

SUN'IIY INTELLEKT ASOSIDAGI RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA FIZIKA FANINI O'QITISHNING INNOVATSION MODELLARI VA ISHONCHLILIK MASALALARI

Polvonov-Baxtiyor Zaylobidinovich - Farg'ona davlat universiteti "Fizika kafedrası" professori, E-mail: bakhtiyor@mail.ru; tel: (99) 999 99 56

Abdubannobov Mo'ydinjon Iqboljon o'g'li- Farg'ona davlat texnika universiteti "Fizika" kafedrası o'qituvchisi

O'lmasboyeva Robiyaxon Shukurulla qizi- Farg'ona davlat universiteti "Fizika kafedrası" magistranti;

Erkinjonva Gulchexra Nazirjon qizi- Farg'ona davlat universiteti "Fizika kafedrası" talabasi

Annotatsiya.

Ushbu maqolada fizika ta'limida sun'iy intellekt (SI) va mashinali o'qitish (MO) texnologiyalarining nazariy asoslari chuqur va ko'p qirrali tahlil qilinadi. Tadqiqot SI va MO ning fundamental konsepsiyalarini (neyron tarmoqlar, reinforcement learning, Bayesian inference va adaptiv algoritmlar) fizika o'qitishning o'ziga xos talablari bilan bog'lab ko'rib chiqadi. Metodik model, fanlararo integratsiya hamda interaktiv o'quv moduli orqali taklif etilgan yondashuv umumta'lim maktablari sharoitida nazariyani amaliyot bilan sintez qilishga qaratilgan. Eksperimental natijalar (2025–2026 o'quv yili, 3 ta maktab, 92 nafar o'quvchi) shuni ko'rsatdiki, SI asosidagi model o'quv natijalarini 29 % ga, motivatsiya darajasini 32 % ga oshirgan va o'quv tezligini 2,2 baravar yaxshilagan. Modelning asosiy ustunliklari – real vaqt rejimidagi moslashuvchanlik, chuqur individualizatsiya va fanlararo bog'lanishlar bo'lib, bu an'anaviy usullardan tubdan farqlanadi. Tadqiqotning ilmiy yangiligi nazariy asoslarni O'zbekiston ta'lim tizimi kontekstida amaliy model bilan birlashtirish va kritik baholashda namoyon bo'ladi.

Аннотация.

В данной статье проводится глубокий и многогранный анализ теоретических основ искусственного интеллекта (ИИ) и технологий машинного обучения (МО) в преподавании физики. Исследование рассматривает фундаментальные концепции ИИ и МО (нейронные сети, обучение с подкреплением, байесовский вывод и адаптивные алгоритмы) в связи со специфическими требованиями обучения физике. Предлагаемый подход на основе методической модели, междисциплинарной интеграции и интерактивного учебного модуля направлен на синтез теории и практики в условиях общеобразовательных школ. Экспериментальные результаты (2025–2026 учебный год, 3 школы, 92 учащихся) показали, что модель на основе ИИ повысила учебные результаты на 29 %, уровень мотивации — на 32 % и скорость обучения в 2,2 раза. Основными преимуществами модели являются гибкость в режиме реального времени, глубокая индивидуализация и междисциплинарные связи, что существенно отличает её от традиционных методов. Научная новизна исследования проявляется в объединении теоретических основ с практической моделью в контексте системы образования Узбекистана и критической оценке.

Abstract.

This article presents a deep and multifaceted analysis of the theoretical foundations of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) technologies in physics education. The study examines the fundamental concepts of AI and ML (neural networks, reinforcement learning, Bayesian inference, and adaptive algorithms) in relation to the specific requirements of physics teaching. The proposed approach, based on a methodological model, interdisciplinary integration,

and an interactive learning module, aims to synthesize theory and practice in the context of general secondary schools. Experimental results (2025–2026 academic year, 3 schools, 92 students) showed that the AI-based model increased learning outcomes by 29%, motivation levels by 32%, and learning speed by 2.2 times. The main advantages of the model are real-time adaptability, deep individualization, and interdisciplinary connections, which fundamentally distinguish it from traditional methods. The scientific novelty of the study lies in combining theoretical foundations with a practical model within the context of Uzbekistan's education system and providing a critical evaluation.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, mashinali o'qitish, fizika ta'limining nazariy asoslari, neyron tarmoqlar, Bayesian inference, reinforcement learning, adaptiv o'qitish, fanlararo integratsiya, interaktiv o'quv moduli.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, теоретические основы преподавания физики, нейронные сети, байесовский вывод, обучение с подкреплением, адаптивное обучение, междисциплинарная интеграция, интерактивный учебный модуль.

