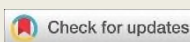



EDITORIAL LEADERSHIP**Editor-in-Chief:****Rustam SHAMSHIDDINOV** – DSc (Law), Professor**Deputy Editor:****Alokhon ALIKARIEVA** – PhD (Sociology), Associate Professor, *National University of Uzbekistan***Editorial Board:****Azamat AKHMEDOV** – DSc (Technology), Associate Professor, *Tashkent State Technical University***Behzod ABBASOV** – PhD (History), Associate Professor, *Namangan State University***Bekhzod ERNAZAROV** – PhD (Sociology), Associate Professor, *Urgench State University***Botirali VAKHOBOV** – PhD (History), Associate Professor, *Namangan State University***Botirjon MALLABAYEV** – PhD (History), Associate Professor, *Namangan State University***Damira MIRZAKHALILOVA** – PhD (Economics), Associate Professor, *Tashkent Branch of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas***Dilnoza KHAMDAMOVA** – PhD (Technology), *Tashkent Institute of Chemical Technology***Donokhon ACHILOVA** – DSc (Medicine), Associate Professor, *Bukhara State Medical Institute***Farkhod CHORSHANBIYEV** – DSc (Agriculture), Associate Professor, *Tashkent State Agrarian University***Farkhod IBRAGIMOV** – DSc (Technology), Associate Professor, *Tashkent State University of Transport***Jakhongir BOTIROV** – PhD (Medicine), *Andijan State Medical Institute***Javlon JURAYEV** – PhD (Agriculture), Associate Professor, *Tashkent State Agrarian University***Kamaldin YUNUSOV** – DSc (Politics), Professor, *Andijan State University***Laziz KHAYITOV** – PhD (Medicine), *Samarkand State Medical Institute***Marifjon AKHAMEDOV** – PhD (Pedagogy), Associate Professor, *State Conservatory of Uzbekistan***Mokhigul OTAMIRZAEVA** – PhD (Geography), *University of Business and Science***Mokhirakhon MUYDINOVA** – PhD (Sociology), *Namangan State University***Muyassar NAVRUZOVA** – PhD (Philology), Associate Professor, *Bukhara State University***Nigora ASHUROVA** – PhD (Medicine), Associate Professor, *Bukhara State Medical Institute***Nodirakhon NISHONOVA** – PhD (Medicine), *Andijan State Medical Institute***Olga KOMAROVA** – Associate Professor, *Uzbekistan State Institute of Arts and Culture***Sarvara BOBOKULOVA** – PhD (Medicine), *Bukhara State Medical Institute***Shakhnoza SADIKOVA** – Associate Professor, *Tashkent State Technical University***Sirojiddin SHIRMATOV** – PhD (Pedagogy), Associate Professor, *Customs Institute of the State Customs Committee***Umid MUKHITDINOV** – PhD (Technology), Associate Professor, *Tashkent Institute of Chemical Technology***Vasila UMAROVA** – PhD in (Technology), Associate Professor, *Tashkent Institute of Chemical Technology*

COGNITIVE MODELING FEATURES OF DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TEACHING COMPLEX BIOLOGICAL PROCESSES TO SECONDARY SCHOOL STUDENTS: EVIDENCE FROM GRADE 8

Intizor Kurbonova¹.

¹ Independent Researcher, National Institute of Pedagogical Mastery named after Abdulla Avloniy.

 <https://doi.org/10.5281/zenodo.19708874>

Key words: *digital learning technologies, cognitive modeling, biology education, complex biological processes, interactive visualization, virtual reality, systems thinking, Grade 8 students.*

ABSTRACT

The purpose of this study is to provide a scientific justification for the cognitive effectiveness of digital modeling technologies (3D, VR, AR) in teaching complex biological processes in the 8th-grade biology curriculum. A comparative pedagogical analysis was employed to examine traditional (lecture and static visuals) and innovative (digital simulations and VR applications) instructional approaches. The results demonstrate that digital modeling improved students' understanding of process logic from 52.4% to 68%, increased terminological literacy from 51% to 63%, and enhanced problem-solving performance by 7.7%. The findings indicate that digital technologies optimize cognitive load and facilitate the consolidation of knowledge in long-term memory. In conclusion, digital modeling serves as an effective cognitive tool in biology education, contributing to the development of systems thinking and digital competencies among students.

