

**FOTOEFFEKT HODISASINI O'RGANISHDA VIRTUAL
LABORATORIYALARDAN FOYDALANISH**

Tojiboyeva Surayyo

Ikramiddinova Shirin

Omonova Shohsanam

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Fizika ta'lim yo'nalishi 3-kurs talabalari

Annotatsiya. Mazkur maqolada fotoeffekt hodisasini o'rganishda virtual laboratoriyalardan foydalanishning didaktik va amaliy ahamiyati yoritilgan. Fizika fanini oqitishda, ayniqsa kvant mexanikasiga oid mavzularni tushuntirishda uchraydigan murakkabliklar hamda an'anaviy laboratoriya jihozlarining cheklangan imkoniyatlari tahlil qilingan. Virtual laboratoriyalarning korgazmaliligi, xavfsizligi va interaktivligi fotoeffekt hodisasining fizik mohiyatini chuqurroq anglashga xizmat qilishi asoslab berilgan. PhET Interactive Simulations platformasi misolida virtual tajribalarni o'quv jarayoniga tatbiq etish metodikasi korib chigilgan. Tadqiqot natijalari virtual laboratoriyalar nazariya va amaliyot uyg'unligini ta'minlashini hamda oquvchilarning mustaqil va tadqiqotchilik konikmalarini rivojlantirishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: fotoeffekt, kvant mexanikasi, virtual laboratoriya, fizika ta'limi, interaktiv simulyatsiya, PhET Interactive Simulations, yoruglik kvantlari, Eynshteyn tenglamasi, tajriba modellashtirish, o'quv jarayoni.

Аннотация. В данной статье освещается дидактическое и практическое значение использования виртуальных лабораторий при изучении явления фотоэффекта. Проанализированы сложности, возникающие при преподавании физики, особенно при объяснении тем, связанных с квантовой механикой, а также ограниченные возможности традиционного лабораторного оборудования. Обосновано, что наглядность,

безопасность и интерактивность виртуальных лабораторий служат более глубокому пониманию физической природы явления фотоэффекта. На примере платформы PhET Interactive Simulations рассмотрена методика внедрения виртуальных экспериментов в учебный процесс. Результаты исследования показывают, что виртуальные лаборатории обеспечивают гармонию теории и практики, а также развивают самостоятельные и исследовательские навыки учащихся.

Ключевые слова: фотоэффект, квантовая механика, виртуальная лаборатория, физическое образование, интерактивное моделирование, PhET Interactive Simulations, кванты света, уравнение Эйнштейна, экспериментальное моделирование, учебный процесс.

Abstract. This article highlights the didactic and practical significance of using virtual laboratories in the study of the photoelectric effect. The difficulties encountered in teaching physics, especially in explaining topics related to quantum mechanics, as well as the limited capabilities of traditional laboratory equipment, are analyzed. It is substantiated that the visibility, security, and interactivity of virtual laboratories contribute to a deeper understanding of the physical essence of the photoelectric effect. The methodology for implementing virtual experiments in the educational process is considered using the example of the PhET Interactive Simulations platform. The research results show that virtual laboratories ensure the harmony of theory and practice, as well as the development of students' independent and research skills.

Keywords: photoelectric effect, quantum mechanics, virtual laboratory, physics education, interactive simulation, PhET Interactive Simulations, light quanta, Einstein's equation, experimental modeling, educational process.

Kirish. Fizika fanini o'qitishda mavhum tushunchalarni, ayniqsa kvant mexanikasi asoslarini o'zlashtirish ta'lim jarayonining eng murakkab qismlaridan biri hisoblanadi. Yorug'likning kvant tabiati, energiyaning diskretligi, foton

energiyasi va elektronlarning metall sirtidan urib chiqarilish mexanizmi kabi masalalar o'quvchilar uchun ko'pincha nazariy formulalar darajasida qolib ketadi. Buning asosiy sabablaridan biri — fotoeffekt hodisasini an'anaviy laboratoriya sharoitida sifatli o'rganish uchun zarur bo'lgan texnik vositalarning qimmatligi, murakkabligi hamda o'lchovlardagi noaniqliklardir. Yuqori kuchlanish manbalari, vakuum naychalari va ultrabinafsha nurlanish bilan bog'liq texnik talablar ushbu mavzuni keng miqyosda amaliy o'rganishni cheklaydi.

