



IJTIMOIIY-GUMANITAR SOHADA ILMIY-INNOVATSION TADQIQOTLAR

ILMIY METODIK JURNALI



VOL.3 № 1

2026

AKADEMIK LITSEYLARDA “MOLEKULYAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI” BO‘LIMINI O‘QITISHDA AR/VR TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH

Siddikova Sanabarxon Mahammadaliyevna

Andijon davlat Universiteti

Akademik litsey fizika fani o‘qituvchisi

Annotatsiya

Ushbu maqolada molekulyar fizika va termodinamika asoslarini o‘qitishda AR (Augmented Reality — kengaytirilgan reallik) va VR (Virtual Reality — virtual reallik) texnologiyalaridan foydalanishning didaktik, vizual va amaliy afzalliklari tahlil qilingan. Molekulalar tuzilishi, ularning tartibsiz harakati, energiya almashinuvi, bosimning paydo bo‘lishi, fazaviy o‘zgarishlar kabi ko‘z bilan kuzatib bo‘lmaydigan jarayonlarning AR/VR orqali uch o‘lchamli, interaktiv ko‘rinishda taqdim etilishi o‘quvchilarning mavzuni chuqurroq va samarali o‘zlashtirishiga xizmat qilishi asoslab berilgan. Shuningdek, gaz qonunlari, P–V diagrammalar, issiqlik almashinuvi va issiqlik mashinalari kabi murakkab tushunchalarni virtual laboratoriyalar yordamida xavfsiz, iqtisodiy va takrorlanuvchi usulda o‘rganish imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqot natijalari AR/VR texnologiyalarining fizika ta’limida vizuallashtirish, motivatsiya va amaliy ko‘nikmalarni oshirishda muhim o‘rin tutishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: AR texnologiyalari, VR texnologiyalari, molekulyar fizika, termodinamika, gaz qonunlari, vizualizatsiya, virtual laboratoriya, issiqlik almashinuvi, P–V diagramma, energiya, interaktiv ta’lim.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ПРЕПОДАВАНИИ НА КАФЕДРЕ «ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ» В АКАДЕМИЧЕСКИХ ЛИЦЕЯХ

Сиддикова Санабархон Махаммадалиевна

Андижанский государственный университет

учитель физики Академического лицея

Аннотация

В статье проанализированы дидактические, визуальные и практические преимущества использования технологий AR (Augmented Reality — дополненная реальность) и VR (Virtual Reality — виртуальная реальность) при обучении основам молекулярной физики и термодинамики. Обосновано, что представление через AR/VR в трёхмерном интерактивном формате процессов, не поддающихся непосредственному наблюдению (строение молекул, их хаотическое движение, энергообмен, возникновение давления, фазовые переходы и др.), способствует более глубокому и эффективному усвоению учебного материала. Также раскрыты возможности изучения сложных понятий — газовых законов, P–V-диаграмм, теплопередачи и тепловых машин — с помощью виртуальных лабораторий, обеспечивающих безопасное, экономичное и воспроизводимое обучение. Результаты исследования показывают, что AR/VR-технологии занимают важное место в физическом образовании, повышая уровень визуализации, учебной мотивации и сформированности практических навыков.

Ключевые слова: AR-технологии, VR-технологии, молекулярная физика, термодинамика, газовые законы, визуализация, виртуальная лаборатория, теплопередача, P–V-диаграмма, энергия, интерактивное обучение.

THE USE OF AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES IN

TEACHING AT THE DEPARTMENT OF FUNDAMENTALS OF MOLECULAR PHYSICS AND THERMODYNAMICS IN ACADEMIC LYCEUMS

Siddikova Sanabarkhon Mahammadaliyevna

Andijan State University

Academic Lyceum physics teacher

Abstract

This article analyzes the didactic, visual, and practical advantages of using AR (Augmented Reality) and VR (Virtual Reality) technologies in teaching the course “Fundamentals of Molecular Physics and Thermodynamics.” It highlights how AR/VR makes invisible microscopic processes—such as molecular motion, energy exchange, pressure formation, and phase transitions—more understandable through interactive and three-dimensional visualization. The study demonstrates that complex topics including gas laws, P–V diagrams, heat transfer, and heat engines can be explored safely, repeatedly, and cost-effectively in virtual laboratories. The results show that AR/VR technologies significantly enhance visualization, student motivation, and practical skills, making them powerful tools for improving the effectiveness of physics education.

