KOKAND UNIVERSITY HERALD SCIENTIFIC E-JOURNAL
ISSN: 2181-1695

QO‘QON UNIVERSITETI XABARNOMASI
KOKAND UNIVERSITY HERALD
ВЕСТНИК КОКАНДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

OAK: 01-08/1819/6

www.herald.kokanduni.uz

BO‘LAJAK FIZIKA O‘QITUVCHILARINING MASALA YECHISH KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRISHDA RAQAMLI VOSITALARNI BESH BOSQICHLI MODEL ASOSIDA UYG‘UNLASHTIRISH

Soyibnazarov Abbosjon Ikromjonovich,
Qo‘qon universiteti, Raqamli texnologiyalar va matematika kafedrasi dotsenti.
soyibnazarov115@gmail.com
DOI: https://doi.org/10.54613/vge5jw46

MAQOLA HAQIDA/ O СТАТЬЕ

Qabul qilindi: 2-oktabr 2026-yil
Tasdiqlandi: 5-oktabr 2026-yil
Jurnal soni: 19-B
Maqola raqami: 34

KALIT SO‘ZLAR/ КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

bo‘lajak fizika o‘qituvchilari, fizika masalalarini yechish, raqamli vositalar, o‘qitish modeli, virtual laboratoriya

ANNOTATSIYA/ АННОТАЦИЯ

Raqamli vositalar fizika ta’limida keng qo‘llanayotgan bo‘lsa-da, ularning samaradorligi texnologiyaning o‘ziga emas, balki masala yechishning kognitiv bosqichlari bilan qanday uyg‘unlashtirilishiga bog‘liq. Ushbu tadqiqot bo‘lajak fizika o‘qituvchilarining masala yechish kompetensiyasini rivojlantirishga qaratilgan besh bosqichli Tadqiq etish-modellashtirish-yechish-tekshirish-refleksiya modelini kvazi-eksperimental sharoitda baholadi. Tadqiqotda Qo‘qon davlat universitetining 58 nafar ikkinchi kurs talabalari ishtirok etdi: eksperimental guruhda 28 nafar, taqqoslash guruhida 30 nafar. Eksperimental guruh interaktiv simulyatsiyalar, GeoGebra, Wolfram Alpha, virtual laboratoriya resurslari hamda Python/NumPy vositalaridan aniq kognitiv funksiyalarni qo‘llab-quvvatlash uchun foydalandi; taqqoslash guruhi esa mazmuni va kontakt vaqti teng an’anaviy tushuntirish-ishlangan namuna-mashq-mustahkamlash ketma-ketligida tahsil oldi. Masala yechish kompetensiyasi 30 topshiriqli test orqali baholandi va vosita qoniqarli ichki izchillikni ko‘rsatdi (Cronbach α=0.84). Pre-testda guruhlar o‘rtasida sezilarli farq aniqlanmadi, post-testda esa eksperimental guruh 4.60 ball ustunlik ko‘rsatdi, 95% CI [3.02, 6.18], p<0.001, Cohen d=1.53. Natijalar funksiyaga yo‘naltirilgan raqamli integratsiya bo‘lajak fizika o‘qituvchilarining masala yechish faoliyatini qo‘llab-quvvatlashi mumkinligini ko‘rsatadi.

ABOUT THE PAPER

Accepted: 2 October 2026
Approved: 5 October 2026
Volume: 19-B
Paper number: 34

KEYWORDS

Prospective physics teachers, physics problem-solving, digital tools, instructional model, virtual laboratory

ANNOTATION

Although digital tools are increasingly used in physics education, their effectiveness depends not on the technologies themselves but on how they are integrated with the cognitive stages of problem-solving. This study evaluated a five-stage Explore–Model–Solve–Verify–Reflect (EMSV) instructional model designed to develop the problem-solving competence of prospective physics teachers in a quasi-experimental setting. The study involved 58 second-year students from Kokand State University, comprising 28 students in the experimental group and 30 in the comparison group.

The experimental group used interactive simulations, GeoGebra, Wolfram Alpha, virtual laboratory resources, and Python/NumPy to support specific cognitive functions, whereas the comparison group received instruction through a conventional sequence of explanation, worked examples, practice, and consolidation, with equivalent instructional content and contact time.

Problem-solving competence was assessed using a 30-item test, which demonstrated satisfactory internal consistency (Cronbach’s α = 0.84). No statistically significant difference was observed between the groups at pre-test. However, at post-test, the experimental group outperformed the comparison group by 4.60 points (95% CI [3.02, 6.18], p < 0.001, Cohen’s d = 1.53).

The findings suggest that function-oriented integration of digital tools may effectively support the development of problem-solving competence among prospective physics teachers.

Kirish

Fizika masalasini muvaffaqiyatli yechish formulani tanlash va son qiymatlarini o‘rniga qo‘yish bilan tugamaydi. Kompetent yechuvchi vaziyatni mazmunan talqin qiladi, fizik sistemani reprezentatsiya qiladi, tegishli qonun yoki prinsipni tanlaydi, matematik amallarni bajaradi va olingan natijaning fizik ma’nosini tekshiradi. Fizika ta’limi bo‘yicha umumlashtiruvchi tadqiqotlar ko‘p sonli standart mashqlarni bajarishning o‘zi notanish vaziyatni konseptual tahlil qilish yoki yechim strategiyasini yangi sharoitga ko‘chirishni kafolatlamasligini ko‘rsatadi. Bo‘lajak fizika o‘qituvchilari uchun bu talab yanada murakkab: ular masalani o‘zlari yechish bilan birga, yechim mantig‘ini talabalarga yoki o‘quvchilarga ko‘rsatishi, muqobil yondashuvlarni taqqoslashi va xatolarning kognitiv sabablarini tushuntira olishi kerak. [12, 19-bet; 13, 158-bet]

Raqamli ta’lim muhiti bu jarayonni boyitish uchun yangi pedagogik imkoniyatlar yaratadi. Interaktiv simulyatsiyalar parametrlarni boshqarish va natijani darhol kuzatish imkonini beradi; dinamik matematika muhitlari formulalar, grafiklar va diagrammalar o‘rtasidagi bog‘lanishni ko‘rinadigan qiladi; kompyuter algebra tizimlari hamda dasturlash muhitlari sonli hisoblash va mustaqil tekshiruvni osonlashtiradi. Biroq raqamli vositaning mavjudligi o‘z-o‘zidan samarali ta’limni anglatmaydi. Simulyatsiya, virtual

laboratoriya va tadqiqotga asoslangan o‘qitish bo‘yicha meta-tahlillar o‘quv samarasi topshiriq dizayni, yo‘riqnoma darajasi hamda reprezentatsiyalar o‘rtasidagi mazmuniy bog‘lanishlarga kuchli bog‘liqligini ko‘rsatadi. [8, 67-bet; 16, 114-bet]