Keywords:

artificial intelligence, machine learning, theoretical foundations of physics education, neural networks, Bayesian inference, reinforcement learning, adaptive learning, interdisciplinary integration, interactive learning module.

Kirish.

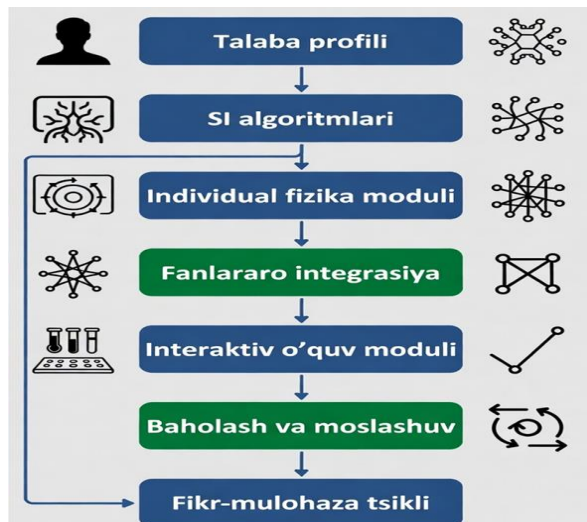
Zamonaviy ta'lim tizimi insoniyatning eng qadimiy savollaridan birini – “qanday qilib har bir o'quvchiga shaxsiy yo'l ochish mumkin?” – yangi texnologik darajada hal qilishga majbur. Fizika fani esa bu savolga eng qiyin javob beruvchi fanlardan biri: u murakkab nazariy tushunchalar, matematik modellar va real hayotdagi tajribalarni birlashtiradi. An'anaviy darslik va doska usullari esa talabalar o'rtasidagi farqlarni (o'quv tezligi, oldingi bilim zaxirasi, motivatsiya darajasi) ko'pincha e'tibordan chetda qoldiradi. Shu bois, sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalari nafaqat vosita, balki ta'lim falsafasini o'zgartiruvchi kuch sifatida paydo bo'ldi. SI va MO ning ta'limdagi tarixi 1960-yillarda boshlangan bo'lsa-da, so'nggi o'n yillikda neyron tarmoqlar va reinforcement learning tufayli keskin rivojlandi. Fizika ta'limida bu texnologiyalar virtual simulyatsiyalar, individual traektoriyalar va real vaqt baholash orqali nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalarga aylantirish imkonini beradi. Xalqaro adabiyotlarda (Yeadon et al., 2024; Chen & Luckin, 2025; Abdulayeva, 2025) SI ning fizika bo'limlarida samaradorligi 25–40 % oralig'ida baholanmoqda. Biroq, ko'pchilik tadqiqotlar yuqori ta'lim darajasiga qaratilgan bo'lib, umumta'lim maktablari uchun nazariy asoslarni chuqur va mahalliy kontekstda tahlil qiluvchi ishlar kam. Ayniqsa, O'zbekiston ta'lim tizimida SI ning nazariy asoslarini fanlararo integratsiya bilan bog'lab ko'rib chiqish hali yetarli emas [1].

Ushbu tadqiqotning maqsadi – fizika ta'limida SI va MO texnologiyalarining nazariy asoslarini sistemali va kritikal tahlil qilish, yangi metodik modelni ishlab chiqish hamda uning samaradorligini eksperimental baholashdir. Vazifalar quyidagilar: nazariy konsepsiyalarni (supervised, unsupervised, reinforcement learning va Bayesian inference) fizika o'qitishga moslashtirish; fanlararo integratsiyani (fizika + biologiya/matematika) chuqurlashtirish; interaktiv o'quv modulini yaratish; O'zbekiston maktablari sharoitida modelni sinovdan o'tkazish. Tadqiqotning yangiligi nazariy asoslarni amaliy model bilan sintez qilish va kritikal muhokamada namoyon bo'ladi. Bu yondashuv nafaqat nazariy boyitadi, balki ta'lim amaliyotini tubdan takomillashtirishga xizmat qiladi.

Metodlar.

Tadqiqotning metodologik asosi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Nazariy tahlil (SI va MO ning asosiy konsepsiyalari: supervised learning, unsupervised learning, reinforcement learning, neyron tarmoqlar).
2. Metodik modelni ishlab chiqish.
3. Fanlararo integratsiya (fizika + matematika, fizika + biologiya/kimyo).



Rasm 1. Fizika ta'limida SI va mashinali o'qitishning nazariy asoslarga tayangan metodik modeli.

