NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-9]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

13.00.00-PEDAGOGIKA
journal.namdu.uz
PEDAGOGICAL

UDK 372.857:37.02

BIOLOGIYA FANINI O‘ QITISHDA TADQIQOTGA ASOSLANGAN TA’LIM: MAZMUNI VA METODIK XUSUSIYATLARI

To‘ xtaboyeva Yulduzxon Abdusattorovna
Toshkent Kimyo Xalqaro Universiteti Namangan filiali
Tibbiy fundamental fanlar kafedrasi dotsenti
Biologiya fanlari doktori (DSc).
E-mail:toxtaboyevayulduzxon934@gmail.com
Kodirova Husnida Maxsutali Qizi
Namanagan Davlat Universiteti
Biotexnologiya kafedrasi o‘ qituvchisi
E-mail:husnidakodirova93@gmail.com

Annotatsiya: *Ushbu maqolada umumiy o‘ rta va oliy ta’lim tizimida biologiya fanini o‘ qitish samaradorligini oshirishda tadqiqotga asoslangan ta’limning (TAT) mazmuni, strukturasidagi metodik xususiyatlari hamda didaktik imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotning maqsadi biologiya darslarida amaliy va laboratoriya mashg‘ ulotlarini an’anaviy tajriba namoyish etishdan modelga va siklli izlanishga asoslangan tadqiqotchilik faoliyatiga o‘ tkazish metodikasini ilmiy asoslashdan iborat. Ishda qiyosiy-pedagogik tahlil, modellashtirish va konseptual gipotezalarni baholash metodlaridan foydalanilgan. Tahlillar natijasida TATning an’anaviy laboratoriya ishlaridan farqli ravishda chiziqli emas, balki gipoteza tuzish, modelni tajribada sinash, natijalarni talqin qilish va takroriy qayta qurish (iteratsiya) shaklidagi siklli bilish mantiqiga ega ekanligi ko‘ rsatib berilgan. Shuningdek, o‘ quvchilarning mustaqillik darajasini bosqichma-bosqich oshirish (tuzilgan, yo‘ naltirilgan va ochiq tadqiqot) va jamoaviy ilmiy muloqotni tashkil etish mexanizmlari yoritilgan. Tadqiqot xulosalari biologiya darslarida o‘ quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligini, amaliy kompetensiyalarini hamda mustaqil va tanqidiy fikrlash ko‘ nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.*

Kalit so‘ zlar: *biologiya ta’limi, tadqiqotga asoslangan ta’lim (TAT), modellashtirish, tabiiy-ilmiy savodxonlik, siklli izlanish (iteratsiya), gipoteza, ochiq tadqiqot, amaliy kompetensiyalar.*

ОБУЧЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ БИОЛОГИИ: СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Аннотация: *В данной статье анализируются содержание, методические особенности и дидактический потенциал исследовательского обучения (ИО) в повышении эффективности преподавания биологии в системе общего среднего и высшего образования. Цель исследования заключается в научном обосновании методики перевода практических и лабораторных занятий по биологии от традиционной демонстрации опытов к исследовательской деятельности, основанной на моделировании и циклическом поиске. В работе использованы методы сравнительно-педагогического анализа, моделирования и оценки концептуальных гипотез. В результате анализа показано, что исследовательское обучение, в отличие от традиционных лабораторных работ, обладает не линейной, а циклической логикой познания, включающей выдвижение гипотез, экспериментальную проверку моделей, интерпретацию результатов и их итеративную переработку. Также освещены механизмы постепенного повышения уровня самостоятельности учащихся (структурированное, направляемое и открытое исследование) и организации коллективного научного диалога. Выводы исследования способствуют развитию естественнонаучной грамотности, практических компетенций, а также навыков самостоятельного и критического мышления учащихся на уроках биологии*

Ключевые слова: *биологическое образование, исследовательское обучение, моделирование, естественнонаучная грамотность, циклический поиск (итерация), гипотеза, открытое исследование, практические компетенции.*

INQUIRY-BASED LEARNING IN BIOLOGY EDUCATION: CONTENT AND METHODOLOGICAL CHARACTERISTICS

Abstract: *This article analyzes the content, methodological features, and didactic potential of Inquiry-Based Learning (IBL) in improving the effectiveness of biology education in general secondary and higher education systems. The aim of the study is to*

scientifically substantiate the methodology for transitioning practical and laboratory classes in biology from traditional experiment demonstrations to inquiry activity based on modeling and iterative investigation. Comparative-pedagogical analysis, modeling, and evaluation of conceptual hypotheses were employed as primary research methods. The results demonstrate that, unlike conventional laboratory work, IBL follows a non-linear, iterative cognitive cycle involving hypothesis generation, experimental testing of models, data interpretation, and model revision. Furthermore, mechanisms for gradually scaffolding student autonomy (structured, guided, and open inquiry) and fostering collaborative scientific argumentation are detailed. The findings of this research contribute to enhancing students' scientific literacy, practical competencies, and critical thinking skills during biology instruction.