O‘qituvchilarni tayyorlash kontekstida texnologik, pedagogik va mazmuniy bilimlarning integratsiyasi TPACK modeli orqali tushuntiriladi. TPACK bo‘yicha tadqiqotlar bo‘lajak o‘qituvchilarga autentik topshiriqlar, o‘qituvchi tomonidan namuna ko‘rsatish, refleksiya va maqsadli texnologiya tanlash imkonini berish zarurligini ta’kidlaydi. Shu bilan birga, ko‘plab tadqiqotlarda natija sifatida TPACKning o‘zi, dars ishlanmasi yoki texnologiya integratsiyasi o‘lchanadi. Raqamli vositalar xizmat qilishi lozim bo‘lgan fan doirasidagi aniq kompetensiya, xususan fizik masala yechish sifati esa nisbatan kamroq empirik baholanadi.

O‘zbekiston sharoitida masala yanada dolzarbdir. “Raqamli O‘zbekiston-2030” strategiyasi raqamlashtirishni ustuvor yo‘nalish sifatida belgilagan, oliy ta’limda simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar va hisoblash vositalaridan foydalanish imkoniyatlari kengaygan. Endi muammo faqat texnologiyaga kirishda emas, balki undan qaysi didaktik maqsadda va yechim jarayonining qaysi bosqichida foydalanishni asoslashdadir. Mazkur tadqiqot shu ehtiyojdan kelib chiqib, raqamli vositalarni dastur nomiga ko‘ra emas, u bajaradigan kognitiv funksiyaga ko‘ra tashkil etuvchi besh bosqichli modelni sinovdan o‘tkazadi. [31]

Tadqiqotning maqsadi-mazmun va kontakt vaqti teng bo‘lgan an’anaviy tushuntirish-ishlangan namuna-mashq-mustahkamlash ketma-ketligiga nisbatan, raqamli vositalar funksiyaga yo‘naltirilgan besh bosqichli sikl asosida tashkil etilganda bo‘lajak fizika o‘qituvchilarining masala yechish kompetensiyasi qanday farqlanishini aniqlash.

• RQ1. Intervensiyadan oldin eksperimental va taqqoslash guruhlari masala yechish kompetensiyasi bo‘yicha farq qilganmi?

• RQ2. Intervensiyadan keyin ikki guruh masala yechish kompetensiyasi bo‘yicha farq qilganmi?

• RQ3. Kuzatilgan farqning kattaligi va statistik aniqligi qanday?

• H1. Eksperimental guruhning post-testdagi o‘rtacha bali taqqoslash guruhinikidan yuqori bo‘ladi.

Amaliyotda raqamli vositalar ko‘pincha darsga alohida qo‘shimcha sifatida kiritiladi: simulyatsiya bir mavzuda namoyish uchun, grafik dastur boshqa vaziyatda tasvirlash uchun, kompyuter algebra tizimi esa hisoblashni tezlashtirish uchun ishlatiladi. Bunday parchalangan foydalanish vositalar o‘rtasidagi pedagogik bog‘lanishni va talabaning masala yechish jarayonida bir reprezentatsiyadan ikkinchisiga ongli o‘tishini kafolatlamaydi. Asosiy tadqiqot muammosi-raqamli vositalarni fizik masala yechishning aniq kognitiv bosqichlari bilan tizimli ravishda qanday uyg‘unlashtirish va bunday uyg‘unlashtirishning natijasini empirik tarzda qanday baholash mumkinligi masalasidir.

Tadqiqotning markaziy g‘oyasi tadqiq etish, modellashtirish, yechish, tekshirish va refleksiya bosqichlaridan iborat yagona sikldir. Modelda texnologiya maqsad emas, balki funksiya sifatida qaraladi: har bir vosita yechim jarayonidagi aniq bir kognitiv amalni qo‘llab-quvvatlashi uchun tanlanadi. Ilmiy yangilik uch jihatda namoyon bo‘ladi: birinchidan, bir nechta raqamli vosita yagona muammoli yechim sikliga birlashtiriladi; ikkinchidan, vosita tanlovi dastur nomiga emas, kognitiv vazifaga bog‘lanadi; uchinchidan, model O‘zbekiston oliy ta’limi kontekstida taqqoslash guruhi, ishonch oralig‘i va effekt kattaligi bilan kvazi-eksperimental baholanadi.

Mahalliy tadqiqotlarda A.I.Soyibnazarov (2025) fizika masalalarini yechishda virtual reallik texnologiyalari [4, 5–8-bet] hamda sun’iy intellektdan foydalanish metodikasini [7, 720–724-bet] ham yoritgan.

Adabiyotlar tahlili

O‘zbekistonda fizika o‘qitish metodikasi va pedagogik ta’limni axborotlashtirish bo‘yicha shakllangan ilmiy maktab mazkur tadqiqot uchun muhim nazariy zamin yaratadi. Mirzahmedov va hammualliflar (2010) fizika o‘qitishning umumiy metodik tizimini yoritgan [26, 159-bet], Nasriddinov (2006) [27, 144-bet;] masala tanlash, yechish usullari va masalalarning didaktik vazifalariga e’tibor qaratgan, U. Sh. Begimqulov (2007) [6, 321-bet] esa pedagogik ta’limni axborotlashtirishning ilmiy-nazariy asoslarini ishlab chiqqan. Keyingi ishlar multimedia, virtual laboratoriya, kompyuter simulyatsiyasi, elektron o‘lchash va dasturlash vositalaridan foydalanish yo‘nalishlarini rivojlantirdi (G. E. Karlybaeva, 2019 [28, 58-bet]; R. R. Eshimov, 2021 [14, 189-bet]; Sh. R. Kokonbaeva, 2022 [29, 1202-bet]; A. A. Akhmedov, 2023 [2, 665-bet]; G. Z. Babakhova, 2026 [5, 132-bet]). Biroq bir nechta raqamli vositani masala yechishning izchil kognitiv bosqichlari bilan bog‘lab, taqqoslash guruhi va standartlashtirilgan effekt kattaligi orqali baholash alohida tadqiqot vazifasi bo‘lib qolmoqda.

