INNOVATIONS IN TECHNOLOGY AND SCIENCE EDUCATION
ISSN 2181-371X
https://sr-journals.org/index.php/ITSE

Zamonaviy zoologiya ta’limi transformatsiyasi: Raqamli texnologiyalar va STEM-integratsiyasining xalqaro tajribasi

Maxmudova Barnoxon,
2-kurs magistratura talabasi, Farg‘ona davlat universiteti
sobirjonovabarnoxon@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada zamonaviy zoologiya ta’limini takomillashtirishda xalqaro tajriba, xususan, AQSh, Finlandiya, Janubiy Koreya va Turkiya davlatlarining ilg‘or metodikalari tahlil qilingan. Tadqiqotda STEM animal science modeli, “hodisaga asoslangan o‘qitish” (Phenomenon-based learning), virtual disseksiya simulyatorlari va AR/VR texnologiyalarining zoologiya darslaridagi samaradorligi ko‘rsatib o‘tilgan. Hayvonlar fiziologiyasi va anatomiyasini o‘rganishda raqamli texnologiyalarni qo‘llash, ekologik ongni shakllantirish hamda biologiya fani va muhandislik o‘rtasidagi integratsiya masalalari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: *Zoologiya ta’limi, STEM, virtual disseksiya, AR/VR texnologiyalari, xalqaro tajriba, raqamli biologiya, interaktiv metodlar, bio-insperatsiya.*

Аннотация. В данной статье анализируется международный опыт совершенствования современного зоологического образования, в частности, передовые методики таких стран, как США, Финляндия, Южная Корея и Турция. В исследовании показана эффективность модели STEM animal science, феноменологического обучения (Phenomenon-based learning), симуляторов виртуальной диссекции и технологий AR/VR на уроках зоологии. Освещаются вопросы использования цифровых технологий в изучении физиологии и анатомии животных, формирования экологического сознания, а также интеграции биологии и инженерного дела.

Ключевые слова: *Зоологическое образование, STEM, виртуальная диссекция, технологии AR/VR, международный опыт, цифровая биология, интерактивные методы, биомиметика.*

Abstract. This article analyzes international experiences in improving modern zoology education, specifically focusing on advanced methodologies from the USA, Finland, South Korea, and Turkey. The study highlights the effectiveness of the STEM animal science model, phenomenon-based learning, virtual dissection simulators, and AR/VR technologies in zoology classrooms. It explores the implementation of digital tools in studying animal physiology and anatomy, the development of ecological awareness, and the integration of biological sciences with engineering principles.

Keywords: *Zoology education, STEM, virtual dissection, AR/VR technologies, international experience, digital biology, interactive methods, bio-inspiration.*

KIRISH

Mavzu bo‘yicha adabiyotlar tahlili: Zamonaviy biologiya va zoologiya ta’limida STEM/STEAM yondashuvi hamda raqamli texnologiyalarni qo‘llash ta’lim samaradorligini oshirmoqda. Turg‘unboeva (2021) CLIL texnologiyasining, Chen va Huang (2020) mobil STEAM ta’limining, Chien va Chu (2018) esa 3D-printing asosidagi STEAM yondashuvining ijobiy natijalarini qayd etgan. Shuningdek, Bell (2016), Biggs va Tang (2011), Bishop va Verleger (2013) tadqiqotlarida innovatsion o‘qitish metodlari o‘quvchilarning faolligi, kreativligi va o‘zlashtirish darajasini oshirishi ta’kidlangan.

Zamonaviy zoologiya ta’limini takomillashtirish bo‘yicha xalqaro tajriba bugungi kunda ta’lim tizimlarining eng muvaffaqiyatli modellari sifatida e’tirof etilayotgan AQSh, Finlandiya, Janubiy