UMUMIY O'RTA TA'LIM O'QUVCHILARIGA MURAKKAB BIOLOGIK JARAYONLARNI O'QITISHDA RAQAMLI TA'LIM TEXNOLOGIYALARINING KOGNITIV MODELLASHTIRISH XUSUSIYATLARI: 8-SINF TAJRIBASI ASOSIDA

Kalit so'zlar: *raqamli ta'lim texnologiyalari, kognitiv modellashtirish, biologiya ta'limi, murakkab biologik jarayonlar, interaktiv vizualizatsiya, virtual reallik, tizimli fikrlash, 8-sinf o'quvchilari.*

ANNOTATSIYA

Mazkur tadqiqotning maqsadi 8-sinf biologiya darsligidagi murakkab biologik jarayonlarni o'qitishda raqamli modellashtirish texnologiyalarining (3D, VR, AR) kognitiv samaradorligini ilmiy asoslashdan iborat. Tadqiqotda qiyosiy-pedagogik tahlil usuli qo'llanilib, an'anaviy (ma'ruza va statik tasvirlar) hamda innovatsion (raqamli simulyatsiya va VR-illovalar) yondashuvlar solishtirildi. Tajriba natijalari raqamli modellashtirish o'quvchilarning jarayon mantig'ini tushunish darajasini 52.4% dan 68% gacha, terminologik savodxonligini 51% dan 63% gacha oshirganini, muammoli vaziyatlarni hal etish ko'rsatkichlari esa 7.7% ga yaxshilanganini ko'rsatdi. Aniqlanishicha, raqamli texnologiyalar ishchi xotira yuklamasini optimallashtirib, bilimlarning uzoq muddatli xotirada mustahkamlanishiga xizmat qiladi. Xulosa qilib aytganda, raqamli modellashtirish biologik ta'limda samarali bilish instrumenti bo'lib, o'quvchilarda tizimli fikrlash va raqamli kompetensiyalarni rivojlantiradi.

Bugungi kunda zamonaviy pedagogika fanining eng dolzarb muammolaridan biri – axborot hajmining geometrik progressiya asosida keskin ortib borishi sharoitida o'quvchilarning kognitiv imkoniyatlarini optimallashtirish masalasidir. Ayniqsa, 8-sinf “Odam va uning salomatligi” darsligi o'quvchidan nafaqat faktologik ma'lumotlarni yodlashni, balki murakkab dinamik tizimlarni (qon aylanishi, nerv impulsi harakati, endokrin regulyatsiya, nefronlar funksiyasining boshqarilishi, ko'rish analizatorlari) tizimli ravishda tahlil qilishni talab etadi [1, B.5]. Hozirgi vaqtda ayrim darsliklarda taqdim etilgan statik tasvirlar va sxemalar o'quvchilarning ichki vizualizatsiya jarayonini to'liq ta'minlay olmaydi. Bu holat “kognitiv bo'shliq”ning yuzaga kelishiga olib keladi. Raqamli ta'lim texnologiyalari ushbu bo'shliqni bartaraf etishda shunchaki yordamchi vosita emas, balki ta'lim jarayonining yangi epistemologik asosini shakllantiruvchi muhim omil sifatida namoyon bo'ladi.

Xususan, bilimning kelib chiqishi va ishonchliligi masalalariga yangicha yondashuvni ta'minlaydi. Shu bilan birga, zamonaviy ijtimoiy siyosat va "Raqamli O'zbekiston-2030" strategiyasi ta'lim tizimini transformatsiya qilishni, ya'ni o'quvchini passiv obyekt emas, balki faol tadqiqot subyektiga aylantirishni ko'zda tutadi.

ADABIYOTLAR SHARHI

Mazkur tadqiqotning nazariy asoslari kognitiv psixologiya va multimediya asosida o'qitish konsepsiyalariga tayanadi. Jumladan, Richard Mayer tomonidan ishlab chiqilgan multimediya o'qitish nazariyasiga ko'ra, inson miyasi vizual va verbal axborotni alohida kanallar orqali qayta ishlaydi, bu esa o'qitishda multimodal yondashuvning samaradorligini belgilaydi [3]. Shuningdek, I.P. Pavlovning "ikkinchi signal tizimi" haqidagi nazariyasida so'z va obrazning o'zaro uyg'unligi bilimni mustahkamlashning muhim omili sifatida qaraladi [4]. Mazkur yondashuvlar raqamli modellashtirish texnologiyalarining kognitiv asoslarini ilmiy jihatdan tushuntirish imkonini beradi.