Ekspert–novis tadqiqotlari fizika masalalarini yechishda bilimning tashkil etilishi muhimligini ko‘rsatadi. Ekspertlar vaziyatni asosiy fizik prinsiplar orqali tasniflaydi, yangi boshlovchilar esa ko‘pincha masalaning tashqi belgilariga tayanadi. Shu sababli samarali o‘qitish yechimdan oldingi sifat tahlili, fizik tasvir, strategiya tanlash va keyingi tekshiruvni ochiq ko‘rsatishi kerak. [20; 17; 18]

Reprezentatsion kompetensiya ham fizik masala yechishning markaziy qismidir. Meltzer (2005) [21, 463-bet] o‘quvchilarning natijalari verbal, grafik, diagrammatik va matematik formatlarga qarab o‘zgarishini aniqlagan. Ainsworthning DeFT konsepsiyasi [1] ko‘p reprezentatsiyalar bir-birini to‘ldirishi, ma’lum jihatlarni cheklashi va tushunishni qurishga yordam berishini tushuntiradi. Besh bosqichli modelning dastlabki ikki qismi aynan shu mantiqqa tayangan: avval vaziyatni anglash, keyin esa uni grafik, diagramma va formula orqali modelga aylantirish.

Real va virtual laboratoriyalarni bir-biriga qarama-qarshi qo‘yish o‘rniga, ularning turli didaktik funksiyalarini hisobga olish maqsadga muvofiq, real hamda virtual tajribalar to‘g‘ri ketma-ketlikda qo‘llanganda konseptual tushunish, tadqiqotchilik va amaliy ko‘nikmalarni birgalikda qo‘llab-quvvatlashini ko‘rsatadi. Mazkur tadqiqot bu g‘oyani masala yechish jarayoniga kengaytirib, simulyatsiya, dinamik matematika, kompyuter algebra va dasturlashni alohida vositalar emas, bir-birini to‘ldiruvchi funksional resurslar sifatida tashkil etadi. [10, 305–308-bet; 19; 24]

1-jadval.

Mazkur tadqiqotning xalqaro tadqiqotlarga nisbatan o‘rni

Manba	Yo‘nalish	Asosiy hissa	Mazkur tadqiqotdan farqi
Larkin et al. (1980) [20]	Ekspert–novis farqlari	Ekspertlar masalani fizik prinsiplar asosida tashkil etadi	Raqamli vositalar va bo‘lajak o‘qituvchi konteksti yo‘q
Heller et al. (1992); Heller & Hollabaugh (1992) [18; 17]	Kontekstga boy masala yechish	Strategiya va masala tuzilmasini ochiq qo‘llab-quvvatlash	Bir nechta raqamli vosita yechim bosqichlariga xaritalanmagan
Meltzer (2005); Ainsworth (2006) [21, 463-bet; 1]	Ko‘p reprezentatsiyalar	Formatlar o‘rtasidagi bog‘lanish tushunishga ta’sir qiladi	Simulyatsiya–grafik–kod sikli empirik baholanmagan
Docktor et al. (2015, 2016) [13; 11]	Masala yechish rubrikasi	Yechim jarayonini komponentlar bo‘yicha baholash	Texnologik orkestratsiya intervensiya emas
Perkins et al. (2006); Rutten et al. (2012) [22; 23]	Interaktiv simulyatsiyalar	Vizualizatsiya va tezkor qayta aloqa	Odatda bitta vosita yoki bitta natija turi
de Jong et al. (2013); Kapici et al. (2019); Wörner et al. (2022) [10; 19; 24]	Real va virtual laboratoriyalar	Muhitlar bir-birini to‘ldiradi; qo‘llash funksiyasi va o‘quv maqsadi muhim	To‘liq besh bosqichli masala yechish sikli yo‘q
Aktaş & Özmen (2020); Nilsson (2024) [3; 25]	Bo‘lajak o‘qituvchilar TPACKi	Texnologiyani pedagogik va mazmuniy integratsiya qilish	Asosiy natija fizika masala yechish kompetensiyasi emas

TPACK modeli texnologik, pedagogik va mazmuniy bilimlarni o‘zaro bog‘liq professional bilim tizimi sifatida talqin qiladi. Bo‘lajak o‘qituvchilar bilan olib borilgan tadqiqotlar autentik fan topshiriqlari, refleksiya, o‘qituvchi tomonidan namuna ko‘rsatish va maqsadli texnologiya tanlashning ahamiyatini qayd etadi. [30; 3; 25]

Biroq mavjud tadqiqotlarning katta qismi TPACK darajasi, dars dizayni yoki texnologik integratsiyani natija sifatida o‘lchaydi. Fizika faniga xos masala yechish kompetensiyasi raqamli vositalardan maqsadli foydalanish natijasida qanday o‘zgarishi kamroq o‘rganilgan. Mazkur tadqiqot aynan shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan. [3; 25]

2-jadval.

Mazkur tadqiqotning O‘zbekistonda olib borilgan tadqiqotlarga nisbatan o‘rni

Manba	Tadqiqot obyekti	Asosiy yondashuv	Mazkur tadqiqotdan farqi
Mirzahmedov va boshq. (2010) [26]	Fizika o‘qitish metodikasi	Umumiy metodik tizim	Raqamli besh bosqichli kvazi-eksperiment emas
Nasriddinov (2006) [27; manba aniqlashtiriladi]	Fizika masalalarini yechish	Masala tanlash va an’anaviy yechish metodikasi	Simulyatsiya, kompyuter algebra, Python va virtual tekshiruv integratsiya qilingan
Karlybaeva (2019) [28]	Bo‘lajak fizika o‘qituvchilarini metodik tayyorlash	Multimedia va virtual laboratoriya	Tor o‘lchanadigan natija: besh bosqich bo‘yicha masala yechish kompetensiyasi
Kokonbaeva (2022) [29, 1202–1204-bet]	Professional kompetensiya	Mustaqil ta’lim va pedagogik amaliyot	Taqqoslash guruhli raqamli intervensiya
Eshimov (2021) [14]	6–7-sinflar, maxsus ta’lim	Kompyuter simulyatsiya modellari va virtual stendlar	Oliy ta’lim, bo‘lajak fizika o‘qituvchilari va ko‘p vositali sikl
Akhmedov (2023) [2]	Eksperimental kompetensiya	Real va integrativ laboratoriya, elektron o‘lchash, AKT	Matematik yechim, tekshiruv va refleksiya birgalikda ko‘zda tutiladi
Babakhova (2026) [5]	Optika va atom fizikasi	Python, Mathematica, kod va virtual tajriba	Bitta mazmun sohasidan tashqari umumlashtirilgan yechim sikli; effekt kattaligi beriladi

