



RAQAMLI SIMULYATSIYALAR YORDAMIDA FIZIK JARAYONLARNI GRAFIK MODELLASHTIRISH VA TAHLIL QILISH METODIKASI

Termiz muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
professor O'N.Sultonova

ANNOTATSIYA: Maqolada raqamli simulyatsiyalardan foydalanish asosida fizik jarayonlarni grafik modellashtirish va tahlil qilish metodikasining nazariy-metodik asoslari yoritilgan. Fizika ta'limida harakat, tezlik, tezlanish, elektr zanjirlari va boshqa fizik hodisalarni kompyuter simulyatsiyalari yordamida modellashtirish, o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'lanishlarni grafik ifodalash hamda natijalarni fizik qonuniyatlar asosida izohlash masalalari ko'rib chiqilgan. Muallifning avvalgi tadqiqotlaridagi kompetensiyaviy yondashuv, Mathcad dasturidan foydalanish, mustaqil ta'lim va eksperimental-grafik masalalarni yechish yo'nalishlari mazkur tadqiqot bilan bog'langan. Ilmiy adabiyotlar tahlili asosida fizik jarayonlarni modellashtirishning bosqichli metodik yondashuvi taklif etilgan. Ushbu yondashuv fizik muammoni aniqlash, matematik model tuzish, simulyatsiya parametrlarini belgilash, grafiklarni shakllantirish, natijalarni tahlil qilish va xulosalarni asoslash bosqichlarini qamrab oladi. Shuningdek, talabalarning grafik savodxonligi, fizik fikrlashi va ma'lumotlarni tahlil qilish ko'nikmalarini baholash mezonlari tavsiya etilgan. Taklif etilgan metodikaning samaradorligini aniqlash uchun kelgusida tajriba-sinov tadqiqotlarini o'tkazish zarurligi asoslangan.

Kalit so'zlar: raqamli simulyatsiya, fizika ta'limi, grafik modellashtirish, fizik jarayonlar, kompyuter modellashtirish, grafik savodxonlik, matematik model, ma'lumotlarni tahlil qilish, kompetensiyaviy yondashuv, mustaqil ta'lim.

1. KIRISH

Raqamli texnologiyalarning rivojlanishi fizika ta'limida nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash, murakkab hodisalarni vizual ifodalash va



o'quvchilarning ilmiy fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlarni yuzaga keltirmoqda. Fizik jarayonlarni kompyuter simulyatsiyalari yordamida modellashtirish hodisalarning vaqt davomida o'zgarishini kuzatish, parametrlar orasidagi bog'lanishlarni aniqlash va turli shartlarda yuzaga keladigan natijalarni taqqoslash imkonini beradi. Bunday faoliyatning ta'limiy qiymati faqat jarayonni ekranda namoyish etish bilan emas, balki simulyatsiya natijalarini fizik qonuniyatlar asosida tushuntirish bilan belgilanadi.

Fizikani o'rganishda grafiklar alohida ahamiyatga ega. Masalan, koordinataning vaqtga, tezlikning vaqtga yoki tok kuchining kuchlanishga bog'liqligini ifodalovchi grafiklar fizik kattaliklar o'rtasidagi munosabatlarni anglashga yordam beradi. Biroq grafikni o'qish, uning qiyaligi va shaklini fizik mazmun bilan bog'lash, o'zgaruvchilar orasidagi qonuniyatlarni aniqlash hamda grafik asosida xulosa chiqarish talabalardan muayyan tahliliy ko'nikmalarni talab qiladi. Beichnerning kinematik grafiklarni tushunishga bag'ishlangan tadqiqoti grafik tasvirlarni talqin qilish fizika ta'limida alohida o'rganilishi lozim bo'lgan masala ekanini ko'rsatadi [14].

Raqamli simulyatsiyalar fizik jarayonlarni o'zgartiriladigan parametrlar asosida tekshirish va grafik natijalarni dinamik kuzatish imkonini beradi. Biroq simulyatsiyadan foydalanishning o'zi talabaning fizik mazmunni to'g'ri anglashini kafolatlamaydi. Agar mashg'ulot faqat parametrlarni o'zgartirish va tayyor grafiklarni kuzatish bilan cheklansa, talaba grafikning matematik va fizik mazmunini chuqur tahlil qilmasligi mumkin. Shu sababli simulyatsiyalarni muammoli savollar, taxminlarni tekshirish, grafiklarni taqqoslash va xulosalarni asoslash bilan birlashtirish zarur.