Keywords: AR technologies, VR technologies, molecular physics, thermodynamics, gas laws, visualization, virtual laboratory, heat transfer, P–V diagram, energy, interactive learning.

Ta'limni rivojlantirishning hozirgi bosqichi ta'lim sifatini oshirish va o'quvchilarda barqaror o'rganish motivatsiyasini rivojlantirishga qaratilgan raqamli va interaktiv texnologiyalarni faol joriy etish bilan tavsiflanadi. Ta'lim muhitining raqamli transformatsiyasi sharoitida kengaytirilgan reallik (AR) va virtual reallik (VR) texnologiyalari ayniqsa muhimdir, bu murakkab ilmiy jarayonlar va hodisalarni vizualizatsiya qilish, shuningdek, amaliyotga yo'naltirilgan va tadqiqotga asoslangan o'qishni tashkil qilish uchun tubdan yangi imkoniyatlarni ochadi. AR va VR texnologiyalaridan foydalanish, ayniqsa, akademik litseylarda "Molekulyar fizika va termodinamika asoslari" kursini o'qitishda fundamental tabiiy fanlar fanlarini o'qitishda dolzarbdir. Fizikaning ushbu bo'limi an'anaviy ravishda eng qiyin tushunishlardan biri hisoblanadi, chunki u mavhum tushunchalar, materiya tuzilishining mikroskopik modellari, statistik qonunlar va real sharoitlarda bevosita kuzatilmaydigan termodinamik jarayonlarni o'z ichiga oladi. Natijada, o'quvchilar ko'pincha o'rganilayotgan hodisalarning jismoniy ma'nosini chuqur tushunmasdan rasmiy bilimlarga ega bo'ladilar [1].

Kengaytirilgan va virtual reallik texnologiyalaridan foydalanish o'qituvchilarning o'qitish vositalarini sezilarli darajada kengaytiradi, molekulyar kinetik jarayonlarning vizual tasvirlarini, termodinamik tizimlarni modellashtirishni, virtual tajribalarni va o'quv materiallari bilan interaktiv o'zaro ta'sirni ta'minlaydi. Ushbu texnologiyalar passiv axborot olishdan faol o'rganishga o'tishni osonlashtiradi, fazoviy fikrlashni, tadqiqot ko'nikmalarini va fizikani o'rganishga qiziqishni rivojlantiradi. AR va VR texnologiyalarini joriy etish, ayniqsa, talabalarni chuqur o'qitishga va oliy ta'lim muassasalarida keyingi o'qish uchun tabiiy fanlar bo'yicha mustahkam poydevor yaratishga qaratilgan akademik litseylarda muhimdir. Ta'lim jarayonida immersiv texnologiyalardan foydalanish mazmun va o'qitish usullarini yangilashning zamonaviy talablariga javob beradi, shuningdek, raqamli avlod talabalarining ehtiyojlarini qondiradi. Shunday qilib, ushbu maqolaning dolzarbligi akademik litseylarda "Molekulyar fizika va termodinamika asoslari" kursini o'qitishda kengaytirilgan va virtual reallik texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlarini ilmiy-metodik asoslash va tahlil qilish zaruratidan kelib chiqadi. Ushbu masalani ko'rib chiqish bizga AR va VR texnologiyalarining o'rganish samaradorligini oshirish, jismoniy jarayonlarni chuqurlashtirish va talabalarining kognitiv faolligini rivojlantirishdagi pedagogik salohiyatini aniqlash imkonini beradi [2; 3].

