BIOLOGIYA FANINI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI

Rafiqova Marhabo Tolipovna
Buxoro viloyati Romitan tumani
17-maktab biologiya fani o‘qituvchisi
Telefon: +998918442979
Elektron pochta: marhaborafiqova19@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada zamonaviy sun’iy intellekt texnologiyalarining biologiya fanini o‘qitish jarayoniga tatbiq etilishi masalalari o‘rganilgan. Adaptiv ta’lim platformalari, virtual laboratoriyalar, 3D modellashtirish vositalari, intellektual chatbotlar va ma’lumotlarni tahlil qiluvchi tizimlarning biologiya darslarida qo‘llanilish imkoniyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, ushbu texnologiyalarni ta’lim jarayoniga joriy etishdagi mavjud muammolar aniqlanib, ularni bartaraf etish yuzasidan ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, biologiya ta’limi, adaptiv o‘qitish, virtual laboratoriya, 3D modellashtirish, intellektual chatbot, raqamli ta’lim texnologiyalari, bioinformatika, masofaviy ta’lim.

Инновационные педагогические подходы в цифровую эпоху

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы применения современных технологий искусственного интеллекта в процессе преподавания биологии. Проанализированы возможности использования адаптивных образовательных платформ, виртуальных лабораторий, средств 3D-моделирования, интеллектуальных чат-ботов и систем анализа данных на уроках биологии. Также выявлены существующие проблемы внедрения данных технологий в образовательный процесс и разработаны научно-практические рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: искусственный интеллект, биологическое образование, адаптивное обучение, виртуальная лаборатория, 3D-моделирование, интеллектуальный чат-бот, цифровые образовательные технологии, биоинформатика, дистанционное обучение.

Kirish: XXI asr ta’lim tizimida raqamli texnologiyalarning o‘rni tobora ortib bormoqda. Jahon miqyosida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi, xususan, sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining turli sohalarga tatbiq etilishi ta’lim jarayonini tubdan o‘zgartirmoqda. O‘zbekiston Respublikasida ham “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi hamda “Sun’iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish” bo‘yicha qabul qilingan me’yoriy-huquqiy hujjatlar ta’lim sohasida innovatsion yondashuvlarni joriy etishga alohida e’tibor qaratmoqda.

Biologiya fani o‘zining tabiiy-ilmiy xususiyatiga ko‘ra, murakkab jarayonlarni, mikroskopik tuzilmalarni, ekologik tizimlarni va genetik mexanizmlarni o‘rganishni talab qiladi. An’anaviy o‘qitish usullarida bunday murakkab obyektlarni ko‘rgazmali tarzda tushuntirish ko‘pincha texnik va moddiy imkoniyatlar bilan cheklanadi. Aynan shu nuqtai nazardan, sun’iy intellekt texnologiyalari, jumladan, mashinaviy o‘rganish algoritmlari, virtual va kengaytirilgan reallik vositalari, intellektual tutorial tizimlar biologiya ta’limi sifatini oshirishning muhim omiliga aylanmoqda.

Ushbu maqolaning maqsadi — biologiya fanini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning zamonaviy yo‘nalishlarini, ularning pedagogik-metodik imkoniyatlarini hamda amaliyotga joriy etishdagi muammo va istiqbollarini ilmiy tahlil qilishdan iborat.

Mavzuning dolzarbligi shundan iboratki, biologiya fani o‘quvchidan nafaqat nazariy bilimlarni, balki kuzatuvchanlik, tahlil qilish, taqqoslash va bashorat qilish kabi murakkab kognitiv ko‘nikmalarni ham talab qiladi. An’anaviy og‘zaki tushuntirish va statik rasmlar asosidagi o‘qitish usullari hujayra ichidagi jarayonlar, molekulyar mexanizmlar yoki populyatsiya dinamikasi kabi vaqt ichida rivojlanuvchi hodisalarni to‘liq yoritib berishda yetarli emas. Sun’iy intellekt texnologiyalari esa dinamik modellashtirish, interaktivlik va individuallashtirish orqali aynan shu bo‘shliqni to‘ldirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning ilmiy-nazariy ahamiyati sun’iy intellekt va biologiya ta’limi metodikasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni tizimli tarzda tahlil qilishdan, amaliy ahamiyati esa umumta’lim maktablari va oliy ta’lim muassasalari o‘qituvchilari uchun aniq tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Sun’iy intellekt — inson tafakkuriga xos bo‘lgan vazifalarni (o‘rganish, xulosa chiqarish, muammolarni hal etish, til bilan ishlash, obrazlarni tanish) bajarishga qodir kompyuter tizimlarini yaratish bilan shug‘ullanuvchi fan sohasidir. Ta’lim sohasida sun’iy intellektning qo‘llanilishi “ta’limiy sun’iy intellekt” (Educational Artificial Intelligence, EdAI) yoki “SI asosidagi ta’lim texnologiyalari” tushunchalari orqali ifodalanadi.