Virtual laboratoriyalar zamonaviy ta'lim texnologiyasining muhim qismi bo'lib, real sharoitlarda amalga oshirish qiyin bo'lgan tajribalarni aniq va interaktiv tarzda modellashtirish imkonini beradi. Bunday muhit o'quvchilarga fotoeffektning xususiyatlarini mustaqil ravishda tadqiq qilish, parametrlarni erkin o'zgartirish va natijalarni bevosita kuzatish imkonini beradi. Natijada, nazariy bilimlar va amaliy tajriba o'rtasidagi tafovut kamayib, fizik qonuniyatlar haqida ongli tasavvur shakllanadi.

Virtual laboratoriyalarning fotoeffekt hodisasini o'rganishdagi asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

☑ *Parametrlarni cheklovsiz boshqarish:* O'quvchilar yorug'likning chastotasi va intensivligini keng diapazonda boshqarishlari, ultrabinafshadan tortib infraqizil sohalargacha bo'lgan to'lqin uzunliklarini bir zumda tanlashlari mumkin. Shuningdek, turli metallarning (kaliy, natriy, rux, platina) ishchi sirtlarini tekshirish orqali fotoeffektning har bir metall uchun o'ziga xos xususiyatlarini o'rganish imkoniyati yaratiladi.

☑ *O'lchov aniqligi va takrorlanuvchanlik:* Virtual simulyatsiyalar ideallashtirilgan sharoitda o'tkazilgani sababli, tashqi elektromagnit shovqinlar va mexanik xatoliklar mavjud bo'lmaydi. Bu o'quvchilarga to'xtatuvchi kuchlanish, fotoelektronlarning maksimal kinetik energiyasi va Plank doimiysi kabi fundamental kattaliklarni yuqori aniqlikda hisoblash imkonini beradi.

☑ *Vizualizatsiya va konkretlashtirish:* Dasturiy modellar foton tasvirini animatsiya orqali namoyish etib, yorug'likni to'lqin emas, balki diskret energiya kvantlari sifatida tasvirlaydi. Metall sirtiga tushayotgan fotonlar va undan ajralib

chiqayotgan elektronlarning harakatini ko'rish o'quvchilarga jarayonni mikroskopik darajada tasavvur qilishga yordam beradi.

Virtual muhitda o'quvchilar yorug'lik intensivligi elektronlar energiyasiga emas, balki ularning soniga ta'sir qilishini, elektronlarning chiqishi esa faqat ma'lum bir "qizil chegara" (chegaraviy chastota)dan keyin boshlanishini o'z ko'zlari bilan ko'radilar. Bu tajribalar kvant mexanikasi qarashlarining zarurligini va Eynshteyn nazariyasining ilmiy ahamiyatini yaqqol isbotlaydi.

Virtual laboratoriyalarning yana bir ustunligi — xavfsizlikdir. Yuqori kuchlanish va nurlanish bilan bog'liq xavflarning yo'qligi ushbu tajribalarni nafaqat maktab auditoriyasida, balki masofaviy ta'limda ham samarali qo'llash imkonini beradi. Interaktiv muhit o'quvchilarni gipotezalar ilgari surishga va ilmiy xulosalar chiqarishga undaydi. Volt-amper xarakteristikalari va grafik bog'lanishlarning avtomatik qurilishi o'quvchilarning tahliliy tafakkurini rivojlantiradi.