Tadqiqot usullari. Molekulyar fizika-modda molekulalardan tashkil topgani,

molekulalarning tartibsiz issiqlik harakati, ularning o‘zaro ta’sir kuchlari, bosim, harorat, zichlik kabi makroskopik kattaliklarning mikroskopik asoslari kabi jarayonlarni o‘rganadi. Bu jarayonlar ko‘z bilan kuzatib bo‘lmaydi, juda tez sodir bo‘ladi yoki juda kichik masshtabda kechadi. Shuning uchun an’anaviy darslik va chizmalar ko‘p hollarda mavzuni tushunishga yetarli bo‘lmaydi [4; 5].

AR/VR texnologiyalarining Molekulyar fizika ta’limidagi ahamiyati

1. *Molekulalar harakatini vizuallashtirish.* VR yordamida o‘quvchilar har xil moddalardagi molekulalarning: tartibsiz harakati, tezligi, zichligi, fazaviy o‘zgarishdagi holatini uch o‘lchamli (3D) ko‘rinishda ko‘ra oladi. Masalan, qattiq, suyuq va gaz holatidagi molekulalarning qanday joylashganini VR orqali aniq tasavvur qilish osonlashadi.

2. *Issiqlik harakati va energiya almashuvi.* VR laboratoriyalarida molekulalarning: qizdirilganda tezlanishi, sovutilganda sekinlashishi, energiya almashuvi, zarrachalarning to‘qnashishi animatsion tarzda ko‘rsatiladi. Bu esa haroratning fizik ma’nosini real misollar bilan anglash imkonini beradi.

3. *Bosimning paydo bo‘lishini o‘rganish.* Gaz molekulalarining devorga urilishi orqali bosimning hosil bo‘lishi AR modellar orqali jonlantiriladi. O‘quvchi ekrandagi gaz tizimiga zichlikni o‘zgartirib, bosimning qanday ortishini tajriba sifatida kuzata oladi.

4. *Fazalar o‘zgarishining virtual modellarini yaratish.* Suyuqlikning qaynashi, bug‘lanishi, qotishi va erishi VR simulyatsiyalarda moddalarning ichki tuzilishi bilan birga ko‘rsatiladi. Bu jarayon real hayotda ko‘rinmaydi, VR esa har bir molekula darajasida ko‘rsatib beradi.

5. *Molekulyar kuchlar va potensial energiya.* AR texnologiyalari yordamida: Van-der-Vaals kuchlari, tortishish va itarilish kuchlari, molekulalararo masofa va energiya grafigi uch o‘lchamli modelda ko‘rsatiladi. O‘quvchi kuchlar qanday o‘zgarishini real vaqtda boshqarishi mumkin.

6. *Real tajribalarni xavfsiz o‘tkazish.* Ko‘p moddalar bilan ishlash laboratoriyada: xavfli, qimmat, yoki vaqt talab qiluvchi bo‘lishi mumkin. VR laboratoriyalari esa barcha molekulyar hodisalarni xavfsiz, arzon va cheksiz takrorlash imkonini bilan beradi.

Zamonaviy ta’lim jarayonida raqamli va immersiv texnologiyalarning joriy etilishi an’anaviy o‘qitish usullarining imkoniyatlarini kengaytirishni taqozo etmoqda. Ayniqsa, molekulyar fizika va termodinamika kabi abstrakt va murakkab tushunchalarga boy fanlarni o‘qitishda o‘quvchilarning bilimlarni vizual va amaliy asosda o‘zlashtirishiga ehtiyoj yuqori. Shu sababli o‘qitish jarayonida an’anaviy yondashuvlarni AR (augmented reality) va VR (virtual reality) texnologiyalari bilan integratsiyalash zarurati yuzaga kelmoqda [6]. Quydagi jadvalda akademik litseylarda “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” fanini o‘qitishda an’anaviy o‘qitish usullari hamda AR va VR texnologiyalariga asoslangan ta’lim yondashuvlarining pedagogik imkoniyatlari qiyosiy tahlil qilinadi. Jadval o‘quv jarayonining asosiy jihatlari, vizualizatsiya darajasi, o‘quvchilarning faolligi, motivatsiyasi va ta’lim samaradorligi nuqtayi nazaridan tuzilgan bo‘lib, innovatsion texnologiyalarning didaktik ustunliklarini aniqlashga xizmat qiladi [7; 8; 9].

