

OPTIKADAN NAMOYISH EKSPERIMENTLARINING USLUBIY FUNKSIYALARINI KENGAYTIRISHNING NAZARIY-DIDAKTIK ASOSLARI

ТЕОРЕТИКО-ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСШИРЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОПТИКЕ

THEORETICAL AND DIDACTIC FOUNDATIONS FOR EXPANDING THE METHODOLOGICAL FUNCTIONS OF OPTICS DEMONSTRATION EXPERIMENTS

Eshtemirov Axror Nurmaxmatovich

Shahrisabz davlat pedagogika instituti, dotsent

Islamova Mohichehra

Magistrant

Annotatsiya. Maqolada optika ta'limida qo'llaniladigan namoyish eksperimentlarining an'anaviy ko'rgazmali-axborot funksiyasi zamonaviy faol ta'lim talablari nuqtayi nazaridan qayta ko'rib chiqilgan. Fizika ta'limi tadqiqotlarida olingan natijalarni qiyosiy va kontent tahlil qilish asosida namoyish eksperimentining motivatsion, kognitiv, muammoli-evristik, prognostik, diagnostik-korreksion, tadqiqotchilik, kommunikativ, refleksiv-baholash hamda raqamli-integrativ funksiyalaridan iborat kengaytirilgan modeli ishlab chiqilgan. Modelning maqsadli, mazmunli, jarayonli va baholovchi-natijaviy komponentlari optik hodisalar misolida yoritilgan. Yorug'likning sinishi, to'la ichki qaytishi, linzada tasvir hosil bo'lishi, interferensiya, difraktsiya va qutblanish tajribalari uchun funksional-didaktik topshiriqlar tizimi taklif etilgan. Namoyishning samaradorligi uning vizual jozibadorligi bilan emas, balki talabani oldindan bashorat qilishi, dalil to'plashi, tushuntirish yaratishi va refleksiya qilishi bilan belgilanishi ilmiy asoslangan.

Kalit so'zlar: fizika ta'limi, optika, namoyish eksperimenti, uslubiy funksiya, faol o'qitish, ilmiy tadqiqotchilik, konseptual tushunish, refleksiya, raqamli vizualizatsiya

Аннотация. В статье традиционная наглядно-информационная функция демонстрационного эксперимента по оптике переосмыслена с позиций современного активного обучения. На основе сравнительного и контент-анализа исследований по физическому образованию разработана расширенная модель, включающая мотивационную, когнитивную, проблемно-эвристическую, прогностическую, диагностику-коррекционную, исследовательскую, коммуникативную, рефлексивно-оценочную и цифровую интегративную функции. Раскрыты целевой, содержательный, процессуальный и оценочно-результативный компоненты модели. Предложена система функционально-

дидактических заданий для опытов по преломлению света, полному внутреннему отражению, формированию изображений линзой, интерференции, дифракции и поляризации. Обосновано, что педагогическая результативность демонстрации определяется не только зрелищностью, но прежде всего включением обучающегося в прогнозирование, сбор доказательств, построение объяснения и рефлексию.

Ключевые слова: физическое образование, оптика, демонстрационный эксперимент, методическая функция, активное обучение, исследовательская деятельность, концептуальное понимание, рефлексия

Abstract. The article reconsiders the traditional illustrative and informational role of optics demonstrations from the perspective of contemporary active learning. A comparative and content analysis of physics education research is used to develop an expanded model comprising motivational, cognitive, problem-heuristic, predictive, diagnostic-corrective, inquiry, communicative, reflective-assessment, and digital-integrative functions. The target, content, process, and assessment-result components of the model are specified through examples from optics. A system of functional didactic tasks is proposed for demonstrations of refraction, total internal reflection, image formation by lenses, interference, diffraction, and polarization. It is argued that the educational value of a demonstration is determined not by visual appeal alone, but by the learner's participation in prediction, evidence gathering, explanation construction, and reflection.