Keywords: *biology education, inquiry-based learning (IBL), modeling, scientific literacy, iterative process, hypothesis, open inquiry, practical competencies.*

Respublikamizda ta'lim samaradorligini oshirishga qaratilgan keng qamrovli islohotlar natijasida umumiy o‘ rta ta'lim mazmunini zamonaviy talablar asosida takomillashtirish, innovatsion yondashuvlar orqali o‘ quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligi, amaliy kompetensiyalari va tadqiqotchilik ko‘ nikmalarini rivojlantirish imkoniyatlari kengaymoqda. Jumladan, O‘ zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi «O‘ zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘ g‘ risida»gi PF–5712-son farmonida «ta'lim muassasalarida o‘ quv-tarbiya jarayonini samarali tashkil etish maqsadida yangi, shu jumladan muqobil yondashuvlarni o‘ rganishga va ilmiy asoslashga yo‘ naltirilgan amaliy xarakterdagi ilmiy izlanishlarni rivojlantirish»[1] kabi ustuvor vazifalar belgilab berilgan. Shuningdek, O‘ zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi «2022–2026-yillarga mo‘ ljallangan Yangi O‘ zbekistonning Taraqqiyot strategiyasi to‘ g‘ risida»gi PF–60-son farmonining Adolatli ijtimoiy siyosat yuritish va inson kapitalini rivojlantirish yo‘ nalishida «2026-yilga qadar o‘ quv dasturlari va darsliklarni ilg‘ or xorijiy tajriba asosida to‘ la qayta ko‘ rib chiqib, amalda joriy etish» hamda «maktablarda ta'lim sifatini oshirish» kabi ustuvor vazifalar belgilab qo‘ yilgan.

Tabiiy fanlar, xususan, biologiya ta'limida amaliy ishlarni tadqiqotchilik faoliyati bilan bog‘ lab tashkil etish o‘ quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligi, biologik obyekt va jarayonlarni kuzatish, tajriba o‘ tkazish, dalillarni qayd etish, natijalarni tahlil qilish va xulosa chiqarish ko‘ nikmalarini rivojlantirishning muhim sharti hisoblanadi. Shu jihatdan biologiyadan amaliy ishlarni maqsadga muvofiq tashkil etish orqali o‘ quvchilarda tadqiqotchilik ko‘ nikmalarini rivojlantirish metodikasini takomillashtirish dolzarb ilmiy-pedagogik muammo sifatida namoyon bo‘ ladi.

Biologiya ta'limida tadqiqotga asoslangan ta'limni (keyingi o‘ rinlarda — TAT) tajriba, mustaqil ish yoki muammoli savolning o‘ zi bilan belgilash uning ilmiy bilishga oid mohiyatini (ingl. epistemic) toraytiradi. Mustaqil ishda o‘ quvchining qarorlari oldindan belgilanishi, tajriba tayyor qonuniyatni namoyish etishi, muammoli savol esa dalil yig‘ ilmasdan og‘ zaki muhokama bilan yakunlanishi mumkin. TATning farqlovchi belgisi o‘ quvchining savolni aniqlash, gipoteza ilgari surish, tekshirish yo‘ lini tanlash, natijani talqin etish, izohni qayta ko‘ rib chiqish va xulosani himoya qilishga oid ilmiy qarorlarni qabul qilishda faol ishtirok etishidir. Shu nuqtayi nazardan, TAT tayyor ilmiy xulosani izohlash usuli yoki metodlar yig‘ indisi emas, balki bilish faoliyatining maqsadi va mantiqini, ishtirokchilar mas'uliyatini hamda baholash mezonlarini o‘ zaro bog‘ laydigan didaktik tizimdir.