Bundan tashqari, Abu Ali Ibn Sinoning inson organizmidagi harakat va muvozanat haqidagi qarashlari biologik tizimlarni yaxlit holda anglash zarurligini asoslaydi, bu esa zamonaviy raqamli texnologiyalar yordamida yanada samarali vizuallashtirilmoqda [2]. Shu jihatdan, raqamli texnologiyalar klassik ilmiy qarashlarni zamonaviy pedagogik vositalar bilan integratsiya qilish imkonini beradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot jarayonida qiyosiy-pedagogik tahlil usuli qo'llanildi. Xususan, 8-sinf biologiya darsligining "Nerv sistemasi" va "Qon aylanish sistemasi" mavzularini o'qitishda an'anaviy (ma'ruza va statik tasvirlar asosida) hamda innovatsion (3D simulyatsiya va VR-ilovalar asosida) yondashuvlar o'zaro solishtirildi. Tajriba dizayni doirasida nazorat guruhi va tajriba guruhi shakllantirildi. Tajriba guruhida o'quvchilar interaktiv VR-ilovalar yordamida neyronlararo sinaptik bog'lanishlar, mediatorlarning ajralishi va nerv impulsining uzatilishini vizual ravishda kuzatdilar. Shuningdek, "raqamli egizak" texnologiyasi orqali yurak faoliyatining dinamik modeli o'rganildi.

Metodologiya doirasida quyidagi parametrlar baholandi:

- jarayon mantig'ini tushuntirish darajasi,
- terminologik savodxonlik,
- muammoli vaziyatlarni hal etish ko'nikmalari.

Mazkur yondashuv o'quvchilarning kognitiv faoliyatidagi o'zgarishlarni empirik asosda aniqlash imkonini berdi.

NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI

O'tkazilgan tajriba natijalari raqamli modellashtirish texnologiyalarining an'anaviy o'qitish usullariga nisbatan ustunligini yaqqol ko'rsatdi. Xususan, jarayon mantig'ini tushuntirish ko'rsatkichi 52.4 % dan 68 % gacha oshgan (+15.6 %), terminologik savodxonlik 51 % dan 63 % gacha ko'tarilgan (+12 %), muammoli vaziyatlarni hal etish darajasi esa 53.5 % dan 61.2 % gacha yaxshilangan (+7.7 %). Mazkur natijalar shuni ko'rsatadiki, raqamli modellashtirish o'quvchilarning bilimni fragmentar emas, balki tizimli ravishda o'zlashtirishiga xizmat qiladi. Ayniqsa, murakkab biologik jarayonlarning dinamik vizualizatsiyasi o'quvchilarda sabab-oqibat bog'lanishlarini anglashni osonlashtiradi. Bundan tashqari, VR va 3D texnologiyalar yordamida mikrodarajadagi (hujayra) va makrodarajadagi (organizm) jarayonlar o'rtasidagi iyerarxik bog'liqlikni ko'rsatish imkoniyati yaratiladi. Bu esa o'quvchilarda tizimli fikrlash ko'nikmalarining shakllanishiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. "Raqamli egizak" texnologiyasi esa nazariy bilimlarni real jarayonlarga yaqinlashtirib, o'quvchilarning tahliliy va refleksiv tafakkurini rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, raqamli muhit o'quvchilarning o'quv jarayoniga nisbatan motivatsiyasini oshirishi ham kuzatildi.

ILMIY YANGILIK

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda raqamli ta'lim texnologiyalari an'anaviy "ko'rgazmali vosita" sifatida emas, balki o'quvchining bilish faoliyatini shakllantiruvchi mustaqil epistemologik instrument sifatida asoslab berilgan. Shuningdek, biologiya o'qitish metodikasida "interaktiv vizualizatsiya" tushunchasining pedagogik mazmuni kengaytirilib, u kognitiv modellashtirish bilan integratsiya qilingan. Bu esa murakkab biologik tizimlarni o'qitishda yangi metodik yondashuvni shakllantiradi.