Wang, Zhang va Pangning virtual tajribalar bo'yicha tizimli sharhi simulyatsiyalarning fizik hodisalarni vizuallashtirishdagi imkoniyatlarini hamda ta'lim natijalarini baholash usullarini takomillashtirish zarurligini ko'rsatadi [15]. PhET simulyatsiyalariga bag'ishlangan ilmiy sharhlarda ham interaktiv



modellashtirishning fizik tushunchalarni anglash va faol o'rganishni qo'llab-quvvatlash imkoniyatlari yoritilgan [16].

Muallifning avvalgi tadqiqotlarida Mathcad dasturidan foydalanish, fizikadan masalalar yechish, mustaqil ta'lim va eksperimental-grafik topshiriqlarni tashkil etish masalalari o'rganilgan [1, 3, 6, 7, 12]. Mazkur yo'nalishlar raqamli simulyatsiyalarni fizik jarayonlarni grafik modellashtirish va tahlil qilish bilan bog'lash uchun metodik asos bo'lib xizmat qiladi.

Tadqiqotning maqsadi raqamli simulyatsiyalar yordamida fizik jarayonlarni grafik modellashtirish va tahlil qilish metodikasining nazariy asoslarini ishlab chiqish, uning bosqichlarini belgilash hamda talabalarning grafik savodxonligi va fizik fikrlashini rivojlantirishga yo'naltirilgan metodik tavsiyalarni taklif etishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili

Fizika ta'limida grafiklardan foydalanish, kompyuter simulyatsiyalari yordamida hodisalarni modellashtirish va o'quvchilarning grafik savodxonligini rivojlantirish masalalari turli ilmiy tadqiqotlarda yoritilgan. Ushbu ishlar grafik tasvirlarning fizik mazmunini anglash, o'zgaruvchilar orasidagi munosabatlarni aniqlash va nazariy bilimlarni vizual modellar orqali mustahkamlashning ahamiyatini ko'rsatadi.

Beichnerning "Testing Student Interpretation of Kinematics Graphs" nomli tadqiqoti kinematik grafiklarni talqin qilish jarayoniga bag'ishlangan [14]. Muallif o'quvchilarning grafik shakli, koordinata o'qlari va fizik kattaliklar o'rtasidagi bog'lanishlarni tushunishini baholash masalasini o'rgangan. Ushbu tadqiqot grafik savodxonlikni oddiy grafikni o'qish qobiliyati bilan cheklamasdan, uning fizik ma'nosini tushunish va grafikdan asosli xulosa chiqarish bilan bog'lash zarurligini asoslashga yordam beradi.

Wang, Zhang va Pangning "Virtual experiments in physics education: a systematic literature review" nomli maqolasida 2001–2023-yillarda chop etilgan 45 ta tadqiqot tahlil qilingan [15]. Mualliflar virtual tajribalar mexanika va elektr



hodisalarini o'rganishda keng qo'llanishini, fizik jarayonlarni vizual idrok etishga ko'maklashishini va ta'lim natijalarini baholash usullarini diversifikatsiya qilish zarurligini ko'rsatgan. Ushbu xulosalar simulyatsiyalarni tayyor tasvirlarni namoyish etuvchi vosita sifatida emas, balki parametrlar o'rtasidagi bog'lanishlarni o'rganish va grafiklarni tahlil qilishga yo'naltirilgan faoliyat muhiti sifatida tashkil etish zarurligini ko'rsatadi.

Membabanda va hamkorlarining PhET simulyatsiyalariga oid adabiyotlar sharhida fizik tushunchalarni o'zlashtirishga qaratilgan 31 ta eksperimental va kvazi-eksperimental tadqiqot ko'rib chiqilgan [16]. Mualliflar PhET simulyatsiyalaridan foydalanish fizik tushunchalarni anglashni qo'llab-quvvatlashi mumkinligini, biroq ularning natijadorligi o'qitish jarayonining qanday tashkil etilishiga ham bog'liqligini ta'kidlaydi. Ushbu yondashuv simulyatsiya parametrlarini o'zgartirish bilan bir qatorda talabalarni kuzatilgan natijalarni izohlashga, taxminlarni tekshirishga va grafiklarni nazariy qonuniyatlar bilan taqqoslashga yo'naltirish muhimligini anglatadi.