TATning ushbu farqlovchi belgisini modelga asoslangan yondashuv aniqroq ochib beradi. S.D. Hester (2018), M. Nadler (2018), J. Katcher (2018), L.K. Elfring (2018), E. Dykstra (2018), L.F. Rezende (2018) va M.S. Bolger (2018) ishlab chiqqan «Biologiyada modellashtirish orqali haqiqiy tadqiqot» modelida (ingl. Authentic Inquiry through Modeling in Biology — AIM-Bio) talabalar biologik hodisa uchun bir nechta tushuntiruvchi model tuzadilar, ular asosida gipotezalar ilgari suradilar, gipotezalarni tajribada sinaydilar va olingan ma'lumotlar asosida modellarni qayta quradilar. Bunda ilmiy faoliyat mezoni «to‘ g‘ ri javob»ga tez yetishish emas, balki muqobil izohlarni dalil asosida saqlash yoki rad etish, sinfdoshlar modellarini muhokama qilish va har bir tushuntirishning amal qilish chegarasini anglashdir. Model ishtirokchilarining ilmiy mulohaza testi bo‘ yicha o‘ rtacha natijasi 66 foizdan 72 foizga oshgan va bu farq $p=0,032$ qiymatida statistik jihatdan ahamiyatli bo‘ lgan. Biroq qayta tuzilmagan kursda ayni test o‘ tkazilmagani uchun mualliflar kuzatilgan o‘ sishni faqat dastur ta'siriga nisbat bera olmasliklarini qayd etadilar. Demak, model TATning takroriy qayta ko‘ rib chiqishga asoslangan bilish mantiqini ishonchli yoritadi, uning o‘ quv natijalariga ta'siri esa qiyosiy sinov orqali qo‘ shimcha tekshirilishi kerak. Modelga asoslangan sikl TATning ichki bilish mantiqini ko‘ rsatsa, Y.V. Priymak (2019)

uning tashkiliy ko‘ lamini dars va darsdan tashqari faoliyat uzviyligida talqin qiladi. Olim o‘ quvchi tadqiqotini ilmiy tadqiqotga xos amallar va bosqichlardan tuzilgan, ammo o‘ quvchining bilish imkoniyatlariga moslashtirilgan murakkab faoliyat sifatida ta’riflaydi. Ushbu talqinda ilmiy ijod metodologiyasi, mavzu va reja tuzish hamda adabiyot bilan ishlashga doir tayyorgarlik laboratoriya mashg‘ uloti, tajriba, loyiha va darsdan tashqari izlanish bilan bog‘ lanadi. Ferment faolligini tekshirish misolida turli biologik to‘ qimalar va ularga ishlov berish sharoitlari qiyoslanadi, o‘ quvchi ajralgan kislorod miqdoriga tayangan holda taxminni baholaydi hamda natijani jadval va xulosada ifodalaydi. Shu jihatdan Y.V. Priymak (2019) yondashuvi TATni bitta mashg‘ ulot bilan cheklamaydi, biroq mazkur tadqiqotda yondashuv samaradorligi nazoratli sinov orqali tekshirilmagan. Binobarin, keltirilgan misollar yondashuvning ishlash mexanizmini yoritadi, lekin o‘ quv natijadorligining empirik dalili sifatida talqin qilinmaydi. TATning tashkiliy ko‘ lami aniqlangach, tadqiqot jarayonining ichki tuzilishini chiziqli «ilmiy metod» sxemasidan farqlash zarur. J.L. Hsu (2019) «Tajribani o‘ zing tanla» nomli RNK interferensiyasiga oid faoliyatda (ingl. A ’Choose-Your-Own’ Classroom-Based Activity about RNA Interference) o‘ quvchilarga tarixda kuzatilgan kutilmagan natijani taqdim etadi. Genning kutilgan ortiqcha ifodalanishi o‘ rniga fenotipning teskari o‘ zgarishi kuzatilishi guruhlarni muqobil mexanizmlar taklif qilishga, ularni tekshiradigan tajribalarni loyihalashga va kutiladigan natijalarni oldindan ifodalashga undaydi. Keyin o‘ quvchilar cheklangan shartli tadqiqot mablag‘ i (ingl. grant) doirasida modellashtirilgan tajribani (ingl. simulation) tanlaydilar. Har bir natija keyingi qarorning yo‘ nalishini o‘ zgartiradi, shu sabab guruh dalilni sharhlaydi, qolgan mablag‘ ni qaysi sinovga sarflashni kelishadi va zarur holatda gipotezani qayta ko‘ radi. S.D. Hester (2018) va hammualliflarning modelida takroriy qayta qurish tushuntirish sifatini oshirsa, J.L. Hsu (2019) faoliyatida bu jarayon cheklangan resurs sharoitida qabul qilingan qarorning oqibatini ham yaqqol ko‘ rsatadi. Shunday qilib, TAT savol–gipoteza–tajriba–xulosa ketma-ketligida tugamaydi, balki natija yangi savol va qayta sinovni yuzaga keltiradigan siklli jarayon (ingl. iterative process) sifatida namoyon bo‘ ladi. Biroq J.L. Hsu (2019) ishlanmasida o‘ quv natijasi empirik sinovdan o‘ tkazilmagan, shuning uchun u samaradorlik dalili emas, konseptual modelning amaliy namunasidir.