MAQSAD VA UNING ASOSLANISHI

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi – 8-sinf biologiya darsligidagi eng murakkab bo‘limlarni o‘qitishda raqamli modellashtirish texnologiyalarining (3D, VR, AR) kognitiv samaradorligini ilmiy jihatdan asoslash hamda o‘qituvchilar uchun yangi, amaliy jihatdan qulay metodik algoritmlar ishlab chiqishdan iborat. Ilmiy muammoning o‘ziga xosligi shundan iboratki, o‘quvchilar biologik jarayonlarni ko‘pincha fragmentar tarzda, ya‘ni alohida qismlar kesimida o‘rganadilar (masalan, faqat yurak tuzilishini o‘rganish bilan cheklanadilar). Biroq ular ushbu jarayonlarning yaxlit funksional tizim sifatida ishlash mexanizmlarini, xususan gemodinamika qonuniyatlarini anglashda qiyinchilikka duch keladilar [1, 48-bet]. Raqamli texnologiyalar esa mikroduyo (hujayra darajasi) va makroduyo (organizm darajasi) o‘rtasidagi iyerarxik, bosqichma-bosqich bog‘liqlikni vizual tarzda namoyon etish imkonini beradi.

Ilmiy muammoning tavsifi va yechimlari

1. Kognitiv yuklamani boshqarish nazariyasi.

Richard Mayerning multimediya asosida o‘qitish nazariyasiga ko‘ra, inson miyasi vizual va verbal ma‘lumotlarni alohida kanallar orqali qabul qiladi [3, 45-bet]. Shu nuqtai nazardan, 8-sinf biologiya darsligidagi “Nerv sistemasi” mavzusini o‘qitishda an’anaviy (ma‘ruza + statik tasvir) va innovatsion (3D simulyatsiya) metodlar qiyosiy tahlil qilindi.

Tajriba metodikasi.

Tanlangan tajriba guruhi (TG) neyronlararo sinaptik bog‘lanishlarni o‘rganishda interaktiv VR-illovadan foydalandi. O‘quvchilar virtual muhitda mediatorlarning (masalan, atsetilxolin) sinaptik yorig‘iga ajralib chiqishi hamda nerv impulsining keyingi neyronga uzatilishini 360 darajali vizual kuzatish imkoniyatiga ega bo‘ldilar.

2. Dinamik modellashtirish natijalari.

Maktab sharoitida o‘tkazilgan tajriba-sinov ishlari quyidagi ko‘rsatkichlarni qayd etdi:

O‘rganilayotgan parametr	An’anaviy usul (nazorat guruhi)	Raqamli model (Tajriba guruhi)	Farq (%)
Jarayon mantig‘ini tushuntirish	52.4%	68 %	+15.6%
Terminologik savodxonlik	51 %	63 %	+12%
Muommoli vaziyatni yechish (skelet jarohati)	53.5 %	61.2%	+7.7 %

Muammoli vaziyatni yechish (skelet jarohati): 53.5 % → 61.2 % (+7.7 %)

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, raqamli modellar o‘quvchilarning ishchi xotirasini ortiqcha yuklamaydi, aksincha, tayyor vizual obrazlar orqali axborotning uzoq muddatli xotirada mustahkam saqlanishiga xizmat qiladi. Mazkur holat I.P. Pavlovning “ikkinchi signal tizimi” nazariyasida ilgari surilgan so‘z va obraz birligi g‘oyasining zamonaviy talqini sifatida izohlanadi [4, B.112].

3. “Raqamli egizaklar” metodikasi.

Maktab 8-sinf biologiya darsligidagi “Qon aylanish sistemasi” mavzusini o‘qitishda yurak faoliyatining siklini tushuntirish jarayonida “raqamli egizak” (digital twin) texnologiyasi amaliy sinovdan o‘tkazildi. O‘quvchilar planshet qurilmalari orqali yurak klapanlarining ochilish-yopilish jarayonlarini hamda qon bosimining o‘zgarishini turli parametrlar (masalan, jismoniy yuklamadan keyingi holat) asosida real vaqt rejimida kuzatdilar. Mazkur yondashuv o‘quvchilarga Abu Ali Ibn Sinoning “inson tanasidagi harakat va muvozanat” haqidagi qarashlarini zamonaviy fiziologik bilimlar bilan integratsiya qilish imkonini beradi [2, B.88].