Koreya va Turkiya davlatlarida shakllangan ilmiy-metodik yondashuvlarga tayanadi. Mazkur davlatlarning ta'lim tizimlari o'zining innovatsion pedagogik qarashlari, o'quvchi shaxsini markazga qo'ygan metodikasi, raqamli texnologiyalarni keng joriy etganligi hamda biologiya va zoologiya ta'limida interaktiv texnologiyalardan faol foydalanishi bilan ajralib turadi. AQSh ta'limi konstruktivizm, STEM va inquiry-based learning (tadqiqotga yo'naltirilgan o'qitish) tamoyillari asosida shakllangan bo'lib, zoologiya ta'limi aynan faol o'quvchi tajribasiga quriladi. Maktablarda hayvonlar fiziologiyasi, anatomiya, ekotizimlar, hayvon xulq-atvori kabi yo'nalishlar virtual laboratoriyalar, AR/VR simulyatorlar va onlayn platformalar yordamida o'rgatiladi; o'quvchilar hayvon skeleti, ichki organlari va harakat mexanizmlarini 3D formatda ko'rib, tahlil qilishi mumkin. AQShning Biology SimLab, Merge Cube, Labster, Visible Body kabi platformalari zoologiya bo'limlarini o'qitishda keng qo'llanilib, o'quvchilarga murakkab jarayonlarni ongli ravishda idrok etish imkonini beradi. Shuningdek, amerikalik pedagoglar "field-based education" ya'ni ochiq tabiatda kuzatuvlar, tajribalar va mikrotadqiqotlar o'tkazish modelidan keng foydalanadi. Maktablar va kollejlar ixtisoslashgan zoologik bog'lar, tabiat markazlari, laboratoriyalar bilan hamkorlik qiladi, bu esa o'quvchilarni real tadqiqot muhiti bilan bevosita bog'laydi. AQShda CLIL metodikasi ham keng qo'llanadi: zoologiya bo'yicha ilmiy matnlar ingliz tilida o'rganiladi, o'quvchilar xalqaro ma'lumotlar bazalaridan (Animal Diversity Web, iNaturalist, GBIF) foydalanadi, bu jarayon ularni global ilmiy muloqotga tayyorlaydi[1;2;3].

TAHLIL VA NATIJALAR

Finlandiya tajribasi esa biologiya va zoologiya ta'limida butunlay kompetensiyaga yo'naltirilgan, stresssiz, o'quvchini bosimdan holi bo'lgan muhitda rivojlantirishga asoslangan yondashuvi bilan mashhur. Bu davlatda zoologiya fanini o'qitishda o'quvchini shaxs sifatida anglash, uning tabiiy qiziqishlarini qo'llab-quvvatlash, tevarak-atrofni kuzatishga o'rgatish, ekologik mas'uliyatni shakllantirish asosiy tamoyil hisoblanadi. Fin ta'limida interaktiv metodlar kundalik o'quv jarayonining ajralmas qismi bo'lib, har bir mavzu guruhli tadqiqot, loyiha, muammoli vaziyat, ekologik kuzatuv, dala mashg'ulotlari orqali o'zlashtiriladi. Virtual laboratoriyalar keng qo'llanadi, ammo ular an'anaviy tajriba o'rnini to'liq bosmaydi, balki uni to'ldiruvchi vosita sifatida qaraladi. Finlandiyada zoologiya o'qitishda "phenomenon-based learning" ya'ni hodisaga asoslangan o'qitish modeli amalda: masalan, "yirtqich va o'lja munosabati", "hayvonlarning moslashuv mexanizmi", "ekotizim barqarorligi" kabi hodisalar turli fanlar bilan integratsiyada o'rganiladi. Bunda matematika, geografiya, ekologiya, kimyo va texnologiya fanlari bilan bog'langan topshiriqlar beriladi. Shuningdek, Finlandiya maktablarida o'quvchilar hayvonlarning yashash muhiti, biologik xilma-xillik, antropogen ta'sir, ekologik muammolarni interaktiv xaritalar, raqamli atlaslar va geografik axborot tizimlari orqali o'rganadilar. Bu jarayon zoologiya ta'limini murakkab nazariy fan emas, balki hayotiy va real muammolarni yengib o'tishga yo'naltirilgan fan sifatida ko'rsatadi[4;5].

