



UDK 37.0.371.377

Dilbarxon USMONOVA,
Stajyor tadqiqotchi, O'zbekiston Milliy pedagogika universiteti, Toshkent, O'zbekiston
E-mail: dilbarusmonova@gmail.com ORCID: 0009-0005-8708-0369

SHDPI professori, DSc P.Jalolova taqrizi ostida

STEAM ASOSIDA FIZIKA FANIDA TABIIY HODISALARNI VR/AR TEXNOLOGIYALARI ORQALI O'RGANISHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Annotatsiya

Ushbu maqolada STEAM yondashuvi asosida fizika fanida tabiiy hodisalarni VR/AR texnologiyalari orqali o'rganishning didaktik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Yorug'likning sinishi va qaytishi, jismlar harakati, elektr va magnit maydonlar, tovush to'lqinlari hamda issiqlik almashinuvi kabi murakkab jarayonlarni an'anaviy usullarda tushuntirish o'quvchilarda to'liq tasavvur hosil qilishda qiyinchilik tug'dirishi mumkin. VR/AR texnologiyalari esa ushbu hodisalarni 3D muhitda kuzatish, modellashtirish va tajriba asosida o'rganish imkonini beradi.

STEAM yondashuvi fizika ta'limida fanlararo integratsiyani ta'minlab, tabiiy hodisalarning ilmiy mohiyatini anglash, virtual modellar yaratish, fizik qonuniyatlarni hisob-kitob va grafiklar orqali asoslashga xizmat qiladi. Ushbu yondashuv o'quvchilarning bilish faolligi, qiziqishi, amaliy ko'nikmalari va mustaqil fikrlashini rivojlantiradi hamda nazariy bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo'llash kompetensiyasini shakllantirishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: STEAM yondashuvi, fizika ta'limi, tabiiy hodisalar, VR texnologiyalari, AR texnologiyalari, virtual laboratoriya, kengaytirilgan reallik, 3D modellashtirish, interaktiv ta'lim, raqamli ta'lim texnologiyalari.

DIDACTIC POSSIBILITIES OF STUDYING NATURAL PHENOMENA IN PHYSICS THROUGH VR/AR TECHNOLOGIES BASED ON THE STEAM APPROACH

Annotation

This article analyzes the didactic opportunities for studying natural phenomena in physics through VR/AR technologies based on the STEAM approach. Explaining complex processes such as the refraction and reflection of light, motion of bodies, electric and magnetic fields, sound waves, and heat transfer through traditional methods may make it difficult for students to form a complete understanding. VR/AR technologies, however, provide opportunities to observe, model, and study these phenomena experimentally in a three-dimensional (3D) environment.

The STEAM approach ensures interdisciplinary integration in physics education and helps students understand the scientific essence of natural phenomena, create virtual models, and justify physical laws through calculations and graphs. This approach develops students' cognitive activity, interest, practical skills, and independent thinking, while also helping them form the competence to apply theoretical knowledge in practical situations.

Key words: STEAM approach, physics education, natural phenomena, VR technologies, AR technologies, virtual laboratory, augmented reality, 3D modeling, interactive learning, digital educational technologies.

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ФИЗИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VR/AR-ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ STEAM-ПОДХОДА

Аннотация

В данной статье анализируются дидактические возможности изучения природных явлений в физике с использованием VR/AR-технологий на основе STEAM-подхода. Объяснение таких сложных процессов, как преломление и отражение света, движение тел, электрические и магнитные поля, звуковые волны и теплообмен, традиционными методами может затруднять формирование у учащихся полного представления. VR/AR-технологии, в свою очередь, позволяют наблюдать, моделировать и изучать эти явления экспериментальным путём в трёхмерной (3D) среде.

STEAM-подход обеспечивает междисциплинарную интеграцию в обучении физике, способствует пониманию научной сущности природных явлений, созданию виртуальных моделей и обоснованию физических закономерностей с помощью расчётов и графиков. Данный подход развивает познавательную активность, интерес, практические навыки и самостоятельное мышление учащихся, а также помогает формировать компетенцию применения теоретических знаний в практических ситуациях.

Ключевые слова: STEAM-подход, физическое образование, природные явления, VR-технологии, AR-технологии, виртуальная лаборатория, дополненная реальность, 3D-моделирование, интерактивное обучение, цифровые образовательные технологии.