1-jadval

Akademik litseylarda “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” fanini o‘qitishda AR va VR texnologiyalaridan foydalanishning pedagogik tavsifi

	An’anaviy o‘qitish		
Ta’lim muhiti	Sinf va laboratoriya bilan cheklangan		To‘liq virtual
	Nazariy izoh va statik rasmlar		Molekulyar va termodinamik jarayonlarning 3D modellashtirilishi

Tajriba o'tkazish	Cheklangan, asbob-uskunaga bog'liq		
Abstrakt tushunchalarni o'zlashtirish			
O'quvchilarning	Past yoki o'rtacha		
O'quv motivatsiyasi			
Tadqiqotchilik ko'nikmalari			
		O'rta darajada	
Ta'lim samaradorligi	O'rtacha		

Jadvalda an'anaviy o'qitish usullari bilan AR va VR texnologiyalariga asoslangan ta'lim yondashuvlari o'rtasidagi asosiy farqlar qiyosiy tahlil qilingan. Jadvaldan ko'rinadiki, AR va VR texnologiyalaridan foydalanish molekulyar fizika va termodinamika fanlarini o'qitishda vizualizatsiya darajasini oshiradi, o'quvchilarning faolligi va motivatsiyasini kuchaytiradi hamda ularning tadqiqotchilik va raqamli kompetensiyalarini samarali rivojlantiradi.

Tadqiqot natijalari. Zamonaviy fizika ta'limida termodinamika bo'limi o'quvchilardan yuqori darajadagi abstrakt tafakkur, matematik tahlil va modellashtirish ko'nikmalarini talab qiladi. Ushbu fan doirasida o'rganiladigan makroskopik kattaliklar — bosim, hajm, harorat va energiyaning molekulyar asoslari, issiqlik almashinuvi hamda energiya o'zgarish jarayonlari ko'pincha bevosita kuzatilmaydi va faqat nazariy modellar orqali tushuntiriladi. Natijada o'quvchilarda ushbu tushunchalarni chuqur va barqaror o'zlashtirishda muayyan qiyinchiliklar yuzaga keladi [10-13].

An'anaviy o'qitish sharoitida termodinamik jarayonlarni grafiklar, formulalar va statik chizmalar orqali izohlash yetarli darajada samarali bo'lmisligi mumkin. Bundan tashqari, ayrim laboratoriya tajribalarining murakkabligi, qimmatligi yoki xavfliligi ularni to'liq hajmda bajarishga to'sqinlik qiladi. Shu bois ta'lim jarayonida vizual, interaktiv va xavfsiz o'quv muhitini yaratishga qaratilgan innovatsion yondashuvlarga ehtiyoj ortib bormoqda. Mazkur sharoitda qo'shimcha reallik (AR) va virtual reallik (VR) texnologiyalari termodinamika asoslarini o'qitishda samarali didaktik vosita sifatida namoyon bo'lmoqda. Ushbu texnologiyalar yordamida ko'rinmaydigan molekulyar jarayonlarni jonlantirib ko'rsatish, gaz qonunlari va P–V diagrammalarni interaktiv tahlil qilish, shuningdek, murakkab termodinamik tizimlarni xavfsiz virtual muhitda modellashtirish imkoniyati yaratiladi. Quyida AR va VR texnologiyalarining termodinamika asoslarini o'qitishdagi ahamiyati hamda ularning didaktik imkoniyatlari batafsil yoritiladi.