Janubiy Koreya tajribasi zamonaviy texnologiyalar bilan eng yuqori darajada integratsiyalashgan biologiya ta'limi modeli sifatida e'tirof etiladi. Koreya maktablarida zoologiya fanini o'qitishda sun'iy intellekt, masofaviy laboratoriyalar, AR/VR simulyatorlar, elektron mikroskoplar, 3D printerlar yordamida yaratilgan hayvon modellaridan keng foydalaniladi. O'quvchilar hayvonlarning organ tizimlari, skelet tuzilishi, gomeostaz jarayonlari, moslashuv mexanizmlarini animatsiyalar, grafiklar va sensorli panellar orqali o'rganadilar. Koreya ta'limi o'quvchilarning tez fikrlashi, mantiqiy tahlili, modellashtirish ko'nikmalarini rivojlantirishga yo'naltirilgan. "E-learning + T-learning" modeli orqali o'quvchilar uyda virtual tajribalarni bajaradi, sinfda esa muhokama, tahlil, taqqoslash amalga oshiriladi. Koreyada STEM ta'limi zoologiya bilan chuqur integratsiya qilingan, masalan, o'quvchilar hayvonlar harakati asosida robot modellar yaratadi, baliqlar suzish mexanizmini o'rganib gidrodinamik dronlar loyihalashtiradi, qushlarning skeletida bo'g'imlarning harakatlanish modellarini yaratib muhandislik topshiriqlarini bajaradi. Bundan tashqari, Koreya o'quvchilarning biologiyaga bo'lgan qiziqishini oshirish uchun "Maker space" markazlari tashkil qilgan bo'lib, ularda o'quvchilar hayvonlar tuzilishi bo'yicha 3D modellar yasaydi, anatomik maketlar tayyorlaydi, ekologik muammolarni interaktiv tarzda yechadi va shaxsiy biologik loyihalarini taqdim etadi. Koreya tajribasi

zoologiya ta’limida raqamli texnologiyalarni to‘liq joriy etishning eng samarali modelini namoyon etadi.

Turkiya ta’lim tizimida esa zoologiya fanini o‘qitishda sharqona pedagogika va zamonaviy interaktiv yondashuv uyg‘unlashgan. Turkiyada biologiya va zoologiya darslarida loyiha asosida o‘qitish, dala mashg‘ulotlari, guruhli tadqiqotlar, modellashtirish, ekologik kuzatuvlar, laboratoriya ishlari muntazam qo‘llaniladi. Turkiya Milliy Ta’lim Vazirligi tomonidan ishlab chiqilgan “Fen Bilimleri” (Tabiiy fanlar) standarti zoologiyani o‘quvchining real hayotiy tajribasi bilan bog‘lashni talab qiladi. O‘quvchilar qushlar migratsiyasi, hayvonlarning iqlimga moslashuvi, ekologik zanjirlar, parazit-hamxo‘r munosabatlari kabi jarayonlarni bevosita tajriba, videoanaliz, mikroskopiya va modellashtirish orqali o‘rganadi. Turkiyada zoologiya o‘qitishda AR texnologiyalar keng tarqalgan: mobil ilovalar orqali hayvonlarning ichki organlari 3D ko‘rinishda ochiladi, skeletlarni aylantirib ko‘rish, mushak tizimini tahlil qilish, hayvonlarning yashash muhitlarini AR xaritalarda kuzatish imkoniyati mavjud. Bundan tashqari, Turkiya maktablarida “Tabiat maktablari”, “Ekologik bog‘lar”, “Hayvonot kuzatuv markazlari” faoliyat yuritadi. Bu markazlarda o‘quvchilar real tabiatda kuzatishlar olib boradi, hayvonlarni xulq-atvorini o‘rganadi, ekologik tadqiqotlar o‘tkazadi. Turkiya tajribasining yana bir kuchli tomoni motivatsion ta’limdir; zoologiya darslari ko‘proq hayotiy muammolarni hal etish, ekologik muammolarni tushunish, tabiatni muhofaza qilish, bioxilma-xillikni saqlashga yo‘naltirilgan bo‘lib, o‘quvchilarda ekologik ongning shakllanishiga xizmat qiladi[2;3].

