

BIOLOGIK FANLARNI O'QITISHDA INNOVATSION VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR:

INTERAKTIV USULLAR VA VIRTUAL MIKROSKOPIYA

Utkirjonova Fotima Utkirjonovna

Toshkent davlat tibbiyot universiteti Termiz filiali talabasi

fotimautkirjonova@mail.ru

ANNOTATSIYA: Mazkur ilmiy maqolada biologik fanlarni o'qitish jarayonida innovatsion pedagogik yondashuvlar va raqamli texnologiyalardan foydalanishning nazariy-metodik asoslari, interaktiv ta'lim usullarining didaktik imkoniyatlari hamda virtual mikroskopiya texnologiyasining ta'lim samaradorligini oshirishdagi o'rni tahlil qilinadi. Zamonaviy ta'lim tizimida biologiya fanlarini o'qitishning an'anaviy shakllarini raqamli ta'lim vositalari bilan uyg'unlashtirish, o'quvchilarning mustaqil fikrlashi, ilmiy dunyoqarashi, kuzatish, tahlil qilish va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish masalalari yoritiladi. Shuningdek, virtual laboratoriyalar, uch o'lchamli modellashtirish, raqamli mikroskoplari, multimedia resurslari va interaktiv platformalarning biologik jarayonlarni vizuallashtirishdagi imkoniyatlari ilmiy-pedagogik nuqtayi nazardan ko'rib chiqiladi. Maqolada virtual mikroskopiya foydalanishning afzalliklari, mavjud cheklovlari hamda uni an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlari bilan integratsiyalashning metodik tamoyillari asoslab beriladi.

Kalit so'zlar: biologik ta'lim, innovatsion pedagogik texnologiyalar, raqamli ta'lim, interaktiv metodlar, virtual mikroskopiya, virtual laboratoriya, raqamli kompetensiya, biologik vizualizatsiya, ta'lim samaradorligi, STEM ta'limi.

АННОТАЦИЯ: В данной научной статье рассматриваются теоретико-методические основы применения инновационных педагогических подходов и цифровых технологий в преподавании биологических дисциплин, дидактические возможности интерактивных методов обучения, а также роль

виртуальной микроскопии в повышении эффективности образовательного процесса. Особое внимание уделяется интеграции традиционных форм преподавания биологии с современными цифровыми образовательными инструментами, развитию самостоятельного мышления, научного мировоззрения, исследовательских навыков и аналитических компетенций обучающихся. Анализируются возможности виртуальных лабораторий, трёхмерного моделирования, цифровых микроскопов, мультимедийных ресурсов и интерактивных образовательных платформ для визуализации биологических процессов. Обосновываются преимущества и ограничения виртуальной микроскопии, а также методические принципы её интеграции с традиционными лабораторными занятиями.

Ключевые слова: биологическое образование, инновационные педагогические технологии, цифровое обучение, интерактивные методы, виртуальная микроскопия, виртуальная лаборатория, цифровые компетенции, биологическая визуализация, эффективность обучения, STEM-образование.

ABSTRACT: This scientific article examines the theoretical and methodological foundations of integrating innovative pedagogical approaches and digital technologies into biology education, the didactic potential of interactive teaching methods, and the role of virtual microscopy in improving educational effectiveness. Particular attention is paid to combining traditional biology instruction with modern digital learning tools and developing students' independent thinking, scientific literacy, observation skills, analytical abilities, and research competencies. The article discusses the educational potential of virtual laboratories, three-dimensional modeling, digital microscopes, multimedia resources, and interactive learning platforms for visualizing biological structures and processes. Furthermore, it analyzes the advantages and limitations of virtual microscopy and proposes

methodological principles for integrating virtual microscopy with conventional laboratory instruction.

Keywords: biology education, innovative pedagogical technologies, digital learning, interactive teaching methods, virtual microscopy, virtual laboratory, digital competence, biological visualization, learning effectiveness, STEM education.