Ilmiy va amaliy ahamiyati.

Mazkur maqolada ilgari surilgan konsepsiyaning ilmiy yangiligi shundan iboratki, raqamli ta‘lim texnologiyalari (RTT) faqat “ko‘rgazmali vosita” sifatida emas, balki to‘laqonli “bilish instrumenti” sifatida talqin etiladi.

– Nazariy ahamiyati: biologiya o‘qitish metodikasida “interaktiv vizualizatsiya” tushunchasining pedagogik mazmuni kengaytirildi va chuqurlashtirildi.

– Amaliy ahamiyati: maktab 8-sinf biologiya darsligidagi eng murakkab 12 ta mavzu (jumladan, metabolizm va neyrogumoral regulyatsiya) bo‘yicha raqamli dars ssenariylari ishlab chiqildi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, raqamli muhit asosida tashkil etilgan ta'lim jarayoni o'quvchilarda nafaqat biologik bilimlarni, balki zamonaviy kompetensiyalar – raqamli savodxonlik hamda tizimli fikrlash (systems thinking) ko'nikmalarini ham samarali rivojlantiradi. 8-sinf o'quvchilariga biologik jarayonlarni o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish ta'lim sifatini oshirishning strategik yo'nalishi hisoblanadi. Raqamli modellashtirish quyidagi didaktik natijalarni ta'minlaydi:

1. O'quvchilarning mavhum tushunchalarni aniq vizual obrazlar orqali idrok etishini osonlashtiradi.
2. Laboratoriya sharoitida bevosita kuzatish imkoni mavjud bo'lmagan mikroskopik jarayonlarni modellashtirish orqali ochib beradi.
3. Ta'lim jarayonining emotsional komponentini boyitadi hamda fan bo'yicha ichki motivatsiyani kuchaytiradi.

Mazkur tadqiqot natijalari maktab ta'limi standartlarini takomillashtirishda, shuningdek, yangi avlod elektron darsliklarini ishlab chiqishda muhim metodologik va amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, 8-sinf o'quvchilariga murakkab biologik jarayonlarni o'qitishda raqamli ta'lim texnologiyalaridan foydalanish nafaqat didaktik samaradorlikni oshiradi, balki o'quvchilarning kognitiv faoliyatini sifat jihatdan yangi bosqichga olib chiqadi. Xususan, raqamli modellashtirish vositalari (3D, VR, AR) orqali taqdim etilgan dinamik vizual materiallar o'quvchilarning murakkab tizimlarni yaxlit holda idrok etish qobiliyatini rivojlantiradi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, an'anaviy o'qitish usullarida kuzatiladigan fragmentar o'zlashtirish holatlari raqamli muhitda sezilarli darajada kamayadi, bu esa biologik jarayonlarning funksional yaxlitligini anglash imkonini kengaytiradi.

Kognitiv yuklama nazariyasi nuqtai nazaridan, raqamli texnologiyalar o'quvchilarning ishchi xotirasiga ortiqcha bosim bermasdan, aksincha, vizual va verbal axborotni optimal uyg'unlikda yetkazish orqali bilimlarning uzoq muddatli xotirada mustahkamlanishiga xizmat qiladi. Tajriba natijalari, jumladan, muammoli vaziyatlarni hal etish ko'rsatkichlarining oshishi, aynan shu mexanizmlar samaradorligini tasdiqlaydi. Shuningdek, "raqamli egizak" texnologiyasining joriy etilishi o'quvchilarga biologik jarayonlarni real vaqt rejimida kuzatish va turli parametrlar asosida tahlil qilish imkonini berib, nazariy bilimlarni amaliy tafakkur bilan integratsiya qilishga xizmat qilgan. Tadqiqotda ilgari surilgan yondashuvning muhim jihati shundaki, raqamli ta'lim texnologiyalari faqat ko'rgazmali vosita sifatida emas, balki mustaqil bilish instrumenti sifatida qaraladi. Bu esa biologiya o'qitish metodikasida interaktiv vizualizatsiya tushunchasining mazmunini kengaytiradi va uni zamonaviy pedagogik paradigma bilan uyg'unlashtiradi. Shu bilan birga, raqamli muhitda tashkil etilgan o'quv jarayoni o'quvchilarda tizimli fikrlash va raqamli savodxonlik kabi muhim kompetensiyalarni shakllantirishga xizmat qilishi aniqlangan.