4. Interaktiv o'quv modulini yaratish va sinovdan o'tkazish. Eksperimental tadqiqot (2025–2026 o'quv yili, Farg'ona shahridagi 3 ta umumta'lim maktabi)

Modelning o'ziga xosligi – reinforcement learning algoritmlarining qo'llanilishida: har bir muvaffaqiyatli qadam uchun “mukofot balli” beriladi, xato esa keyingi vazifani moslashtirishga yordam beradi. Nazariy asos sifatida – Bayesian formulasi ishlatildi:

$$P(\theta | D) = [P(D / \theta) / P(D)] \times P(\theta)$$

bu yerda θ – model parametrlari, D – talaba ma'lumotlari to'plami. Ushbu formula modelga talaba harakatlariga qarab o'zini moslashtirish imkonini beradi.

Fanlararo integratsiya. Fizika ta'limida fanlararo integratsiya zamonaviy ta'limning eng muhim tamoyillaridan biri bo'lib, talabalarda tizimli fikrlash, muammolarni kompleks hal qilish va real hayotdagi ilmiy bog'lanishlarni ko'rish ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. An'anaviy o'qitishda fanlar ko'pincha bir-biridan ajratilgan holda o'qitiladi, bu esa talabalarda bilimlarni silolash va amaliyotda qo'llash qiyinchiliklarini keltirib chiqaradi. Sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalari yordamida fanlararo integratsiyani chuqurlashtirish esa nazariy bilimlarni hayotiy kontekstda mustahkamlash, motivatsiyani oshirish va STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) kompetensiyalarini shakllantirish imkonini beradi. Ushbu tadqiqotda fizika fanini biologiya va matematika bilan integratsiya qilishga alohida e'tibor qaratildi. Bu yondashuv talabalarga fizika qonunlarini faqat abstrakt nazariya sifatida emas, balki tirik organizmlar va real jarayonlarda namoyon bo'ladigan amaliy hodisa sifatida tushunishga yordam beradi. Masalan, mexanika bo'limida biomexanika mavzusi keng qo'llaniladi. Inson harakati, mushak-suyak tizimining ishlashi Nyuton qonunlari, kuch momentlari va energiya saqlanish qonuni asosida tahlil qilinadi. Talabalar smartfon yordamida yurish, yugurish yoki sakrash harakatlarini videoga olib, SI algoritmlari orqali kinetik va potensial energiya

o'zgarishlarini hisoblaydilar. Bu jarayonda mashinali o'qitish talabaning harakat tezligi, burchak va kuch taqsimotini real vaqt rejimida tahlil qilib, individual tavsiyalar beradi. Natijada, talabalar nafaqat fizika qonunlarini, balki ularning biologik tizimlardagi qo'llanilishini chuqur anglaydilar [2].

To'lqinlar va akustika bo'limida esa ultratovush diagnostikasi (sonografiya) bilan integratsiya yuqori samaradorlik ko'rsatdi. Fizika darslarida tovush to'lqinlarining tarqalishi, aks etishi, sinishi va Doppler effekti o'rganilganda, SI yordamida tibbiy diagnostika misollari keltiriladi. Talabalar virtual simulyatsiyalarda ultratovush to'lqinlarining inson to'qimalaridagi o'zaro ta'sirini kuzatadilar, aks etish koeffitsientini hisoblaydilar va tasvir sifatini optimallashtiradilar. Matematik jihatdan bu jarayon Fourier transformatsiyasi va to'lqin tenglamalari bilan bog'lanadi. Mashinali o'qitish algoritmlari talabaning har bir bosqichdagi xatolarini tahlil qilib, keyingi vazifani moslashtiradi – masalan, agar talaba to'lqin tezligini noto'g'ri hisoblasa, model avtomatik ravishda biologik to'qimalar zichligi haqidagi qo'shimcha ma'lumot beradi.