KIRISH

XXI asrda ilm-fan va texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta'lim tizimining mazmuni, shakllari va metodlarini tubdan takomillashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlarni o'qitishda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish, o'quv jarayonini interaktiv tashkil etish hamda nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan integratsiyalash dolzarb pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Biologiya fanining o'ziga xos xususiyati tirik organizmlarning tuzilishi, rivojlanishi, fiziologik jarayonlari, irsiyat qonuniyatlari va ekologik munosabatlarni o'rganish bilan belgilanadi. Ushbu jarayonlarning ko'pchiligi murakkab tuzilishga ega bo'lib, ularni faqat og'zaki bayon qilish yoki statik tasvirlar yordamida tushuntirish yetarli samara bermasligi mumkin. Shu sababli biologik fanlarni o'qitishda raqamli texnologiyalar, virtual laboratoriyalar, interaktiv taqdimotlar, animatsion modellar va virtual mikroskopiya vositalarini qo'llash muhim metodik ahamiyat kasb etmoqda. Mazkur texnologiyalar o'quvchilarga biologik obyektlarni turli masshtablarda kuzatish, hujayra va to'qimalarning tuzilishini o'rganish, murakkab fiziologik jarayonlarni modellashtirish hamda nazariy bilimlarni amaliy topshiriqlar orqali mustahkamlash imkonini beradi. An'anaviy biologiya ta'limida laboratoriya mashg'ulotlari alohida o'rin egallaydi. Biroq ta'lim muassasalarida zamonaviy laboratoriya jihozlarining yetarli emasligi, mikroskopik preparatlar sonining cheklanganligi, laboratoriya mashg'ulotlariga ajratilgan vaqtning chegaralanganligi va

ayrim biologik obyektlarni bevosita kuzatishdagi murakkabliklar ta'lim jarayoniga muayyan cheklovlar kiritadi. Virtual mikroskopiya ana shunday sharoitlarda o'quvchilarning mikroskopik tuzilmalarni o'rganish imkoniyatlarini kengaytiruvchi qo'shimcha ta'lim vositasi sifatida ahamiyatlidir. Innovatsion ta'limning asosiy maqsadi o'quvchini tayyor bilimlarni qabul qiluvchi passiv subyektdan mustaqil izlanadigan, muammolarni tahlil qiladigan, ilmiy farazlarni ilgari suradigan va o'z xulosalarini dalillar asosida shakllantiradigan faol ishtirokchiga aylantirishdan iborat. Bunday yondashuv konstruktivistik ta'lim nazariyasi, faol o'qitish konsepsiyasi va kompetensiyaviy ta'lim tamoyillari bilan uzviy bog'liqdir. Mazkur maqolaning maqsadi biologik fanlarni o'qitishda innovatsion va raqamli texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlarini tahlil qilish, interaktiv metodlarning o'quv jarayonidagi ahamiyatini ochib berish hamda virtual mikroskopiya samarali foydalanish bo'yicha metodik yondashuvlarni asoslashdan iborat. Maqola nazariy-tahliliy xususiyatga ega bo'lib, unda pedagogik va ilmiy-metodik adabiyotlarni tahlil qilish, mavjud yondashuvlarni taqqoslash, umumlashtirish hamda didaktik modellashtirish usullaridan foydalaniladi.

Biologik ta'limni raqamlashtirishning nazariy va pedagogik asoslari.

Biologik ta'limni raqamlashtirish deganda o'quv jarayoniga elektron ta'lim resurslari, raqamli laboratoriya qurilmalari, multimedia dasturlari, masofaviy o'qitish platformalari va interaktiv texnologiyalarni maqsadli integratsiyalash tushuniladi. Ushbu jarayon faqat an'anaviy darsliklarni elektron shaklga o'tkazish bilan chegaralanmaydi, balki ta'lim mazmunini o'zlashtirish, bilimlarni baholash, o'quv faoliyatini tashkil etish va pedagogik muloqot mexanizmlarini takomillashtirishni ham nazarda tutadi. Raqamli texnologiyalarning biologiya ta'limidagi asosiy didaktik imkoniyatlaridan biri biologik obyekt va jarayonlarning ko'rgazmaliligini oshirishdir. Masalan, hujayra membranasi orqali moddalarning transporti, mitoz va meyoza bosqichlari, DNK replikatsiyasi, oqsil biosintez, fotosintez va hujayraviy nafas olish

kabi jarayonlar dinamik modellar yordamida namoyish etilganda, o'quvchilar ularning bosqichlari va o'zaro bog'liqligini yaxshiroq anglash imkoniyatiga ega bo'ladilar. Raqamli vositalarning yana bir muhim xususiyati individual ta'lim trayektoriyasini shakllantirish imkoniyatidir. Elektron platformalar orqali o'quvchining bilim darajasi, topshiriqlarni bajarish tezligi va yo'l qo'ygan xatolari tahlil qilinib, uning ehtiyojiga mos qo'shimcha mashqlar yoki murakkablashtirilgan topshiriqlar tavsiya etilishi mumkin. Biroq raqamli vositalardan foydalanishning samaradorligi texnologiyaning mavjudligi bilangina belgilanmaydi. O'qituvchining raqamli kompetensiyasi, tanlangan vositaning dars maqsadiga muvofiqligi, o'quvchilarning tayyorgarlik darajasi va pedagogik topshiriqlarning sifati hal qiluvchi omillar hisoblanadi.