Ta’lim tizimida sun’iy intellektning asosiy funksiyalari quyidagilardan iborat: ta’lim oluvchining bilim darajasini avtomatik baholash, individual o‘quv trayektoriyasini shakllantirish, o‘quv materiallarini moslashtirish, o‘qituvchi faoliyatini yengillashtiruvchi vositalarni taqdim etish hamda ta’lim jarayonini monitoring qilish. Bunday funksiyalar biologiya kabi ko‘p qirrali va amaliy yo‘nalishga ega fanlarni o‘qitishda alohida ahamiyat kasb etadi.

Xalqaro tajribada Xan akademiyasi (Khan Academy), Google uchun mo‘ljallangan “Socratic”, shuningdek, “Century Tech”, “Querium” kabi platformalar o‘quvchilarning bilim o‘zlashtirish darajasini real vaqt rejimida tahlil qilib, ularga moslashtirilgan topshiriqlar taqdim etadi. Bunday tizimlar pedagogik jarayonni individuallashtirish orqali har bir o‘quvchining o‘ziga xos bilim olish sur’atini hisobga olish imkonini beradi.

Pedagogika fani nuqtai nazaridan sun’iy intellektning ta’limdagi o‘rnini uch asosiy yo‘nalishga ajratish mumkin: birinchisi — o‘quvchi uchun mo‘ljallangan vositalar (adaptiv platformalar, virtual repetitorlar), ikkinchisi — o‘qituvchi uchun mo‘ljallangan vositalar (baholash tizimlari, dars rejalashtirish yordamchilari), uchinchisi — ta’lim muassasasi boshqaruvi uchun mo‘ljallangan tizimlar (o‘quvchilar kontingentini tahlil qilish, resurslarni taqsimlash). Biologiya fanini o‘qitishda, asosan, birinchi va ikkinchi yo‘nalishlar amaliy ahamiyat kasb etadi.

Shuni ham ta’kidlash lozimki, sun’iy intellekt o‘qituvchining o‘rnini bosuvchi vosita emas, balki uning pedagogik faoliyatini kuchaytiruvchi, rutin vazifalarni avtomatlashtiruvchi va individual yondashuvni ta’minlashga yordam beruvchi yordamchi vosita sifatida qaralishi kerak. Xalqaro ta’lim tadqiqotchilari bu yondashuvni “inson markazidagi sun’iy intellekt” (human-centered AI) tamoyili orqali izohlaydilar.

Biologiya fanini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning bir necha muhim yo‘nalishlarini ajratib ko‘rsatish mumkin. Quyida ularning har biri alohida tahlil qilinadi.

Adaptiv o‘qitish tizimlari

Adaptiv ta’lim platformalari o‘quvchining javoblarini tahlil qilib, uning bilim darajasiga mos ravishda topshiriqlar murakkabligini avtomatik o‘zgartiradi. Masalan, hujayra tuzilishi yoki genetika mavzularini o‘zlashtirishda qiynalayotgan o‘quvchiga qo‘shimcha

tushuntiruvchi materiallar, video darslar va sodda mashqlar taklif etiladi, aksincha, mavzuni yaxshi o‘zlashtirgan o‘quvchiga murakkabroq, tahliliy topshiriqlar berish orqali uning bilim salohiyati yanada rivojlantiriladi.

