



UDK 378.147:54:004

Laziza XOLMURODOVA,
PhD, dotsent, Qarshi davlat universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: xolmurodovazliza86@gmail.com, ORCID: 0009-0002-8297-0766

Professor, DSc M. Ahadov taqrizi asosida

FIZIK VA KOLLOID KIMYONI O'QITISHDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYANING PEDAGOGIK-METODIK MOHIYATI VA DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Аннотация

Mazkur maqolada oliy ta'lim muassasalarida fizik va kolloid kimyoni o'qitish jarayonini raqamli transformatsiya asosida takomillashtirishning pedagogik-metodik mohiyati hamda didaktik imkoniyatlari nazariy jihatdan tahlil qilingan. Fizik va kolloid kimyo fanlarining matematik, eksperimental, modellashirish va abstrakt tasavvurlarga asoslangan o'ziga xos xususiyatlaridan kelib chiqib, raqamli texnologiyalarni ta'lim jarayoniga oddiy texnik vosita sifatida emas, balki ta'lim maqsadi, mazmuni, metodlari, vositalari, baholash va kutilayotgan natijalarni qayta tashkil etuvchi transformatsion omil sifatida qarash zarurligi asoslangan. Shuningdek, maqolada raqamli texnologiyalar real laboratoriya ishlarini to'liq almashtirmasligi, balki ularni tayyorlash, tushuntirish, modellashirish, takrorlash va tahlil qilish imkoniyatlarini kengaytirishi ilmiy-metodik jihatdan asoslangan.

Kalit so'zlar: Raqamli transformatsiya, fizik kimyo, kolloid kimyo, raqamli didaktika, virtual laboratoriya, kompyuter modellashirish, simulyatsiya, raqamli kompetensiya, blended learning, ta'lim analitikasi.

ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ: ПЕДАГОГИКО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ И ДИДАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Аннотация

В статье теоретически проанализированы педагогико-методическая сущность и дидактические возможности совершенствования процесса преподавания физической и коллоидной химии в высших образовательных учреждениях на основе цифровой трансформации. С учетом специфики физической и коллоидной химии, основанной на математических расчетах, экспериментальной деятельности, моделировании и формировании абстрактных представлений, обоснована необходимость рассматривать цифровые технологии не просто как технические средства обучения, а как трансформационный фактор, обеспечивающий системную перестройку целей, содержания, методов, средств обучения, оценивания и ожидаемых образовательных результатов. В статье также научно-методически обосновано, что цифровые технологии не должны полностью заменять реальные лабораторные работы, а призваны расширять возможности их подготовки, объяснения, моделирования, повторного выполнения и анализа результатов.

Ключевые слова: Цифровая трансформация, физическая химия, коллоидная химия, цифровая дидактика, виртуальная лаборатория, компьютерное моделирование, симуляция, цифровая компетентность, смешанное обучение (blended learning), образовательная аналитика.

THE PEDAGOGICAL AND METHODOLOGICAL ESSENCE AND DIDACTIC POSSIBILITIES OF DIGITAL TRANSFORMATION IN TEACHING PHYSICAL AND COLLOID CHEMISTRY

Annotation

This article theoretically analyzes the pedagogical and methodological essence and didactic possibilities of improving the teaching of physical and colloid chemistry in higher education institutions through digital transformation. Considering the specific characteristics of physical and colloid chemistry, which are based on mathematical calculations, experimental activities, modeling, and the formation of abstract representations, the study substantiates the need to view digital technologies not merely as technical teaching tools, but as a transformational factor that systematically restructures educational objectives, content, methods, tools, assessment, and expected learning outcomes. The article also provides a scientific and methodological justification that digital technologies should not completely replace real laboratory activities; rather, they should expand opportunities for their preparation, explanation, simulation, repetition, and analysis of experimental results.

Key words: Digital transformation, physical chemistry, colloid chemistry, digital didactics, virtual laboratory, computer modeling, simulation, digital competence, blended learning, learning analytics.

Kirish. Oliy ta'lim tizimida raqamli transformatsiya jarayonining jadallashuvi ta'lim mazmuni, o'qitish metodlari va pedagogik faoliyatni tashkil etishga nisbatan yangicha talablarni yuzaga keltirmoqda. Zamonaviy raqamli muhitda ta'limni raqamlashtirish faqat elektron darslik yoki taqdimotlardan foydalanish bilan chegaralanmaydi. Raqamli transformatsiya ta'lim jarayonining maqsadi, mazmuni, subyektlari o'rtasidagi munosabat, o'quv faoliyati, baholash va ta'lim natijalarini o'zaro bog'liq holda qayta tashkil etishni nazarda tutadi.