Biologiya darslarida interaktiv ta'lim metodlarining o'rni. Interaktiv ta'lim metodlari o'quvchilarning o'zaro hamkorligi, faol fikrlashi, mustaqil qaror qabul qilishi va ilmiy muammolarni birgalikda hal etishiga asoslangan pedagogik yondashuvlardir. Biologiya fanida interaktiv metodlardan foydalanish ayniqsa muhim, chunki ushbu fan kuzatish, tajriba, taqqoslash, tasniflash, sabab-oqibat munosabatlarini aniqlash va ilmiy xulosa chiqarish kabi faoliyat turlarini talab etadi. Muammoli ta'lim metodi (Problem-Based Learning). Mazkur metodda o'quvchilarga muayyan biologik muammo taqdim etiladi. Masalan, "Nima sababdan ayrim o'simliklar sho'rlangan tuproqda ham o'sishga moslashgan?" yoki "Hujayrada mitoxondriyalar faoliyati buzilganda qanday fiziologik oqibatlar yuzaga kelishi mumkin?" kabi savollar orqali o'quvchilar mustaqil izlanishga yo'naltiriladi. Muammoli ta'lim biologik bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo'llash ko'nikmasini rivojlantiradi. Loyiha asosida o'qitish (Project-Based Learning). Ushbu metodda o'quvchilar muayyan mavzu yuzasidan mustaqil yoki guruh bo'lib tadqiqot loyihasini bajaradilar. Masalan, mahalliy suv havzalarining ekologik holatini o'rganish, o'simliklarning yorug'likka munosabatini kuzatish yoki mikroorganizmlarning oziq-ovqat sanoatidagi ahamiyatini tahlil qilish kabi loyihalar o'quvchilarning tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantiradi.

“Aqliy hujum” metodi. Biologik muammolarga oid turli ilmiy taxminlarni ilgari surish va ularni muhokama qilishda samarali hisoblanadi. Ushbu metod o‘quvchilarning erkin fikrlashi, muqobil yechimlarni ko‘ra olishi va ilmiy muloqot madaniyatini rivojlantirishga yordam beradi. “Teskari sinf” (Flipped classroom) modeli. Mazkur yondashuvda o‘quvchilar yangi mavzuga oid nazariy ma’lumotlarni darsdan oldin videoma’ruza, elektron material yoki interaktiv resurslar orqali o‘rganadilar. Auditoriya mashg‘ulotlarida esa amaliy topshiriqlar, laboratoriya ishlari, muammoli vaziyatlar va guruhli muhokamalarga ko‘proq vaqt ajratiladi. Gamifikatsiya. Ta’lim jarayoniga o‘yin elementlarini kiritish orqali o‘quvchilarning faolligi va motivatsiyasini oshirishga qaratilgan. Biologik terminlarni mustahkamlash, organizmlarni tasniflash, hujayra organoidlarini aniqlash va genetik masalalarni yechishda interaktiv viktorinalar hamda raqamli topshiriqlardan foydalanish mumkin. Ushbu metodlar biologik bilimlarni yodlashdan ko‘ra ularni tushunish, tahlil qilish va amaliy vaziyatlarda qo‘llashga yo‘naltirilgan ta’lim muhitini yaratadi.

Virtual mikroskopiya texnologiyasining mazmuni va didaktik imkoniyatlari. Virtual mikroskopiya biologik obyektlarning yuqori aniqlikdagi raqamli tasvirlarini kompyuter, planshet yoki boshqa elektron qurilmalar orqali kuzatish va tahlil qilish imkonini beruvchi texnologiyadir. Virtual mikroskopiya tizimlarida haqiqiy gistologik, sitologik yoki mikrobiologik preparatlar maxsus skanerlar yordamida raqamlashtiriladi. Olingan tasvirlar dasturiy platformaga joylashtiriladi va foydalanuvchi mikroskopdagi kuzatishga o‘xshash tarzda tasvirni kattalashtirishi, kichraytirishi, kerakli sohaga siljitishi hamda morfologik tuzilmalarni o‘rganishi mumkin. Mazkur texnologiya ayniqsa sitologiya, gistologiya, embriologiya, mikrobiologiya, botanika va patologik anatomiya fanlarini o‘qitishda katta didaktik imkoniyatlarga ega. Masalan, o‘simlik hujayrasining tuzilishini o‘rganishda virtual mikroskop orqali hujayra devori, sitoplazma, yadro, vakuola va plastidlarning joylashuvini ko‘rsatish mumkin. Gistologiya mashg‘ulotlarida esa epiteliy,