Bunday yondashuv “Bloom taksonomiyasi” asosidagi bosqichma-bosqich bilim o‘zlashtirishni ta’minlab, har bir o‘quvchi uchun individual ta’lim traektoriyasini shakllantirishga xizmat qiladi. Shuningdek, adaptiv tizimlar o‘quvchining xatolar tipologiyasini aniqlab, masalan, genetik chatishtirish masalalarida takrorlanuvchi xatolarni avtomatik tarzda aniqlash va ularga mos tushuntirish materiallarini tanlash imkonini beradi, bu esa o‘qituvchining har bir o‘quvchi bilan individual ishlashga sarflaydigan vaqtini sezilarli darajada tejaydi.

Virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar

Biologiya fanida ko‘plab tajribalarni real sharoitda o‘tkazish uchun maxsus jihozlar, reaktivlar va vaqt talab etiladi. Sun’iy intellekt texnologiyalari asosida yaratilgan virtual laboratoriya platformalari (masalan, “Labster”, “PhET Interactive Simulations”) o‘quvchilarga hujayra bo‘linishi, fotosintez jarayoni, DNK replikatsiyasi, ekotizimlardagi energiya almashinuvi kabi murakkab biologik jarayonlarni interaktiv tarzda kuzatish va tajriba o‘tkazish imkonini beradi.

Virtual laboratoriyalarning afzalligi shundaki, o‘quvchi xato qilgan taqdirda ham real xavf yoki resurs yo‘qotilishisiz, tajribani qayta-qayta takrorlash imkoniyatiga ega bo‘ladi. Bu esa amaliy ko‘nikmalarni mustahkamlashning samarali usuli hisoblanadi. Bundan tashqari, moddiy-texnik bazasi zaif bo‘lgan maktablar uchun virtual laboratoriyalar real laboratoriya jihozlari yetishmovchiligini qisman qoplab, o‘quvchilarga amaliy tajriba o‘tkazish tajribasini beradi, bu esa ta’limda tenglik tamoyilini ta’minlashga xizmat qiladi.

3D modellashtirish va vizualizatsiya vositalari

Sun’iy intellekt asosidagi grafik tizimlar yordamida inson anatomiyasi, hujayra organoidlari, oqsil molekulalarining fazoviy tuzilishi kabi mikroskopik va murakkab obyektlarni uch o‘lchamli (3D) shaklda vizuallashtirish mumkin. Bunday vositalar o‘quvchilarning fazoviy tasavvurini rivojlantirib, mavhum tushunchalarni aniq va yaqqol idrok etishga yordam beradi.

Kengaytirilgan reallik (Augmented Reality) va virtual reallik (Virtual Reality) texnologiyalari bilan integratsiyalashgan SI vositalari o‘quvchiga, masalan, yurak qon aylanish tizimini “ichkaridan” kuzatish yoki ekotizim komponentlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni interaktiv sxema orqali tahlil qilish imkonini yaratadi. Bunday vizual vositalar, ayniqsa, vizual idrok kanali yetakchi bo‘lgan o‘quvchilar uchun mavzuni tezroq va chuqurroq o‘zlashtirishga ko‘maklashadi.

Intellektual chatbotlar va virtual yordamchilar

Tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing) texnologiyasiga asoslangan intellektual chatbotlar o‘quvchilarning biologiya fani bo‘yicha savollariga darsdan tashqari vaqtda ham javob berish imkonini beradi. Bunday tizimlar o‘quvchiga uy vazifalarini bajarishda, tushunarsiz atamalarni izohlashda va qo‘shimcha manbalarni tavsiya etishda yordam beradi.

Shu bilan birga, chatbotlar o‘qituvchiga ko‘p takrorlanadigan savollarga javob berish yukini yengillashtirib, uning vaqtini ijodiy va metodik faoliyatga yo‘naltirish imkonini beradi. Ayrim tadqiqotlarda ko‘rsatilishicha, chatbotlar bilan muntazam muloqot qiluvchi o‘quvchilarda savol berish faolligi ortadi, chunki ular xato qilishdan yoki sinfda savol berishdan tortinmaydigan, xolis va tanqidsiz muloqot muhitiga ega bo‘ladi.

Ma’lumotlarni tahlil qilish va baholash tizimlari

Sun’iy intellekt algoritmlari o‘quvchilarning test natijalari, amaliy topshiriqlar bajarilishi va faollik ko‘rsatkichlari asosida katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilib,

o‘qituvchiga sinfning umumiy bilim darajasi, qiyinchilik tug‘diruvchi mavzular va individual o‘quvchilarning rivojlanish dinamikasi haqida aniq statistik xulosalar taqdim etadi.

