NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-6]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

13.00.00-PEDAGOGIKA
journal.namdu.uz
PEDAGOGICAL

UDK:53:371.3:378

PEDAGOGIK OLIY TA'LIMDA ELEMENTAR ZARRALAR FIZIKASI JARAYONLARINI VIZUALLASHTIRISHDA KOGNITIV VIZUALIZATSIYA VA RAQAMLI ANALOGIYALAR TIZIMI

Madaliyev Akmaljon Maxammadjonovich
Qo'qon davlat universiteti dotsenti, (PhD)
akmalmadaliyev86@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu maqolada pedagogik oliy ta'limda elementar zarralar fizikasi jarayonlarini o'qitishda kognitiv vizualizatsiya va raqamli analogiyalar tizimini qo'llashning nazariy asoslari va eksperimental natijalari taqdim etilgan. Kvarklar, leptonlar, bozonlar, Feynman diagrammalari, beta-parchalanish jarayonlari kabi mavhum tushunchalarni talabalar ongiga yetkazishda yuzaga keladigan kognitiv muammolar tahlil qilingan va HTML5 da ishlab chiqilgan interaktiv vizualizatsiya asosida muammoni bartaraf etish yo'llari ko'rsatilgan.*

Kalit so'zlar: *kognitiv vizualizatsiya, raqamli analogiyalar, elementar zarralar fizikasi, Standart Model, kvant fizikasi, HTML5 interaktiv o'qitish, pedagogik texnologiya, kognitiv yuklanish, oliy ta'lim.*

СИСТЕМА КОГНИТИВНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ЦИФРОВЫХ АНАЛОГИЙ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация. *В данной статье представлены теоретические основы и экспериментальные результаты использования когнитивной визуализации и цифровых аналогий в преподавании процессов физики элементарных частиц в высшем педагогическом образовании. Анализируются когнитивные проблемы, возникающие при передаче студентам абстрактных понятий, таких как кварки, лептоны, бозоны, диаграммы Фейнмана, процессы бета-распада, и предлагаются способы преодоления этих проблем на основе интерактивной визуализации, разработанной на HTML5.*

Ключевые слова: *когнитивная визуализация, цифровые аналогии, физика элементарных частиц, Стандартная модель, квантовая физика, интерактивное обучение HTML5, педагогические технологии, когнитивная нагрузка, высшее образование.*

COGNITIVE VISUALIZATION AND DIGITAL ANALOGIES SYSTEM IN VISUALIZATION OF ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS PROCESSES IN PEDAGOGICAL HIGHER EDUCATION

Abstract. *This article presents the theoretical foundations and experimental results of using the cognitive visualization and digital analogies system in teaching elementary particle physics processes in higher pedagogical education. The cognitive problems that arise when conveying abstract concepts such as quarks, leptons, bosons, Feynman diagrams, beta decay processes to students are analyzed and ways to overcome the problem are shown based on interactive visualization developed in HTML5.*

Keywords: *cognitive visualization, digital analogies, elementary particle physics, Standard Model, quantum physics, HTML5 interactive learning, pedagogical technology, cognitive load, higher education.*

Kirish

Zamonaviy fizika ta'limi oldida turgan dolzarb muammolardan biri – kvant mexanikasi, yadro fizikasi va elementar zarralar fizikasi kabi fanlarda mavhum nazariy tushunchalarni talabalar uchun ilmiy jihatdan aniq, ammo kognitiv jihatdan qabul qilinadigan tarzda taqdim etishdir. Elementar zarralar fizikasi obyektlari (kvarklar, leptonlar, virtual zarralar) to'g'ridan-to'g'ri sensorli idrok doirasidan tashqarida bo'lib, ularning xossalari (spin ½, rang zaryad, kvant superpozitsiya) kundalik tajribaga zid ko'rinadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabrdagi PQ-4479-son Qarorida belgilangan «Raqamli O'zbekiston 2030» strategiyasida va Oliy ta'limni modernizatsiya qilish dasturida ta'lim jarayoniga innovatsion texnologiyalarni joriy etish ustivor vazifa sifatida belgilangan [1]. Shu asosda elementar zarralar fizikasini o'qitishda kognitiv vizualizatsiya va raqamli analogiyalar tizimini joriy etish dolzarb ilmiy-amaliy muammo hisoblanadi.

