



UDK:57:378.147

*Fazilat SHARIPOVA,*  
*Mustaqil tadqiqotchi Urganch davlat universiteti*  
*E-mail:Sharipova.Fazilat83*

*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch Davlat Unversiteti b.f.f.d.(PhD), dotsent X.Raximova taqrizi asosida*

## THE INTEGRATIVE CAPABILITIES OF STEAM TECHNOLOGIES IN DEVELOPING THE PROFESSIONAL COMPETENCE OF PRE-SERVICE BIOLOGY TEACHERS

Annotation

This article analyzes the integrative potential of STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) technologies in the formation of professional competence of future biology teachers. The study substantiates the role of interdisciplinary integration, project-based learning, problem-based instruction, and digital educational tools in developing professional competence. It is revealed that the STEAM approach contributes to the integration of theoretical knowledge with practical activities, fostering creative thinking, research skills, and innovative competencies in biology education. The mechanisms for developing pedagogical, methodological, and reflective competencies of pre-service teachers are also proposed. The research findings can be used to improve the professional training system of biology teachers in higher education institutions.

**Key words:** STEAM technologies, professional competence, biology education, interdisciplinary integration, project-based learning, innovative approach.

## ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ STEAM-ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ

Аннотация

В статье анализируются интегративные возможности STEAM-технологий (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) в формировании профессиональной компетентности будущих учителей биологии. Обоснована роль междисциплинарной интеграции, проектного обучения, проблемного подхода и цифровых образовательных средств в развитии профессиональных компетенций. Установлено, что STEAM-подход способствует интеграции теоретических знаний с практической деятельностью, развитию креативного мышления, исследовательских навыков и инновационных компетенций в процессе преподавания биологии. Разработаны механизмы формирования педагогической, методической и рефлексивной компетентности будущих учителей. Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования системы профессиональной подготовки учителей биологии в высших учебных заведениях.

**Ключевые слова:** STEAM-технологии, профессиональная компетентность, биологическое образование, междисциплинарная интеграция, проектное обучение, инновационный подход.

## BO'LAJAK BIOLOGIYA O'QITUVCHILARINING KASBIY KOMPETENTLIGINI SHAKLLANTIRISHDA STEAM TEXNOLOGIYALARINING INTEGRATIV IMKONIYATLARI

Annotatsiya

Mazkur maqolada bo'lajak biologiya o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini shakllantirishda STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) texnologiyalarining integrativ imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotda fanlararo integratsiya, loyihaviy-ta'lim, muammoli vaziyatlar asosida o'qitish hamda raqamli ta'lim vositalarining kasbiy kompetensiyani rivojlantirishdagi o'rni asoslab berilgan. STEAM yondashuvi biologiya fanini o'qitishda nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uyg'unlashtirish, kreativ fikrlash, tadqiqotchilik va innovatsion kompetensiyalarni rivojlantirishga xizmat qilishi aniqlangan. Bo'lajak o'qituvchilarning pedagogik, metodik va refleksiv kompetensiyalarini shakllantirish mexanizmlari ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari oliy ta'lim muassasalarida biologiya yo'nalishida kadrlar tayyorlash jarayonini takomillashtirishga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** STEAM texnologiyalari, kasbiy kompetentlik, biologiya ta'limi, fanlararo integratsiya, loyihaviy-ta'lim, innovatsion yondashuv.

**Kirish.** Zamonaviy ta'lim texnologiyalari faqat texnik vositalarnigina anglatmaydi – u shuningdek yangi pedagogik metodlar va yondashuvlarni ham qamrab oladi. Interfaol metodlar, muammoli ta'lim, loyiha asosida o'qitish, integrativ yondashuvlar kabi ilg'or metodlar o'qitish sifatini oshirishda va o'qituvchilarning pedagogik mahoratini yuksaltirishda muhim o'rin tutadi. Biologiya fanini o'qitishda interfaol metodlardan foydalanish bo'yicha ko'plab ilmiy-amaliy maqolalar chop etilgan bo'lib, ularda bunday metodlarning samaradorligi qayd etiladi. Jumladan, M.N. Ataqulova (2023) biologiya darslarida innovatsion va interfaol yondashuvlar qo'llanilganda darslar axborotlarga boy, ko'rgazmali va interfaol bo'lishini, vaqtini