Mazkur tadqiqot natijalaridan kelib chiqib, 8-sinf biologiya darsligidagi murakkab mavzularni o'qitishda raqamli modellashtirish texnologiyalarini tizimli ravishda joriy etish maqsadga muvofiqdir, chunki ular o'quvchilarning kognitiv yuklamasini optimallashtirish va bilimlarni chuqurroq o'zlashtirish imkonini beradi. Shuningdek, biologiya o'qitish metodikasiga interaktiv vizualizatsiya elementlarini keng joriy etish zarur bo'lib, bu o'quvchilarning murakkab biologik tizimlarni yaxlit holda tushunishiga xizmat qiladi.

Tadqiqotda ishlab chiqilgan raqamli dars ssenariylarini amaliyotga tatbiq etish o'qituvchilarga metodik jihatdan qulay vosita sifatida xizmat qilishi mumkin. Bundan tashqari, ta'lim jarayonida "raqamli egizak" texnologiyasidan foydalanishni kengaytirish o'quvchilarning nazariy bilimlarini real jarayonlar bilan bog'lash imkonini kuchaytiradi. Ushbu yondashuvlarni maktab ta'limi standartlarini takomillashtirish va yangi avlod elektron darsliklarini ishlab chiqish jarayoniga integratsiya qilish orqali ta'lim sifatini oshirishga erishish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mavlonov O., Tilavov T., Aminov B. *Biologiya (Odam va uning salomatligi): 8-sinf uchun darslik*. – T.: O‘qituvchi NMIU, 2019. – 160 b.
2. Ibn Sino, Abu Ali. *Tib qonunlari*. I jild. – T.: Fan, 1985. – 412 b.
3. Mayer R.E. *Multimedia Learning*. 2nd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2009. – 312 p.
4. Pavlov I.P. *Polnoye sobraniye sochineniy*. T. 3. – M.: Akademiya nauk SSSR, 1951. – 610 s.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. “*Raqamli O‘zbekiston – 2030*” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida. PF-6079-son Farmon, 2020-yil 5-oktyabr.
6. Vohidov V.V. *Tanlangan asarlar (jarrohlik va fiziologiya masalalari)*. – T.: Meditsina, 1980. – 245 b.
7. To‘raqulov Yo.X. *Biokimyo (darslik)*. – T.: O‘zbekiston, 1996. – 380 b.
8. Johnson L., Adams Becker S. *NMC Horizon Report: 2024 K–12 Edition*. – Austin, Texas: The New Media Consortium, 2024. – 58 p.

ILMIY TAQRIZ

Mazkur maqola umumiy o'rta ta'lim tizimida biologiya fanini o'qitish jarayonida raqamli ta'lim texnologiyalarining kognitiv modellashtirish imkoniyatlarini kompleks tarzda o'rganishga bag'ishlangan bo'lib, zamonaviy pedagogika va didaktika nazariyasi nuqtai nazaridan nihoyatda dolzarb va istiqbolli ilmiy yo'nalishni qamrab oladi. Bugungi kunda global miqyosda ta'lim tizimlari raqamli transformatsiya bosqichini boshdan kechirayotgan bir sharoitda, o'quvchilarning bilimni qabul qilish, qayta ishlash va uzoq muddatli xotirada mustahkamlash jarayonlarini optimallashtirish masalasi alohida ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, biologiya kabi murakkab, ko'p bosqichli va ko'pincha abstrakt jarayonlarga boy fanlarni o'qitishda kognitiv yuklama nazariyasi asosida samarali metodlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy muammo sifatida namoyon bo'lmoqda.