Mazkur jarayon, ayniqsa, tabiiy fanlarni, jumladan fizik va kolloid kimyoni o'qitishda alohida metodik ahamiyat kasb etadi. Chunki fizik kimyo termodinamika, kimyoviy kinetika, kimyoviy

muvozanat, elektrokimyo, fazalar muvozanati, eritmalar va boshqa jarayonlarning miqdoriy qonuniyatlarini o'rganishga asoslanadi. Kolloid kimyoda esa dispers sistemalar, sirt hodisalari, adsorbsiya, zeta-potensial, agregativ va sedimentatsion barqarorlik kabi ko'plab jarayonlar mikroskopik hamda makroskopik darajalar o'rtasidagi bog'liqlikni anglashni talab etadi.

An'anaviy o'qitish sharoitida bunday jarayonlarning ayrimlarini bevosita kuzatish imkoniyati cheklangan. Masalan, molekular harakati, zarrachalarning dispers muhitdagi dinamikasi, sirt hodisalari yoki kinetik jarayonlarning vaqt bo'yicha o'zgarishini real vaqt rejimida kuzatish murakkab. Raqamli modellashirish va simulyatsiyalar esa mazkur

jarayonlarni vizual, dinamik va boshqariladigan shaklda namoyish etish imkonini beradi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Fizik va kolloid kimyoni o'qitish metodikasiga oid ilmiy-pedagogik adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, mazkur fanlarni o'zlashtirishda talabalarning nazariy bilimlarini amaliy tajriba, modellashtirish, muammoli vaziyatlar va vizual taqdimotlar bilan uyg'unlashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, fizik-kimyoviy jarayonlarning mikroskopik va makroskopik darajalarda kechishi, termodinamik, kinetik, elektrokimyoviy hamda kolloid sistemalarga oid murakkab tushunchalarning abstraktligi an'anaviy o'qitish vositalaridan tashqari zamonaviy raqamli texnologiyalardan foydalanishni taqozo etmoqda. Pedagogik tadqiqotlarda multimedia, virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar, raqamli modellashtirish va interaktiv ta'lim platformalaridan foydalanish talabalarning o'quv-bilish faolligini oshirishi, murakkab jarayonlarni vizuallashtirish va tajriba natijalarini mustaqil tahlil qilish imkoniyatlarini kengaytirishi qayd etilgan.

Shu bilan birga, mavjud adabiyotlar tahlili fizik va kolloid kimyoni o'qitishda raqamli transformatsiya masalasining faqat alohida raqamli vositalardan foydalanish bilan cheklanmasligini ko'rsatadi. Raqamli transformatsiya ta'lim maqsadi, mazmuni, metodlari, o'qituvchi va talaba faoliyati, laboratoriya mashg'ulotlari, nazorat va baholash jarayonlarini yagona raqamli-didaktik tizim asosida qayta tashkil etishni nazarda tutadi. Ilmiy manbalarda virtual va masofaviy laboratoriyalar, adaptiv ta'lim, sun'iy intellekt, raqamli simulyatsiyalar hamda learning management system platformalarining imkoniyatlari keng yoritilgan bo'lsa-da, aynan fizik va kolloid kimyo fanining mazmuniy xususiyatlarini hisobga olgan holda ularni yagona pedagogik-metodik tizimga integratsiya qilish masalasi yetarlicha tizimlashtirilmagan. Shu sababli mazkur tadqiqotda raqamli transformatsiyaning pedagogik-metodik mohiyatini aniqlash, uning didaktik imkoniyatlarini belgilash va fizik hamda kolloid kimyoni o'qitish jarayoniga samarali integratsiya qilishning metodik asoslarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy muammo sifatida qaraladi.

1-jadval. Fizik va kolloid kimyoni o'qitishda raqamli transformatsiyaning tarkibiy komponentlari

Komponent	Mazmuni	Asosiy raqamli vositalar
Konseptual	Raqamli muhitda ta'lim maqsadlarini qayta belgilash	LMS, elektron kurs
Mazmuniy	Nazariy bilimlarni interaktiv va modellashtirilgan kontentga aylantirish	Simulyatsiya, animatsiya, multimedia
Texnologik	O'quv faoliyatini raqamli vositalar asosida tashkil etish	Virtual laboratoriya, mobil ilovalar
Faoliyatli	Talabani mustaqil tadqiqot va eksperimental faoliyatini kuchaytirish	Virtual tajriba, data analysis, Jupyter
Natijaviy	Fan va raqamli kompetensiyalarning integratsiyalashgan rivojlanishi	E-portfolio, learning analytics, raqamli baholash

Mazkur komponentlarning o'zaro integratsiyasi natijasida raqamli transformatsiya oddiy texnologik yangilikdan pedagogik tizimga aylanadi.