tejashga erishilishini, har bir o'quvchining o'z sur'ati bilan mustaqil o'qishiga sharoit yaratilishini ta'kidlaydi. Interfaol texnologiyalar o'qituvchiga har xil qobiliyat va tayyorgarlik darajasiga ega o'quvchilarga differensial yondashuvni qo'llash, darsni individuallashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, bunday darslar natijalarni tezkor nazorat qilish va baholash uchun qulay zamin yaratadi, chunki o'quvchilarning ishtiroki oshib, orfeedback (teskari aloqalar) darhol olinadi [19].

So'nggi yillarda ta'lim tizimini modernizatsiya qilish, fanlararo integratsiyani kuchaytirish hamda pedagogik jarayonga innovatsion texnologiyalarni joriy etish dolzarb vazifalardan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Zamonaviy ta'lim

konsepsiyalarida kompetensiyaviy yondashuv asosiy metodologik tamoyil sifatida qaralib, bo'lajak o'qituvchilarning kasbiy tayyorgarligini yangi bosqichga olib chiqishni talab etadi. Xususan, STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) yondashuvi XXI asr kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qiluvchi samarali integrativ model sifatida e'tirof etilmoqda.

Shu nuqtai nazardan, bo'lajak biologiya o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini shakllantirishda STEAM texnologiyalarining integrativ imkoniyatlarini o'rganish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb bo'lib, pedagogika fanining zamonaviy rivojlanish tendensiyalariga mos keladi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** So'nggi yillarda STEAM ta'limi bo'yicha ilmiy tadqiqotlar jadal rivojlanmoqda. Xususan, fanlararo integratsiya, kreativ fikrlashni rivojlantirish va kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qituvchilarni tayyorlash masalalari xalqaro miqyosda keng o'rganilgan. STEAM ta'limining nazariy asoslari Georgette Yakman tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, u STEAM modelini fanlararo bilimlarni ierarxik va tizimli integratsiyalashgan holda tashkil etish mexanizmi sifatida tavsiflaydi. Olimaning fikricha, STEAM yondashuvi nafaqat tabiiy fanlar, balki san'at va dizayn elementlari orqali o'quvchilarning kreativ tafakkurini rivojlantirishga xizmat qiladi [7].

STEM va STEAM ta'limining mazmuni hamda uning ilmiy savodxonlikni shakllantirishdagi o'rni Bybee, Rodger W. tomonidan chuqur tahlil qilingan. U STEM savodxonligini XXI asrning asosiy ko'nikmalari bilan bog'lab, muammoli vaziyatlarni hal qilish va tadqiqotchilik faoliyatini ustuvor yo'nalish sifatida ko'rsatadi [1].

Ilmiy bilish jarayonini o'qitishda integratsiyalashgan muhitning ahamiyati Lederman, Norman G. tomonidan asoslab berilgan bo'lib, u fan metodologiyasini tushuntirishda tajribaviy va interaktiv yondashuvning samaradorligini ta'kidlaydi [3].

Kompetensiyaviy yondashuv nazariyasi esa Spencer, Lyle M. tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, u kasbiy kompetensiyani bilim, ko'nikma, motivatsiya va shaxsiy sifatlar integratsiyasi sifatida talqin etadi. Bu model pedagog kadrlar tayyorlash jarayonida muhim metodologik asos bo'lib xizmat qiladi [5].

Pedagogik innovatsiyalar va tajribaviy ta'lim nazariyasi John Dewey hamda Vygotsky, Lev ilmiy merosida o'z aksini topgan. Ular ta'lim jarayonida faoliyatga asoslangan va ijtimoiy-madaniy muhitga tayangan o'qitish samarali ekanligini isbotlagan [2].