AR/VR texnologiyalarining termodinamika asoslarini o'qitishdagi ahamiyati

Termodinamika mavzulari o'quvchilar uchun quyidagi sabablarga ko'ra qiyin sanaladi:

1. Makroskopik kattaliklarning (bosim, hajm, harorat, energiya) molekulyar asoslari tushunarsiz bo'lib qoladi;
2. Issiqlik almashinuvi va energiyaning o'zgarishi ko'rinmaydigan jarayon;
3. P–V diagrammalari, gaz qonunlari va energiya balansini tasavvur qilish murakkab;
4. real laboratoriya tajribalarini bajarish ba'zida xavfli yoki qimmat.
5. AR/VR texnologiyalari ushbu muammolarni samarali hal qiladi.

AR/VR texnologiyalarining termodinamika asoslarini o'qitishdagi didaktik imkoniyatlari:

1. Molekulalar harakatini jonlantirib ko'rsatish
- VR simulyatsiyalari yordamida o'quvchilar: qizdirilganda molekulalar tezligi oshishini,

sovutilganda sekinlashishini, zarrachalarning to'qnashuvi energiya qanday almashinishini 3D ko'rinishda kuzata oladi.

Bu jarayonlar haroratning molekulyar tabiatini chuqurroq anglashga yordam beradi.

2. Gaz qonunlarini vizual o'rganish

AR/VR texnologiyalari orqali Boyle-Mariott, Gay-Lussak, Sharl va umumiy gaz qonunlari: hajmni oshirish, bosimni kamaytirish, haroratni o'zgartirish kabi parametrlarni real vaqt rejimida boshqarish orqali tajribaviy o'rganiladi. O'quvchi parametrlarni o'zgartirishi bilan grafiklar, molekular zichligi va bosimning o'zgarishi darhol ko'rinadi.

3. P–V diagrammalarni interaktiv tahlil qilish

VR muhitida issiqlik mashinalari ishlashi, kompressorlardagi sikllar, izotermik, izobarik, izoxorik va adiabatik jarayonlar animatsiya qilinadi.

Bu orqali o'quvchi: gazning holati qanday o'zgarishini, ish bajarilishini, energiya almashinuvi grafiklarini uch o'lchamli maketlar orqali ko'radi.

4. Issiqlik almashinuvi jarayonlarini modellash

AR yordamida o'quvchilar quyidagi jarayonlarni jonli ko'ra oladi: konveksiya oqimlari, issiqlik o'tkazuvchanligi, nurlanish (radiatsiya) jarayonlari.

Masalan, AR kamerasi orqali radiator yonida havo oqimlarining qanday harakatlanishini ko'rsatish mumkin.

5. Issiqlik mashinalarining virtual modellaridan foydalanish

VR texnologiyalari yordamida: Karno sikli, ichki yonuv dvigateli, bug' mashinasi, sovutish mashinasi kabi jarayonlar to'liq 3D muhitda namoyish qilinadi. Bu jarayonlar an'anaviy chizmalar bilan tushuntirilganda murakkab bo'lsa, VR ularni "haqiqiydek" ko'rsatib, o'quvchiga ichki mexanizmni anglashga yordam beradi.

6. Virtual laboratoriya tajribalari

Termodinamika bo'yicha ba'zi tajribalar xavfli yoki maxsus jihozlarni talab qiladi. VR laboratoriyalari esa: gaz qonunlari bo'yicha tajribalar, issiqlik quvurlari, kalorimetriya, termik kengayish tajribalari kabi ko'plab laboratoriya ishlarini xavfsiz va cheksiz takrorlashga imkon beradi.