Wang, Yu, Yu, Hwang va Lan (2025) real hamda virtual tajribalarni birlashtirishning ta'lim natijalariga ta'sirini meta-tahlil asosida o'rgangan [17]. Ularning tahlilida 2001–2021-yillarda chop etilgan 27 ta mustaqil eksperimental tadqiqot natijalari birlashtirilgan. Mualliflar real va virtual tajribalarni uyg'unlashtirish fizikani o'rganish natijalariga ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkinligini aniqlagan. Bu xulosa simulyatsiyalarni real tajribalarning to'liq o'rnini bosuvchi vosita sifatida emas, balki ularning imkoniyatlarini kengaytiruvchi ta'lim vositasi sifatida qo'llash zarurligini ko'rsatadi.

Muallifning avvalgi ilmiy ishlari ham maqolaning metodik yo'nalishini asoslashda muhim o'rin tutadi. Abdullaeva va Sultonova Mathcad dasturidan muhandislik yo'nalishidagi talabalarni tayyorlashda foydalanish masalasini o'rgangan [1]. Ushbu tadqiqot hisoblash va matematik modellashtirish vositalarini ta'limga integratsiyalash nuqtayi nazaridan mazkur maqola bilan bog'liq. Sultonovanning fizikadan masalalar yechish orqali asosiy kompetensiyalarni



shakllantirishga bag'ishlangan ishi [3] esa masala yechish jarayonini kompetensiyaviy natijalar bilan bog'lashga xizmat qiladi.

Sultonova va Sultonovning mustaqil ishlarni tashkil etish hamda fizika mashg'ulotlaridagi mustaqil ta'lim faoliyatiga bag'ishlangan maqolalari [6, 7] raqamli simulyatsiyalar bilan ishlashda talabaning mustaqil faoliyatini tashkil etish masalasi uchun metodik ahamiyatga ega. Sultonova, Qodirova va Jiyanovanning fizikadan tajribaviy va grafik masalalarni kompetensiyaviy yondashuv asosida yechishga oid ishi [12] esa simulyatsiyadan olingan natijalarni grafik shaklda ifodalash va izohlash bilan bevosita bog'liq. Kompetensiyaviy yondashuv, matematik grafiklar va fizikadan masala yechish masalalariga bag'ishlangan boshqa ishlar [4, 5, 8, 10, 11] ham ushbu tadqiqotning umumiy metodik kontekstini to'ldiradi.

Bundan tashqari, Sultonovanning ichimlik suvining fizik-kimyoviy parametrlarini nazorat qilish qurilmasiga bag'ishlangan tadqiqoti [2] o'lchash va parametrlarni nazorat qilishning amaliy ahamiyatini ko'rsatadi. Fizik hodisalar va ularni o'qitish metodikasiga oid boshqa ishlar [9, 13] esa fan mazmunini vizual va faol ta'lim shakllari orqali o'zlashtirish masalalari bilan bog'liq.

Adabiyotlar tahlili grafik savodxonlik, simulyatsiya va mustaqil masala yechishning o'zaro aloqasini birlashtiruvchi metodik yondashuvni ishlab chiqish uchun asos mavjudligini ko'rsatadi. Biroq mazkur ishlarning barchasi raqamli simulyatsiyalar orqali grafik modellashtirishni bevosita o'rgangan deb bo'lmaydi. Shu sababli yangi maqolaning ilmiy yangiligi mavjud yondashuvlarni qiyosiy tahlil qilish va taklif etilayotgan metodik modelning farqli jihatlarini aniq ko'rsatish orqali asoslanishi lozim.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot nazariy-metodik xarakterga ega bo'lib, raqamli simulyatsiyalar yordamida fizik jarayonlarni grafik modellashtirish va tahlil qilishning didaktik asoslarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan. Metodologik asos sifatida kompetensiyaviy, tizimli va faoliyatga asoslangan yondashuvlardan foydalaniladi.



Kompetensiyaviy yondashuv talabaniing fizik qonuniyatlarni bilishi bilan birga, ularni grafiklarni tahlil qilish va real hodisalarni izohlashda qo'llash qobiliyatini rivojlantirishga qaratiladi. Tizimli yondashuv ta'lim maqsadi, simulyatsiya vositasi, o'quv topshirig'i, grafik tahlil va baholash mezonlari o'rtasidagi bog'lanishlarni aniqlash imkonini beradi. Faoliyatga asoslangan yondashuv esa talabaniing fizik model yaratish, parametrlarni o'zgartirish, natijalarni kuzatish va xulosalarni asoslash harakatlarini o'rganishga xizmat qiladi.