O'zbekiston pedagogika ilmidagi ham kompetensiyaviy yondashuv va innovatsion texnologiyalarni joriy etish masalalari keng tadqiq etilgan. Jumladan, R. H. Djuraev ta'lim jarayonini modernizatsiya qilish va kasbiy kompetentlikni shakllantirish mexanizmlarini ishlab chiqqan. N. Saidahmedov pedagogik texnologiyalar va interfaol metodlarning o'qituvchi mahoratini oshirishdagi o'rni asoslab bergan. B. Ziyomammedov esa pedagogik texnologiyalarni tizimli qo'llash orqali kasbiy tayyorgarlik samaradorligini oshirish yo'llarini ko'rsatgan [20].

Biologiya ta'limi metodikasi sohasida olib borilgan tadqiqotlar biologiya fanini o'qitishda integratsiyalashgan va

muammoli yondashuv samarali ekanligini ko'rsatadi. Biroq, mavjud tadqiqotlarda aynan bo'lajak biologiya o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini STEAM texnologiyalari asosida integrativ shakllantirish masalasi yetarli darajada tizimli o'rganilmagan.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, STEAM yondashuvi bo'yicha ilmiy ishlarda ko'proq umumiy ta'lim bosqichi o'rganilgan bo'lib, oliy pedagogik ta'lim tizimida biologiya yo'nalishida kasbiy kompetensiyani shakllantirishning aniq modeli ishlab chiqilmagan. Mazkur tadqiqot aynan shu ilmiy bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi - Bo'lajak biologiya o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini shakllantirishda STEAM texnologiyalarining integrativ modeli ishlab chiqildi. Biologiya ta'limi jarayonida pedagogik, metodik, reflektiv va innovatsion kompetensiyalarni rivojlantirish mexanizmlari tizimlashtirildi. STEAM asosida kasbiy kompetensiyani baholash mezonlari va ko'rsatkichlari taklif etildi. Fanlararo integratsiya asosida biologiya ta'limining samaradorligini oshirishga qaratilgan metodik tavsiyalar ishlab chiqildi. Raqamli laboratoriyalar, loyihaviy-ta'lim va muammoli o'qitish metodlarini uyg'unlashtirgan pedagogik model taklif qilindi [10].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqotda bo'lajak biologiya o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini STEAM texnologiyalari asosida shakllantirish jarayonini o'rganish maqsadida nazariy, empirik va matematik-statistik metodlar majmuasi qo'llanildi.

Nazariy bosqichda muammoga oid ilmiy adabiyotlar tahlil qilinib, taqqoslash, umumlashtirish va pedagogik modellashtirish asosida STEAM yondashuviga tayangan kasbiy kompetensiyani rivojlantirish modeli ishlab chiqildi. Tadqiqotning metodologik asosini Vygotsky, Lev ning sotsiokultural nazariyasi va John Dewey ning tajribaviy ta'lim konsepsiyasi tashkil etdi.

Empirik bosqichda pedagogik tajriba-sinov ishlari o'tkazilib, tajriba va nazorat guruhlar natijalari o'zaro taqqoslandi. Ma'lumotlar so'rovnomaga, test, kuzatuv va suhbat metodlari orqali yig'ildi. Kasbiy kompetensiyani baholashda Spencer, Lyle M. ning kompetensiya modeli asos qilib olindi.

Olingan natijalar matematik-statistik usullar yordamida qayta ishlanib, tadqiqot xulosalarining ishonchligi ta'minlandi.

**Tahlil va natijalar.** Tadqiqot jarayonida bo'lajak biologiya fani o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini takomillashtirish maqsadida "O'simliklar fiziologiyasi va bioximiyasi", "Odam va hayvonlar fiziologiyasi", "Biotexnologiya" hamda "Biologiyani o'qitish metodikasi" fanlari integrativ asosda o'qitildi. Mazkur fanlar STEAM yondashuvi asosida fanlararo bog'liqlik tamoyili orqali tashkil etildi.