AR/VR texnologiyalarining afzalliklari:

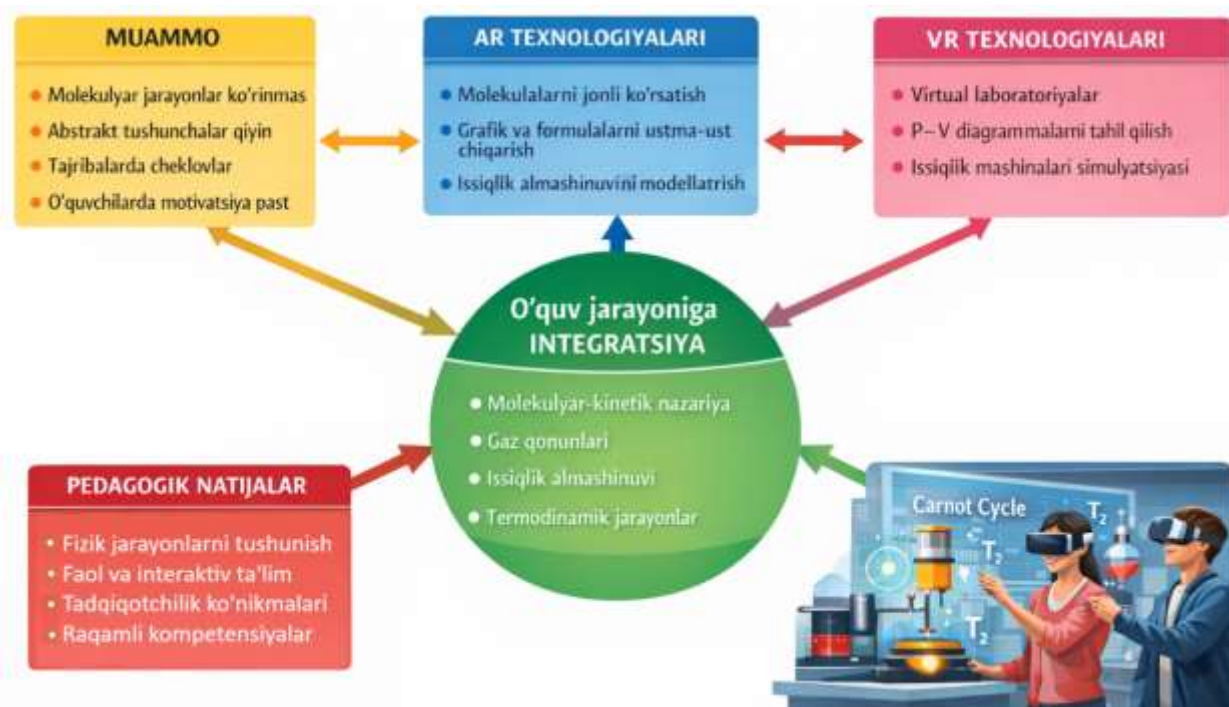
1. Murakkab jarayonlarni soddalashtiradi.
2. Ko'rinmaydigan hodisalarni ko'rinarli qiladi.
3. Xotirani mustahkamlaydi va qiziqishni oshiradi.
4. Amaliy tajriba sonini ko'paytiradi.
5. O'quvchi faol ishtirokchi bo'ladi (faqat tinglovchi emas).
6. Masofaviy ta'limga mos.

Yuqorida bayon etilgan virtual laboratoriya tajribalari va AR/VR texnologiyalarining didaktik afzalliklari ushbu yondashuvning termodinamika asoslarini o'qitishdagi yuqori pedagogik salohiyatini yaqqol namoyon etadi. Xususan, murakkab va ko'rinmaydigan fizik jarayonlarni soddalashtirib, vizual va interaktiv shaklda taqdim etish, o'quvchilarning bilimlarni chuqurroq o'zlashtirishiga hamda ularning bilish faoliyatini faollashtirishga xizmat qiladi. Shuningdek, virtual muhitda laboratoriya tajribalarini xavfsiz va cheksiz takrorlash imkoniyati o'quv jarayonining uzluksizligi va moslashuvchanligini ta'minlaydi.