Siklli tadqiqot jarayonida o‘ quvchiga beriladigan mustaqillik darajasi TATni oddiy laboratoriya ishidan ajratadigan navbatdagi mezondir. Bu mezonni faqat «ochiq» yoki «yopiq» shaklda baholash yetarli emas. Tuzilgan tadqiqotda savol, material va ish tartibi beriladi, o‘ quvchi esa ma’lumot yig‘ ib, xulosani asoslaydi. Yo‘ naltirilgan tadqiqotda savol saqlanadi, lekin tekshirish rejasi va ma’lumot talqini o‘ quvchiga topshiriladi. Ochiq tadqiqotda savolning o‘ zi ham o‘ quvchi tomonidan ishlab chiqiladi. Mazkur darajalar o‘ quvchining yoshi va avvalgi ko‘ nikmasi, biologik obyekt bilan ishlash xavfi hamda mavjud vaqtga muvofiq tanlanishi lozim. A.A. Afanasyeva (2019) va I.I. Pavlov (2019) Z.Ya. Gornostayeva (1998) yondashuviga tayangan holda tadqiqotchilik bilim va ko‘ nikmalarini nazariy tayyorgarlik, «tadqiqot namunasi», alohida tadqiqot amallarini mashq qilish va mustaqil izlanish bosqichlarida izchil rivojlantirish zarurligini asoslaydilar. Ular yuklamaning notekisligi, har bir o‘ quvchi hissasini baholash murakkabligi va hissiy zo‘ riqishni ham mazkur jarayonning cheklovlari sifatida ko‘ rsatadilar. Demak, TATdagi mustaqillik bir darsda birdan talab qilinadigan erkinlik emas, balki oldindan rejalashtirilgan pedagogik ko‘ makni bosqichma-bosqich kamaytirish natijasidir.

Tadqiqotning ochiqlik darajasi loyihada belgilanishi mumkin, ammo o‘ quvchi bu erkinlikni amalda qanday idrok etishi alohida tahlilni talab qiladi. M.S. Bolger (2021), J.B. Osness (2021), J.S. Gouvea (2021) va A.C. Cooper (2021) modelga asoslangan tadqiqotni talabalar nuqtai nazaridan o‘ rganib, modelni tayyor tasvir emas, balki gipoteza ilgari surish, ma’lumotni mazmunli talqin etish va hamkorlikda ilmiy izoh ishlab chiqish vositasi sifatida talqin qiladilar. Ikki laboratoriya guruhidagi 14 ko‘ ngilli talabadan ikki yoki uch marta suhbatda qatnashgan sakkiz nafarining 21 ta suhbat yozuvi (ingl. transcript) qiyosiy holatlar tahlili usulida (ingl. comparative case study) o‘ rganilgan. Talabalar turli modellarni muvofiqlashtirish, noaniq natijalarni qabul qilish va o‘ z izohini himoya qilishni murakkab, ayni paytda fikrlashni rivojlantiruvchi tajriba sifatida tavsiflaganlar. Bu natija TAT mazmuniga ilmiy bilish amallari bilan birga noaniqlikni boshqarish, tengdosh bilan asosli ilmiy kelishmovchilikka kirishish va o‘ zini bilim yaratuvchi subyekt sifatida his etish ham kirishini ko‘ rsatadi. Biroq tanlangan sakkiz talabaning shaxsiy idrokiga tayangan natijalarni barcha o‘ quvchilar xulqiga yoki uzoq muddatli ta’sirga umumlashtirish mumkin emas.