Shu nuqtai nazardan, maqolada ko'tarilgan masala nafaqat metodik, balki kengroq – kognitiv fanlar, ta'lim psixologiyasi va raqamli pedagogika kesishmasida joylashgan interdisiplinar muammo sifatida e'tiborga loyiqdir. Muallif tomonidan raqamli ta'lim texnologiyalarining o'quv jarayonidagi roli an'anaviy "ko'rgazmali vosita" paradigmasidan chiqarilib, uni mustaqil bilish va tafakkur qurilmasi sifatida talqin qilinishi maqolaning konseptual yangiligini belgilaydi. Bu yondashuv ta'lim jarayonida o'quvchi faoliyatining passiv qabul qiluvchidan faol konstruktor darajasiga o'tishini asoslashga xizmat qiladi. Maqolaning ilmiy yangiligi, avvalo, 3D modellashtirish, virtual reallik (VR) va "raqamli egizak" (digital twin) texnologiyalarining biologik jarayonlarni o'zlashtirishdagi kognitiv samaradorligini empirik ma'lumotlar asosida tahlil qilinganida namoyon bo'ladi. Xususan, muallif tomonidan ushbu texnologiyalar orqali murakkab biologik tizimlarning dinamik va fazoviy xususiyatlarini vizuallashtirish o'quvchilarda konseptual tushunishni sezilarli darajada oshirishi asoslab berilgan. Bu esa, o'z navbatida, Mayerning multimedia o'qitish nazariyasi va Pavlovning reflektor faoliyatiga oid konsepsiyalari bilan uyg'un holda talqin etilib, nazariy asoslarning puxta tanlanganligini ko'rsatadi. Bundan tashqari, maqolada "interaktiv vizualizatsiya" tushunchasining didaktik mazmuni kengaytirilgan bo'lib, u faqat tasviriy aks ettirish emas, balki o'quvchining faol kognitiv ishtirokini ta'minlovchi muhit sifatida asoslangan. Ushbu konseptual kengaytirish ta'lim nazariyasiga muayyan hissa qo'shib, raqamli pedagogika doirasida yangi metodik yondashuvlarni shakllantirish uchun ilmiy asos yaratadi.

Maqolaning kuchli tomonlari sifatida, birinchidan, muammoning dolzarbli va zamonaviy ta'lim tendensiyalari bilan bevosita bog'liqligi; ikkinchidan, nazariy asoslarning ilmiy jihatdan to'g'ri va mantiqiy tanlanganligi; uchinchidan esa, amaliy natijalarning mavjudligi va ularning real ta'lim jarayoniga tatbiq etish imkoniyatlari ko'rsatib o'tilishi mumkin. Shu bilan birga, ayrim terminlarning yagona standart asosida berilmaganligi, matnning ba'zi qismlarida uslubiy takrorlar uchrashi hamda ayrim metodik jihatlarining yetarlicha chuqurlashtirilmaganligi maqolaning nisbatan zaif tomonlari sifatida qayd etilishi mumkin.

Umuman olganda, mazkur maqola raqamli pedagogika va biologiya ta'limi integratsiyasi yo'nalishida muhim ilmiy-amaliy natijalarni o'z ichiga olgan, dolzarb muammoni tizimli yoritgan hamda kelgusidagi tadqiqotlar uchun metodologik asos yaratadigan izlanish sifatida baholanishi mumkin. Ayrim metodologik va uslubiy aniqlashtirishlarni kiritish orqali maqolaning ilmiy qiymati yanada oshadi. Shularni inobatga olgan holda, maqolani tegishli tahririy ishlovdan so'ng ilmiy jurnalda chop etish uchun tavsiya etish maqsadga muvofiq deb hisoblanadi.

Disclaimer ©

This editorial review has been prepared by the Editorial Board of the *Journal of Research & Development* for the purposes of internal editorial assessment and quality assurance within the journal's publication process. This review is intended to provide an analytical overview of the scientific content, methodological approach, and thematic relevance of the submitted work. It does not constitute peer review, does not replace independent expert evaluation, and should not be interpreted as reflecting the personal views of the author(s) or as representing the official position of the journal. The Editorial Board assumes no responsibility for the implementation, interpretation, or consequences of any observations, comments, or analytical conclusions contained in this review. The review may include content generated with the assistance of artificial intelligence tools used for editorial support purposes.

This editorial review is provided solely to enhance transparency in the editorial process and to support the maintenance of academic and publication standards.