Bu, o‘z navbatida, o‘qituvchiga o‘quv rejasini vaqtida tuzatish, qo‘shimcha mashg‘ulotlar tashkil etish va baholash mezonlarini takomillashtirish imkonini beradi. Bundan tashqari, ma’lumotlarga asoslangan bunday tahlil ta’lim muassasasi rahbariyatiga fanlararo bog‘liqlikni, masalan, biologiya va kimyo fanlaridan olingan natijalar o‘rtasidagi korrelyatsiyani aniqlash orqali o‘quv dasturini yanada mutanosib tuzishga ham yordam beradi.

Genetika va bioinformatika ta’limida sun’iy intellekt

Zamonaviy genetika va bioinformatika fanlari sun’iy intellektning eng faol qo‘llanilayotgan sohalaridan biridir. Oliy ta’lim va akademik litseylarda genlar ketma-ketligini tahlil qilish, DNK bazalari bilan ishlash va biologik ma’lumotlarni klasterlashtirish kabi masalalarni o‘rgatishda SI asosidagi dasturiy vositalardan foydalanish o‘quvchi va talabalarni zamonaviy ilmiy tadqiqot metodlari bilan tanishtiradi.

Bunday tajriba o‘quvchilarda tanqidiy fikrlash, katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlash va ilmiy izlanish ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Xususan, NCBI, GenBank kabi ochiq bioinformatika ma’lumotlar bazalari bilan tanishtirish orqali o‘quvchi va talabalarda haqiqiy ilmiy tadqiqot muhitiga yaqin ish tajribasi shakllantiriladi, bu esa ularning kelajakda biotexnologiya, tibbiyot va genetika sohalarida faoliyat yuritishiga zamin yaratadi.

Masofaviy va aralash ta’limda sun’iy intellekt

Pandemiya davridan so‘ng keng tarqalgan masofaviy va aralash (blended) ta’lim modellarida sun’iy intellekt texnologiyalari muhim o‘rin egallamoqda. Onlayn platformalarda joylashtirilgan intellektual tizimlar o‘quvchining onlayn faoliyatini kuzatib, unga individual tavsiyalar berish, darsni o‘zlashtirish darajasini nazorat qilish va o‘z vaqtida bildirishnomalar yuborish orqali ta’lim sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Shuningdek, masofaviy ta’limda avtomatik tarjima va nutqni matnga aylantirish texnologiyalari xorijiy tilda taqdim etilgan ilmiy-ommabop biologik manbalardan foydalanishni osonlashtirib, o‘quvchilarning bilim manbalari doirasini kengaytiradi.

Rivojlangan davlatlar tajribasida sun’iy intellekt texnologiyalarining ta’lim tizimiga integratsiyasi bo‘yicha keng qamrovli dasturlar amalga oshirilmoqda. Xususan, Buyuk Britaniyaning “Century Tech” platformasi biologiya, fizika va kimyo fanlari bo‘yicha adaptiv o‘quv materiallarini taqdim etadi. AQShda “Carnegie Learning” tashkiloti tomonidan ishlab chiqilgan intellektual tutorial tizimlar tabiiy fanlarni o‘qitishda keng qo‘llanilmoqda. Xitoyda esa “Squirrel AI” platformasi millionlab o‘quvchilarni adaptiv o‘quv dasturlari bilan ta’minlab, ularning bilim o‘zlashtirish sur’atini sezilarli darajada oshirganligi haqida ilmiy tadqiqotlarda qayd etilgan.

O‘zbekiston Respublikasida so‘nggi yillarda raqamli ta’lim resurslarini rivojlantirish, elektron darsliklar va interaktiv ta’lim platformalarini joriy etish borasida izchil ishlar olib borilmoqda. “Zamin” va boshqa milliy elektron ta’lim tizimlari orqali o‘quvchilarga masofaviy ta’lim imkoniyatlari yaratilmoqda. Shu bilan birga, umumta’lim maktablari va oliy ta’lim muassasalarida sun’iy intellekt texnologiyalarini biologiya kabi tabiiy fanlarni o‘qitishga keng joriy etish borasidagi ishlar hali dastlabki bosqichda ekanligini ta’kidlash lozim. Bu esa mazkur yo‘nalishda ilmiy-metodik tadqiqotlar olib borish zaruriyatini yanada dolzarblashtiradi.