Kirish. Hozirgi vaqtda aniq fanlar, xususan, fizika ta'limida rejalashtirish, loyihalash, ishlab chiqish va tajriba o'tkazish jarayonlari zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan uzviy bog'lanib bormoqda. Ta'lim jarayonida texnologiyalardan foydalanish o'quvchilarga fizik tushunchalarni chuqurroq anglash, tabiiy hodisalarni

modellashtirish hamda tajriba natijalarini tahlil qilish imkonini beradi [1]. Ayniqsa, virtual va kengaytirilgan reallik texnologiyalari murakkab fizik jarayonlarni 3D muhitda ko'rsatish, tajribalarni xavfsiz modellashtirish va o'quvchini faol ishtirokchiga aylantirishda muhim ahamiyat kasb etadi [2], [3].

Bugungi kunda ta'lim jarayonini raqamli texnologiyalar asosida modernizatsiya qilish, o'quvchilarda mustaqil fikrlash, ijodiy yondashuv, amaliy ko'nikma va fanlararo kompetensiyalarni shakllantirish dolzarb vazifalardan biridir. Fizika fanida yorug'likning sinishi va qaytishi, jismlarning harakati, elektr va magnit maydonlar, tovush to'lqinlari hamda issiqlik almashinuvi kabi mavzularni an'anaviy usullar orqali to'liq tushuntirish har doim ham yetarli natija bermaydi. Shu sababli VR/AR texnologiyalari nazariy bilimlarni amaliy kuzatuvlar bilan mustahkamlash, fizik hodisalarni interaktiv va tushunarli shaklda o'rganish imkonini beradi. VR texnologiyasi o'quvchini virtual muhitga olib kirsada, AR texnologiyasi real muhit ustiga raqamli obyektlar, modellar va izohlarni joylashtirish orqali mavzuni yanada qiziqarli qiladi. Virtual tajribalar haqiqiy muhitdagi natijalarga mos bo'lishi uchun ularni puxta loyihalash va sinovdan o'tkazish muhim hisoblanadi [4], [5].

STEAM yondashuvi fizika fanini boshqa fanlar bilan uzviy bog'liq holda o'qitishga xizmat qiladi. Bu yondashuvda Science tabiiy hodisalarning ilmiy mohiyatini anglashga, Technology VR/AR vositalaridan foydalanishga, Engineering fizik jarayonlar modellarini yaratishga, Art vizual va interaktiv muhitni shakllantirishga, Mathematics esa fizik qonuniyatlarni formula, grafik va hisob-kitoblar orqali asoslashga yo'naltiriladi. Natijada o'quvchilarda fanlararo tafakkur, muammoli vaziyatlarni hal qilish, ijodiy izlanish va amaliy faoliyat ko'nikmalari rivojlanadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Vizualizatsiyalar orqali o'qitish nazariyalari AR asosidagi ta'lim uchun ham muhim hisoblanadi. Euler va boshqalar [6] bunday ta'limda kognitiv yuklama nazariyasi, taqsimlangan bilish, multimedia orqali o'qitishning kognitiv nazariyasi, Ainsworthning ko'p shaklli ifodalar nazariyasi, gavdalangan bilish va ijtimoiy semiotika nazariyalarini dolzarb deb ko'rsatadi.

Kognitiv yuklama nazariyasiga [7] ko'ra, ishchi xotiraning imkoniyati cheklangan bo'lib, ortiqcha axborot

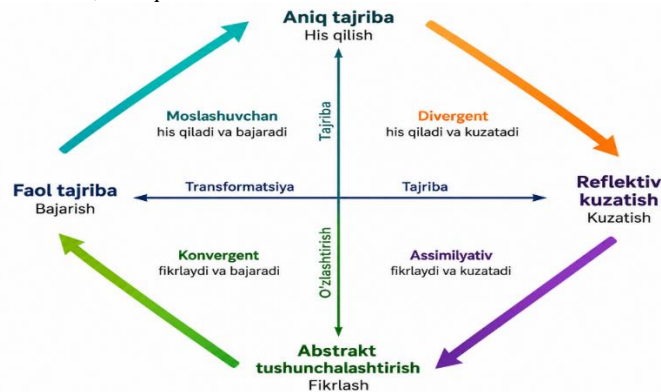
o'rganish samaradorligini pasaytiradi. Ta'lim muhitida mazmunli, tashqi va ichki kognitiv yuklama yuzaga keladi. Samarali o'qitish uchun mazmunli yuklama qo'llab-quvvatlanishi, tashqi yuklama kamaytirilishi va ichki yuklama moslashtirilishi zarur [8].