AQSh, Finlandiya, Janubiy Koreya va Turkiyaning zoologiya ta’limi bo‘yicha tajribasi shuni ko‘rsatadiki, har bir davlat o‘zining madaniy, iqtisodiy, texnologik imkoniyatlariga tayanib, zoologiya o‘qitishni turlicha yo‘nalishda rivojlantirgan bo‘lsa-da, ularni birlashtiruvchi asosiy tamoyillar mavjud: o‘quvchini markazga qo‘yish, interaktiv metodlarni keng qo‘llash, virtual va real tajribalarni uyg‘unlashtirish, raqamli texnologiyalarni ta’limga integratsiyalash, ekologik ongni shakllantirish, fanlararo integratsiya va loyihaviy tadqiqotlar. Ushbu tajribalar O‘zbekiston ta’lim tizimi uchun ham muhim amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, zoologiya darslarini modernizatsiya qilishda nazariy-metodik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Zoologiya ta’limini rivojlantirish borasidagi xorijiy tajriba bugungi kunda global miqyosda chuqur o‘rganilayotgan, biologiya ta’limi sifatini oshirish uchun eng samarali yo‘nalishlardan biri sifatida e’tirof etilmoqda. Zamonaviy pedagogik yondashuvlar, xususan STEM konsepsiyasi, Project-Based Learning, Inquiry-Based Learning, CLIL texnologiyalari va virtual laboratoriya tizimlari turli mamlakatlarda o‘quvchilarning biologik tafakkurini rivojlantirish, zoologik bilimlarni chuqur o‘zlashtirish, amaliy ko‘nikmalarni shakllantirish va ekologik ongni mustahkamlashga yo‘naltirilgan. Xorijiy ta’lim tizimining eng muvaffaqiyatli tajribalari shundan iboratki, ular zoologiyani alohida fan sifatida emas, balki ekologiya, texnologiya, muhandislik, matematika, sun’iy intellekt va raqamli biologiya bilan uzviy integratsiyalangan holda o‘qitadi. Bu jarayon ayniqsa STEM animal science modeli orqali yaqqol namoyon bo‘ladi. STEM modeli zoologiyani faqat tirik organizmlarni o‘rganish fani sifatida emas, balki murakkab biologik jarayonlarni texnik vositalar bilan model qilish, biologik shakllardan texnologik yechimlar yaratish, hayvonlar fiziologiyasi asosida muhandislik modellarini taklif qilish, populyatsiya dinamikasini matematik tahlil qilish, sun’iy intellekt algoritmlari orqali ekologik jarayonlarni bashorat qilish kabi ko‘p funksiyali fan sifatida o‘rgatadi. AQShning Kaliforniya shtati, Finlyandiya, Kanada, Janubiy Koreya, Singapur kabi davlatlarda zoologiya ta’limi shu asosda tashkil etilib, o‘quvchilar hayvonlarning tuzilishi, ekologik zanjirlar, populyatsiya o‘zgarishi, migratsiya jarayonlari va evolyutsion moslashuv mexanizmlarini nafaqat nazariy, balki amaliy va interaktiv tarzda o‘rganadilar. Masalan, animal physiology bo‘limida qushlarning uchish mexanizmi o‘rganilayotganda muhandislik fanlari bilan bog‘liq aerodinamika qonunlari ham qo‘llaniladi. O‘quvchilar qanot shakli, mushak tolalari ishlashi, havo qarshiligi, suyaklarning bo‘sh strukturalari kabi parametrlarni grafik modellarda tahlil qilib, dron konstruksiyalariga o‘xshash biologik ilhomlangan strukturalar yaratadilar. Bu metod o‘quvchilarni ilmiy-tadqiqot faoliyatiga yaqinlashtiradi, ularni biologiya va texnologiya o‘rtasidagi integratsiyani tushunishga undaydi va ekologik fikrlash bilan muhandislik mantiqini birlashtirishga yordam beradi[1;2;3;4].

STEM animal science modelining yana bir afzalligi hayvonot olami jarayonlarini matematik modellashtirish imkoniyatining keng qo‘llanilishidir. Masalan, o‘quvchilar gepardning harakat tezligini tahlil qilish jarayonida mushaklarning qisqarish energiyasi, kuchlanish, yurak urish tezligi, kislorod sarfi kabi parametrlarni matematik formulalar orqali hisoblab chiqadilar, kompyuter grafikalarida harakat trayektoriyasini yaratadilar. Shuningdek, populyatsiya ekologiyasi bo‘limida tulkilar va quyonlar populyatsiyasi o‘rtasidagi Lotka–Volterra modeli amaliy tarzda o‘rgatiladi, o‘quvchilar kompyuter dasturida populyatsiya o‘zgarishining grafik dinamikasini tuzadi va ekologik omillar ta’sirida modelda qanday o‘zgarish sodir bo‘lishi mumkinligini tahlil qiladi. Bu jarayon o‘quvchilarda murakkab biologik jarayonlar aslida matematik qonuniyatlarga tayanishini, ekologik muvozanat qanday shakllanishini, hayvonlarning yashash muhitida o‘zgarishlar yuzaga kelganda populyatsiya qanday reaksiyalar berishini chuqur tushunishga yordam beradi. Finlyandiya va Kanada maktablarida STEM zoologiya darslarining muhim qismi bo‘lgan “Bio-inspired engineering” dasturi aynan hayvonlardan ilhomlangan texnologiyalar yaratishga asoslanadi. Masalan, o‘quvchilar yarasadek ko‘rmaydigan, lekin ultratovush signallari bilan yo‘l topuvchi robotlar yaratadi; baliqlarning suzish harakati asosida suv osti dronlarni loyihalashadi; chumolilarning koloniya boshqaruvi mexanizmidan ilhomlanib sun’iy intellekt algoritmlari ishlab chiqishadi. Bu model zoologiyani ijodiy-innovatsion fan sifatida talqin qilgani bois, xalqaro ta’lim tizimida eng samarali modellardan biri sifatida tan olingan.