Adabiyotlar tahlili o‘zaro bog‘liq uchta bo‘shliqni ko‘rsatadi. Birinchidan, fizik masala yechish tadqiqotlarida strategiya, reprezentatsiya va baholash keng o‘rganilgan bo‘lsa-da, bir nechta raqamli vositani yagona yechim ketma-ketligida muvofiqlashtirish kamroq tadqiq etilgan. Ikkinchidan, simulyatsiya va virtual laboratoriya tadqiqotlari ko‘pincha alohida texnologiya yoki konseptual natijaga qaratilgan. Uchinchidan, TPACK bo‘yicha ishlar texnologiya integratsiyasini yoritadi, ammo fan doirasidagi masala yechish kompetensiyasini asosiy natija sifatida kamroq o‘lchaydi. O‘zbekiston sharoitida funksiyaga xos ko‘p vositali orkestratsiyani kvazi-eksperimental dizaynda baholash esa alohida ilmiy bo‘shliqni tashkil etadi. [12; 23; 24; 25]

Taklif etilgan siklda tadqiq etish bosqichi hisoblashdan oldingi vaziyat talqinini qo‘llab-quvvatlaydi; Modellashtirish grafik, diagramma va formula o‘rtasidagi bog‘lanishni quradi; Yechish analitik fikrlashni saqlagan holda hisoblash resurslaridan maqsadli foydalanadi; Tekshirish natijani ikkinchi usul, simulyatsiya, virtual tajriba yoki mustaqil sonli hisoblash orqali nazorat qiladi; Refleksiya esa yechimning ma’nosi, cheklovi va boshqa vaziyatlarga transferini baholaydi. Modelning asosiy xususiyati shundaki, vosita funksional jihatdan ekvivalent boshqa vosita bilan almashtirilishi mumkin, ammo kognitiv bosqichlar ketma-ketligi saqlanadi.

1-rasm.

Tadqiq etish–modellashtirish–yechish–tekshirish–refleksiya sikli



Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot randomizatsiyasiz pre-test-post-test taqqoslash guruhli kvazi-eksperimental dizayn asosida olib borildi. Individual tasodifiy taqsimlash amaldagi o‘quv jadvali va shakllangan seminar guruhlari tufayli amalga oshirilmadi. Shu sababli intervensiyadan oldin boshlang‘ich ko‘rsatkichlar statistik jihatdan taqqoslandi. Dizayn randomizatsiyasiz bo‘lgani uchun natijalar o‘qitish sharti va natija o‘rtasidagi bog‘liqlik sifatida talqin qilinadi; qat’iy sababiy xulosa chiqarilmaydi.

Tadqiqotda fizika va astronomiya o‘qituvchilarini tayyorlash dasturining ikkinchi kursida tahsil olayotgan 58 nafar talaba maqsadli tanlama asosida ishtirok etdi. Eksperimental guruh 28 nafar, taqqoslash guruhi 30 nafar talabadan iborat bo‘ldi. Intervensiya odatiy amaliy fizika kursi tarkibida olib borildi. Har ikki guruh bir xil mavzular, kutilayotgan ta’lim natijalari va kontakt vaqtini qamrab oldi.

Intervensiya 6 hafta davom etdi va har haftada beshta 45 daqiqalik akademik soat doirasida tashkil etildi. Ikkala guruhga ham bir o‘qituvchi dars berdi. Eksperimental guruhning har bir mashg‘uloti besh bosqichli ketma-ketlik asosida qurildi. Tadqiq etish bosqichida talabalar fizik vaziyatni talqin qildi, muhim shartlarni ajratdi va simulyatsiya yoki vizualizatsiya yordamida dastlabki bashorat tuzdi. Modellashtirish bosqichida o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi munosabat GeoGebra yoki funksional jihatdan teng muhitda grafik, diagramma va formula orqali ifodalandi. Yechish bosqichida analitik yoki sonli yechim tuzildi; kompyuter algebra vositalari rutinali amallarni qo‘llab-quvvatlash uchun ishlatildi. Tekshirish bosqichida natija simulyatsiya, virtual tajriba yoki Python/NumPy yordamidagi mustaqil hisoblash orqali nazorat qilindi. Refleksiya bosqichida talabalar yechim mantig‘ini izohladi, muqobil yo‘llarni taqqosladi, cheklovlarni ko‘rsatdi va transfer shartlarini muhokama qildi.

O‘quv materiallariga tuzilmali masalalar, modellashtirish topshiriqlari, hisoblash orqali tekshiruv mashqlari, ishchi varaqlar va reflektiv savollar kiritildi. Intervensiya ma’lum dasturga qaram emas, funksiyaga yo‘naltirilgan qilib tuzildi. Shu sababli ayni pedagogik funksiyani bajaruvchi ekvivalent vositani almashtirish modelning mantig‘ini buzmaydi. Amalga oshirish sodiqligi bosqichlar ketma-ketligiga rioya etish va talabalar artefaktlari - ishchi varaqlar, grafiklar, hisoblash natijalari hamda yozma refleksiyalarni ko‘rib chiqish orqali nazorat qilindi.

3-jadval.

Besh bosqichli modelning pedagogik arxitekturasi

Bosqich	Talaba faoliyati	Raqamli vosita funksiyasi	Kutiladigan dalil
1. Tadqiq etish	Hodisani kuzatadi, shart va savolni aniqlaydi, bashorat qiladi	Interaktiv simulyatsiya yoki vizualizatsiya	Fizik vaziyatning to‘g‘ri tavsifi
2. Modellashtirish	O‘zgaruvchilar va munosabatlarni aniqlaydi	Dinamik matematika muhitida grafik va ramziy model	Diagramma, formula va grafik o‘rtasidagi izchillik
3. Yechish	Natijani analitik yoki sonli usulda oladi	Rutinali algebraik amallar uchun kompyuter yordami	Birliklar nazorati bilan izchil hisoblash
4. Tekshirish	Natijani ikkinchi usul yoki virtual tajriba bilan tekshiradi	Simulyatsiya, virtual laboratoriya yoki mustaqil sonli hisoblash	Natijaning barqarorligi va xatolarni aniqlash
5. Refleksiya	Yechimni tushuntiradi, usullarni taqqoslaydi, cheklovni ko‘rsatadi	Yozma refleksiya, elektron portfolio	Metakognitiv xulosa va transfer shartlari

Taqqoslash guruhi an’anaviy tushuntirish-ishlangan namuna-mashq-mustahkamlash ketma-ketligida tahsil oldi. O‘qituvchi tegishli tushunchalarni tushuntirdi, namunaviy masalalarni ishlab ko‘rsatdi va keyin talabalarni standart analitik protseduralardan foydalangan holda mazmunan taqqoslanadigan masalalarni yechishga yo‘naltirdi. Har ikki guruhda mavzu, kutilayotgan natija va kontakt vaqti teng saqlandi. Raqamli resurslardan taqqoslash guruhida ham zarur hollarda foydalanish mumkin edi, biroq ular kognitiv bosqichlar bilan tizimli ravishda bog‘lanmadi. Shunday qilib, asosiy farq texnologiyaning mavjud yoki mavjud emasligida emas, undan masala yechish jarayonida funksiyaga yo‘naltirilgan tarzda foydalanishdadir.