Mayerning multimedia orqali o'qitish nazariyasida bu jarayon o'n ikki tamoyil orqali izohlanadi. AR ta'limida multimedia, fazoviy yaqinlik, vaqt bo'yicha yaqinlik va segmentlash tamoyillari ayniqsa muhimdir [9]. Multimedia tamoyiliga ko'ra, o'quvchilar faqat matn emas, balki matn, rasm, 3D obyekt, animatsiya va videolar uyg'unligida berilgan materialni yaxshiroq o'zlashtiradilar. Shu sababli AR vositalari o'quv materiallarini ko'rgazmali, interaktiv va tushunarli shaklda taqdim etishga xizmat qiladi [10].

Tadqiqot metodologiyasi. Maqolada STEAM yondashuvi asosida fizika fanida tabiiy hodisalarni VR/AR texnologiyalari orqali o'rganishning didaktik imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqotning nazariy asosini STEAM yondashuvi, vizual ta'lim, multimedia orqali o'qitish va kognitiv yuklama nazariyasi tashkil etdi. Unda tahliliy, qiyosiy, modellashtirish va pedagogik kuzatuv metodlaridan foydalanildi.

Yorug'likning qaytishi va sinishi, jismlar harakati, elektr va magnit maydonlar, tovush to'lqinlari hamda issiqlik almashinuvi kabi mavzularni VR/AR muhitida modellashtirish imkoniyatlari o'rganildi. Shuningdek, 10 ta laboratoriya mashg'ulotining VR/AR texnologiyalariga moslashtirilishi tahlil qilinib, baholash mezonlari sifatida tajribani bajarish vaqti, xavfsizlik, o'lchash aniqligi, qayta bajarish imkoniyati, o'quvchilarning tushunish darajasi va motivatsiyasi belgilandi.

Natijada VR/AR texnologiyalari fizika ta'limida nazariy bilimlarni amaliy tajriba bilan bog'lash, o'quvchilarning mavzuni chuqur anglashini ta'minlash, amaliy ko'nikma va darsdagi faolligini oshirishga xizmat qilishi asoslab berildi.



1-rasm: Fizika fanini VR/AR texnologiyalari vositasida tajribaviy o'rganish jarayonining didaktik modeli

Modelda o'quvchi dastlab aniq tajriba orqali hodisani his qiladi, so'ng uni reflektiv kuzatish asosida tahlil qiladi, keyingi bosqichda abstrakt tushunchalashtirish orqali nazariy xulosa chiqaradi va yakunda faol tajriba orqali olingan bilimni amaliyotda qo'llaydi. Mazkur sikl VR/AR texnologiyalari asosida fizika fanini o'qitishda muhim didaktik ahamyatga ega. Chunki virtual va kengaytirilgan reallik muhitida o'quvchilar fizik hodisalarni kuzatish, tajriba parametrlarini o'zgartirish, natijalarni tahlil qilish hamda nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash imkoniga ega bo'ladilar. Bu esa ularda mustaqil fikrlash, kuzatuvchanlik, tahliliy yondashuv va tajriba asosida xulosa chiqarish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Tadqiqot doirasida fizika fanidan tabiiy hodisalarni o'rganishga yo'naltirilgan 10 ta laboratoriya mashg'uloti VR