Xorijiy mamlakatlar tajribasida zoologiya ta’limini sifatli tashkil etishda eng muhim vositalardan biri **virtual disseksiya simulyatorlari**dir. Virtual disseksiya (Virtual Dissection) yoki VR-anatomik modellar biologik ob’ektni kesish, organlarni ko‘rish, jarayonlarni tahlil qilish imkonini taqdim etuvchi yuqori texnologik o‘quv platformasidir. AQShda “Froggipedia”, “BioDigital Human”, “Anatomage Table”, “3D Organon”, “Dissection Lab VR” kabi simulyatorlar keng qo‘llanadi. Bu platformalar orqali o‘quvchilar hayvonlar anatomiyasini insonparvarlik talablari asosida, hech qanday jonli organizmga zarar yetkazmagan holda, yuqori aniqlikdagi 3D modellar orqali o‘rganadilar. Masalan, qurbaqa, baliq, qush, sutemizuvchilarning ichki organlarini 360 darajada ko‘rish, ajratish, kattalashtirish, funktsiyalarini ko‘rish, o‘zaro bog‘lanishlarni modellashtirish imkoniyati mavjud. Bu jarayon real disseksiya kabi samarali bo‘lishi bilan birga, gigiena, xavfsizlik, iqtisodiy jihatdan ham qulayroq. AQShning bir qator shtatlarida hayvonlar huquqlarini himoya qilish bo‘yicha qonunlar qabul qilingani uchun virtual disseksiya majburiy o‘quv vositasi sifatida tasdiqlangan. Bu texnologiya nafaqat ekologik, balki psixologik jihatdan ham muhim, chunki ko‘plab o‘quvchilar real disseksiyadan qo‘rqadi yoki noqulaylik sezadi, natijada o‘quv jarayoniga salbiy munosabat paydo bo‘ladi. Virtual muhit esa bu to‘siqlarni butunlay bartaraf qiladi.

Virtual disseksiya simulyatorlarining yana bir ustunligi real tajribalarda kuzatish imkoni bo‘lmagan jarayonlarni ham o‘rganish imkoniyatining mavjudligidir. Masalan, qushlarning nafas olish sistemasida “air sac”larning qanday to‘ldirilishini yoki baliqlarning suzgich pufagida bosim o‘zgarishini virtual animatsiyalar orqali tahlil qilish mumkin. Sutemizuvchilarning yurak mushaklari qisqarishi, nerv impulslarining o‘tishi, ovqat hazm qilish jarayonining bosqichlari kabi murakkab fiziologik jarayonlar to‘liq vizual tarzda namoyish etiladi. Bu jarayon o‘quvchilarning tasavvurini kengaytiradi, ular murakkab jarayonlarni chuqur tushunish imkoniga ega bo‘ladilar. Ayniqsa, laboratoriya sharoitida mavjud bo‘lmagan yoki cheklangan hayvon turlarini o‘rganishda virtual simulyatorlar beqiyos yordam beradi. Masalan, kitlar, delfinlar, yo‘lbarslar, ilonlar, timsohlar kabi yirik yoki xavfli hayvonlarning anatomiyasi oddiy laboratoriyada o‘rganilishi imkonsiz, biroq virtual muhitda bu to‘liq amalga oshiriladi.

Yevropa mamlakatlarida virtual disseksiya simulyatorlari ekologik innovatsiya sifatida qaraladi. Germaniya, Niderlandiya, Shvetsiya, Norvegiya maktablarida hayvonlarni kesib o‘rganishning an’anaviy shakli deyarli butunlay bekor qilingan. Ularning o‘rnini AR/VR texnologiyalari egallagan bo‘lib, o‘quvchilar hayvonlarning ichki organlarini to‘liq, qatlamma-qatlam ko‘rishlari, o‘zaro bog‘liq tizimlarni solishtirishlari, kasalliklar va patologik o‘zgarishlarni modellashtirishlari mumkin. Bu jarayon biologiya ta’limida juda katta tajriba maydoni yaratadi. Masalan, o‘quvchilar qushlarning nafas

olish sistemasini sutemizuvchilar bilan solishtiradi, baliqlarning qon aylanishi mexanizmini virtual animatsiya orqali tahlil qiladi, hasharotlarning traxeya sistemasini 3D modelda ko‘rib, gaz almashinuvi jarayonini simulyatsiya qiladi.

