboratoriya tajribalari va PhET interaktiv simulyatsiyalari fizika ta'limida zamonaviy metodik modellarni shakllantirish uchun muhim didaktik asos yaratadi. Ular fizik hodisalarni vizuallashtirish, o'quvchilarning mustaqil izlanishini rivojlantirish, laboratoriya imkoniyatlarini kengaytirish hamda kompetensiyaviy ta'limni tashkil etishda samarali vosita hisoblanadi. Ayniqsa murakkab va abstrakt fizik jarayonlarni interaktiv muhitda tushuntirish o'quvchilarning konseptual tushunishini chuqurlashtirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari virtual laboratoriyalar asosida namoyish modeli, izlanishga asoslangan model, aralash laboratoriya modeli, teskari sinf modeli va kompetensiyaviy modelni samarali qo'llash mumkinligini ko'rsatdi. Ushbu modellar o'quvchilarning eksperimental kompetensiyasi, analitik tafakkuri, tadqiqotchilik faoliyati va raqamli ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Ayniqsa inquiry-based learning va kompetensiyaviy yondashuv asosida tashkil etilgan virtual tajribalar o'quvchilarning fizik qonuniyatlarni chuqurroq anglashiga yordam beradi.

Shuningdek, fizika ta'limini raqamlashtirish jarayonida virtual laboratoriyalarni metodik jihatdan to'g'ri loyihalash muhim ahamiyat kasb etadi. Virtual simulyatsiyalar o'quv maqsadlari, topshiriqlar tizimi, baholash mezonlari va refleksiya jarayoni bilan uyg'unlashgan holda qo'llanilgandagina yuqori pedagogik samaradorlikka erishish mumkin. Shu jihatdan virtual laboratoriyalar zamonaviy fizika ta'limining ajralmas tarkibiy qismi sifatida o'quvchilarning ilmiy tafakkurini rivojlantirish va ta'lim sifatini oshirishda muhim rol o'ynaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Adams, W. K. Student engagement and learning with PhET interactive simulations // *Il Nuovo Cimento*. – 2010.
2. Darman, D. R., Suhandi, A., Wibowo, F. C. Virtual laboratory in physics education: A systematic review // *AIP Conference Proceedings*. – 2024.
3. El Kharki, K., Berrada, K., Burgos, D. Design and implementation of a virtual laboratory for physics subjects // *Sustainability*. – 2021.
4. Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C. PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics // *Physics Education Research*. – 2006.
5. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder.
6. Wang, Y. et al. Virtual experiments in physics education: A systematic literature review. – 2025.
7. Wieman, C., Adams, W., Loeblein, P., Perkins, K. Teaching physics using PhET simulations // *The Physics Teacher*. – 2008.
8. Xoliqov, Q. T. Fizika kurslarini raqamlashtirishning konseptual modeli // *Ta'lim, fan va innovatsiya*. – 2026. – № 2. – B. 169–174.

-
9. Xoliqov, Q. T. Gazlarda elektr tokini o'qitishda "Maktabda fizika" (vascak.cz) platformasidan foydalanish metodikasi // Ta'lim, fan va innovatsiya. – 2026. – № 3. – B. 194–199.
 10. Xoliqov, Q. T. Fizika fanini virtual o'rganish muhiti va raqamli kontentning didaktik talablari // Pedagogy and Educational Technologies. – 2026. – T. 2. – № 2. – B. 21–31.
 11. Kholikov, K. T. Integrative Model Of Physics Education In The Digital Environment // European International Journal of Pedagogics. – 2026. – T. 6. – № 2. – B. 50–52.
 12. Xoliqov, Q. T. Raqamli ta'lim va virtual o'quv muhitida fizika ta'limini tashkil etishning metodik asoslari // Maktabgacha va maktab ta'limi. – 2026. – № 2. – B. 317–322.