Talabalar elementar zarralar fizikasi kursida quyidagi asosiy kognitiv to'siqlarga duch keladi:

- zarrachalarning klassik tasavvur doirasiga sig'masligi;
- o'lchov birliklari va energiya shkalalarining kundalik hayotdan tubdan farqi (eV, MeV, GeV, TeV);
- matematik formalizmning fizik ma'nodan uzilib qolish xavfi.

Ushbu maqolada yuqorida ko'rsatilgan to'siqlarga har tomonlama yechim sifatida kognitiv vizualizatsiya va maqsadli raqamli analogiyalar tizimini taklif etamiz.

Adabiyotlar tahlili

O'zbekistonda fizika ta'limini zamonaviylashtirish va raqamli pedagogik vositalarni joriy etish bo'yicha so'nggi yillarda bir qator muhim tadqiqotlar amalga oshirilgan. R.A.Yusupov va Sh.I.Xolmatovlar o'z tadqiqotlarida muammoga asoslangan o'qitish (PBL) texnologiyasining oliy ta'limda fizika o'qitishdagi samaradorligini tahlil qilgan [2]. I.X.Normatov va T.S.Sobirov muhandislik va texnik universitetlarda kvant fizikasi mavzularida virtual laboratoriya ishlarini joriy etishning natijalarini o'rganib, kompyuter simulyatsiyalari orqali o'qitish talabalarning kontseptual tushunish chuqurligini sezilarli darajada oshirishini, ayniqsa klassik va kvant mexanikasi o'rtasidagi ziddiyatlarni ifodalashda bu usulning alohida ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatgan [3].

J.Sweller va boshqalar kognitiv yuklama nazariyasi ta'limiy vizualizatsiyani loyihalashda asosiy metodologik ramka bo'lib xizmat qilishini, ish xotirasi sig'imi chegarasiga bog'liq holda materiallarni modullash va sxema hosil bo'lishini tezlashtirish zarurligini ta'kidlaydi [4]. C.E.Wieman va boshqalar PhET simulyatsiyalar platformasi tajribasi asosida interaktiv kompyuter simulyatsiyalarining kontseptual fizika o'qitishdagi rolini eksperimental jihatdan asoslab bergan [5].

Tadqiqot metodologiyasi

Ishlab chiqiligan vizual analogiyalar tizimi 2025-2026 o'quv yilida Qo'qon davlat universitetining "Fizika va astronomiya" ta'lim yo'nalishining 3-bosqichida (01/23, 02/23, 03/23-guruhlar) Umumiy fizikaning "Atom, yadro va elementar zarralar fizikasi" bo'liminining elementar zarralar fizikasiga oid mavzularini o'qitishga tadbiq qilindi va 58 nafar ishtirok etdi.