PhET Interactive Simulations kabi platformalar yordamida fotoeffekt mavzusini o'qitish yuqori pedagogik natija beradi. Virtual laboratoriyalar zamonaviy fizika ta'limida shunchaki yordamchi vosita emas, balki nazariya va amaliyotni bog'lovchi ajralmas komponent hisoblanadi.

Xulosa. Zamonaviy fizika ta'limida fotoeffekt hodisasini o'qitish kvant mexanikasi asoslarini qayta tiklashda muhim metodik ahamiyat kasb etadi. Ushbu hodisaning fizikaviy hodisalari — yorug'lik kvantlari bilan moddaning o'zaro ta'siri, energiya kvantlanishi va elektron chiqish ishi kabi murakkablarga tayanishi tufayli uni an'anaviy laboratoriya to'liq va samarali o'rganish ko'plab texnik hamda tashkiliy tozalashni ta'minlash. Shu nuqtai nazardan, virtual laboratoriyalar fotoeffekt hodisasini o'rganishda zamonaviy va samarali pedagogik yechim sifatida maydonga chiqadi.

Virtual laboratoriyalar yordamida fotoeffekt jarayoni real fizik tajribaga maksimal darajada yaqin bo'lgan interaktiv muhitda modellashtiriladi. Bunda yorug'lik chastotasi, intensivligi, metall turi, elektronlarning chiqish quvvati kabi asosiy parametrlarni o' detektiv fotoeffekt jarayonlarini yaratish-bosqichda tahlil qilish natijasida yuzaga keladi. jismoniy o'quvchilarning fotoeffekt hodisalarining

sabab–oqibat bog'lanishlarini chuqur anglaydi, klassik fizika bilan kvant fizika o'zlarining tub farqlarini aniq misollar orqali idrok etadi hamda nazariy formulalarning fizik mazmunini ongli ravishdosh o'zlashtirish.

Shu bilan birga, virtual laboratoriya mashg'ulotlari o'quvchilarda ilmiy-tadqiqot faoliyatiga xos bo'lgan kompetensiyalarni kuzatishga xizmat qiladi. Tajribani asoslangan, o'lchov natijalarini tahlil qilish, grafiklar tuzish, xatoliklarni aniqlash va ishlab chiqarish jarayonlari o'quvchilarning analitik tafakkurini rivojlantiradi. Bu esa fotoeffekt hodisasini o'rganishni faqat tayyor bilimlarni qabul qilish jarayoni emas, balki mustaqil izlanishga samarali faol o'quv jarayoniga aylantiradi.

Virtual qonunlarning muhimdan biri — qonun hujjatlari laboratoriyasi, iqtisodiy va takroriy yuklab olishdir. Real fotoelektrik tajribalar uchun zarur bo'lgan yuqori aniqlikdagi asbob-uskunalar, vakuum qurilmalari va yorug'lik manbalarining mavjud emasligi ko'plab ta'lim muassasalarida ushbu mavzuni chuqur o'rganishga to'ldiradi. Virtual esa bu xatolarni bartaraf etib, barcha o'quvchilar uchun teng va uzluksiz ta'lim laboratoriyalarini aniqlaydi.

Pedagogik nuqtai nazardan, virtual laboratoriyalardan yuklash ta'lim jarayonini individuallashtirish va differensiallashtirish yordam beradi. Har bir o'quvchi o'z bilim darajasini va o'rganish jarayoniga mos holda tajribalarni takrorlashi, parametrlarni mustaqil tuzatishi va uni chuqurroq tahlil qilishi mumkin. Bu holat o'quvchilarning o'zo'zini nazorat qilish, refleksiya va mas'uliyat hissini oshirishadi hamda ta'lim jarayonidagi faolligini oshirish.

virtual laboratoriyalarni qo'llash fizika fanini o'qitishda fanlararo integratsiyani amalga oshirish uchun qulay sharoit uchun. Fotoeffekt hodisasi orqali axborot texnologiyalari, matematika, elektronika va zamonaviy texnologiyalar bilan bog'liq birikmalar integratsiyalashgan holda o'rganiladi. Bu esa o'quvchilarning ilmiy dunyoqarashini olib, zamonaviy texnika va innovatsion jarayonlarni anglashga tayyorlaydi.