Tadqiqotda ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, qiyosiy tahlil, nazariy umumlashtirish, tizimlashtirish va konseptual modellashtirish metodlaridan foydalanish nazarda tutiladi. Ilmiy adabiyotlar tahlili raqamli simulyatsiyalarning ta'limiy imkoniyatlarini aniqlashga, qiyosiy tahlil mavjud grafik tahlil yondashuvlarining umumiy va farqli jihatlarini belgilashga, konseptual modellashtirish esa metodik jarayonning bosqichlarini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Taklif etilayotgan metodika olti bosqichni qamrab oladi. Birinchi bosqichda fizik hodisa va tadqiqot muammosi aniqlanadi. Ikkinchi bosqichda hodisaning asosiy o'zgaruvchilari belgilanib, tegishli fizik qonuniyatlar asosida matematik model tuziladi. Uchinchi bosqichda simulyatsiya parametrlari tanlanadi va turli sharoitlarda kuzatishlar amalga oshiriladi. To'rtinchi bosqichda olingan natijalar jadval va grafiklar shaklida ifodalanadi. Beshinchi bosqichda grafiklarning shakli, qiyaligi, ekstremal nuqtalari va o'zgaruvchilar orasidagi bog'lanishlar fizik mazmun nuqtayi nazaridan tahlil qilinadi. Oltinchi bosqichda natijalar nazariy model bilan taqqoslanib, xulosa va ehtimoliy cheklovlar bayon etiladi.

Talabalarning faoliyatini baholash uchun fizik modelning to'g'ri tuzilishi, simulyatsiya parametrlarining asoslanganligi, grafiklarning to'g'ri qurilishi, o'qlar va o'lchov birliklarining mosligi, grafikni fizik jihatdan izohlash hamda xulosalarning dalillarga tayanishi mezonlari taklif etiladi. Ushbu mezonlar grafik savodxonlik va fizik fikrlashning o'zaro bog'liq ko'rsatkichlari sifatida qaraladi.



Tadqiqot doirasida empirik tajriba-sinov o'tkazilmagan. Shu sababli taklif etilgan metodikaning samaradorligi statistik ko'rsatkichlar bilan tasdiqlangan deb talqin qilinmaydi. Tadqiqotning asosiy natijasi nazariy-metodik model va uni kelgusida amaliyotda tekshirish uchun tavsiya etiladigan baholash mezonlarini ishlab chiqishdan iborat.

NATIJALAR

Nazariy-metodik tahlil asosida raqamli simulyatsiyalar yordamida fizik jarayonlarni grafik modellashtirish va tahlil qilishga yo'naltirilgan bosqichli metodik yondashuv ishlab chiqildi. Taklif etilayotgan yondashuv fizik hodisani kuzatish bilan cheklanmay, uni matematik model orqali ifodalash, simulyatsiya natijalarini grafik shaklda tasvirlash va olingan ma'lumotlarni fizik qonuniyatlar asosida izohlashni qamrab oladi.

Birinchi natija fizik jarayonlarni grafik modellashtirishning o'zaro bog'langan bosqichlarini tizimlashtirishdan iborat. Bunda muammoni aniqlash, o'zgaruvchilarni belgilash, matematik model yaratish, simulyatsiyani bajarish, grafiklarni tahlil qilish va xulosa chiqarish yagona metodik jarayon sifatida qaraladi. Ushbu ketma-ketlik talabaning simulyatsiya natijalarini shunchaki kuzatishdan ko'ra, ularning fizik mazmunini tushunishiga yo'naltirilgan.

Ikkinchi natija grafik tahlilni fizik qonuniyatlar bilan bog'lash mexanizmini taklif etishdir. Masalan, koordinataning vaqtga bog'liqlik grafigi harakat xarakterini, tezlikning vaqtga bog'liqlik grafigi esa tezlanish va siljish bilan bog'liq xususiyatlarni tahlil qilishga imkon beradi. Elektr zanjirlarida tok kuchi va kuchlanish orasidagi bog'lanishni grafik ifodalash tegishli qonuniyatlarni tushuntirishga xizmat qiladi. Bunda grafikning shakli va qiyaligi matematik xususiyat sifatida emas, fizik mazmunni ifodalovchi ko'rsatkich sifatida izohlanadi.