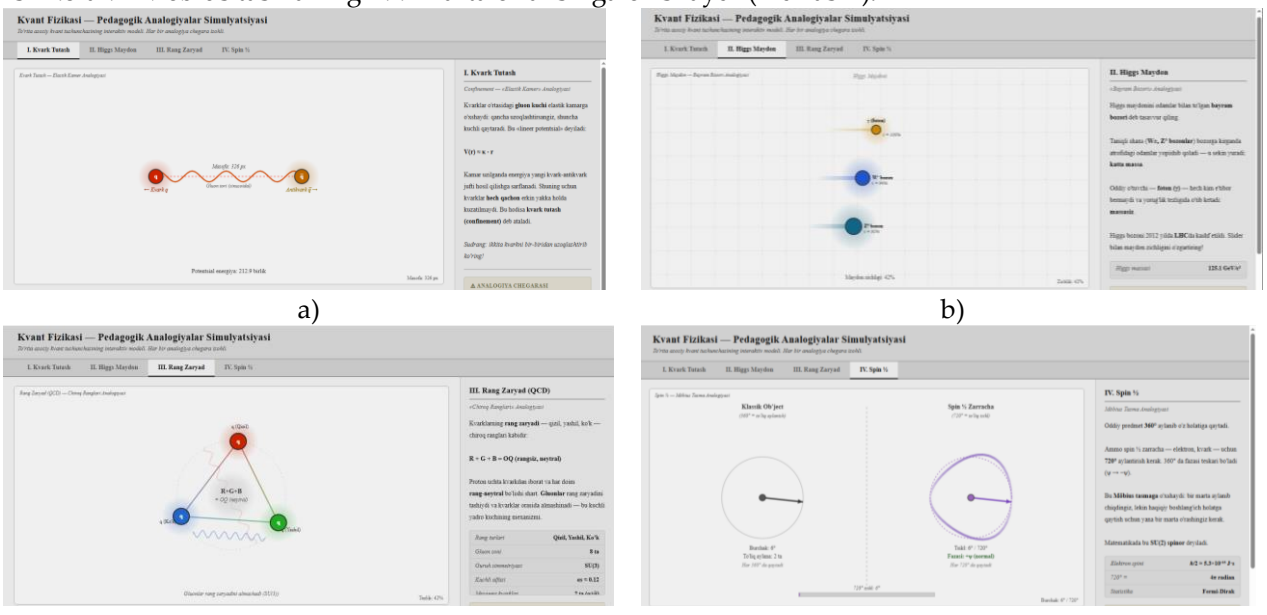
Analogiyalarni ishlab chiqishda uch mezon belgilandi: a) o'zbek milliy madaniy konteksti va kundalik hayot tajribasiga moslik; b) tuzilmaviy o'xshashlik – fizik tushunchaning asosiy relatsional strukturasini saqlash; c) analogiyaning «ishlash chegarasi» – qayerda u o'xshashlikni yo'qotishini aniq ko'rsatish.

Kvark tutash – «Elastik kamer» analogiyasi: kvarklar o'rtasidagi gluon kuchi elastik kamarga o'xshaydi; qancha uzoqlashtirsangiz, shuncha kuchli qaytaradi. Kamar uzilganda yangi zarrachalar juft holda paydo bo'ladi (1-a rasm).

Higgs maydon – «Bayram bozori» analogiyasi: taniqli shaxs bozorga kirganda atrofidagi odamlar yopishib qoladi (massa); oddiy o'tuvchi (foton, massasiz) hech kim e'tibor bermay o'tib ketadi(1-b rasm).

Rang zaryad (QCD) – «Chiroq ranglari» analogiyasi: kvarklarning rang zaryadi qizil+yashil+ko'k = oq (rangsiz, neytral) tarzida namoyon bo'ladi – proton «rang-neytral» (1-c rasm).

Spin ½ – «Mo'bius tasma» analogiyasi: oddiy predmet 360° aylanib o'z holatiga qaytadi; spin ½ zarracha uchun 720° aylantirish kerak – Möbius tasmaning ikki marta o'ralishiga o'xshaydi (1-d rasm).



a) b)

c) d)

1-rasm. Pedagogik analogiyalar simulyatsiyasi

Natijalar va ularning tahlili

O’zbek tili va milliy madaniy kontekstga moslashtirilgan kognitiv analogiyalar to’plami asosida HTML5 texnologiyasida elementar zarralar fizikasi uchun interaktiv Kognitiv vizualizatsiya va raqamli analogiyalr tizimi birinchi marta ishlab chiqilib, O’zbekiston oliy ta’limida eksperimental asoslab berildi. Kognitiv vizualizatsiya va raqamli analogiyalr tizimi internet aloqasisiz (offline) ishlaydi, maxsus server va texnik infratuzilma talab qilmaydi va darhol oliy ta’lim muassasalarida tatbiq etilishi mumkin.