Janubiy Koreya va Yaponiya tajribasida virtual disseksiya sun’iy intellekt bilan bog‘langan. O‘quvchilar organlarni noto‘g‘ri joylashtirsa yoki funksiyasini xato talqin qilsa, tizim avtomatik tuzatishlar kiritadi, teskari aloqa beradi, hatto murakkab tahliliy savollarni ham ishlab chiqaradi. Bu jarayon o‘quvchini mustaqil ilmiy izlanishga majbur qiladi, chunki har bir xato ilmiy asos bilan tuzatiladi. Bu davlatlarda zoologiya ta’limi texnologiyalari “digital biology” deb nomlangan keng qamrovli konsepsiya asosida olib boriladi[5;6].

Umuman olganda, xorijiy mamlakatlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, STEM animal science modeli va virtual disseksiya simulyatorlari zoologiya ta’limining yangi paradigmalarini yaratmoqda. Bu yondashuvlar o‘quvchini tayyor axborot oluvchiga emas, balki tadqiqotchi, modellashtiruvchi, ilmiy fikrlovchi va ijodkor shaxsga aylantiradi. Natijada zoologiya fani o‘quvchilar uchun qiziqarli, zamonaviy, amaliy va innovatsion fan sifatida namoyon bo‘ladi.

Xulosa

Xalqaro ta’lim tajribasining tahlili shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy zoologiya ta’limi an’anaviy yodlash metodikasidan voz kechib, yuqori texnologiyalar va fanlararo integratsiyaga asoslangan yangi bosqichga ko‘tarildi. AQSh, Finlandiya, Janubiy Koreya va Turkiya kabi davlatlarning muvaffaqiyati negizida zoologiyani shunchaki biologik obyektlarni o‘rganish fani emas, balki muhandislik, matematika va raqamli modellashtirish bilan uzviy bog‘liq bo‘lgan innovatsion soha sifatida talqin etish yotadi. Ayniqsa, STEM animal science modeli va virtual disseksiya simulyatorlarining joriy qilinishi o‘quv jarayonini insonparvarlashtirish bilan bir qatorda, o‘quvchilarda murakkab fiziologik va ekologik jarayonlarni yuqori aniqlikda idrok etish ko‘nikmasini shakllantirmoqda.Mazkur global tendensiyalar zoologiya ta’limini o‘quvchi shaxsini markazga qo‘yadigan, tadqiqotga yo‘naltirilgan va ekologik mas’uliyatni uyg‘otadigan hayotiy fanga aylantirdi. Virtual laboratoriyalar va sun’iy intellektga asoslangan platformalar yordamida hayvonlar dunyosini o‘rganish nafaqat dars samaradorligini oshiradi, balki o‘quvchilarni global ilmiy muloqotga va zamonaviy texnologik yechimlar yaratishga tayyorlaydi. O‘zbekiston ta’lim tizimi uchun ushbu ilg‘or yondashuvlarni o‘zlashtirish va dars jarayonlarini raqamli resurslar hamda amaliy tajribalar bilan boyitish, kelajakda biologiya sohasida yuqori salohiyatli va innovatsion fikrlaydigan kadrlarni yetishtirishning asosiy omili bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Turg‘unboeva, M. (2021). CLIL asosida biologiya o‘qitish. *Pedagogik mahorat*, 3, 64–70.
2. Chen C.C., Huang P.H. Effects of STEAM-Based Mobile Learning on Learning Achievement and Cognitive Load // Interactive Learning Environments. – 2020. – P. 1–17. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1761838
3. Chien Y.H., Chu P.Y. The Different Learning Outcomes of High School and College Students on a 3D-Printing STEAM Engineering Design Curriculum // International Journal of Science and Mathematics Education. – 2018. – Vol. 16. – P. 1047–1064. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9832-4
4. Bell, D. (2016). The STEAM approach. *Journal of STEAM Education*, 3(1), 12–20.
5. Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. London.
6. Bishop, J. L., & Verleger, M. (2013). Flipped classroom overview. *ASEE Conference Proceedings*, 1–18.