Tadqiqot jarayonida STEAM yondashuvi asosida tashkil etilgan laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarning bo'lajak biologiya o'qituvchilari kasbiy kompetentligiga ta'siri tajriba-sinov ishlari orqali o'rganildi. Tadqiqotda jami 752 nafar talaba ishtirok etdi. Ulardan 396 nafari tajriba guruhiga, 356 nafari nazorat guruhiga jalb qilindi.

1-jadval

Tajriba-sinov ishlarida ishtirok etgan talabalar taqsimoti

T/r	Oliy ta'lim muassasasi	Jami talaba	Tajriba guruhi	Nazorat guruhi
1	Nizomiy nomidagi TDPU	247	123	124
2	Abu Rayhon Beruniy nomidagi UrDU	270	158	112
3	Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti	235	115	120
<b>Jami</b>		752	396	356

Fanlar kesimida STEAM yondashuvi qo'llanilishi

“O‘simliklar fiziologiyasi va bioximiyasi”. Fotosintez, modda almashinuvi va fermentlar faoliyati mavzulari integrativ laboratoriya mashg‘ulotlari asosida o‘rganildi. Talabalar biologik jarayonlarni kimyoviy reaksiyalar, fizik energiya

almashinuvi va matematik modellashtirish orqali tahlil qildilar. Natijada ilmiy-tadqiqotchilik va integrativ kompetensiyalar shakllandi.



1-rasm. “O‘simliklar fiziologiyasi va bioximiyasi” fanida fotosintez jarayonini STEAM yondashuvi asosida o‘rganish

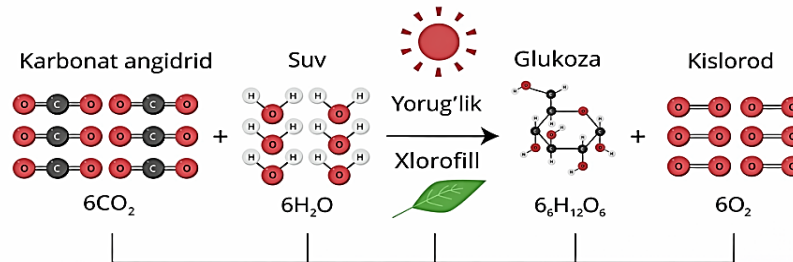
Mazkur rasmda fotosintez jarayoniga ta‘sir etuvchi asosiy omillar – yorug‘lik, suv va karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) – tajriba sharoitida taqqoslama asosida tasvirlangan. Tajriba uch xil sharoitda tashkil etilgan:

Yorug‘lik + suv,  $\text{CO}_2$  yo‘q

Yorug‘lik + suv +  $\text{CO}_2$

Suv +  $\text{CO}_2$ , yorug‘lik yo‘q

Natijalardan ko‘rinadiki, fotosintez jarayoni to‘liq kechishi uchun uchala omil – yorug‘lik, suv va karbonat angidrid – birgalikda mavjud bo‘lishi zarur. Ikkinchi holatda (yorug‘lik + suv +  $\text{CO}_2$ ) kislorod ajralishi (pufakchalar ko‘rinishida) kuzatiladi, bu fotosintezning faol borayotganini bildiradi. Boshqa holatlarda esa jarayon to‘liq amalga oshmaydi.



2-rasm. Fotosintez jarayonining tenglamasi

STEAM yondashuvi asosida tahlil

Mazkur laboratoriya mashg‘uloti STEAM komponentlari bilan integratsiyalashgan holda tashkil etildi:

S (Science – Fan): Fotosintezning biologik mohiyati, xloroplastlar faoliyati, yorug‘lik va qorong‘ilik bosqichlari o‘rganildi.

T (Technology – Texnologiya): Yorug‘lik manbai, laboratoriya idishlari va o‘lchov vositalaridan foydalanildi.