Mazkur didaktik imkoniyatlar AR va VR texnologiyalarini ta'lim jarayoniga tizimli ravishda integratsiya qilish zaruratini asoslaydi. Shu nuqtayi nazardan, quyida keltirilgan integrallashgan didaktik model AR va VR texnologiyalarining molekulyar fizika va termodinamika fanini o'qitishdagi o'rni va funksiyalarini yaxlit tizim sifatida ifodalaydi. 1-rasmda akademik litseylarda "Molekulyar fizika va termodinamika asoslari" fanini o'qitishda qo'shimcha reallik (AR) va virtual reallik (VR) texnologiyalaridan foydalanishning integrallashgan didaktik modeli aks ettirilgan bo'lib, unda an'anaviy o'qitish jarayonida yuzaga keladigan muammolar,

innovatsion texnologiyalarning imkoniyatlari, ularning o'quv jarayoniga integratsiyasi hamda kutilayotgan pedagogik natijalar tizimli ravishda yoritilgan.

1-rasmda akademik litseylarda “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” fanini o'qitishda qo'shimcha reallik (AR) va virtual reallik (VR) texnologiyalaridan foydalanishning integrallashgan didaktik modeli aks ettirilgan. Modelda an'anaviy o'qitish jarayonida yuzaga keladigan muammolar, AR va VR texnologiyalarining imkoniyatlari, ularning ta'lim jarayoniga integratsiyasi hamda kutilayotgan pedagogik natijalar tizimli ravishda ko'rsatilgan.



1-rasm. Akademik litseylarda “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” fanini o'qitishda AR va VR texnologiyalariga asoslangan integrallashgan didaktik model

1-rasmda keltirilgan integrallashgan didaktik model AR va VR texnologiyalarini o'quv jarayoniga bosqichma-bosqich va maqsadli joriy etish tamoyiliga asoslanadi. Mazkur model an'anaviy o'qitishda uchraydigan asosiy muammolar — molekulyar jarayonlarning ko'rinmasligi, abstrakt tushunchalarning murakkabligi, laboratoriya tajribalarining cheklanganligi va o'quvchilarning o'quv motivatsiyasining pasayishini bartaraf etishga qaratilgan.

Modelga ko'ra, AR texnologiyalari real ta'lim muhiti bilan raqamli obyektlarni uyg'unlashtirish orqali molekulyar harakatlar, issiqlik almashinuvi va gaz holatlarining vizual tasvirini ta'minlaydi. Bu esa o'quvchilarda fizik jarayonlarning mohiyatini tez va aniq anglash, nazariy bilimlarni real holatlar bilan bog'lash imkonini yaratadi. VR texnologiyalari esa virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar orqali murakkab termodinamik jarayonlarni, jumladan, gaz qonunlari, P–V diagrammalar, issiqlik mashinalari va energiya almashinuvi sikllarini uch o'lchamli muhitda chuqur o'rganishga xizmat qiladi. Shuningdek, modelda AR va VR texnologiyalarining o'quv mazmuniga integratsiyasi fan mavzulari, dars turlari va o'quvchilarning bilish faoliyati bilan uzviy bog'langan holda aks ettirilgan. Natijada ta'lim jarayonida o'quvchilarning faolligi oshadi, mustaqil fikrlash va tadqiqotchilik ko'nikmalari shakllanadi hamda bilimlarning mustahkamligi ta'minlanadi. Ushbu integrallashgan yondashuv akademik litseylarda molekulyar fizika va termodinamika fanlarini o'qitish samaradorligini sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, akademik litseylarda “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” fanini o'qitishda qo'shimcha reallik (AR) va virtual reallik (VR)