Quyidagi 1-jadvalda biologiya ta’limida qo‘llaniladigan ayrim xalqaro sun’iy intellekt platformalarining qiyosiy tavsifi keltirilgan.

1-jadval. Biologiya ta’limida qo‘llaniladigan ba’zi sun’iy intellekt platformalari

Platforma nomi	Asosiy funksiyasi	Qo‘llanilish yo‘nalishi
Labster	Virtual laboratoriya simulyatsiyalari	Hujayra biologiyasi, genetika, mikrobiologiya
PhET Interactive Simulations	Interaktiv ilmiy simulyatsiyalar	Umumiy biologiya, ekologiya
Century Tech	Adaptiv o‘quv trayektoriyasi	Tabiiy fanlar, jumladan biologiya
Squirrel AI	Individuallashtirilgan o‘qitish tizimi	Ko‘p fanli, biologiya bo‘limi mavjud
Socratic (Google)	Savolga javob beruvchi intellektual yordamchi	Uy vazifalarini tushuntirish
Carnegie Learning	Intellektual tutorial tizim	Tabiiy va aniq fanlar

Sun’iy intellekt texnologiyalarining biologiya ta’limiga tatbiq etilishi bir qator obyektiv va subyektiv muammolar bilan bog‘liq. Ularni quyidagi asosiy guruhlarga ajratish mumkin:

Birinchidan, texnik-infratuzilmaviy muammolar. Ko‘pgina umumta’lim maktablarida, ayniqsa, chekka hududlarda zamonaviy kompyuter texnikasi, barqaror internet aloqasi va tegishli dasturiy ta’minotning yetishmasligi SI texnologiyalaridan to‘liq foydalanishga to‘sqinlik qiladi.

Ikkinchidan, pedagogik kadrlar tayyorgarligi muammosi. O‘qituvchilarning katta qismi zamonaviy raqamli vositalardan foydalanish bo‘yicha yetarli malakaga ega emas. Shu sababli o‘qituvchilarni sun’iy intellekt asosidagi ta’lim vositalaridan foydalanishga o‘rgatuvchi maxsus malaka oshirish kurslari tashkil etilishi zarur.

Uchinchidan, moliyaviy cheklovlar. Sifatli SI asosidagi ta’lim platformalarini sotib olish yoki ularga obuna bo‘lish ko‘pincha ta’lim muassasalari byudjeti uchun qo‘shimcha yuk hisoblanadi.

To‘rtinchidan, ma’lumotlar xavfsizligi va etik masalalar. O‘quvchilarning shaxsiy ma’lumotlarini yig‘ish va tahlil qilish jarayonida maxfiylikni ta’minlash, shuningdek, sun’iy intellekt algoritmlarining xolisligini kafolatlash muhim vazifalardan biridir.

Beshinchidan, o‘quv dasturlari va mazmuni moslashtirilmaganligi. Xorijda ishlab chiqilgan ko‘pgina SI platformalari O‘zbekiston Respublikasi Davlat ta’lim standartlari va milliy o‘quv dasturlariga to‘liq moslashtirilmagan bo‘lib, bu ularni to‘g‘ridan-to‘g‘ri joriy etishni qiyinlashtiradi.

Oltinchidan, psixologik-metodik omillar. Ba’zi o‘qituvchilar yangi texnologiyalarni qabul qilishga psixologik jihatdan tayyor emas yoki ularning pedagogik samaradorligiga shubha bilan qaraydi. Bunday holat, ayniqsa, katta pedagogik tajribaga ega, ammo raqamli vositalar bilan kam ishlagan o‘qituvchilar orasida kuzatiladi. Shu sababli SI texnologiyalarini joriy etish nafaqat texnik, balki uslubiy va psixologik tayyorgarlikni ham talab qiladigan kompleks jarayon hisoblanadi.