E (Engineering – Muhandislik): Tajriba dizayni ishlab chiqildi, omillarni nazorat qilish va taqqoslash mexanizmi yaratildi.

A (Art – Dizayn): Jarayon sxematik tasvirlar, grafiklar va vizual modellar orqali ifodalandi.

M (Mathematics – Matematika): Ajralgan kislorod miqdori, vaqt va yorug‘lik intensivligi o‘rtasidagi bog‘liqlik jadval va grafik asosida tahlil qilindi.

Integratsiya quyidagicha amalga oshirildi:

Biologiya: Fotosintez bosqichlari, xloroplast faoliyati

Kimyo:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  reaksiyasi

Fizika: Yorug‘lik energiyasi va elektromagnit spektr

Matematika: Yorug‘lik intensivligi va kislorod miqdori o‘rtasidagi bog‘liqlikni grafik tahlil

Natija: ilmiy-tadqiqotchilik va integrativ kompetensiya shakllandi.

Shakllangan kompetensiyalar

Ushbu integrativ laboratoriya mashg‘uloti natijasida talabalarda: ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyasi (tajriba

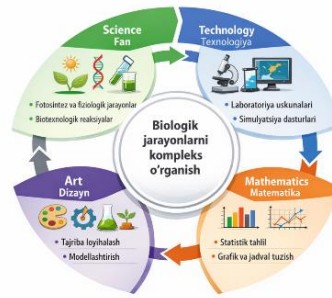
o‘tkazish, kuzatuv va xulosa chiqarish), tahliliy fikrlash kompetensiyasi (sabab-oqibat bog‘lanishini aniqlash), integrativ kompetensiya (biologik jarayonlarni kimyo va fizika bilan bog‘lash), metodik kompetensiya (tajribani kelajakdagi dars jarayonida qo‘llash) shakllandi va mustahkamlandi[3].

Rasmda aks ettirilgan tajriba fotosintez jarayonini oddiy biologik hodisa sifatida emas, balki kompleks fanlararo tizim sifatida o‘rganish imkonini beradi. STEAM yondashuvi orqali talabalarda nazariy bilimlarni amaliy tajriba bilan uyg‘unlashtirish, ilmiy tafakkurni rivojlantirish va kasbiy kompetensiyani takomillashtirishga erishildi.

“Odam va hayvonlar fiziologiyasi”. Nerv tizimi, qon aylanishi va nafas olish jarayonlari STEAM asosida modellashtirildi. Fiziologik ko‘rsatkichlarni o‘lchash, grafik tahlil qilish va sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlash orqali talabalarning tahliliy fikrlashi rivojlantirildi.

“Biotexnologiya”. Biotexnologik jarayonlar (mikroorganizmlar kultivatsiyasi, fermentatsiya, gen muhandisligi elementlari) laboratoriya tajribalari va kompyuter simulyatsiyalari asosida o‘rganildi. Bu jarayon innovatsion va texnologik kompetensiyani rivojlantirishga xizmat qildi.

“Biologiyani o‘qitish metodikasi”. Mazkur fanda STEAM asosidagi dars loyihalarini ishlab chiqish, interfaol metodlardan foydalanish va fanlararo integratsiyalashgan dars ishlanmalarini yaratish orqali pedagogik va metodik kompetensiyalar takomillashtirildi.



3-rasm. Bo'lajak biologiya o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini shakllantirishda STEAM fanlararo integratsiya modeli.

2-jadval

Tajriba boshida va yakunida o'tkazilgan diagnostik baholash natijalari

Kompetensiya turi	Tajriba guruhi (boshlang'ich %)	Tajriba guruhi (yakuniy %)	Nazorat guruhi (boshlang'ich %)	Nazorat guruhi (yakuniy %)
Ilmiy-tadqiqotchilik	42%	75%	44%	56%
Tahliliy fikrlash	46%	78%	47%	59%
Integrativ (fanlararo)	40%	76%	42%	53%
Pedagogik-metodik	48%	81%	49%	63%
Innovatsion-texnologik	38%	73%	39%	51%

Natijalar shuni ko'rsatdiki, tajriba guruhida kompetensiyalar o'rtacha 30–35% ga oshgan, nazorat guruhida esa o'sish 10–14% doirasida kuzatilgan.