biriktiruvchi, mushak va nerv to'qimalarining mikroskopik tuzilishini qiyosiy tahlil qilish imkoniyati yaratiladi. Virtual mikroskopiyaning muhim afzalliklaridan biri bir xil preparat tasviridan bir vaqtning o'zida ko'plab o'quvchilarning foydalanish imkoniyatidir. Bu o'quvchilarning yagona biologik obyekt ustida birgalikda muhokama yuritishi, morfologik belgilarni solishtirishi va ilmiy xulosalar chiqarishini osonlashtiradi. Shuningdek, raqamli preparatlar saqlanishi va qayta foydalanilishi mumkinligi sababli noyob yoki murakkab tayyorlanadigan biologik namunalarni o'quv jarayonida takroran namoyish etish imkoniyati kengayadi. Virtual mikroskopiya o'quvchilarning mustaqil ishlash faoliyatini ham qo'llab-quvvatlaydi. O'quvchi darsdan tashqari vaqtda preparat tasvirini qayta ko'rib chiqishi, kerakli mikroskopik tuzilmalarni belgilashi, izohlar yozishi va o'z bilimini mustahkamlashi mumkin. Shu bilan birga, virtual mikroskopiya an'anaviy yorug'lik mikroskopi bilan ishlash jarayonida shakllanadigan barcha amaliy ko'nikmalarni to'liq almashtira olmaydi. Jumladan, preparat tayyorlash, mikroskopni sozlash, fokuslash, obyektivlarni almashtirish va laboratoriya xavfsizligi qoidalariga rioya qilish kabi kompetensiyalar bevosita amaliy mashg'ulotlarni talab etadi. Shuning uchun virtual mikroskopiyaning an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlarining to'liq muqobili emas, balki ularning didaktik imkoniyatlarini kengaytiruvchi samarali qo'shimcha vosita sifatida qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Virtual laboratoriyalar va uch o'lchamli modellashtirishning biologik bilimlarni shakllantirishdagi ahamiyati. Virtual laboratoriyalar o'quvchilarga biologik tajribalarni raqamli muhitda modellashtirish, tajriba shartlarini o'zgartirish va natijalarni kuzatish imkonini beradi. Bunday laboratoriyalar murakkab, uzoq vaqt talab qiladigan yoki real sharoitda bajarilishi qiyin bo'lgan ayrim tajribalarni o'quv maqsadlarida namoyish etish uchun qulay hisoblanadi. Masalan, fermentlar faolligiga harorat va pH muhitining ta'sirini o'rganishda virtual laboratoriya yordamida tajriba shartlarini bosqichma-bosqich o'zgartirish, olingan natijalarni grafik shaklida kuzatish

va tegishli xulosalar chiqarish mumkin. Genetika fanida esa monoduragay va diduragay chatishtirish, allellarning avlodlarga taqsimlanishi, irsiy belgilar namoyon bo'lishi kabi jarayonlarni modellashtirish o'quvchilarning nazariy bilimlarini mustahkamlashga yordam beradi. Uch o'lchamli modellashtirish texnologiyalari biologik obyektlarning fazoviy tuzilishini tushunishda alohida ahamiyatga ega. Masalan, DNK molekulasi qo'sh spiral tuzilishi, oqsillarning fazoviy konfiguratsiyasi, inson yuragining anatomik qismlari yoki bosh miya tuzilishini 3D modellar orqali o'rganish murakkab biologik tushunchalarni ko'rgazmali ifodalash imkonini yaratadi. Virtual va kengaytirilgan reallik texnologiyalaridan foydalanish biologik obyektlarni interaktiv muhitda o'rganishga xizmat qilishi mumkin. Biroq bunday texnologiyalarni joriy etishda ularning ilmiy aniqligi, texnik imkoniyatlari, iqtisodiy samaradorligi va o'quv maqsadlariga mosligi baholanishi zarur.

Biologik ta'limda innovatsion va raqamli texnologiyalarning qiyosiy tavsifi.

Quyidagi jadvalda biologik fanlarni o'qitishda qo'llanilishi mumkin bo'lgan ayrim raqamli va interaktiv texnologiyalarning didaktik vazifalari umumlashtirilgan.