texnologiyalariga moslashtirildi. Ushbu laboratoriyalar o'quvchilarga fizik jarayonlarni 3D virtual muhitda kuzatish, tajriba parametrlarini mustaqil o'zgartirish va natijalarni tahlil qilish imkonini beradi. Ular qatoriga tekis va tekis o'zgaruvchan harakat, erkin tushish, Nyutonning ikkinchi qonuni, mexanik energiyani saqlanishi, yorug'likning qaytishi va sinishi, linzalarda tasvir hosil bo'lishi, Om qonuni, elektromagnit induksiya hamda tovush to'lqinlarining tarqalishi kiradi. Umuman olganda, ushbu laboratoriya mashg'ulotlarini VR texnologiyalariga moslashtirish fizika ta'limida tajriba jarayonini xavfsiz, interaktiv va ko'rgazmali tashkil etishga xizmat qiladi. Bunday yondashuv o'quvchilarda fizik hodisalarni chuqur anglash, nazariy bilimlarni amaliy tajriba bilan bog'lash va STEAM kompetensiyalarini

rivojlantirish imkonini beradi. 2-rasmda VR asosidagi fizika laboratoriyasi tizimining umumiy ishlash arxitekturasi ifodalangan.

Rasmning chap tomonida ishlash jarayonini ifodalash moduli ko'rsatilgan bo'lib, u tajribaning bajarilish tartibi, fizik hodisalarning ketma-ketligi va jarayonlarning vizual namoyishini ta'minlaydi. O'ng tomonda esa yig'ish va qismlarga ajratish moduli berilgan bo'lib, bu modul laboratoriya qurilmalarining tuzilishini o'rganish, ularni virtual

tarzda yig'ish va alohida qismlarini ko'rib chiqish imkonini yaratadi. Pastki qismda VR o'zaro ta'siri bloklari joylashgan. Bu yerda Leap Motion sensori foydalanuvchining qo'l harakatlarini aniqlab, ularni virtual muhitga uzatadi. Oculus Rift VR qurilmasi esa foydalanuvchiga laboratoriya muhitini uch o'lchamli ko'rinishda kuzatish va tajribada bevosita ishtirok etish imkonini beradi. Umuman olganda, mazkur tizim fizik tajribalarni interaktiv, ko'rgazmali va zamonaviy usulda o'rganishga xizmat qiladi.



2-rasm: VR texnologiyalari asosida ishlab chiqilgan fizika laboratoriyasining funksional arxitekturasi

Zamonaviy ta'limda VR texnologiyalaridan foydalanish fizik hodisalarni chuqurroq o'rganish, tajribalarni xavfsiz va interaktiv muhitda bajarish imkonini beradi. VR asosida yaratilgan fizika laboratoriyasi an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlarini raqamli muhitga ko'chirib, fizik jarayonlarni 2D va 3D ko'rinishda modellashirishga xizmat qiladi.

Mazkur tizimda laboratoriya jihozlari, fizika modeli, o'lchash asboblari, VR qurilmalari, foydalanuvchi interfeysi hamda C# skriptlari o'zaro bog'langan holda ishlaydi. Foydalanuvchi VR shlem, kontroller va sensorlar orqali virtual

laboratoriya obyektlari bilan muloqot qiladi, fizik kattaliklar bo'yicha hisob-kitoblar bajariladi va natijalar grafik, audio hamda VR vizualizatsiya shaklida taqdim etiladi. Shu bois VR asosidagi fizika laboratoriyasi tajribalarni ko'rgazmali, xavfsiz, qulay va samarali tashkil etishga yordam beruvchi zamonaviy raqamli ta'lim vositasi hisoblanadi.

Tahlil va natijalar. VR asosidagi fizika laboratoriyasi an'anaviy laboratoriyani to'liq inkor etmaydi, balki uni xavfsiz, interaktiv, ko'rgazmali va takroriy bajarish imkoniyatini oshiradi.

1-jadval. An'anaviy va VR asosidagi fizika laboratoriyasi mashg'ulotlari natijalarining qiyosiy tahlili

№	Baholash mezonlari	An'anaviy laboratoriya natijasi	VR asosidagi laboratoriya natijasi	Farq va ustunlik
1	Tajribani bajarish vaqti	35 daqiqa	12 daqiqa	23 daqiqaga qisqardi
2	Tajribani qayta bajarish imkoniyati	1-2 marta	4-5 marta	2-3 baravar yuqori
3	O'lchashdagi o'rtacha xatolik	8,5 %	4,2 %	4,3 % ga kamaydi
4	Talabalarning mavzuni tushunish darajasi	68 %	84 %	16 % ga oshdi
5	Tajribada faol qatnashgan talabalar ulushi	62 %	88 %	26 % ga oshdi
6	Grafik va natijalarni tahlil qilish aniqligi	70 %	90 %	20 % ga oshdi
7	Laboratoriya jihozlaridan foydalanish xavfsizligi	75 %	98 %	23 % ga oshdi
8	Mustaqil bajarilgan topshiriqlar ulushi	58 %	82 %	24 % ga oshdi
9	Darsga qiziqish va motivatsiya	65 %	89 %	24 % ga oshdi
10	Yakuniy nazoratdagi o'rtacha ball	71 ball	86 ball	15 ballga oshdi