Masala yechish kompetensiyasi tadqiqotchilar ishlab chiqqan 30 topshiriqli “Fizika masalalarini yechish kompetensiyasi testi” orqali baholandi. Test besh komponentni qamrab oldi: (1) tegishli fizik tushunchani

aniqlash; (2) masalani reprezentatsiya qilish va talqin etish; (3) mos yechim strategiyasini qurish; (4) matematik protseduralarni bajarish; (5) natijani tekshirish va baholash. Ushbu komponentlar besh bosqichli modelning kognitiv amallari bilan moslashtirildi. Mazmuniy validlik fizika ta'limi va ta'lim texnologiyalari bo'yicha besh nafar ekspert tomonidan ko'rib chiqildi. Yakuniy vosita qoniqarli ichki izchillikni ko'rsatdi (Cronbach α =0.84). Har ikki guruhda pre-test va post-test uchun bir xil test va baholash tartibi qo'llanildi. Testning ichki izchilligi Cronbach alfa koeffitsiyenti asosida baholandi [9].

Arxivlangan yozuvlarda topshiriq darajasidagi ekspert baholari yoki baholovchilararo kelishuvni qayta hisoblash uchun yetarli ma'lumot saqlanmagan. Shu sababli CVI/CVR va inter-rater ishonchlilik koeffitsiyentlari retrospektiv ravishda keltirilmaydi. Avvalgi materiallarda uchragan kategoriyali kompetensiya darajalari ham chegara mezonlari yetarli hujjatlashtirilmagani sababli asosiy tahlilga kiritilmadi. Bu yondashuv qayta ishlab bo'lmaydigan statistik ko'rsatkichlarni taxmin qilishdan saqlaydi.

Tadqiqot pre-test-intervensiya-post-test tartibida olib borildi. Intervensiyadan oldin har ikki guruh boshlang'ich holatni aniqlash uchun kompetensiya testini bajardi. Keyin eksperimental guruh besh bosqichli model asosida, taqqoslash guruhi esa an'anaviy ketma-ketlikda o'qitildi. O'qitish davri yakunida har ikki guruh post-testni bir xil baholash tamoyillari asosida bajardi. Test vaqtida o'quviy qayta aloqa berilmadi. Arxiv yozuvlarida baholashning aniq sanalari, test davomiyligi, raqamli vositalarga kirishni cheklash tafsilotlari yoki baholovchining guruh mansubligidan xabarsiz bo'lganini tasdiqlovchi ma'lumotlar yo'q; shuning uchun bu tafsilotlar retrospektiv ravishda to'ldirilmagan.

Har bir guruhning pre-test va post-test natijalari o'rtacha qiymat (M) va standart og'ish (SD) orqali tavsiflandi. Guruhlar o'rtasidagi farqlar mustaqil tanlamalar t-testi yordamida baholandi. Har bir taqqoslash uchun o'rtacha farq, 95% ishonch oralig'i (CI) va Cohen d effekt kattaligi hisoblandi; kichik tanlama xatosini kamaytirish maqsadida Hedges g ham keltirildi. Statistik ahamiyat ikki tomonlama α=0.05 darajasida baholandi. Arxivlangan ma'lumotlarda individual darajadagi pre-post juftliklar bo'lmagani sababli juft t-test, ANCOVA yoki guruh va vaqt modeli bajarilmadi. Shu bois guruh ichidagi o'zgarishlar tavsifiy, inferensial xulosalar esa guruhlararo taqqoslashlar asosida talqin qilindi. Teng dispersiya faraziga sezgirlikni tekshirish uchun Welch mustaqil tanlamalar t-testi qo'shimcha tahlil sifatida ishlatildi.

Tadqiqot universitetning oldindan berilgan institutsional ruxsati asosida va odatiy ta'lim faoliyati doirasida amalga oshirilgan. Maqolada faqat guruh darajasidagi natijalar beriladi, shaxsni aniqlash imkonini beruvchi ma'lumotlar keltirilmaydi. Mavjud yozuvlarda alohida etika qo'mitasi protokoli yoki tasdiqlash raqami qayd etilmagan; shu sababli mavjud bo'lmagan etik ruxsat raqami taxmin qilinmaydi.

Modelning amaliy mantig'ini ko'rsatish uchun avtomobilning xavfsiz to'xtash masofasi masalasi tanlandi. Masalada boshlang'ich tezlik v=72 km/soat=20 m/s, haydovchining reaksiya vaqti t_r=0.8 s va tormozlanish tezlanishining moduli a=5 m/s² deb olinadi. Reaksiya masofasi $S_r = v \cdot t_r$ =16 m, tormozlanish masofasi $S_\beta = v^2/(2a)$=40 m; umumiy to'xtash masofasi 56 m bo'ladi. Tezlik 90 km/soat=25 m/s ga oshirilganda umumiy masofa 20+62.5=82.5 m ga yetadi. Masala tezlikning nisbatan kichik o'sishi nima uchun to'xtash masofasini chiziqli bo'lmagan tarzda kattalashtirishini tushuntirish uchun qulay kontekst yaratadi.

4-jadval.