S.D. Hester (2018) va hammualliflar hamda M.S. Bolger (2021) va hammualliflarning pozitsiyalari TATdagi haqiqiy ilmiy faoliyatga yaqinlikni (ingl. authenticity) natijaning mutlaq yangiligi bilan emas, o‘ quvchi bajaradigan ilmiy bilish amallarining sifati bilan izohlash imkonini beradi. Bunday mashg‘ ulotda fan uchun mutlaqo yangi kashfiyot qilinishi shart emas. O‘ quvchining natijasi oldindan noma’lum bo‘ lishi, u o‘ z modelini taklif qilishi, modelning dalilga mosligini tekshirishi, izohini boshqalar oldida asoslashi va zarur bo‘ lsa uni qayta ko‘ rishi yetarlidir. S.D. Hester (2018) va hammualliflar o‘ qituvchining vazifasini talabani kerakli javob tomon yo‘ naltirish emas, o‘ z g‘ oyasini biologik tamoyillar va mavjud ma’lumotlar bilan asoslashga undash sifatida belgilaydilar. Buning uchun xatoni o‘ rganish imkoniyati sifatida qabul qiladigan, biroq dalilsiz fikrni ma’qullamaydigan xavfsiz sinf muhiti zarur. Shu bois TATdagi erkinlik nazoratsizlikni anglatmaydi. O‘ qituvchi mazmun, xavfsizlik, vaqt va baholash chegaralarini belgilaydi, o‘ quvchi esa shu doirada ilmiy qaror hamda uning daliliy asosi uchun mas’uliyat oladi.

Mas’uliyatning o‘ quvchiga o‘ tishi hamkorlikni oddiy guruhlash shaklidan ilmiy bilish vositasiga aylantiradi. Model yoki gipotezalar xilma-xilligi o‘ quvchilarni kimning javobi to‘ g‘ ri ekanini aniqlashdan ko‘ ra, qaysi izoh mavjud dalillarni yaxshiroq qamrab olishi va qaysi qo‘ shimcha tajriba muqobil izohlarni farqlashi haqidagi muloqotga olib keladi. J.L. Hsu (2019) modulida cheklangan shartli tadqiqot mablag‘ i guruh a’zolarini tajriba variantining daliliy qiymati va xarajatini birgalikda baholashga undaydi. M.S. Bolger (2021) va hammualliflar tahlilida esa modellarning barcha ishtirokchilar uchun ko‘ rinadigan umumiy obyektga aylanishi savol berish, tushuntirishni aniqlashtirish va jamoaviy ma’no qurishni qo‘ llab-quvvatlaydi. Birinchi holatda hamkorlik ilmiy qarorning oqibatini, ikkinchi holatda esa izohning sifatini ochib beradi. Demak, TATdagi ilmiy muloqot yakuniy taqdimot bilangina cheklanmaydi, balki savol, reja va talqinni sinovdan o‘ tkazadigan ilmiy bilish mexanizmi vazifasini bajaradi.

Mamlakatimizda ta’lim sifatini oshirish, o‘ quv-tarbiya jarayoniga zamonaviy hamda muqobil yondashuvlarni joriy etish va o‘ quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligini rivojlantirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu maqolada biologiya ta’limida tadqiqotga asoslangan ta’lim (TAT) shunchaki tajriba o‘ tkazish yoki mustaqil topshiriq bajarish usuli emas, balki bilish faoliyatining maqsadi, mantiqi hamda baholash mezonlarini o‘ zaro bog‘ laydigan yaxlit didaktik tizim ekanligi ko‘ rsatib berildi. Maqolada ilgari surilgan ilmiy-metodik tahlillar natijasida quyidagi asosiy xulosalar shakllantirildi: Siklli va modellarga asoslangan bilish jarayoni: TAT bir chiziqli (savol–tajriba–xulosa) sxemada tugamaydi, balki gipotezalar ilgari surish, modellarni sinash hamda olingan dalillar asosida ularni takroriy qayta qurish (iteratsiyalash) orqali amalga oshiriladigan siklli jarayondir. Bosqichli mustaqillik va pedagogik ko‘ mak: O‘ quvchilarga beriladigan mustaqillik (tuzilgan, yo‘ naltirilgan va ochiq tadqiqot) to‘ satdan emas, balki pedagogik ko‘ makni izchil kamaytirib borish orqali ta’minlanadi. Bu o‘ quvchining yoshi, tayyorgarligi va mavzu murakkabligiga mos kelishi lozim. Haqiqiy ilmiy faoliyat (Authenticity) mezonlari: Biologiya ta’limidagi haqiqiy tadqiqotchilik fan uchun mutlaqo yangi kashfiyot qilish bilan emas, balki o‘ quvchi bajaradigan ilmiy bilish amallarining sifati, muqobil izohlarni tahlil qilish hamda noaniqlik sharoitida asosli qarorlar qabul qila olishi bilan belgilanadi. Ilmiy muloqot va hamkorlik: Guruhdagi hamkorlik va modellarning umumiy obyektga aylanishi o‘ quvchilar o‘ rtasida shunchaki ma’lumot almashishni emas, balki dalillarga tayangan holda o‘ z pozitsiyasini himoya qilish hamda jamoaviy ilmiy xulosaga kelish jarayonini shakllantiradi. Umuman olganda, biologiya darslarida amaliy mashg‘ ulotlarni TAT prinsiplari asosida tashkil etish o‘ quvchilarni tayyor bilimlarni o‘ zlashtiruvchidan mustaqil bilim yaratuvchi va mantiqiy fikrlovchi subyektga aylantirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘ zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi PF–5712-son «O‘ zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘ g‘ risida»gi farmoni