Yuqorida ko‘rib chiqilgan muammolarni bartaraf etish va biologiya ta’limida sun’iy intellekt texnologiyalaridan samarali foydalanishni ta’minlash maqsadida quyidagi tavsiyalar ishlab chiqilgan:

umumta’lim maktablari va oliy ta’lim muassasalarida zamonaviy kompyuter texnikasi va barqaror internet infratuzilmasini yaratish bo‘yicha davlat dasturlarini kengaytirish;

pedagog kadrlarni sun’iy intellekt asosidagi ta’lim texnologiyalaridan foydalanishga o‘rgatuvchi uzluksiz malaka oshirish tizimini joriy etish;

milliy Davlat ta’lim standartlariga moslashtirilgan, o‘zbek tilida ishlaydigan biologiya yo‘nalishidagi intellektual ta’lim platformalarini ishlab chiqish va joriy etish;

o‘quvchilarning shaxsiy ma’lumotlarini himoya qilish bo‘yicha aniq me’yoriy-huquqiy mexanizmlarni ishlab chiqish;

SI texnologiyalarini ta’lim jarayoniga bosqichma-bosqich, pilot loyihalar asosida joriy etib, ularning samaradorligini ilmiy monitoring qilish;

biologiya o‘qituvchilari uchun virtual laboratoriya va 3D vizualizatsiya vositalaridan foydalanish bo‘yicha uslubiy qo‘llanmalar tayyorlash.

Ushbu tavsiyalarning izchil amalga oshirilishi biologiya fanini o‘qitish sifatini oshirish, o‘quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligini rivojlantirish hamda ta’lim tizimini zamon talablariga muvofiq raqamlashtirish jarayonini tezlashtirishga xizmat qiladi.

Alohida ta’kidlash joizki, sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish bosqichma-bosqich, ilmiy asoslangan tarzda amalga oshirilishi lozim. Dastlabki bosqichda pilot maktablar tanlanib, ularda SI vositalarining samaradorligi pedagogik eksperiment asosida sinovdan o‘tkazilishi, so‘ngra olingan natijalar tahlil qilinib, ijobiy tajriba boshqa ta’lim muassasalariga tatbiq etilishi maqsadga muvofiqdir. Bunday yondashuv resurslardan oqilona foydalanish va mumkin bo‘lgan metodik xatolarning oldini olishga xizmat qiladi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, sun’iy intellekt texnologiyalari biologiya fanini o‘qitish jarayonini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqish salohiyatiga ega. Adaptiv o‘qitish tizimlari, virtual laboratoriyalar, 3D modellashtirish vositalari, intellektual chatbotlar va ma’lumotlarni tahlil qiluvchi tizimlar o‘quvchilarning fanni chuqur va ongli o‘zlashtirishiga, amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirishiga hamda individual ta’lim ehtiyojlarini qondirishga xizmat qiladi.

Shu bilan birga, ushbu texnologiyalarni samarali joriy etish uchun texnik infratuzilmani mustahkamlash, pedagog kadrlar malakasini oshirish, milliy ta’lim standartlariga mos platformalarni ishlab chiqish hamda ma’lumotlar xavfsizligini ta’minlash zarur. Kelgusi tadqiqotlarda sun’iy intellekt texnologiyalarining biologiya ta’limidagi samaradorligini aniq empirik ma’lumotlar asosida baholash, shuningdek, milliy ta’lim tizimiga moslashtirilgan SI vositalarini ishlab chiqish masalalarini chuqurroq o‘rganish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mirziyoyev Sh.M. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi. – Toshkent, 2017.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Farmoni. – Toshkent, 2020.
3. Xolmatova Z.S. Zamonaviy ta’lim texnologiyalari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021. – 214 b.
4. Yusupov F.M. Raqamli ta’lim: nazariya va amaliyot. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 186 b.
5. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. – Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019. – 242 p.
6. Luckin R., Holmes W., Griffiths M., Forcier L.B. Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education. – London: Pearson, 2016. – 60 p.
7. Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2019. – №16(39).
8. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial intelligence in education: A review // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 75264–75278.
9. Karimov A.A. Biologiya ta’limida innovatsion texnologiyalar. – Toshkent: Ilm-ziyo, 2020. – 156 b.

10. Rahimova N.T. Tabiiy fanlarni o‘qitishda axborot texnologiyalaridan foydalanish metodikasi. – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2021. – 128 b.
11. Labster Virtual Laboratory Platform. – URL: https://www.labster.com (murojaat sanasi: 2026).
12. PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder. – URL: https://phet.colorado.edu (murojaat sanasi: 2026).