To'xtash masofasi masalasi asosida besh bosqichli mashg'ulot tuzilishi

Bosqich	Topshiriq	Vosita	Talaba mahsuloti
Tadqiq etish	Tezlik oshishi xavfga qanday ta'sir qilishini bashorat qilish	Kinematika simulyatsiyasi	Bashorat va fizik izoh
Modellashtirish	$S(v) = v \cdot t_r + v^2/(2a)$ munosabatini tuzish	GeoGebra	Funksiya grafigi va o'zgaruvchilar talqini
Yechish	72 va 90 km/soat uchun analitik hisoblash	Qog'oz-qalam; Wolfram Alpha ixtiyoriy	Birliklar va javob bilan izchil yechim
Tekshirish	0–120 km/soat oralig'ida natijani hisoblash	Python/NumPy yoki elektron jadval	Qiymatlar jadvali va grafik
Refleksiya	Nega tezlikning 25% oshishi masofani 25% dan ko'proq oshirishini tushuntirish	Yozma refleksiya	Kvadratik bog'lanish va xavfsizlikka oid xulosa

Ushbu misolda raqamli vosita analitik yechimning o'rnini bosmaydi. Aksincha, u turli kognitiv operatsiyalarni ajratadi va bog'laydi. Talaba avval natijani taxmin qiladi, keyin bog'lanishni matematik modelga aylantiradi, analitik hisoblaydi, mustaqil sonli yoki virtual tekshiruvdan o'tkazadi va nihoyat natijaning fizik hamda amaliy ma'nosini izohlaydi. Shu tarzda "vositani ishlatish" emas, "yechimni asoslash" markaziy faoliyat bo'lib qoladi.

Natijalar

Eksperimental va taqqoslash guruhlarida ballar tarqalishi har ikki o'lchovda bir-biriga yaqin bo'ldi: pre-testda SD=3.4 va 3.2, post-testda SD=2.9 va 3.1. Guruh hajmlari ham o'xshash edi (n=28 va n=30). Welch mustaqil tanlamalar t-testi bilan bajarilgan sezgirlik tahlilida pre-test farqi statistik aniqlanmadi, t(55.06)=-0.35, p=0.731, 95% CI [-2.04, 1.44]. Post-testda esa eksperimental guruh sezilarli ustunlik ko'rsatdi, t(56.00)=5.84, p<0.001, 95% CI [3.02, 6.18]. Natijalar odatiy mustaqil tanlamalar t-testiga deyarli teng bo'lib, asosiy xulosa teng dispersiya faraziga sezgir emasligini ko'rsatdi.

Eksperimental guruhning o'rtacha bali 16.8 dan 24.2 ballgacha oshdi, tavsifiy o'sish 7.4 ballni tashkil etdi. Taqqoslash guruhida o'rtacha ko'rsatkich 17.1 dan 19.6 ballgacha oshib, 2.5 ball tavsifiy o'sish qayd etildi. Ushbu o'sishlar o'rtasidagi 4.9 ball farq individual darajadagi juft ma'lumotlar bo'lmagani sababli faqat tavsifiy ko'rsatkich sifatida talqin qilinadi.

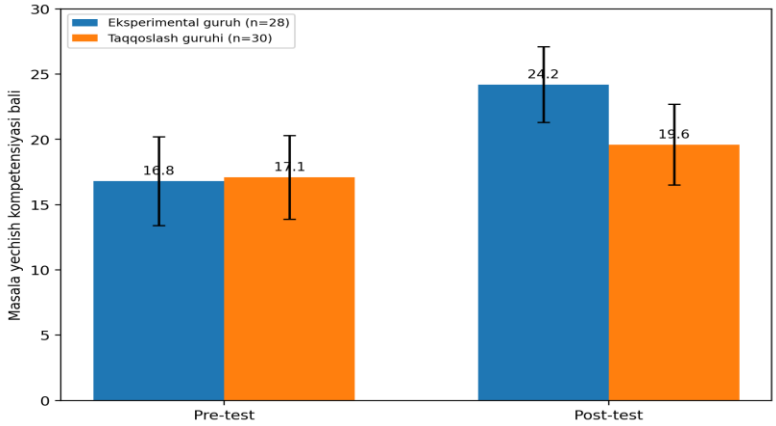
5-jadval.

Guruhlar bo‘yicha pre-test va post-test natijalari

Guruh	n	Pre-test M ± SD	Post-test M ± SD	Tavsifiy o‘zgarish
Eksperimental	28	16.8 ± 3.4	24.2 ± 2.9	+7.4
Taqqoslash	30	17.1 ± 3.2	19.6 ± 3.1	+2.5

2-rasm.

Pre-test va post-testdagi masala yechish kompetensiyasining o‘rtacha ballari (xatolik chiziqlari ±1 SD)



RQ1 bo‘yicha pre-testda eksperimental va taqqoslash guruhlari o‘rtasida statistik aniqlanadigan farq kuzatilmadi. O‘rtacha farq-0.30 ball, 95% CI [-2.04, 1.44], t(56)=-0.35, p =0.731; Cohen d=-0.09 bo‘ldi. Bu kuzatilgan boshlang‘ich ko‘rsatkichlar juda o‘xshash bo‘lganini ko‘rsatadi, biroq randomizatsiya bo‘lmagani uchun to‘liq boshlang‘ich ekvivalentlik isboti sifatida qabul qilinmaydi.

RQ2 va RQ3 bo‘yicha post-testda eksperimental guruh 30 topshiriqli shkala bo‘yicha 4.60 ball yuqori natija ko‘rsatdi. Farqning 95% ishonch oralig‘i [3.02, 6.18], t(56)=5.83, p<0.001 bo‘ldi. Standartlashtirilgan effekt katta: Cohen d=1.53, Hedges g=1.51. Ishonch oralig‘ining to‘liq musbat diapazonda bo‘lishi kuzatilgan farqning statistik aniqligini ko‘rsatadi. Natija H1 yo‘naltirilgan gipotezasi bilan mos keladi.

6-jadval.

Guruhlararo statistik taqqoslashlar

Taqqoslash	O‘rtacha farq	t (df)	p	95% CI	Cohen d	Hedges g
Pre-test	-0.30	-0.35 (56)	0.731	[-2.04, 1.44]	-0.09	-
Post-test	4.60	5.83 (56)	< 0.001	[3.02, 6.18]	1.53	1.51

Muhokama

Besh bosqichli model asosida o‘qitilgan bo‘lajak fizika o‘qituvchilari post-testda mazmun va vaqt jihatidan teng an’anaviy ketma-ketlik bo‘yicha tahsil olgan tengdoshlariga nisbatan yuqori natija ko‘rsatdi. 4.60 ballik farq va katta standartlashtirilgan effekt ushbu tanlama doirasida farq nafaqat statistik, balki amaliy jihatdan ham sezilarli ekanini ko‘rsatadi. Biroq randomizatsiya bo‘lmagani sababli bu natija to‘liq sababiy ta’sir sifatida emas, intervensiya sharti bilan natija o‘rtasidagi kuchli bog‘liqlik sifatida talqin qilinadi.