2. O‘ zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF–60-son «2022–2026-yillarga mo‘ ljallanganYangi O‘ zbekistonning Taraqqiyot strategiyasi to‘ g‘ risida»gi farmoni.

3. O‘ zbekiston Respublikasining «Ta’lim to‘ g‘ risida»gi O‘ RQ-637-son Qonuni, 2020-yil 23-sentabr // Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi. URL: https://lex.uz/docs/-5013007.

4. O‘ zbekiston Respublikasi Prezidentining «O‘ zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘ g‘ risida»gi PF-5712-son Farmoni, 2019-yil 29-aprel. URL: https://lex.uz/docs/-4312785.

5. Приймак Е. В. Ученические исследования при изучении биологии: синтез урочной и внеурочной деятельности // Образовательный процесс. — 2019. — № 1 (12). — С. 5–10. — URL: https://znanie-kazan.ru/uploads/s/f/i/a/fia4ihvzaydj/file/H0oOtw2R.pdf. — С. 5–7.

6. Hsu J. L. A «Choose-Your-Own» Classroom-Based Activity That Promotes Scientific Inquiry about RNA Interference // Journal of Microbiology & Biology Education. — 2019. — Vol. 20. — No. 3. — P. 1–3. — DOI: 10.1128/jmbe.v20i3.1889. — P. 1–3.

7. Афанасьева А. А., Павлов И. И. Учебная исследовательская деятельность в практике школьного биологического образования // Глобус: психология и педагогика. — 2019. — № 2 (30). — С. 18–20. — С. 18–20.

8. Bolger M. S., Osness J. B., Gouvea J. S., Cooper A. C. Supporting Scientific Practice through Model-Based Inquiry: A Students’-Eye View of Grappling with Data, Uncertainty, and Community in a Laboratory Experience // CBE—Life Sciences Education. — 2021. — Т. 20. — № 4. — Art. ar59. — DOI: 10.1187/cbe.21-05-0128. — URL: https://www.lifescied.org/doi/full/10.1187/cbe.21-05-0128. — P. 1, 6–7, 18–19.

9. Андреева Н. Д., Малиновская Н. В. Исследовательский подход к преподаванию биологии: воплощение опыта прошлого в настоящем // Самарский научный вестник. — 2023. — Т. 12. — № 3. — С. 228–234. — DOI: 10.55355/snv2023123301. — URL: https://snv63.ru/2309-4370/article/view/626682. — С. 228, 230, 233.

10. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). TIMSS 2023: Substantial Percentages of Fourth- and Eighth-Grade Students Worldwide Reach at Least the Low International Benchmarks of Mathematics and Science Achievement in 2023 [Elektron resurs]. Amsterdam, 2024. URL: https://www.iea.nl/publications/press-release/TIMSS-2023-latest-results.

11. OECD. PISA 2022 Results (Volumes I and II) — Country Note: Uzbekistan [Elektron resurs]. Paris: OECD Publishing, 2023. URL: https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/uzbekistan_2bb94bf1-en.html.

12. OECD. PISA 2025 Science Framework [Elektron resurs]. URL: https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/.