**Natijalar tahlili.** Tajriba-sinov ishlari natijalarining tahlili shuni ko'rsatdiki, STEAM asosidagi fanlararo integratsiya biologiya yo'nalishida kasbiy kompetensiyani shakllantirishda samarali pedagogik mexanizm sifatida namoyon bo'ldi.

Avvalo, STEAM yondashuvi nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uzviy uyg'unlashtirish imkonini berdi. "O'simliklar fiziologiyasi va bioximiyasi" hamda "Odam va hayvonlar fiziologiyasi" fanlarida laboratoriya mashg'ulotlari orqali biologik jarayonlar kimyoviy reaksiyalar, fizik qonuniyatlar va matematik tahlil bilan bog'lab o'rganildi. Natijada talabalarda hodisalarga kompleks yondashish, fanlararo bog'liqlikni anglash va sabab-oqibat aloqalarini aniqlash ko'nikmalari shakllandi.

Laboratoriya va kompyuter simulyatsiyalari asosida tashkil etilgan mashg'ulotlar talabalarning ilmiy-tadqiqotchilik faoliyatini sezilarli darajada faollashtirdi. Tajriba jarayonida mustaqil kuzatuv olib borish, gipoteza ilgari surish, natijalarni qayd etish va xulosa chiqarish kabi ilmiy izlanish elementlari qo'llanildi. Bu esa o'quv jarayonini passiv qabul qilishdan faol izlanish bosqichiga olib chiqdi.

"Biologiyani o'qitish metodikasi" fanida STEAM asosida ishlab chiqilgan integrativ dars loyihalari talabalarning pedagogik va metodik kompetensiyasini sezilarli darajada oshirdi. Talabalar fanlararo dars ishlanmalarini loyihalash, interfaol metodlarni tanlash va darsni texnologik xarita asosida rejalashtirish ko'nikmalarini egalladilar. Bu esa ularning kelajakdagi kasbiy faoliyatiga metodik tayyorgarligini mustahkamladi [23].

"Biotexnologiya" fanida texnologik vositalar va simulyatsion dasturlardan foydalanish innovatsion fikrlashni rivojlantirdi. Mikroorganizmlar kultivatsiyasi, fermentatsiya jarayonlari va modellashtirish mashg'ulotlari talabalarda ilmiy-texnologik tafakkurni shakllantirdi hamda amaliy muammolarni hal qilish ko'nikmalarini rivojlantirdi.

Statistik tahlil natijalari tajriba guruhidagi o'sish ko'rsatkichlari nazorat guruhiga nisbatan sezilarli yuqori ekanini ko'rsatdi. Kompetensiya komponentlari bo'yicha o'rtacha 30–35 foizlik ijobiy dinamika qayd etildi. Olingan natijalar matematik-statistik usullar yordamida qayta ishlanib,

farqning ishonchligi tasdiqlandi. Bu esa STEAM asosidagi integrativ modelning samaradorligini ilmiy jihatdan asoslash imkonini berdi.

Tahlillar STEAM yondashuvi biologiya yo'nalishida bo'lajak o'qituvchilarning ilmiy-tadqiqotchilik, integrativ, pedagogik va innovatsion kompetensiyalarini kompleks rivojlantirishga xizmat qilishini ko'rsatdi. Mazkur natijalar oliy pedagogik ta'lim jarayoniga STEAM texnologiyalarini tizimli joriy etish zarurligini asoslaydi [4,7,9,13].

**Xulosa.** O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, bo'lajak biologiya fani o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini shakllantirish va takomillashtirishda STEAM texnologiyalariga asoslangan fanlararo integratsiya samarali pedagogik mexanizm hisoblanadi.