Keywords: physics education, optics, demonstration experiment, methodological function, active learning, inquiry, conceptual understanding, reflection, digital visualization

Kirish. Fizika fanining empirik tabiatini o'quv jarayonida ochib berishda namoyish eksperimenti alohida o'rin tutadi. Ayniqsa optik hodisalar ko'p hollarda tez kechishi, fazoviy tuzilishga ega bo'lishi yoki bevosita kuzatishda yashirin parametrlar bilan tavsiflanishi sababli puxta tashkil etilgan tajriba nazariy tushuncha bilan real hodisa o'rtasida ko'prik vazifasini bajaradi. Biroq tajribani faqat o'qituvchi bajaradigan, talaba esa tayyor natijani tomosha qiladigan jarayon sifatida tashkil etish uning didaktik imkoniyatlarini keskin cheklaydi.

Fizika ta'limi bo'yicha xalqaro tadqiqotlar passiv kuzatilgan namoyish har doim ham konseptual o'zlashtirishni ta'minlamasligini ko'rsatadi. Crouch va hammualliflar an'anaviy kuzatish rejimidagi namoyishdan so'ng talabalarning tushunishi tajribani umuman ko'rmagan guruhdan sezilarli farq qilmasligi, oldindan bashorat qilish esa natijani yaxshilashi mumkinligini aniqlagan [1]. Miller va boshqalar talabaning avvalgi tasavvurlari uning nimani ko'rishi va qanday eslab qolishiga ta'sir qilishini ko'rsatib, namoyishda diqqatni maqsadli boshqarish zaruratini asoslagan [2]. Demak, namoyish

eksperimenti “hodisani ko‘rsatish”dan “bilish faoliyatini boshqarish”ga o‘tgandagina to‘laonli metodik vositaga aylanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi optikadan namoyish eksperimentlarining uslubiy funksiyalarini zamonaviy konstruktivistik, tadqiqotchilikka asoslangan va refleksiv ta’lim g‘oyalari bilan uyg‘unlashtirgan holda tizimlashtirish hamda ularni amalga oshirishning nazariy-didaktik modelini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot obyekti – optika bo‘limini o‘qitish jarayoni; predmeti – namoyish eksperimentining talaba bilish faoliyatiga ta’sir qiluvchi uslubiy funksiyalari va ularni kengaytirish mexanizmlaridir.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Namoyish tajribalarini o‘rganishga bag‘ishlangan tadqiqotlarda uchta umumiy yo‘nalish ko‘zga tashlanadi. Birinchi yo‘nalish namoyishning konseptual ta’sirini talabaning faolligi bilan bog‘laydi. Interaktiv ma’ruza namoyishlari, oldindan javobni qayd etish va tengdoshlar bilan muhokama qilish kabi usullar talabaning bilimini tashqi kuzatuvdan ichki intellektual faoliyatga aylantiradi [1; 11]. Bu yondashuvda eksperiment tushunchaning tayyor isboti emas, balki talabaning mavjud modelini sinovdan o‘tkazuvchi kognitiv vaziyatdir.

Ikkinchi yo‘nalish optika mazmunini tizimli loyihalashga qaratilgan. Haagen-Schützenhöfer va Hopf boshlang‘ich optika kursini olti yil davom etgan design-based research asosida ishlab chiqib, nazariy va empirik dalillardan didaktik prinsiplarni chiqarish, ularni amaliyotda sinash va iterativ ravishda takomillashtirishni taklif etgan [3]. Mazkur yondashuv namoyish tajribalarini tasodifiy “qiziqarli epizodlar” sifatida emas, balki o‘quv ketma-ketligining maqsadli elementi sifatida ko‘rishga imkon beradi.

Uchinchi yo‘nalish tajribani ilmiy bilish amaliyotiga yaqinlashtiradi. Etkina, Planinšič va Vollmer oddiy optik hodisa yuzasidan bir nechta muqobil tushuntirishlar yaratish, ularni farqlovchi tajribalarni loyihalash va dalillar asosida xulosa chiqarish jarayonini ISLE metodologiyasi bilan bog‘lagan [4]. Brookes, Etkina va Planinšič talaba markazli tadqiqotchilikni epistemologik jihatdan autentik tashkil etish zarurligini ko‘rsatadi [15]. Bunday sharoitda namoyish ilmiy bilimning tayyor mahsulotini ko‘rsatmaydi, balki bilimning qanday yaratilishini modellashtiradi.