Uchinchi natija talabalarning grafik savodxonligini rivojlantirishga qaratilgan topshiriqlar tizimini tavsiya etishdir. Ushbu topshiriqlar grafikni o'qish, uning asosiy xususiyatlarini aniqlash, parametrlarni o'zgartirish natijasida yuzaga



keladigan o'zgarishlarni oldindan taxmin qilish va simulyatsiya natijalarini nazariy model bilan taqqoslashni qamrab oladi.

To'rtinchi natija baholash mezonlarini ishlab chiqish bilan bog'liq. Talabaning faoliyati fizik modelning asoslanganligi, simulyatsiya parametrlarini tanlash, grafiklarni to'g'ri qurish, o'lchov birliklariga rioya qilish, natijalarni fizik jihatdan izohlash va xulosalarni dalillar bilan asoslash ko'rsatkichlari orqali baholanishi taklif etiladi.

Beshinchi natija raqamli simulyatsiyalarni mustaqil ta'lim bilan integratsiyalash bo'yicha metodik tavsiyalarni shakllantirishdir. Talabalarga tayyor grafiklarni kuzatish bilan cheklanmaydigan, balki mustaqil taxmin qilish, parametrlarni o'zgartirish, natijalarni taqqoslash va xulosalarini yozma ravishda asoslashni talab qiladigan topshiriqlar berilishi maqsadga muvofiq.

Mazkur natijalar nazariy-metodik xarakterga ega bo'lib, taklif etilgan yondashuvning tarkibiy qismlari va amaliyotda tekshirish mumkin bo'lgan mezonlarini ifodalaydi. Ular talabalarning grafik savodxonligi yoki o'zlashtirish darajasi amalda oshganini tasdiqlovchi empirik dalil sifatida talqin qilinmasligi kerak.

MUHOKAMA

Raqamli simulyatsiyalar fizik hodisalarni vizual ifodalash, parametrlarni boshqarish va o'zgaruvchilar orasidagi munosabatlarni kuzatish imkonini beradi. Biroq ularning ta'limiy samarasi texnologik vositaning mavjudligi bilangina belgilanmaydi. Simulyatsiyadan foydalanish jarayonida talabaning qanday savollarga javob izlashi, natijalarni qanday tahlil qilishi va fizik xulosalarni qanday asoslashiga alohida e'tibor qaratish zarur.

Beichnerning kinematik grafiklarni talqin qilish bo'yicha tadqiqoti grafiklarni o'qish va ularning fizik mazmunini anglash alohida ko'nikmalarni talab qilishini ko'rsatadi [14]. Shu nuqtayi nazardan, taklif etilgan metodikada grafikni qurish yoki tayyor tasvirni kuzatish yakuniy maqsad sifatida qaralmaydi. Asosiy e'tibor grafikdagi o'zgarishlarni tegishli fizik qonuniyatlar bilan bog'lash,



o'zgaruvchilar orasidagi munosabatlarni aniqlash va olingan natijalarni izohlashga qaratiladi.

Wang, Zhang va Pangning tizimli sharhi virtual tajribalarning fizik hodisalarni vizual idrok etishdagi imkoniyatlarini hamda baholash metodlarini rivojlantirish zarurligini ko'rsatadi [15]. Bu xulosa grafik modellashtirish metodikasida ko'p bosqichli topshiriqlardan foydalanish muhimligini anglatadi. Masalan, talaba avval hodisa qanday o'zgarishini taxmin qiladi, keyin simulyatsiyada parametrlarni o'zgartiradi, olingan grafikni tahlil qiladi va natijani dastlabki taxmini bilan taqqoslaydi.

PhET simulyatsiyalariga oid tadqiqotlar interaktiv vizual muhitning fizik tushunchalarni anglash va faol o'rganishni qo'llab-quvvatlash imkoniyatlarini ko'rsatadi [16]. Biroq simulyatsiyalarning imkoniyatlari o'qitish maqsadi, topshiriqlar sifati va pedagogik yo'naltirishga bog'liq. Shu sababli grafik modellashtirish jarayonida talabaning tayyor natijani qabul qilishi emas, balki parametrlar o'zgarishining fizik sabablarini tushuntirishi muhim hisoblanadi.