Analogiyalarning samaradorligi. Talabalarning 89% i milliy madaniy kontekstga moslashtirilgan analogiyalar (ayniqsa «Bayram bozori» va «Elastik kamer») mavhum tushunchalarni o’zlashtirishni sezilarli osonlashtirganligini ta’kidladi. Bir talaba: «Kvark tutashni elastik kamer orqali tushuntirganda, birinchi marta chinakamiga his qildim – ular nima uchun yakka bo’la olmaydi», – dedi.

Vizualizatsiyaning kognitiv ta’siri. Ishtirokchilarning 84% i real-vaqt simulyatsiyasi (energiya slayderi, to’qnashuv rejimi) zarralarning fizik xossalarini sezgi bilan his qilish imkonini berganini va bu formulalar orqali o’rganishdan tubdan farq qilishini ta’kidladi. Feynman diagrammalarini animatsion kuzatish ularni statik darslikda ko’rishdan ancha samaraliroq topildi (91% talaba).

Tanqidiy mulohazalar. Talabalarning 27% i ba’zi analogiyalar ortiqcha soddalashtirish xavfini tug’dirishini ta’kidladi. Shu sababli kognitiv vizualizatsiya va raqamli analogiyalr tizimi keyingi versiyasiga har bir analogiyaga «Analogiyaning chegarasi» bo’limi qo’shildi.

Xulosa

Milliy madaniy kontekstga moslashtirilgan raqamli kognitiv analogiyalar talabalar uchun mavhum kvant tushunchalarini idrok etishni sezilarli osonlashtiradi va ichki motivatsiyani kuchaytiradi.

Kognitiv vizualizatsiya va raqamli analogiyalr tizimining offline ishlash imkoniyati O’zbekiston oliy ta’lim muassasalari infratuzilmasi bilan to’liq mos keladi va keng tatbiqni ta’minlaydi.

Pedagogik analogiyalar bilan ishlashda ularning «ishlash chegarasi» ni ham o’quvchilarga aniq ko’rsatish zarur – bu ortiqcha soddalashtirish xavfini bartaraf etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O’zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabrdagi PQ-4479-son Qarori «Oliy ta’limni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to’g’risida». – Toshkent, 2019.

2. Yusupov R.A., Xolmatov Sh.I. Oliy ta’limda fizikani o’qitishda muammoga asoslangan ta’lim texnologiyalarining samaradorligi // O’zbekiston Milliy universiteti xabarlari. Seriya: Fizika-matematika. – 2021. – №2(12). – B. 44–52.

3. Normatov I.X., Sobirov T.S. Muhandislik ta’limida kompyuter simulyatsiyalari va virtual laboratoriyalar: kvant fizikasi misoli // TDTU ilmiy axborotnomasi. – 2020. – №4. – B. 67–75.

4. Sweller J., Ayres P., Kalyuga S. Cognitive Load Theory. – New York: Springer, 2011. – 274 p.

5. Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET: Simulations That Enhance Learning // Science. – 2008. – Vol. 322(5902). – P. 682–683.

6. Madaliyev A.M. Pedagogika oliy ta’lim muassasalarida zarralar fizikasidan amaliy mashg’ulotlarni tashkil etish. TDPU Ilmiy axborotlari. Toshkent, №6. B. 88–91.

7. Nasriddinov K., Sapaev M., Mansurova M., Djuraeva L. Simmetriyalar va saqlanish qonunlari. Pedagogik ta’lim. Toshkent, №3. B. 26–28.

8. Nasriddinov K.R., Madaliyev A.M. Amaliy mashg’ulotlarda zarralar fizikasi bo’limini o’zlashtirish samaradorligini oshirish yo’llari. Academic Research in Educational Sciences. Volume 2. Issue 3. B. 42–46.