Tajriba-sinov ishlari davomida "O'simliklar fiziologiyasi va bioximiyasi", "Odam va hayvonlar fiziologiyasi", "Biotexnologiya" hamda "Biologiyani o'qitish metodikasi" fanlarini integrativ asosda o'qitish talabalarda ilmiy-tadqiqotchilik, tahliliy fikrlash, integrativ, metodik va innovatsion kompetensiyalarning sezilarli darajada rivojlanishiga olib keldi.

STEAM yondashuvi nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uyg'unlashtirish, biologik jarayonlarni kimyoviy, fizik va matematik jihatdan tahlil qilish hamda fanlararo bog'liqlikni anglash imkonini yaratdi. Laboratoriya va simulyatsion mashg'ulotlar talabalarning mustaqil izlanish faoliyatini faollashtirdi, pedagogik loyihalash esa ularning kasbiy tayyorgarligini mustahkamladi.

Matematik-statistik tahlil natijalari tajriba guruhida kompetensiya ko'rsatkichlarining nazorat guruhiga nisbatan sezilarli darajada yuqori ekanini tasdiqladi. Bu esa STEAM asosidagi integrativ modelning samaradorligini ilmiy jihatdan asoslab berdi.

Tadqiqot natijalari STEAM texnologiyalarini biologiya yo'nalishida kasbiy tayyorgarlik jarayoniga tizimli joriy etish zarurligini ko'rsatadi.

Takliflar. Tadqiqot natijalariga asoslanib quyidagi takliflar ilgari suriladi:

Oliy ta'lim muassasalarining biologiya yo'nalishida STEAM texnologiyalariga asoslangan integrativ o'quv-modullarini ishlab chiqish va joriy etish.

"O'simliklar fiziologiyasi va bioximiyasi", "Odam va hayvonlar fiziologiyasi" hamda "Biotexnologiya" fanlari

bo'yicha STEAM asosidagi laboratoriya mashg'ulotlari metodik qo'llanmalarini yaratish.

“Biologiyani o'qitish metodikasi” fanida fanlararo dars loyihalarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan maxsus seminar-treninglar tashkil etish.

STEAM asosida kasbiy kompetensiyani baholash mezonlari va diagnostik vositalarini takomillashtirish.

Biologiya ta'limida kompyuter simulyatsiyalari, raqamli laboratoriyalar va innovatsion texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirish.

STEAM yondashuvini maktab biologiya ta'limiga bosqichma-bosqich joriy etish orqali uzluksiz ta'lim tizimida izchillikni ta'minlash.

#### ADABIYOTLAR

1. Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
2. Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.
3. Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Lawrence Erlbaum Associates.
4. Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370.
5. Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (1993). *Competence at work: Models for superior performance*. John Wiley & Sons.
6. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
7. Yakman, G. (2008). *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education*. Purdue University Conference Proceedings.
8. National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
9. Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
10. Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 187–213.\*
11. English, L. D. (2016). STEM education K–12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3.
12. Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11.\*
13. Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.\*
14. Beers, S. Z. (2011). 21st century skills: Preparing students for their future. *STEM Education Review*.
15. Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231.\*
16. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., et al. (2014). Active learning increases student performance in science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415.\*
17. Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.\*
18. OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.
19. Ataqulova, M. N. (2023). Biologiya darslarida interfaol va innovatsion metodlardan foydalanish samaradorligi. *Pedagogik mahorat*, 3(2), 348–356.
20. Djurayev, R. H. (2016). *Pedagogik texnologiyalar va kasbiy kompetentlik*. Toshkent: Fan.
21. Saidahmedov, N. (2019). *Pedagogik innovatsiyalar va ta'lim samaradorligi*. Toshkent: O'qituvchi.
22. Ziyomammedov, B. (2018). *Pedagogik texnologiya nazariyasi va amaliyoti*. Toshkent: Tafakkur.
23. National Science Teaching Association (NSTA). (2014). *STEM education teaching and learning*. NSTA Press.