Real natijalar shuni ko'rsatadiki, bunday laboratoriyalar talabalarning motivatsiyasi, tushunish darajasi, mustaqil ishlash ko'nikmasi va tajriba natijalarini tahlil qilish qobiliyatini oshganini tahliliy natijalarda ko'zatladi.

Xulosa va takliflar. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, STEAM yondashuvi asosida VR/AR texnologiyalaridan foydalanish fizika ta'limi samaradorligini oshiradi. Ushbu texnologiyalar yorug'lik, harakat, elektr va magnit maydonlar, tovush hamda issiqlik almashinuvi kabi murakkab jarayonlarni

3D, interaktiv va ko'rgazmali muhitda o'rganish imkonini beradi. Maqolada tanlangan 10 ta laboratoriya mashg'ulotining VR texnologiyalariga moslashtirilishi tajribalarni xavfsiz, takroriy va qulay bajarishga xizmat qildi. 2D va 3D muhit, VR qurilmalari, foydalanuvchi interfeysi, o'lchash asboblari hamda C# skriptlari fizik tajribalarni raqamli muhitda boshqarish va natijalarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini yaratdi. Qiyosiy tahlil natijalariga ko'ra, VR laboratoriyada tajribani bajarish

vaqti qisqardi, o'lchash xatoligi kamaydi, mavzuni tushunish darajasi va o'quvchilarning motivatsiyasi oshdi. Demak, VR/AR texnologiyalari an'anaviy laboratoriyani to'liq almashtirmaydi, balki uni xavfsiz, interaktiv va ko'rgazmali raqamli ta'lim muhiti bilan boyitadi. Bu esa o'quvchilarda fanlararo tafakkur, mustaqil fikrlash va amaliy tahlil ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Rozikov U.A. and Eshkabilov Yu.Kh. On models with uncountable set of spin values on a Cayley tree: Integral equations // Math. Phys. Anal. Geom. 2010, №13. P. 275–286
2. Eshkabilov Yu.Kh., Haydarov F.H., Rozikov U.A. Non-uniqueness of Gibbs measure for models with uncountable set of spin values on a Cayley Tree // J Stat Phys. 2012. №147. P. 779–794.
3. Nodirov Sh., Yorboboyev A., Usmonova D. “О единственности неподвижных точек некоторых стохастических операторов на одномерном симплексе” Math international conference Samarqand. 23–24 sentabr 2022-y.
4. Jamolova S.M., Usmonova D.S. “Kompleks o'zgaruvchilarning chiziqli ishlab chiqarish funksiyalari” O'zMU XABARLARI ilmiy jurnali. 2022, 1/6. Toshkent–2022.
5. Nodirov Sh., Rahimov F., Usmonova D. “Bir o'lchamli simpleksda qat'iy musbat yuqori darajali stokastik operatorning qo'zg'almas nuqtalari” “Analizning zamonaviy muammolari” Qarshi davlat universiteti. 2–3.
6. Han I. & Black, J.B. (2011). Incorporating haptic feedback in simulation for learning physics, Computers & Education, 57, pp. 2281–2290.
7. Euler E., Solvang L., Gregorcic B., Haglund J. Visualization and Mathematization: How Digital Tools Provide Access to Formal Physics Ideas // The International Handbook of Physics Education Research: Special Topics. AIP Publishing LLC, Melville, New York, 2023. P. 21.
8. Sweller J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design // Learning and Instruction. 1994. Vol. 4. P. 295–312.
9. Paas F., Tuovinen J.E., Tabbers H., Van Gerven P.W.M. Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory // Educational Psychologist. 2003. Vol. 38. P. 63–
10. Mayer R.E. Multimedia Learning. 2nd ed. Cambridge University Press, 2009.