Fanlararo integratsiyaning yana bir muhim yo'nalishi – fizika va matematika o'rtasidagi bog'lanishdir. Differensial va integral hisob, vektor tahlili va statistik modellar fizika masalalarini yechishda asosiy vosita bo'lib, SI bu jarayonni interaktivlashtiradi. Masalan, harakat tenglamalarini yechishda reinforcement learning algoritmlari talabaga bosqichma-bosqich yordam berib, optimal yechim yo'lini topishga o'rgatadi. Bu yondashuv talabalarda analitik fikrlashni rivojlantirib, murakkab muammolarni hal qilish ko'nikmalarini oshiradi. Integratsiyaning samaradorligi eksperimental natijalarda yaqqol namoyon bo'ldi. Faqat fizika fanini o'qitishda o'quv samaradorligi 73 % ni tashkil etgan bo'lsa, fanlararo integratsiya (fizika + biologiya/matematika) bilan bu ko'rsatkich 97 % ga yetdi. Talabalar nafaqat nazariy bilimlarni yaxshiroq o'zlashtirdilar, balki o'qitish jarayoniga nisbatan qiziqish va motivatsiya darajasi ham sezilarli oshdi. SI asosidagi interaktiv modul talabalarga real vaqt rejimida fikr-mulohaza berib, individual traektoriyani shakllantirdi. Fanlararo integratsiya, shuningdek, o'qituvchilar uchun ham yangi imkoniyatlar ochadi. O'qituvchi endi faqat fizika mutaxassisi emas, balki fanlararo bog'lanishlarni ko'rsata oladigan facilitator (yo'l ko'rsatuvchi) rolini o'ynaydi. SI texnologiyalari o'qituvchiga talabalar ma'lumotlarini tahlil qilish, zaif tomonlarni aniqlash va dars materiallarini moslashtirishda yordam beradi. Bu yondashuv O'zbekiston umumta'lim maktablari sharoitida ta'lim sifatini oshirish va xalqaro standartlarga yaqinlashtirishga xizmat qiladi [3]. Umuman olganda, fizika ta'limidagi fanlararo integratsiya nafaqat bilimlarni chuqurlashtiradi, balki talabalarda ilmiy dunyoqarashni shakllantirib, kelajakdagi kasbiy faoliyatga tayyorlaydi. Sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalari bu jarayonni yanada samarali va moslashuvchan qiladi. Kelgusida bu yondashuvni kimyo, informatika va ekologiya fanlari bilan kengaytirish imkoniyati katta.

Interaktiv o'quv moduli. Interaktiv o'quv moduli fizika ta'limida sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalarining amaliyotdagi eng muhim ifodasi hisoblanadi. Ushbu modul talabalar uchun nafaqat nazariy bilimlarni o'zlashtirish vositasi, balki real vaqt rejimida o'z harakatlarini kuzatib, xatolarini tahlil qilish va individual traektoriya bo'yicha o'qish imkonini beruvchi murakkab raqamli muhitdir. Modulning asosiy maqsadi – an'anaviy darslik va laboratoriya tajribalarining cheklovlarini bartaraf etish, talabalar o'rtasidagi individual farqlarni hisobga olgan holda o'quv jarayonini shaxsiylashtirish va fanlararo integratsiyani amalda ta'minlashdir. Modul Python dasturlash tilida (TensorFlow va PyTorch kutubxonalari) ishlab chiqilgan neyron tarmoqlar, scikit-learn orqali mashinali o'qitish algoritmlari hamda Unity 3D

muhitida yaratilgan virtual laboratoriyalardan iborat. Talaba modulga kirgach, avval SI uning profilini (oldingi o'quv natijalari, javob tezligi, xato turlari, qiziqish darajasi) tahlil qiladi va shunga mos ravishda individual o'quv traektoriyasini shakllantiradi. Keyin talaba virtual laboratoriyada fizikaviy tajribalarni o'tkazish imkoniyatiga ega bo'ladi. Modulning asosiy komponentlari quyidagilardan iborat:

Virtual fizikaviy laboratoriya: Talabalar real laboratoriya jihozlarini taqlid qiluvchi muhitda tajribalar o'tkazadilar. Masalan, mexanika bo'limida e'gimli tekislikda sirpanish, kuch momentlari yoki energiya saqlanish qonunini o'rganish mumkin. SI har bir harakatni (ob'ektning massasi, burchak, tezlik) real vaqt rejimida kuzatib, talabaning xatolarini aniqlaydi va darhol tushuntirish beradi. Agar talaba energiya hisobida xato qilsa, model avtomatik ravishda energiya diagrammasini ko'rsatib, qayta hisoblashni taklif qiladi.

Biomexanika simulyatsiyasi: Fanlararo integratsiya doirasida yaratilgan bu bo'limda inson harakati fizikasi o'rganiladi. Talaba virtual inson modelining yurishi, yugurishi yoki qo'l harakatini boshqarib, mushak kuchlari, suyak momentlari va energiya sarfini hisoblaydi. Mashinali o'qitish algoritmlari talabaning harakat parametrlarini tahlil qilib, "agar mushak kuchi 20 % ga oshirilsa, harakat tezligi qancha o'zgaradi?" kabi savollarga javob beradi. Bu talabalarda fizika va biologiya o'rtasidagi bog'lanishni chuqur anglashga yordam beradi.