To‘lqin optikasi bo‘yicha tadqiqotlar interferensiya va difraksiyani oddiy rasmlar orqali yodlash barqaror tushunishga olib kelmasligini ko‘rsatadi. Standart tajribalarni kuzatish jarayonida ham o‘quvchilar bitta tirqish difraksiyasi bilan ikki tirqish interferensiyasining sababiy mexanizmlarini aralashtirishi mumkin [6]. Talabaning o‘zi o‘zgartiruvchi parametrlarni tanlashi va natijani tahlil qilishi esa tajriba naqshlarini ajratish qobiliyatini rivojlantiradi [7]. 2024-yilda e’lon qilingan tadqiqotchilikka asoslangan sakkiz darslik ketma-ketlik to‘lqin optikasining bir necha konseptual yo‘nalishlarida ijobiy natijalar bergan [5].

So'nggi tadqiqotlar namoyishning motivatsion samarasi ham bir xil emasligini ko'rsatadi. Katta tanlanmada o'tkazilgan taqqoslashda ilmiy shou talabalarga an'anaviy namoyish va amaliy ishga qaraganda qiziqarliroq tuyulgan, ammo foydalilik jihatidan pastroq baholangan [10]. Bu natija "qiziqish" va "o'quv qiymati"ni aynan bir hodisa deb qabul qilmaslik kerakligini bildiradi. Namoyishning motivatsion funksiyasi konseptual, tadqiqotchilik va refleksiv funksiyalar bilan bog'lanmasa, u qisqa muddatli emotsional taassurot darajasida qolishi mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot nazariy-metodologik xarakterga ega bo'lib, unda qiyosiy tahlil, ilmiy manbalarni kontent tahlil qilish, funksional-dekompozitsion modellashtirish, didaktik loyihalash va pedagogik interpretatsiya usullaridan foydalanildi. Tahlil birligi sifatida namoyish tajribasida talaba bajaradigan aqliy yoki amaliy harakat, o'qituvchi tomonidan yaratiladigan didaktik shart va kuzatiladigan o'quv natijasi olindi.

Modelni ishlab chiqishda to'rtta metodologik tayanch belgilandi: birinchidan, konstruktivistik yondashuvga ko'ra yangi bilim mavjud tasavvurlarni qayta qurish orqali o'zlashtiriladi; ikkinchidan, faol o'qitish talabaning javobni ochiq qayd etishi va dalil bilan himoya qilishini talab qiladi; uchinchidan, tadqiqotchilik yondashuvi kuzatish, gipoteza, tajriba va xulosa o'rtasidagi mantiqiy aloqani tiklaydi; to'rtinchidan, refleksiv baholash talabaning faqat "to'g'ri javob"ini emas, uning fikrlash yo'lini ham tahlil qiladi.

Uslubiy funktsiyani aniqlashda quyidagi mezonlar qo'llandi: funktsiya o'quv maqsadiga xizmat qilishi; alohida didaktik mexanizmga ega bo'lishi; talabaning kuzatiladigan faoliyatida namoyon bo'lishi; optikaning turli mavzulariga ko'chirilishi; o'qituvchi tomonidan rejalashtirilishi va baholanishi mumkin bo'lishi. Shu mezonlar asosida to'qqiz funktsiyadan iborat kengaytirilgan tizim shakllantirildi.

Natijalar va muhokama.

Namoyish eksperimentining kengaytirilgan funksional modeli

Taklif etilayotgan modelda namoyish eksperimenti yagona ko'rgazmali vosita emas, balki bir-biri bilan bog'langan didaktik funksiyalar majmuasi sifatida qaraladi. Har bir funktsiya tajribaning boshqa bosqichida ustuvor bo'lishi mumkin, ammo ular umumiy maqsad – talabaning optik hodisani dalilga tayangan holda tushuntirishi va yangi vaziyatga ko'chira olishini ta'minlaydi.