Kuzatilgan natija simulyatsiyalarni aniq pedagogik yo‘riqnoma bilan birlashtirish samaraliroq bo‘lishini ko‘rsatgan sharhlar bilan mos keladi. Besh bosqichli modelning birinchi ikki qismi talabalardan hisoblashdan oldin vaziyatni tushunish va formula, grafik hamda diagrammani muvofiqlashtirishni talab qiladi. Bu ekspert-novis tadqiqotlari va ko‘p reprezentatsiyalar nazariyasiga mos keladi.

Kuzatilgan Cohen d=1.53 kattalikdagi effekt ehtiyotkorlik bilan izohlanishi kerak. Birinchidan, tadqiqotchilar ishlab chiqqan test intervensiya mantiqi bilan konseptual jihatdan mos bo‘lgan; shuning uchun ustunlikning bir qismi keng transferdan ko‘ra topshiriq-test mosligiga bog‘liq bo‘lishi mumkin. Ikkinchidan, texnologiyaga boy muhitning yangiligi motivatsiya yoki jalb etilishni kuchaytirgan bo‘lishi ehtimol. Uchinchidan, bir o‘qituvchining ikkala guruhga dars berishi kontent va kontakt vaqtini nazorat qilishga yordam bergan bo‘lsa-da, kutilma effektlarini butunlay istisno qilmaydi. To‘rtinchidan, shakllangan guruhlar o‘rtasida avvalgi raqamli tajriba, motivatsiya yoki hisoblash bilan tanishlik kabi o‘lchanmagan farqlar bo‘lishi mumkin. Nihoyat, intervensiya bir nechta komponentni bir vaqtda birlashtirgan, shuning uchun alohida komponentlarning mustaqil hissasini ajratish mumkin emas.

Xulosa va tavsiyalar

Tadqiqot natijalari va modelning tuzilishidan kelib chiqib, fizika ta’limida raqamli vositalarni qo‘llash uchun quyidagi amaliy tavsiyalar taklif etiladi:

- Avval o‘quvchi yoki talaba bajarishi kerak bo‘lgan kognitiv amalni aniqlash, keyin shu funksiyani qo‘llab-quvvatlaydigan vositani tanlash; vosita pedagogik maqsadni belgilamasligi kerak.
- Simulyatsiyadan oldin majburiy bashorat, undan keyin dalillarga asoslangan izoh talab qilish; bu yondashuv interaktiv kuzatishni mazmuniy tadqiq etishga aylantiradi.
- Formula, grafik, diagramma va kod o‘rtasidagi moslikni og‘zaki yoki yozma ravishda izohlashni baholash mezoniga kiritish.
- Sonli javob bilan cheklanmasdan, fizik yondashuv, yechim mantig‘i, tekshirish va refleksiya bosqichlarini ham baholash. [11]
- Internet yoki litsenziya imkoniyati cheklangan muassasalarda lokal simulyatsiyalar, GeoGebra Desktop, Python va elektron jadvallar kabi oflayn funksional alternativalarni oldindan rejalashtirish.
- Bo‘lajak fizika o‘qituvchilarining metodik tayyorgarligida raqamli vositalarni alohida dastur kursi

sifatida emas, fan masalalarini yechish va dars loyihalash faoliyatiga integratsiyalangan holda o‘rgatish. [3; 25]

• Keyingi tadqiqotlarda ko‘p muassasali tanlama, individual darajadagi ma’lumotlar, validatsiyadan o‘tgan mustaqil testlar va kechiktirilgan post-testlardan foydalanish.

Ushbu tadqiqot raqamli vositalarni fizik masala yechishga integratsiya qilish uchun tadqiq etish-modellashtirish-yechish-tekshirish-refleksiya nomli besh bosqichli modelni baholadi. Eksperimental guruh post-testda taqqoslash guruhiga nisbatan yuqoriroq natija ko‘rsatdi: o‘rtacha farq 4.60 ball, 95% CI [3.02, 6.18], Cohen d=1.53. Boshlang‘ich o‘lchovda esa statistik aniqlanadigan farq kuzatilmadi. Bu topilmalar raqamli vositalarni kognitiv bosqichlar bilan funksiyaga yo‘naltirib uyg‘unlashtirish bo‘lajak fizika o‘qituvchilarining masala yechish faoliyatini qo‘llab-quvvatlashi mumkinligi haqida dastlabki dalil beradi.

Pedagogik jihatdan asosiy implikatsiya shundan iboratki, raqamli ta’limni kuchaytirish uchun “qaysi dasturdan foydalanish kerak?” degan savoldan oldin “talaba ayni bosqichda qanday fikrlash amalini bajarishi kerak?” degan savol qo‘yilishi lozim. Model aynan shu o‘zgarishni amaliy struktura ko‘rinishida taklif qiladi. U texnologiyani maqsad emas, fizika mazmunini anglash, model qurish, yechimni tekshirish va refleksiya qilishga xizmat qiluvchi pedagogik vosita sifatida joylashtiradi.

Shu bilan birga, tadqiqotning randomizatsiyasiz dizayni, bitta muassasa, tadqiqotchilar ishlab chiqqan o‘lchov vositasi va individual pre–post ma’lumotlarning yo‘qligi xulosalarni ehtiyotkor talqin qilishni talab qiladi. Modelning samaradorligi va barqarorligini tasdiqlash uchun katta va ko‘p muassasali tanlamalar, mustaqil validatsiyalangan o‘lchov vositalari, individual darajadagi ma’lumotlar va kechiktirilgan post-testlar bilan takroriy tadqiqotlar zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. Learning and Instruction, 16(3), 183–198. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001

2. Akhmedov, A. A. (2023). Improving the experimental competence of preservice physics teachers [Monograph]. Tashkent. [Nashriyot va asl nashr rekvizitlari tasdiqlanishi kerak.]

3. Aktaş, İ., & Özmen, H. (2020). Investigating the impact of TPACK development course on pre-service science teachers’ performances. Asia Pacific Education Review, 21, 667–682. https://doi.org/10.1007/s12564-020-09653-x

4. Soyibnazarov.A.I. (2025) Fizika fanidan masalalar yechishda virtual reallik (vr) texnologiyalarining ta’siri. Qo‘qon universiteti xabarnomasi.16-son, 1-maqola · 5–8-betlar ISSN 2181-1695.