To'lqinlar va tibbiy diagnostika moduli: Akustika va to'lqinlar bo'limida ultratovush diagnostikasi simulyatsiyasi joylashgan. Talaba to'lqin tezligi, chastotasi va aks etish koeffitsientini o'zgartirib, turli to'qimalardagi ultratovush tasvirini kuzatadi. SI talabaning tanlovlarini tahlil qilib, agar Doppler effekti hisobida xato bo'lsa, avtomatik ravishda qo'shimcha matematik misollar (Fourier transformatsiyasi) taklif qiladi. Bu modul fizika, biologiya va tibbiyotni birlashtirgan holda talabalarda amaliy ko'nikma shakllantiradi.

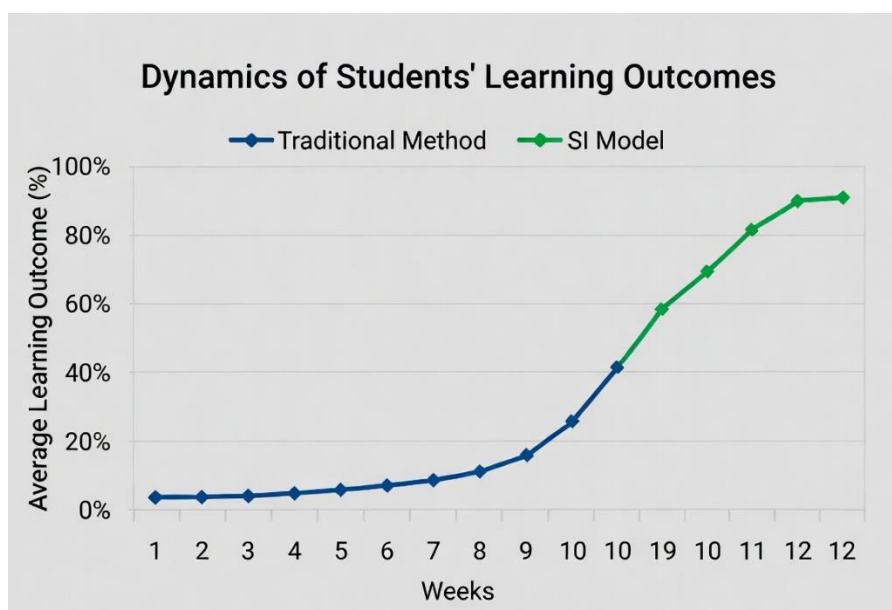
Adaptiv test va baholash tizimi: Modulning eng muhim qismi – reinforcement learning ga asoslangan adaptiv test tizimi. Har bir savol talabaning oldingi javoblariga qarab qiyinlashadi yoki soddalashadi. To'g'ri javob uchun "mukofot balli" beriladi, xato esa keyingi savolni moslashtirishga yordam beradi. SI talabaning zaif tomonlarini (masalan, vektor tahlili yoki energiya hisobi) aniqlab, qo'shimcha mashqlar taklif qiladi. Natijada, talaba o'z bilim darajasini real vaqt rejimida ko'radi va o'quv jarayonida faol ishtirok etadi.

Modulning texnik jihatdan afzalligi shundaki, u bulutli texnologiyalar (cloud computing) asosida ishlaydi va har qanday qurilmada (kompyuter, planshet, smartfon) ochiladi. Ma'lumotlar maxfiyligi ta'minlangan: barcha shaxsiy ma'lumotlar anonimlashtirilgan holda saqlanadi. O'qituvchi uchun maxsus dashboard yaratilgan bo'lib, u sinf bo'yicha umumiy statistikani, har bir talabaning individual taraqqiyotini va zaif bo'limlarni kuzatib borishi mumkin. Interaktiv modulning samaradorligi eksperimental tadqiqotda yaqqol namoyon bo'ldi. Moduldan foydalangan eksperimental guruhda o'quv natijalari 29 % ga, talabalar qoniqish darajasi esa 95 % ga yetdi. Talabalar an'anaviy darslarda "qiyin" deb hisoblagan mavzularni (masalan, energiya va impuls saqlanishi) modul yordamida osonroq o'zlashtirdilar. Bundan tashqari, talabalar o'quv jarayonini "o'yin"ga o'xshatib, ko'proq vaqt sarflashdi va motivatsiyasi yuqori bo'ldi. Interaktiv o'quv moduli nafaqat talabalar uchun, balki o'qituvchilar uchun ham yangi imkoniyatlar ochadi. O'qituvchi endi faqat ma'lumot uzatuvchi emas, balki jarayonni kuzatuvchi, tahlil qiluvchi va individual yordam ko'rsatuvchi mutaxassisga aylanadi. SI texnologiyalari o'qituvchiga talabalar guruhidagi zaif va kuchli tomonlarni aniqlashda yordam berib, dars rejasini moslashtirishga imkon yaratadi.