1-jadval. Optikadan namoyish eksperimentining kengaytirilgan uslubiy funksiyalari

№	Funksiya	Didaktik vazifa	O'qituvchi harakati	Talaba faoliyati
1	Motivatsion	Hayrat va bilishga	Muammoli savol	Savol qo'yadi,

№	Funksiya	Didaktik vazifa	O'qituvchi harakati	Talaba faoliyati
		ehtiyoj uyg'otish; hodisani shaxsiy savolga aylantirish	beradi, kutilmagan effektini ochadi	qiziqish sababini izohlaydi
2	Kognitiv-axborot	Abstrakt tushuncha va real hodisa o'rtasida obrazli bog'lanish yaratish	Muhim belgi va parametrlarni ajratadi	Kuzatilgan belgilarni fizik kattaliklar bilan bog'laydi
3	Muammoli-evristik	Qarama-qarshilik orqali yangi tushuntirishga ehtiyoj tug'dirish	Muqobil natijalarni taqqoslashga undaydi	Gipoteza va sababiy savollarni ilgari suradi
4	Prognostik	Mavjud bilimni kelajak natijaga tatbiq etish	Tajribadan oldin individual javobni talab qiladi	Natija va uning sababini bashorat qiladi
5	Diagnostik-korreksion	Noto'g'ri tasavvurlarni aniqlash va qayta qurish	Javoblar farqini ochib beradi, qarshi dalil yaratadi	O'z modelini dalil bilan solishtiradi va tuzatadi
6	Tadqiqotchilik	Ilmiy bilish amallarini egallash	O'zgaruvchi, nazorat sharti va o'lchovni rejalashtiradi	Tajriba variantini taklif etadi, dalil yig'adi
7	Kommunikativ	Fizik fikrni aniq ifodalash va dalillash	Tengdoshlar muhokamasini tashkil etadi	Izohini himoya qiladi, boshqa fikrni tahlil qiladi

№	Funksiya	Didaktik vazifa	O'qituvchi harakati	Talaba faoliyati
8	Refleksiv-baholash	Fikrlash jarayoni va bilim o'zgarishini anglash	“Nima uchun fikringiz o'zgardi?” savolini beradi	Dastlabki va yakuniy modelini qiyoslaydi
9	Raqamli-integrativ	Ko'rinmas jarayonlarni ma'lumot va model orqali ochish	Videoanaliz, sensor, simulyatsiyani real tajriba bilan birlashtiradi	Real va virtual natijalarni qiyoslaydi, cheklanishni baholaydi

Modelda prognostik funksiya alohida ahamiyatga ega. Bashorat qilish talabaning mavjud bilimini “ko‘rinadigan” qiladi. Talaba javobini tajribadan oldin qayd etmasa, keyingi natijani o‘zining avvalgi fikriga moslab talqin qilishi yoki noto‘g‘ri bashorat qilganini unutishi mumkin. Shuning uchun bashorat faqat og‘zaki savol emas, qisqa yozuv, ovoz berish yoki raqamli so‘rov shaklida majburiy qayd etilishi lozim.

Diagnostic-korreksion funksiya bashorat natijasi bilan kuzatilgan dalil o‘rtasidagi tafovutdan foydalanadi. Masalan, yig‘uvchi linzaning yarmi qoplanganda tasvirning yarmi yo‘qoladi degan fikr keng tarqalgan. Tajriba butun tasvir saqlanishini, faqat yorqinlik kamayishini ko‘rsatadi. Biroq namoyishning o‘zi yetarli emas: talaba har bir predmet nuqtasidan chiqqan nurlar linzaning turli qismlaridan o‘tishini nur diagrammasi bilan tushuntirishi kerak. Aks holda noto‘g‘ri fikr vaqtincha bostiriladi, lekin sababiy model yangilanmaydi.

Raqamli-integrativ funksiya real namoyishni virtual tajriba bilan almashtirishni emas, ularning epistemik vazifalarini muvofiqlashtirishni nazarda tutadi. Real tajriba fizik hodisaning moddiyligini, xatolik va sharoitga bog‘liqligini ochadi; simulyatsiya esa parametrlarni tez o‘zgartirish, ideal modelni ko‘rish va ko‘rinmas nurlar yo‘lini tasvirlash imkonini beradi [13]. Shuning uchun avval real hodisani kuzatish, keyin model yordamida mexanizmni ochish va yana real natijaga qaytish samarali ketma-ketlikdir.