5. Babakhova, G. Z. (2026). Improving the methodology of using modern information technologies in teaching optics and atomic physics in higher education [Announcement of PhD dissertation defence]. Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan. https://oak.uz/pages/21829

6. Begimqulov, U. Sh. (2007). Scientific and theoretical foundations of introducing modern information technologies into pedagogical education. Fan. [Dastlabki fayldagi nashr nomi va turi; asl titul varag‘i orqali aniqlashtirilishi kerak.]

7. Soyibnazarov.A.I. (2025) Fizika fanidan masalalar yechishda sun’iy intellektlardan foydalanish metodikasi. Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi. [2025-8] 720–724-betlar. ISSN:2181-1458 ISSN:2181-0427.

8. Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T., & Fischer, F. (2020). Simulation-based learning in higher education: A meta-analysis. Review of Educational Research, 90(4), 499–541. https://doi.org/10.3102/0034654320933544

9. Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika, 16, 297–334. https://doi.org/10.1007/BF02310555

10. de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. Science, 340(6130), 305–308. https://doi.org/10.1126/science.1230579

11. Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., Mason, A., Ryan, Q. X., & Yang, J. (2016). Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics. Physical Review Physics Education Research, 12, 010130. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010130

12. Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. Physical Review Special Topics–Physics Education Research, 10, 020119. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119

13. Docktor, J. L., Strand, N. E., Mestre, J. P., & Ross, B. H. (2015). Conceptual problem solving in high school physics. Physical Review Special Topics–Physics Education Research, 11, 020106. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020106

14. Eshimov, R. R. (2021). Technologies for creating and implementing computer simulation models for special boarding school education (using the Grade 6–7 physics textbook) [PhD dissertation]. Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan. https://oak.uz/pages/8190

15. Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S., & LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. Physical Review Special Topics–Physics Education Research, 1, 010103. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.1.010103

16. Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. Review of Educational Research, 82(3), 300–329. https://doi.org/10.3102/0034654312457206

17. Heller, P., & Hollabaugh, M. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2: Designing problems and structuring groups. American Journal of Physics, 60(7), 637–644. https://doi.org/10.1119/1.17118

18. Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. American Journal of Physics, 60(7), 627–636. https://doi.org/10.1119/1.17117

19. Kapici, H. O., Akcay, H., & de Jong, T. (2019). Using hands-on and virtual laboratories alone or together-Which works better for acquiring knowledge and skills? Journal of Science Education and Technology, 28(3), 231–250. https://doi.org/10.1007/s10956-018-9762-0

20. Larkin, J. H., McDermott, J., Simon, D. P., & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. Science, 208(4450), 1335–1342. https://doi.org/10.1126/science.208.4450.1335

21. Meltzer, D. E. (2005). Relation between students’ problem-solving performance and representational format. American Journal of Physics, 73(5), 463–478. https://doi.org/10.1119/1.1862636

22. Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics. The Physics Teacher, 44(1), 18–23. https://doi.org/10.1119/1.2150754

23. Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. Computers & Education, 58(1), 136–153. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017

24. Wörner, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2022). The best of two worlds: A systematic review on combining real and virtual experiments in science education. Review of Educational Research, 92(6), 911–952. https://doi.org/10.3102/00346543221079417

25. Nilsson, P. (2024). From PCK to TPACK – Supporting student teachers' reflections and use of digital technologies in science teaching. Research in Science & Technological Education, 42(3), 553–577. https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2131759

26. Mirzahmedov, B., G'ofurov, N., Ibragimov, B., Jo'rayev, M., Karlybaeva, G., & Sagatova, G. (2010). Fizika o'qitish metodikasi. 1-qism. Nizomiy nomidagi TDPU. 97 bet. Katalog: https://akbt.urdu.uz/uz/books/8374

27. Nasriddinov (2006). [Dastlabki maqolada ko'rsatilgan manba: muallif initsiallari, asar nomi, nashriyoti va havola sahifasi aniqlashtirilishi kerak; to'liq bibliografik yozuv tasdiqlanmadi.]

28. Karlybaeva, G. E. (2019). Bo'lajak fizika o'qituvchilarining metodik tayyorgarligini takomillashtirish [Pedagogika fanlari doktori dissertatsiyasi]. Nukus. Bibliografik ma'lumot muallifning 2020-yilgi maqolasidagi 6-manba orqali tekshirildi: https://journal.ndpi.uz/ss/uz/article/view/2020-1-2-029. [Asl dissertatsiyadagi havola sahifasi aniqlashtiriladi.]

29. Kokonbaeva, Sh. R. (2022). Formation of professional competence of future physics teachers through independent education. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 12(5), 1202–1205. https://doi.org/10.5958/2249-7137.2022.00589.4

30. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

31. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2020). "Raqamli O'zbekiston–2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida. 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmon. https://lex.uz/docs/-5030957

Ilova. Formativ baholash rubrikasi

Besh bosqichli modelni amaliy darslarda joriy etishda faqat yakuniy sonli javobni emas, yechim jarayonining sifatini ham baholash maqsadga muvofiq. Quyidagi rubrika tadqiqot materiallarida keltirilgan mezonlarni ixcham shaklda umumlashtiradi. Rubrika yechim jarayonini komponentlar bo'yicha baholash yondashuviga moslashtirilgan [11].

7-jadval.

Fizika masalasini yechish jarayoni uchun to'rt darajali formativ rubrika

Mezon	1 – Boshlang'ich	2 – Rivojlanayotgan	3 – Yetarli	4 – Yuqori
Foydali tavsif	Shart noto'g'ri o'qilgan yoki muhim ma'lumot ajratilmagan	Qisman to'g'ri chizma yoki berilganlar ro'yxati	O'zgaruvchilar aniq ko'rsatilgan mos chizma	Farazlar va cheklovlar ham asoslangan
Fizik yondashuv	Mos prinsip tanlanmagan	Prinsip tanlangan, ammo asoslanmagan	Mos prinsip to'g'ri qo'llangan	Muqobil yondashuvlar taqqoslangan
Matematik protseduralar	Jiddiy hisoblash xatolari	Izchillik yoki birliklarda kamchiliklar	Hisoblash va birliklar to'g'ri	Natija chegaraviy holatga nisbatan ham tekshirilgan
Raqamli model	Vosita maqsadsiz ishlatilgan yoki natija ko'chirilgan	Parametrlar qisman boshqarilgan	Model fizik munosabatga mos	Model, grafik va analitik yechim izchil talqin qilingan
Tekshirish va refleksiya	Natija tekshirilmagan	Faqat to'g'rilik qayd etilgan	Natija muqobil usul bilan tekshirilgan	Xato manbalari, cheklovlar va transfer shartlari tushuntirilgan