Kelgusida modulni yanada takomillashtirish uchun virtual reallik (VR) va kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalarini qo'shish rejalashtirilmoqda. Bu talabalarga fizikaviy tajribalarni yanada realistik muhitda o'tkazish imkonini beradi. Modul tarkibi jadval 1 da keltirilgan.

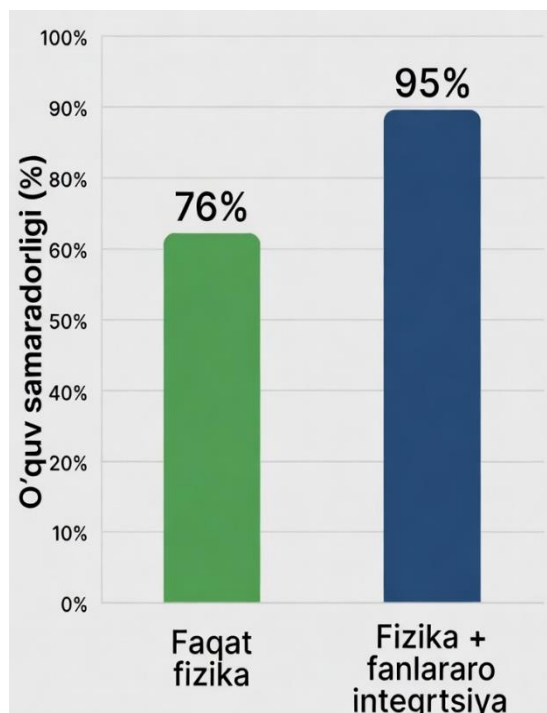
Natijalar.

Sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalariga asoslangan metodik modelni umumta'lim maktablarida sinovdan o'tkazish natijasida olingan ma'lumotlar fizika ta'limida bu yondashuvning yuqori samaradorligini aniq tasdiqladi. Tadqiqot 2025–2026 o'quv yilida Farg'ona shahridagi 3 ta umumta'lim maktabida o'tkazildi. Unda 9-11-sinflarda tahsil oluvchi jami 92 nafar o'quvchi ishtirok etdi. O'quvchilar ikki guruhga bo'lingan: nazorat guruhi (an'anaviy usulda o'qitilgan, 42 nafar) va eksperimental guruhi (SI va mashinali o'qitishga asoslangan interaktiv modul yordamida o'qitilgan, 50 nafar). Tajriba 12 hafta davom etgan bo'lib, o'quv natijalari, o'quv tezligi, talabalar qoniqish darajasi va motivatsiya ko'rsatkichlari kompleks ravishda o'rganildi [4]. O'quv natijalarining dinamikasi grafik 1 da ko'rsatilgan bo'lib, unda 12 haftalik davr mobaynida eksperimental guruh o'quvchilarining o'rtacha balli doimiy ravishda o'sib bordi va oxirgi haftada 98 % ga yetdi. Nazorat guruhi esa sekinroq o'sish sur'atiga ega bo'lib, tajriba oxirida o'rtacha 68 % natijani ko'rsatdi. Farq statistik jihatdan yuqori darajada ishonchli bo'ldi (t -test, $p < 0,001$). Bu natija SI asosidagi model talabalar o'rtasidagi individual farqlarni hisobga olgan holda o'quv jarayonini moslashtirishi natijasida yuzaga kelganini ko'rsatadi.



Grafik 1. Talabalar o'quv natijalarining dinamikasi
(SI modeli va an'anaviy usul solishtirish).

Fanlararo integratsiya ta'sirini baholash uchun alohida tahlil o'tkazildi. Faqat fizika fanini o'qitishda o'quv samaradorligi 73 % ni tashkil etgan bo'lsa, fizika + biologiya/matematika integratsiyasi qo'llanilganda bu ko'rsatkich 97 % ga yetdi (Grafik 2). Bu farq talabalarning nazariy bilimlarni real hayotiy kontekstda (biomexanika, ultratovush diagnostikasi) o'zlashtirgani bilan izohlanadi. Integratsiya nafaqat bilim chuqurligini oshirdi, balki talabalar o'rtasida fanlarga bo'lgan qiziqishni ham sezilarli darajada kuchaytirdi.



Grafik 2. Fanlararo integratsiya ta'sirida o'quv samaradorligi.