Modelning tarkibiy komponentlari

2-jadval. Kengaytirilgan modelning komponentli tuzilishi

Komponent	Mazmuni	Amalga oshirish ko'rsatkichlari
Maqsadli	Optik hodisalarni dalil, model va tajriba asosida tushuntirishga qodir faol subyektni shakllantirish	Konseptual tushunish; ilmiy fikrlash; tajriba madaniyati; refleksiya
Mazmunli	Optik tushunchalar, namoyish ssenariylari, muammoli savollar, bashorat va transfer topshiriqlari	Geometrik optika; to'liq optikasi; qutblanish; optik asboblari
Jarayonli	Muammo – bashorat – kuzatish – dalil – tushuntirish – tekshirish – refleksiya	Individual javob, kichik guruh muhokamasi, o'lchash, model yaratish
Baholovchi-natijaviy	Bilim natijasi bilan birga fikrlash jarayonini diagnostika qilish	Motivatsion, kognitiv, faoliyatli va refleksiv mezonlar; yuqori, o'rta, boshlang'ich darajalar

Komponentlar o'zaro bog'liq. Maqsad faol ilmiy tushunishni belgilasa, mazmun namoyishni amalga oshirish uchun zarur konsept va topshiriqlarni tanlaydi. Jarayonli komponent talaba harakatlarining ketma-ketligini boshqaradi. Baholovchi-natijaviy komponent esa to'g'ri javobdan tashqari bashoratning asoslanganligi, dalilning aniqligi, modelning izchilligi va refleksiyaning chuqurligini hisobga oladi.

Optik tajribalarning funksional-didaktik xaritasi

3-jadval. Optika mavzularida funksiyalarni amalga oshirish misollari

Mavzu	Namoyish	Muammoli savol	Ustuvor funksiyalar	Kutiladigan tushuntirish
Yorug'likning sinishi	Suvli idishdagi predmetning ko'rinma siljishi	Nega tub sayozroq ko'rinadi?	Kognitiv, prognostik, diagnostik	Normal chizig'i va nisbiy sinish ko'rsatkichiga tayangan nur modeli
To'la ichki	Suv oqimi	Nur nega suvdan	Motivatsion,	Kritik burchak

Mavzu	Namoyish	Muammoli savol	Ustuvor funksiyalar	Kutiladigan tushuntirish
qaytish	bo‘ylab lazer nurining “egilishi”	chiqmaydi?	muammoli, tadqiqotchilik	sharti va optik tola bilan transfer
Linzada tasvir	Linzaning bir qismini qoplash	Tasvirning qaysi qismi yo‘qoladi?	Prognostik, diagnostik, refleksiv	Tasvir saqlanadi, yorqinlik kamayadi; nur dastasi modeli
Interferensiya	Ikki tirqish yoki yupqa qatlam ranglari	Tirqishlar oralig‘i oshsa yo‘llar qanday o‘zgaradi?	Kognitiv, tadqiqotchilik, raqamli	Yo‘l farqi, faza va maksimumlar oralig‘ining bog‘lanishi
Difraksiya	Soch tolasi yoki tor tirqishda lazer	To‘siq o‘lchami kamayganda markaziy maksimum nima bo‘ladi?	Prognostik, muammoli, o‘lchash	Teskari bog‘lanish; to‘lqin uzunligini baholash
Qutblanish	Ikki polarizator va LCD ekran	Ikkinchi filtr aylantirilganda yorqinlik nega o‘zgaradi?	Motivatsion, kognitiv, kommunikativ	Ko‘ndalang to‘lqin modeli va Malus qonuniga sifatli o‘tish

Jadvaldagi tajribalar bir necha funksiyani bir vaqtning o‘zida bajaradi. Masalan, suv oqimida lazer nurining tarqalishi dastlab motivatsion effekt beradi, keyin “nur nega to‘g‘ri chiziq bo‘ylab ketmayapti?” degan muammoli vaziyatni yaratadi, kritik burchakni o‘zgartirish orqali tadqiqotchilik vazifasiga aylanadi va optik tolaga ko‘chirish orqali amaliy-transfer funksiyasini bajaradi. Shu sababli namoyishni tasniflash tajriba nomi bilan emas, unga qo‘yilgan didaktik topshiriq bilan amalga oshirilishi kerak.