Yuqorida bayon qilingan virtual laboratoriyalarning fotoeffekt hodisalarini o'qitishdagi yuqori didaktik va metodik faoliyatini yaqqol namoyon etadi. Ular

milliy nazariy bilimlarni foydali, balki o'quvchilarda ilmiy tafakkur, tadqiqotchilik madaniyati va raqamli kompetensiyalarni muhimda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. fizika fanini o'qitish sifati oshib, ta'lim jarayoni zamonaviy pedagogik ishlab chiqarishlar asosida takomillashtiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. To'raxonov, F. B., & Omonqulova, U. H. (2024). Fizika fanini real va virtual namoyish tajribalar asosida o'qitish. *Educational Research in Universal Sciences*, 3(13), 110-117.
2. PhET Interactive Simulations. Photoelectric Effect virtual laboratoriya simulyatsiyasi.
3. Omonqulova, U., Yo'ldoshev, A., & Ochilov, J. (2024). Fizikani o'qitishda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan (AKT) foydalanishning afzalliklari va kamchiliklari. *Journal of universal science research*, 12.
4. Тўрахонов Ф. ., Омонкулова У. ., & Замонова С. . (2025). МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И НАВЫКОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ. *Предпринимательства и педагогика*, 4(1), 100–112. извлечено от <https://inlibrary.uz/index.php/entrepreneurship-pedagogy/article/view/68412>
5. Husanovna, U. O., Rustamovich, T. B., & Yusupovna, C. G. (2024). Umumta'lim maktablarida fizikadan namoyish tajribalarining o'quv mazmundorligini aniqlash va ularni joriy etish metodikasi. *Science and innovation*, 3(Special Issue 29), 317-321.
6. To'raxonov Fozil Bobonazarovich, OU Husanovna (2024) fizikani tajribalar yordamida ta'minlashning metodik asoslari. *Universal fanlar bo'yicha ta'lim tadqiqotlari ISSN* , 2181-3515.
7. Омонкулова У. ., & Ергашева С. (2025). METHODOLOGY FOR IMPROVING PHYSICS DEMONSTRATION EXPERIMENTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES. *Международный мультидисциплинарный журнал*

исследований и разработок, 1(5), 95–99. извлечено от
<https://inlibrary.uz/index.php/imjrd/article/view/114248>

8. OMONQULOVA, U. (2025). FIZIKANING OPTIKA BO'LIMIGA OID NAMOYISH TAJRIBALARIDAN MA'RUZA JARAYONIDA FOYDALANISHDA ERGONOMIK TAMOIYILLARGA RIOYA QILISH IMKONIYATLARI. «*ACTA NUUZ*», 1 (1,9), 141–144.
<https://doi.org/10.69617/nuuz.v1i1.9.9173>

9. To'raxonov, FB, & Omonqulova, UH (2024). FIZIKANI NAMOYISH TAJRIBALAR YORDAMIDA TAKOMILLASHTIRISHNING METODIK ASOSLARI. *Umumjahon fanlari bo'yicha ta'lim tadqiqotlari*, 3 (4 MAXSUS), 323–329. <https://erus.uz/index.php/er/article/view/6104> dan olindi

10. Kurbanov, M., & Omonqulova, U. H. qizi . (2025). MEXANIK ENERGIYA TURLARINI NAMOYISH TAJRIBALARI ORQALI O'RGATISHNI TAKOMILLASHTIRISH. *Educational research in universal sciences*, 4(11), 33–41. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16659902>

11. Kurbanov, M., & Omonqulova, U. H. qizi . (2025). RAQAMLI TA'LIM TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA ENERGIYA MAVZUSINI O'RGANISH. *Educational research in universal sciences*, 4(9), 88–99.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.16542036>