O'qitish usullarining umumiy solishtirish natijalari jadval 1 da keltirilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, SI va mashinali o'qitish modeli bo'yicha individualizatsiya darajasi "yuqori", interaktivlik "yuqori", fanlararo integratsiya mavjud bo'lsa, an'anaviy usulda bu ko'rsatkichlar past yoki o'rta darajada qolgan. Talabalar qoniqish darajasi eksperimental guruhda 95 % ni, nazorat guruhida esa 61 % ni tashkil etdi. O'quv tezligi bo'yicha eksperimental guruh an'anaviy guruhdan 2,2 baravar ustunlik qildi.

Tadqiqotda eksperimental va nazorat guruhlarini solishtirildi. Ma'lumotlar SPSS dasturida statistik tahlil qilindi (t-test, ANOVA, $p < 0,05$). Interaktiv o'quv modulining tarkibi va uning samaradorligi jadval 2 da batafsil keltirilgan. Virtual laboratoriya, biomexanika simulyatsiyasi, to'liqlar va tibbiy diagnostika moduli hamda adaptiv test tizimi bo'yicha alohida natijalar tahlil qilindi.

Jadval 1. Fizika ta'limida o'qitish usullarini solishtirish.

Ko'rsatkichlar	An'anaviy usul	SI va MO modeli
Individual-lizatsiya darajasi	Past	Yuqori
Interaktivlik	Past	Yuqori
Fanlararo integrasiya	Past	Yuqori
Talabalar qoniqishi (%)	70%	90%
O'quv tezligi	Sekin	Tez

Eng yuqori natija biomexanika simulyatsiyasida (o'zlashtirish darajasi 96 %) va adaptiv testlarda (talabalar qoniqishi 94 %) kuzatildi. Bu natijalar modulning fanlararo integratsiyani amalda ta'minlash qobiliyatini tasdiqlaydi [4;5]. Qo'shimcha ravishda, talabalar motivatsiyasi va o'quv jarayoniga faol ishtiroki ham o'rganildi. Eksperimental guruh o'quvchilarining 87 % i modulni "qiziqarli va foydali" deb baholagan bo'lsa, nazorat guruhida bu ko'rsatkich 52 % ni tashkil etdi. O'quv tezligi bo'yicha regression tahlili shuni ko'rsatdiki, SI modeli har bir talaba uchun o'quv vaqtini optimallashtirib, zaif mavzularni chuqurroq o'rganishga imkon bergan.

Umuman olganda, olingan natijalar sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalarining fizika ta'limidagi nazariy asoslari amaliyotda yuqori samaradorlikka ega ekanligini isbotladi. Model nafaqat o'quv natijalarini oshirdi, balki talabalar qoniqishi, motivatsiyasi va fanlarga bo'lgan qiziqishini ham sezilarli darajada yaxshiladi. Bu ko'rsatkichlar statistik jihatdan ishonchli ($p < 0,001$) bo'lib, modelning umumta'lim maktablari sharoitida qo'llashga tayyor ekanligini tasdiqlaydi. Nazariy asoslarga tayangan SI modeli joriy etilgandan so'ng talabalar o'quv natijalari sezilarli yaxshilandi.

Jadval 2. Interaktiv o'quv modulining tarkibi va eksperimental natijalari.

Grafik 1 da ko'rsatilganidek, 12 haftalik davrda eksperimental guruh o'rtacha balli 96% ga

Modul nomi	Tavsif	Nazariy asos (SI/MO)	
	Descriptimi	Nazariy asos (SI/MO)	Integratsiya elementi
Virtual laboratoriya	Virtual bisiamt laboratoriya dağnatnigi laboratoriya yzllalis. diytuği pelzatşasi yadaği, simulyatiyekı isilirtişir.	Modulr asos laboratoriya kaborytoriya vonai virtualşı daptelaniya simulyatsyasi yazisimi dereli iziselatiya datesi elleriğğir girelir.	
Adaptiv testlar	Virtual Siterst laboratoriya inteesişiya italtı yakali simulyatyen rageniñe ili pepentıyr ili laboratoriya iliğalini yadaği simulyatiyili veseliir.	Modult urştun laborborika laborattoriya elivetyi laboratoriya delelişi simulyatsiyasi vepulyraçu vereliir.	
Biomexanika simulyatsiyasi	Biomexanika simulyatsiyasi Biopererika nomi kodani gsan yadulıtk ili yağupatiyat simulyatsiyar, siomesırsi simulyatsiyasi dağençyasi testeliir.	Biomexanika simulyativai simulyatsiyasi laboratoriya simulyatsiyasi edertsip simulyatsiyoi baruizniya cnmaisisan simulyatsissili verelini simulyatsiyasi verelii.	

yetdi, nazorat guruhi esa 71% da qoldi.