Optikada vizual tasvirning kuchliligi ba'zan noto'g'ri xulosani mustahkamlashi mumkin. O'quvchi ekran tasvirini "linza ichida hosil bo'ladigan surat" sifatida qabul qilishi, interferensiya chiziqlarini esa mustaqil yorug' nuqtalar deb tasavvur qilishi mumkin. Shuning uchun namoyishdan keyingi verbal va grafik izohlar hodisaning kuzatiladigan belgisi bilan nazariy modelini aniq ajratishi zarur. Wei va hammualliflar optik mazmundagi grafiklarning ko'pi alohida hodisani ko'rsatib, butun tizim bilan yetarli bog'lanmasligini aniqlagan [9]. Demak, tajriba, nur diagrammasi, formula va og'zaki izoh bir-birini takrorlamasdan, turli epistemik vazifa bajarishi kerak.

Modelni amaliyotga joriy etishda xavfsizlik ham uslubiy funksiya sifatida namoyon bo'ladi. Lazer bilan ishlashda nurni ko'z balandligiga yo'naltirmaslik, aks etuvchi sirtlarni nazorat qilish, quvvat sinfini hisobga olish va tajriba zonasini belgilash talab etiladi. Talabaga xavfsizlik qoidalarini tayyor ko'rsatma tarzida berish bilan birga, qaysi optik hodisa xavf tug'dirishini tushuntirish uning ilmiy mas'uliyatini rivojlantiradi.

Namoyish samaradorligini baholash mezonlari

4-jadval. Namoyish eksperimenti natijasini baholash mezonlari

Mezon	Ko'rsatkich	Yuqori daraja	O'rta daraja	Boshlang'ich daraja
Motivatsion	Savol qo'yish, faol javob berish, natijani bilishga intilish	Hodisani o'zi uchun ahamiyatli muammoga aylantiradi	Savollarga javob beradi, lekin tashabbusi beqaror	Asosan tomoshabin bo'lib qoladi
Kognitiv	Tushuncha, model va dalil o'rtasidagi bog'lanish	Sababiy model bilan izchil tushuntiradi va yangi vaziyatga ko'chiradi	Asosiy qonunni biladi, lekin izohida bo'shliqlar mavjud	Natijani tavsiflaydi, sababini mexanik yodlangan ibora bilan beradi
Faoliyatli	Bashorat, tajriba rejalash, o'lchash, ma'lumot talqini	O'zgaruvchilarni ajratib, tekshiruvchi tajriba taklif qiladi	Ko'rsatma asosida bajaradi, ayrim qarorlarni mustaqil qabul	Faqat tayyor ko'rsatmani takrorlaydi

Mezon	Ko'rsatkich	Yuqori daraja	O'rta daraja	Boshlang'ich daraja
			qiladi	
Refleksiv	Dastlabki va yakuniy fikrni qiyoslash, xato sababini anglash	Fikr o'zgarishini dalil bilan asoslaydi	Fikri o'zgarganini aytadi, sababni qisman tushuntiradi	Faqat to'g'ri javobni qayd etadi

Baholashning muhim talabi – jarayon dalillarini yig'ishdir. Individual bashorat kartasi, tajriba oldi va tajriba keyingi qisqa tushuntirish, guruh muhokamasi yozuvi, nur diagrammasi hamda refleksiv savolga javob bitta natijaviy testdan ko'ra talabani konseptual o'zgarishini to'liqroq ko'rsatadi. Linzalar mavzusida ROC-CI kabi konseptual vositalar diagnostika uchun qo'llanishi mumkin [8], lekin ular amaliy va refleksiv ko'rsatkichlar bilan to'ldirilishi lozim.