Muallifning avvalgi ishlarida Mathcad dasturidan foydalanish, fizik masalalarni yechish va eksperimental-grafik topshiriqlarni tashkil etish masalalari yoritilgan [1, 3, 12]. Ushbu yo'nalishlar yangi metodikani ishlab chiqishda nazariy izchillikni ta'minlaydi. Shu bilan birga, grafik modellashtirish bo'yicha yangi maqolaning ilmiy hissasi avvalgi ishlarni qayta bayon qilish bilan cheklanmasligi kerak. Uning farqli jihati simulyatsiya parametrlarini boshqarish, grafikni fizik mazmun bilan bog'lash va xulosalarni dalillar asosida tekshirish bosqichlarining yagona metodik modelga birlashtirilishida namoyon bo'lishi mumkin.

Taklif etilgan yondashuvning cheklovi shundaki, u hozircha tajriba-sinov orqali tekshirilmagan. Shu sababli metodikaning o'quv natijalariga ta'siri, talabalarning grafik savodxonligini qay darajada rivojlantirishi yoki an'anaviy o'qitishdan ustunligi haqida qat'iy xulosa chiqarib bo'lmaydi. Kelgusidagi tadqiqotlarda tajriba va nazorat guruhlari, grafiklarni talqin qilish topshiriqlari,



simulyatsiya faoliyatini kuzatish va yozma izohlarni tahlil qilish kabi usullardan foydalanish mumkin.

Umuman olganda, raqamli simulyatsiyalarning metodik qiymati fizik hodisalarni ko'rgazmali namoyish etish bilan birga, talabalarning grafiklarni mustaqil tahlil qilish, qonuniyatlarni aniqlash va ilmiy xulosa chiqarish faoliyatini qo'llab-quvvatlashida namoyon bo'ladi. Shu sababli simulyatsiyalarni fizik fikrlash va grafik savodxonlikni rivojlantirishga yo'naltirilgan maqsadli topshiriqlar bilan birlashtirish lozim.

XULOSA

Raqamli simulyatsiyalar yordamida fizik jarayonlarni grafik modellashtirish va tahlil qilish fizika ta'limida nazariy bilimlarni vizual modellar va amaliy tahlil bilan bog'lash imkonini beradi. Bunday yondashuv fizik hodisalarni turli parametrlar asosida o'rganish, grafik tasvirlarni taqqoslash va o'zgaruvchilar orasidagi munosabatlarni aniqlashga xizmat qilishi mumkin. Biroq ta'limiy natijaga erishish uchun simulyatsiyalardan foydalanish aniq metodik maqsadlar va baholash mezonlari bilan uyg'unlashtirilishi zarur.

Maqolada fizik jarayonlarni grafik modellashtirishning bosqichli metodik yondashuvi taklif etildi. Ushbu yondashuv muammoni aniqlash, matematik model tuzish, simulyatsiya parametrlarini tanlash, grafiklarni shakllantirish, natijalarni fizik qonuniyatlar asosida tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish bosqichlarini qamrab oladi.

Talabalarning grafik savodxonligini baholash uchun modelning to'g'ri tuzilishi, parametrlarning asoslanganligi, grafiklarning aniqligi, o'lchov birliklarining mosligi, grafikni fizik jihatdan izohlash va xulosalarni dalillar bilan asoslash mezonlari tavsiya etildi. Mazkur mezonlar o'quv topshiriqlarini loyihalash va kelgusida metodikaning amaliy natijalarini tekshirish uchun nazariy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Muallifning avvalgi ilmiy ishlari bilan bog'liqlik kompetensiyaviy yondashuv, mustaqil ta'lim, hisoblash vositalari va eksperimental-grafik masalalarni



yechish yo'nalishlari orqali ta'minlandi. Shu bilan birga, taklif etilgan modelning ilmiy yangiligi mavjud metodikalar bilan qiyosiy tahlil orqali asoslanishi lozim.

Tadqiqot nazariy-metodik xarakterga ega bo'lgani sababli, taklif etilgan metodikaning samaradorligi empirik jihatdan tasdiqlanmagan. Kelgusida turli fizik mavzular bo'yicha tajriba-sinov tadqiqotlarini o'tkazish, talabalarning grafiklarni talqin qilish ko'nikmalarini baholash va raqamli simulyatsiyalarni real tajribalar bilan uyg'unlashtirishning ta'lim natijalariga ta'sirini aniqlash maqsadga muvofiq.