texnologiyalariga asoslangan integrallashgan didaktik modeldan foydalanish ta'lim jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Mazkur yondashuv termodinamika bo'limiga xos bo'lgan abstrakt tushunchalar, ko'rinmas molekulyar jarayonlar va murakkab grafik bog'lanishlarni o'quvchilar uchun tushunarli va vizual shaklda namoyon etish imkonini beradi. AR texnologiyalari real ta'lim muhiti bilan raqamli obyektlarni uyg'unlashtirib, molekulalar harakati, issiqlik almashinuvi va gaz holatlarining o'zgarishini jonli tasvirlashga xizmat qilsa, VR texnologiyalari virtual laboratoriyalar orqali gaz qonunlari, P–V diagrammalar, issiqlik mashinalari va termodinamik sikllarni chuqur va xavfsiz o'rganish imkonini yaratadi. Natijada o'quvchilar nazariy bilimlarni amaliy modellashirish bilan bog'lab, ularni mustahkamroq o'zlashtiradilar. Integrallashgan didaktik model o'quvchilarning bilish faolligini oshiradi, tadqiqotchilik va mantiqiy tafakkur ko'nikmalarini rivojlantiradi hamda raqamli kompetensiyalarni shakllantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, AR va VR texnologiyalaridan foydalanish o'quv motivatsiyasini kuchaytirib, o'quvchini ta'lim jarayonining passiv ishtirokchisidan faol subyektga aylantiradi.

Xulosa qilib aytganda, AR va VR texnologiyalariga asoslangan integrallashgan didaktik model akademik litseylarda molekulyar fizika va termodinamika fanlarini o'qitishda innovatsion, samarali va istiqbolli yondashuv hisoblanadi. Ushbu modelni amaliyotga joriy etish ta'lim sifatini oshirish, zamonaviy raqamli ta'lim muhitini shakllantirish hamda kelajakda oliy texnika ta'limi uchun puxta tayyorgarlikka ega bo'lgan, ilmiy tafakkuri rivojlangan yoshlarni yetishtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Azizxo'jayev A. A. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. — T.: O'zbekiston, 2019. — 304 b.
2. Zokirov B. S. Fizika o'qitish metodikasi. — T.: Fan va texnologiya, 2020. — 280 b.
3. Xudoyberdiyev R. S. Molekulyar fizika va termodinamika asoslari. — T.: Universitet, 2018. — 256 b.
4. Беркович П. Виртуальная реальность в образовании: новые возможности обучения // *Педагогика*. — 2019. — № 4. — С. 55–61.
5. Иванов И. И., Петров П. П. Использование дополненной реальности в преподавании естественных наук // *Вопросы образования*. — 2021. — № 2. — С. 112–120.
6. Milgram P., Kishino F. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays // *IEICE Transactions on Information Systems*. — 1994. — Vol. E77-D(12). — Pp. 1321–1329.
7. Bailenson J. Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do. — New York: Norton, 2018. — 320 p.
8. Radianti J., Majchrzak T., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda // *Computers & Education*. — 2020. — Vol. 147. — Pp. 1–29.
9. Wu H.-K., Lee S. W., Chang H.-Y., Liang J.-C. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education // *Computers & Education*. — 2013. — Vol. 62. — Pp. 41–49.
10. Azimov Sh., Jo'rayev M. Zamonaviy raqamli texnologiyalar yordamida fizika ta'limini takomillashtirish // *Oliy ta'lim muammolari*. — 2022. — №1. — B. 87–92.
11. Атажоновна С. Б. Модернизация обучения специальных дисциплин в технических вузах на основе физических явлений (на примере бакалавриата направления «Мехатроника и робототехника»): автореф. дис. ... PhD по пед. наукам. — Наманган, 2023. — 48 с.
12. Siddikova S.M. Akademik litseylarda “molekulyar fizika va termodinamika asoslari” bo'limini o'qitishda modulli texnologiyalardan foydalanish//*Development Of Science 2025 / 12*

Issue 12. Volume 6. Pp 280-286

13. Siddikova S. The use of interactive methods in the teaching of the "Fundamentals of molecular physics and thermodynamics" department in academic lyceums//Oriental Journal of Physics and Mathematics, 2021 Issue 01, Volume 01 pp 1-7. DOI: <https://doi.org/10.37547/supsci-ojpm-03-03-01>