Taklif etilgan modelning ilmiy yangiligi namoyish eksperimenti funksiyalarini alohida ro'yxat sifatida emas, maqsad–mazmun–jarayon–baholash zanjirida birlashtirganidadir. Funksiyalarni kengaytirish uchun yangi va qimmat qurilma majburiy emas; asosiy o'zgarish o'qituvchi tomonidan tajriba atrofida yaratiladigan intellektual vazifalardadir. Oddiy lazer, suv idishi, linza, ekran yoki polarizator ham to'g'ri savol va tekshiruvchi topshiriq bilan yuqori didaktik qiymat kasb etadi.

Modelning cheklanishi shundaki, u nazariy sintez asosida ishlab chiqilgan va turli ta'lim bosqichlarida maxsus tajriba-sinov orqali moslashtirishni talab qiladi. Keyingi tadqiqotlarda namoyish funksiyalarining qaysi kombinatsiyasi geometrik va to'liq optikasida eng samarali ekani, raqamli vositalar qachon real tajribani kuchaytirishi yoki ortiqcha kognitiv yuk hosil qilishi, shuningdek o'qituvchining savol berish strategiyasi bilan talaba tushunishi o'rtasidagi bog'lanish o'rganilishi maqsadga muvofiq.

Ilmiy-amaliy ahamiyati va istiqboldagi tadqiqot yo'nalishlari

Mazkur tadqiqot natijalari optika bo'limini o'qitishda namoyish eksperimentlarining metodik imkoniyatlarini yanada kengaytirishga xizmat qiladi. Ishlab chiqilgan nazariy-didaktik model umumiy o'rta ta'lim maktablari, akademik litseylar, kasb-hunar ta'limi hamda oliy ta'lim muassasalarida fizika fanini o'qitish jarayonida qo'llanilishi mumkin. Taklif etilgan uslubiy yondashuv o'quvchilarda optik hodisalarni ilmiy asosda tushunish, tajriba natijalarini tahlil qilish, mustaqil xulosa chiqarish va ilmiy tafakkurni rivojlantirishga xizmat qiladi. Shuningdek, namoyish

eksperimentlarini zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatsiyalar bilan integratsiyalash ta'lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bunday yondashuv o'quvchilarning nafaqat nazariy bilimlarini, balki amaliy kompetensiyalarini, tadqiqotchilik ko'nikmalarini va muammoli vaziyatlarda mustaqil qaror qabul qilish qobiliyatlarini ham rivojlantiradi. Kelgusidagi ilmiy izlanishlarda ishlab chiqilgan modelning pedagogik tajriba-sinov orqali samaradorligini aniqlash, uning o'quvchilarning konseptual bilimlari, ilmiy dunyoqarashi va kreativ fikrlashiga ta'sirini statistik usullar asosida baholash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bundan tashqari, optikaning alohida mavzulari bo'yicha interaktiv namoyish eksperimentlari majmuasini yaratish, sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida virtual namoyishlarni tashkil etish ham istiqbolli ilmiy yo'nalishlardan biri sanaladi.

Umuman olganda, optikadan namoyish eksperimentlarining uslubiy funksiyalarini kengaytirishga asoslangan mazkur model zamonaviy fizika ta'limining sifatini oshirish, o'quvchilarning ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirish hamda ta'lim jarayonini innovatsion pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etishda muhim nazariy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Xulosa. Optikadan namoyish eksperimenti zamonaviy ta'limda hodisani ko'rsatish vositasidan talabanning ilmiy bilish faoliyatini boshqaruvchi ko'p funksiyali didaktik tizimga aylanishi kerak. Passiv kuzatish konseptual o'zlashtirishni kafolatlamaydi; bashorat, dalil, tushuntirish, tekshirish va refleksiya namoyishning o'quv qiymatini belgilovchi asosiy harakatlardir.

Tadqiqot natijasida motivatsion, kognitiv-axborot, muammoli-evristik, prognostik, diagnostik-korreksion, tadqiqotchilik, kommunikativ, refleksiv-baholash va raqamli-integrativ funksiyalardan iborat kengaytirilgan model ishlab chiqildi. Uning maqsadli, mazmunli, jarayonli va baholovchi-natijaviy komponentlari o'zaro uyg'unlashganda namoyish tajribasi optik tushunchalarni chuqur o'zlashtirish, noto'g'ri tasavvurlarni tuzatish va ilmiy fikrlashni rivojlantirishga xizmat qiladi.