Shunday qilib, raqamli simulyatsiyalar fizik jarayonlarni grafik modellashtirish va tahlil qilishni tashkil etishda muhim didaktik vosita bo'lishi mumkin. Ularning ta'limiy qiymati texnologik imkoniyatlarni talabaning mustaqil tahlili, fizik fikrlashi va dalillarga asoslangan xulosa chiqarishi bilan birlashtirish orqali belgilanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdullaeva, S., & Sultonova, U. (2020). Use of MathCad software in the preparation of students majoring in engineering. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 10(12), 650.
2. Султонова, Ў. Н. (2020). устройство для контроля физико-химических параметров питьевой воды. *техника ва технологик фанлар сох, аларининг инновацион масалалари" мавзусидаги халкаро илмий-техник анжумани*, 393-395.
3. Sultonova, U. N. (2019). Formation of Basic Competences for Students by Solving Problems in Physics. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol*, 7(11).
4. Султонова, Ў. Н. (2023). Таълимда компетенциявий ёндашув-юқори самарадорлик гаровидир: статья. *Multidisciplinary Scientific Journal*. August.
5. Султонова, Ў. Н. (2019). International Jurnal oh F CrossRef indexed. Independent learning of students on tihe bass of competence based approach isa guarentee of high efficiency.



6. Sultonova, U. N., & Sultonov, S. N. (2022). Types and Forms of Independent Work in the Organization of Educational Activities of Students on the Subject "Descriptive Geometry and Engineering Graphics". *International Journal on Integrated Education*, 5(3), 204-208.
7. Sultonova, U. N., & Sultonov, S. N. (2022). Problems in Organizing Independent Study Activities in Physics Classes. *International Journal on Integrated Education*, 5(3), 252-254.
8. Botirovna, S. B., & Nabiyevna, S. U. (2020). Technology for solving problems using graphical methods in mathematics lessons and circle lessons. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 10(11), 2254-2264.
9. СУЛТОНОВА, Ў., & ОЧИЛДИЕВ, Х. РЕНТГЕН НУРЛАРИ ВА УНИНГ АҲАМИЯТИ. Уфимский государственный нефтяной технический университет КОНФЕРЕНЦИЯ: 27–28 апреля 2023 года Организаторы: Уфимский государственный нефтяной технический университет.
10. SULTONOVA, O. KOMPETENSIYAVIY YONDASHUV ASOSIDA MOLEKULAR FIZIKA BO‘LIMIDAN MUAMMOLI MASALALAR ECHISH. Уфимский государственный нефтяной технический университет КОНФЕРЕНЦИЯ: 27–28 апреля 2023 года Организаторы: Уфимский государственный нефтяной технический университет.
11. СУЛТОНОВА, Ў., ҚОДИРОВА, З., & РАХИМБЕРДИЕВ, О. ТАЛАБАЛАРНИ ИЗЛАНИШ ВА ТАДҚИҚОТЧИЛИККА ЙЎЛЛАШ МЕТОДИ ҲАҚИДА. Уфимский государственный нефтяной технический университет КОНФЕРЕНЦИЯ: 27–28 апреля 2023 года Организаторы: Уфимский государственный нефтяной технический университет.
12. Sultonova, O. N., Qodirova, N. T., & Jiyanova, S. I. Based on Students' Competency-based Approach to Physics Solve Experimental and Graphical Problems. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 9(05), 336-340.



13. Sultonova, U. N. METHODOLOGY OF USING DIDACTIC GAMES IN EXTRACURRICULAR CLUB ACTIVITIES ON PHYSICS.
14. Beichner R. J. “Testing Student Interpretation of Kinematics Graphs”. *American Journal of Physics*, 62(8), 750–762 — 1994. DOI: 10.1119/1.17449.
15. Wang Y., Zhang L., Pang M. “Virtual experiments in physics education: a systematic literature review”. *Research in Science & Technological Education*, 43(2), 633–655 — 2025. DOI: 10.1080/02635143.2024.2327995.
16. Membabanda H., Habarurema A., et al. “Effect of integrating physics education technology simulations on students’ conceptual understanding in physics: A review of literature”. *Physical Review Physics Education Research*, 17, 023108 — 2021. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108.
17. Wang X.-M., Yu X.-H., Yu D.-D., Hwang G.-J., Lan M. “Does combining real and virtual experiments improve learning achievement in physics? Evidence from a meta-analysis (2001–2021)”. *Educational Research Review*, 46, 100661 — 2025. DOI: 10.1016/j.edurev.2024.100661.