Texnologiya yoki metod	Biologiya fanidagi qo'llanishi	Kutiladigan pedagogik natija
Virtual mikroskopiya	Hujayra va to'qimalarning mikroskopik tuzilishini o'rganish	Morfologik belgilarni aniqlash va taqqoslash ko'nikmasi
Virtual laboratoriya	Biologik tajribalarni modellashtirish	Tajriba natijalarini tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish
3D modellashtirish	Anatomik va molekulyar tuzilmalarni o'rganish	Fazoviy tasavvur va tushunchalarni rivojlantirish
Muammoli ta'lim	Biologik vaziyat va muammolarni yechish	Tanqidiy va ilmiy fikrlashni shakllantirish

Loyiha asosida o'qitish	Mustaqil biologik tadqiqotlarni tashkil etish	Tadqiqotchilik va hamkorlik kompetensiyalarini rivojlantirish
Gamifikatsiya	Test, viktorina va interaktiv topshiriqlar	Motivatsiya va darsdagi faollikni oshirish
Teskari sinf	Nazariy materialni oldindan o'zlashtirish	Auditoriya vaqtini amaliy faoliyatga yo'naltirish
Raqamli baholash	Bilim va ko'nikmalarni tezkor tekshirish	Qayta aloqa va individual o'qitishni takomillashtirish

Virtual mikroskopiya biologiya darslariga integratsiyalashning metodik modeli. Virtual mikroskopiya texnologiyasidan samarali foydalanish uchun uni o'quv jarayoniga tizimli va bosqichma-bosqich integratsiyalash muhimdir. Bunda o'qitishning maqsadi, o'quvchilarning yosh va individual xususiyatlari, mavzuning murakkablik darajasi hamda mavjud texnik imkoniyatlar hisobga olinishi lozim.

Birinchi bosqichda o'qituvchi mashg'ulotning didaktik maqsadini belgilaydi, o'rganiladigan biologik obyektlarni tanlaydi va ularning raqamli preparatlarini tayyorlaydi. Shuningdek, o'quvchilar uchun kuzatish mezonlari, taqqoslash savollari va baholash topshiriqlari ishlab chiqiladi.

Ikkinchi bosqichda o'quvchilarga biologik obyektning umumiy xususiyatlari tushuntiriladi. Virtual mikroskopiya dasturining interfeysi, tasvirni kattalashtirish, harakatlantirish, kerakli tuzilmalarni aniqlash va belgilash funksiyalari bilan tanishtiriladi.

Uchinchi bosqichda o'quvchilar mustaqil yoki kichik guruhlarda raqamli preparatlarni o'rganadilar. Ular mikroskopik tuzilmalarni aniqlash, o'xshash va farqli

belgilarni solishtirish, kuzatish natijalarini qayd etish va dastlabki ilmiy xulosalar chiqarish bilan shug'ullanadilar.

To'rtinchi bosqichda olingan natijalar muhokama qilinadi. O'qituvchi o'quvchilarning kuzatuvlarini ilmiy tushunchalar bilan bog'laydi, xatolarni aniqlaydi va muammoli savollar orqali bilimlarni chuqurlashtiradi.

Beshinchi bosqichda o'quvchilarning bilim va ko'nikmalari baholanadi. Bunda faqat nazariy savollarga javob berish emas, balki mikroskopik obyektni tanish, uning tuzilishini izohlash, morfologik belgilarni qiyoslash va dalillarga asoslangan xulosa chiqarish ko'nikmalari ham hisobga olinadi. Mazkur metodik modelni, masalan, "O'simlik va hayvon hujayralarining qiyosiy tuzilishi" mavzusidagi laboratoriya mashg'ulotida qo'llash mumkin. O'quvchilar virtual preparatlarda ikki turdagi hujayralarni kuzatib, ularning o'xshash va farqli xususiyatlarini aniqlaydilar. Keyinchalik imkoniyat mavjud bo'lsa, xuddi shu obyektlar an'anaviy mikroskop yordamida ham o'rganiladi. Bunday integratsiyalashgan yondashuv nazariy bilimlar, raqamli kuzatish ko'nikmalari va bevosita laboratoriya faoliyati o'rtasidagi bog'liqlikni mustahkamlashga xizmat qiladi.