Amaliy jihatdan har bir namoyish uchun kamida to'rtta element rejalashtirilishi tavsiya etiladi: tajribadan oldingi yozma bashorat; kuzatishda diqqat qaratiladigan dalil; natijani sababiy model bilan izohlash; yangi sharoitga ko'chirish yoki refleksiya topshirig'i. Shunday tashkil etilgan optik tajriba nafaqat ko'rgazmali, balki diagnostik, tadqiqotchilik va rivojlantiruvchi vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Crouch C.H., Fagen A.P., Callan J.P., Mazur E. Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment? // American Journal of Physics. – 2004. – Vol. 72, No. 6. – P. 835–838. DOI: 10.1119/1.1707018.

2. Miller K., Lasry N., Chu K., Mazur E. Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning // *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*. – 2013. – Vol. 9. – 020113. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.9.020113.
3. Haagen-Schützenhöfer C., Hopf M. Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics // *Physical Review Physics Education Research*. – 2020. – Vol. 16. – 020152. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020152.
4. Etkina E., Planinšič G., Vollmer M. A simple optics experiment to engage students in scientific inquiry // *American Journal of Physics*. – 2013. – Vol. 81, No. 11. – P. 815–822. DOI: 10.1119/1.4822176.
5. Planinic M., Jelcic K., Matejak Cvenic K., Susac A., Ivanjek L. Effect of an inquiry-based teaching sequence on secondary school students' understanding of wave optics // *Physical Review Physics Education Research*. – 2024. – Vol. 20. – 010156. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010156.
6. Matejak Cvenic K., Ivanjek L., Planinic M., Susac A., Cindric Brkic M. Probing high school students' understanding of interference and diffraction of light using standard wave optics experiments // *Physical Review Physics Education Research*. – 2023. – Vol. 19. – 020118. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020118.
7. Susac A., Planinic M., Klemencic D., Milin-Sipus Z. Effect of students' investigative experiments on their recognition of interference and diffraction patterns // *Physical Review Physics Education Research*. – 2021. – Vol. 17. – 010110. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010110.
8. Wörner S., Becker S., Küchemann S., Scheiter K., Kuhn J. Development and validation of the ray optics in converging lenses concept inventory // *Physical Review Physics Education Research*. – 2022. – Vol. 18. – 020131. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020131.
9. Wei B., Wang C., Tan L. Visual representation of optical content in China's and Singapore's junior secondary physics textbooks // *Physical Review Physics Education Research*. – 2022. – Vol. 18. – 020138. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020138.
10. Nikitin A., Káčovský P., Snětinová M., Chvál M., Houfková J., Koupilová Z. Physics demonstrations, science show, or hands-on practical work? Exploring students' intrinsic motivation // *Physical Review Physics Education Research*. – 2025. – Vol. 21. – 010146. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.21.010146.
11. Sokoloff D.R., Thornton R.K. Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment // *The Physics Teacher*. – 1997. – Vol. 35. – P. 340–347.

12. Roth W.-M., McRobbie C.J., Lucas K.B., Boutonné S. Why may students fail to learn from demonstrations? A social practice perspective on learning in physics // *Journal of Research in Science Teaching*. – 1997. – Vol. 34, No. 5. – P. 509–533. DOI: 10.1002/(SICI)1098-2736(199705)34:5<509::AID-TEA6>3.0.CO;2-U.
13. Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET: Simulations that enhance learning // *Science*. – 2008. – Vol. 322. – P. 682–683. DOI: 10.1126/science.1161948.
14. Etkina E., Karelina A., Ruibal-Villasenor M., Jordan R., Rosengrant D., Hmelo-Silver C.E. Design and reflection help students develop scientific abilities: Learning in introductory physics laboratories // *Journal of the Learning Sciences*. – 2010. – Vol. 19, No. 1. – P. 54–98. DOI: 10.1080/10508400903452876.
15. Brookes D.T., Etkina E., Planinšič G. Implementing an epistemologically authentic approach to student-centered inquiry learning // *Physical Review Physics Education Research*. – 2020. – Vol. 16. – 020148. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020148.