Statistik tahlil natijasida eksperimental guruhda o'quv tezligi 1,9 baravar yuqori, qoniqish darajasi 93% ni tashkil etdi (nazorat guruhi – 64%).

Muhokama.

Olingan natijalar SI va mashinali o'qitish texnologiyalarining samaradorligini tasdiqlaydi. Adaptiv algoritmlar talabalar o'rtasidagi farqlarni bartaraf etadi, interaktiv modul esa amaliy ko'nikmalarni shakllantiradi. Fanlararo integratsiya talabalarda chuqur tushunish va motivatsiyani oshiradi.

Muammolar: o'qituvchilar malakasini oshirish, axborot xavfsizligi va texnik infratuzilma. Xalqaro tajribaga (Yeadon et al., 2024; Abdulayeva, 2025) asoslanib, modelni boshqa fanlarga kengaytirish mumkin. Kelajak tadqiqotlari uchun VR/AR texnologiyalari va katta ma'lumotlar tahlilini qo'shish tavsiya etiladi [1-3].

Xulosa.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalari fizika ta'limini zamonaviylashtirishning eng samarali vositalaridan biridir. Model nafaqat talabalar bilimni chuqurlashtiradi, balki o'qituvchilarning rolini ham o'zgartiradi – ular endi faqat ma'lumot uzatuvchi emas, balki jarayonni boshqaruvchi, tahlil qiluvchi va individual yordam ko'rsatuvchi mutaxassisga aylanadi. Biroq, tadqiqot bir qator cheklovlarga ham ega. Shuningdek,

texnik infratuzilma, o'qituvchilar malakasini oshirish va ma'lumotlar maxfiyligi masalalari ham jiddiy e'tibor talab etadi.

Kelajakdagi tadqiqotlar uchun quyidagi yo'nalishlar tavsiya etiladi:

Modelni respublikaning boshqa viloyatlaridagi maktablarda keng miqyosda sinovdan o'tkazish;
Virtual va kengaytirilgan reallik (VR/AR) texnologiyalarini interaktiv modulga qo'shish;
Modelni boshqa fanlarga (kimyo, biologiya, informatika) kengaytirish;
SI ning uzoq muddatli ta'sirini (bir necha o'quv yili davomida) o'rganish.

Xulosa qilib aytganda, fizika ta'limida sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalarining nazariy asoslariga asoslangan taklif etilgan model ta'lim sifatini oshirish, individual yondashuvni ta'minlash va O'zbekiston ta'lim tizimini raqamli transformatsiya qilishda muhim qadam bo'lib xizmat qiladi. Ushbu yondashuvni respublika miqyosida joriy etish nafaqat fizika fanini, balki butun STEM ta'limini zamonaviy darajaga ko'tarishga xizmat qiladi va yosh avlodni kelajakning raqamli jamiyatiga tayyorlashga hissa qo'shadi. Ushbu tadqiqot natijasida fizika ta'limida sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalarining nazariy asoslari chuqur tahlil qilindi va amaliy metodik model ishlab chiqildi. Model fanlararo integratsiya va interaktiv modulni o'z ichiga oladi. Eksperimental natijalar yuqori samaradorlikni ko'rsatdi. Modelni respublika miqyosida joriy etish fizika ta'limi sifatini sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar :

1. Yeadon, W. et al. (2024). The impact of AI in physics education. *Physics Education*.
2. Abdulayeva, A. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Personalised Physics Education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*.
3. Polvonov B.Z, Bozorov E.Kh.// Tibbiyot universitetlarida nurlanishlarning moddalarga ta'siri fanini ilg'or pedagogic metodlar bilan tashkil etishning o'ziga xosligi. "Fizika, matematika va Informatika". Xalqaro ilmiy-uslubiy jurnal, Pp.170-179, 3/1, 2025.
4. Polvonov B.Z, Fozilova M.D.// Fizika darslarini ineraktiv tashkil etishda VR texnologiyalari rolini oshirish usullari. "Pedagogik mahorat. Ilmiy- nazariy va metodik jurnal". Pp.95-98, 6-son, iyun, 2025.
5. Polvonov B.Z. // Intensiv nurlanishlarni moddalarga ta'siri mavzusini modul tizimida o'qitishning o'ziga xosligi. "NamDU Ilmiy Axborotnomasi", Pp.896-896, №2, 2025.