Raqamli biologik ta'limni rivojlantirishdagi mavjud muammolar va ularning yechimlari. Biologik ta'limda innovatsion texnologiyalarni joriy etish muayyan tashkiliy, texnik va metodik muammolar bilan bog'liq. Birinchidan, ayrim ta'lim muassasalarida yuqori tezlikdagi internet tarmog'i, zamonaviy kompyuterlar, interaktiv qurilmalar va raqamli laboratoriya vositalarining yetarli emasligi virtual ta'lim resurslaridan foydalanishni cheklashi mumkin. Ikkinchidan, pedagoglarning raqamli texnologiyalardan foydalanish bo'yicha tayyorgarlik darajasi turlicha bo'lishi mumkin. Shu sababli biologiya o'qituvchilari uchun raqamli pedagogika, virtual laboratoriya dasturlari va elektron ta'lim resurslaridan foydalanishga bag'ishlangan amaliy malaka oshirish mashg'ulotlarini tashkil etish muhimdir. Uchinchidan, ayrim

raqamli resurslarning xorijiy tillarda yaratilganligi o'quvchilar uchun qo'shimcha qiyinchilik tug'diradi. Mazkur muammoni hal etishda o'zbek tilidagi virtual biologiya laboratoriyalari, elektron atlaslar, interaktiv topshiriqlar va raqamli mikroskopik preparatlar bazasini rivojlantirish maqsadga muvofiqdir. To'rtinchidan, raqamli texnologiyalardan ortiqcha yoki metodik jihatdan asoslanmagan holda foydalanish o'quvchilarning diqqatini asosiy ilmiy mazmundan chalg'itishi mumkin. Shu bois texnologik vositalar darsning maqsadi va kutiladigan o'quv natijalariga mos ravishda tanlanishi zarur. Beshinchidan, virtual tajribalar va simulyatsiyalar real laboratoriya faoliyatida yuzaga keladigan barcha holatlarni aks ettira olmaydi. Shuning uchun o'quvchilarda haqiqiy biologik obyektlar bilan ishlash, laboratoriya jihozlaridan foydalanish va tajriba jarayonidagi xatolarni aniqlash kompetensiyalarini shakllantirish ham ta'limning ajralmas qismi bo'lib qolishi kerak. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun ta'lim muassasalarining texnik infratuzilmasini rivojlantirish, o'qituvchilarning raqamli kompetensiyalarini oshirish, milliy elektron ta'lim resurslarini yaratish va aralash ta'lim modellarini kengaytirish tavsiya etiladi.

XULOSA

Biologik fanlarni o'qitishda innovatsion va raqamli texnologiyalardan foydalanish ta'lim jarayonini zamonaviylashtirish, murakkab biologik tushunchalarni ko'rgazmali yoritish va o'quvchilarning mustaqil bilim olish imkoniyatlarini kengaytirishning muhim yo'nalishlaridan biridir. Interaktiv metodlar o'quvchilarning ilmiy fikrlashi, muammolarni hal qilish qobiliyati va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qilsa, virtual mikroskopiya hujayra va to'qimalarning mikroskopik tuzilishini batafsil o'rganish uchun qo'shimcha imkoniyat yaratadi. Raqamli texnologiyalarning pedagogik samaradorligi ularni o'quv maqsadlariga muvofiq tanlash, an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlari bilan uyg'unlashtirish va o'quvchilarning faol ishtirokini ta'minlashga bog'liq. Shu sababli biologik ta'limda

virtual va real laboratoriya faoliyatini birlashtirgan integratsiyalashgan o‘qitish modelini rivojlantirish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni. “Raqamli O‘zbekiston - 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 6-noyabrdagi PF-6108-son Farmoni. “O‘zbekistonning yangi taraqqiyot davrida ta’lim-tarbiya va ilm-fan sohalarini rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”.
3. Tolipov O‘.Q., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari. - Toshkent: Fan, 2006.
4. Azizxo‘jayeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. Toshkent: TDPU, 2006.
5. Mayer R.E. Multimedia Learning. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
6. Freeman S., Eddy S.L., McDonough M. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2014. Vol. 111, No. 23. P. 8410–8415.
7. Brinson J.R. Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research // Computers & Education. 2015. Vol. 87. P. 218–237.
8. de Jong T., Linn M.C., Zacharia Z.C. Physical and virtual laboratories in science and engineering education // Science. 2013. Vol. 340, No. 6130. P. 305-308.
9. Rutten N., van Joolingen W.R., van der Veen J.T. The learning effects of computer simulations in science education // Computers & Education. 2012. Vol. 58, No. 1. P. 136–153.

10. UNESCO. Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education
A tool on whose terms? Paris: UNESCO, 2023.