Tahlil va natijalar. Fizik va kolloid kimyo fanlarini raqamli transformatsiya qilish zarurati mazkur fanlarning didaktik xususiyatlari bilan bevosita bog'liq. Fizik kimyoda ko'plab qonuniyatlar matematik tenglamalar orqali ifodalanadi. Talaba ushbu tenglamalarni yodlab olish bilan cheklanib qolmasdan, parametrlarning o'zgarishi jarayon natijasiga qanday ta'sir qilishini tushunishi lozim.

Raqamli simulyatsiya bu jarayonni dinamik ko'rsatishga imkon beradi. Talaba harorat, konsentratsiya, bosim yoki boshqa parametrlarni o'zgartirib, natijani grafik ko'rinishida kuzatishi mumkin.

Kolloid kimyoda ham shunga o'xshash holat mavjud. Dispers sistemalarda zarracha o'lchami, sirt maydoni, dispers muhitning xususiyatlari, elektrolit konsentratsiyasi kabi omillarning ta'siri ko'pincha bevosita ko'zga tashlanmaydi.

Raqamli modellashtirish fizik kimyo uchun alohida ahamiyatga ega. Talaba tayyor modelni kuzatish bilan cheklanmay,

Tadqiqot metodologiyasi. Kimyo ta'limidagi virtual laboratoriyalar bo'yicha tizimli tadqiqotlar ularning o'quv natijalariga ijobiy ta'sir ko'rsatishi, ayniqsa, nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash imkonini berishini ko'rsatgan. Shu bilan birga, tadqiqotlarda virtual laboratoriyalarni real laboratoriya faoliyati bilan uyg'unlashtirish eng maqbul yondashuvlardan biri sifatida ko'rsatiladi [1].

Fizik kimyo laboratoriya mashg'ulotlarini blended learning asosida tashkil etish bo'yicha tadqiqotlarda videomateriallar, bulutli hisoblash, videokonferensiya, tajriba va ma'lumotlar tahlilini birlashtirish talabalarning o'quv faoliyatini yaxlit tashkil etishga yordam bergani ko'rsatilgan [3]. Shuningdek, fizik kimyoda interaktiv Python/Jupyter Notebook muhitlaridan foydalanish kinetika, Maksvell-Boltsman taqsimoti va matematik modellashtirish kabi mavzularni dinamik o'rganish imkonini yaratishi aniqlangan [4].

“Raqamli ta'lim” va “ta'limning raqamli transformatsiyasi” tushunchalarini o'zaro farqlash muhim. Raqamli ta'limda mavjud pedagogik jarayonga raqamli vositalar qo'shiladi. Raqamli transformatsiyada esa raqamli texnologiyalar ta'lim jarayonining ichki tuzilmasini o'zgartiradi.

Shu sababli fizik va kolloid kimyoni o'qitishda raqamli transformatsiyani quyidagicha ta'riflash mumkin:

Raqamli transformatsiya – fizik va kolloid kimyoni o'qitishning maqsad, mazmun, metod, vosita, o'quv faoliyati, baholash va ta'lim natijalarini raqamli muhit imkoniyatlari asosida tizimli ravishda qayta tashkil etish jarayonidir.

Raqamli transformatsiya birinchidan, raqamli texnologiya o'z-o'zicha maqsad emas, aniq didaktik vazifani hal qilishi kerak. Ikkinchidan, raqamli vosita o'qitish metodikasi bilan integratsiyalashgan holda qo'llanilishi zarur. Uchinchidan, transformatsiya natijasi talabani faqat raqamli vositadan foydalanish ko'nikmasida emas, balki predmet kompetensiyalari, tadqiqotchilik faoliyati, ma'lumotlarni tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish qobiliyatlarida namoyon bo'lishi kerak.

Raqamli transformatsiyaning pedagogik-metodik mohiyatini beshta komponent orqali ifodalash mumkin.

modeldagi parametrlarni o'zgartirib, gipoteza ilgari surishi va uning natijasini tekshirishi mumkin.

Masalan: “Harorat oshirilsa, reaksiyaning tezligi qanday o'zgaradi?”

degan savolga dastlab talaba nazariy gipoteza beradi. Keyin simulyatsiyada haroratni o'zgartirib, grafik natijani oladi va nazariy taxminini tekshiradi.

Natijada: gipoteza → tajriba → ma'lumot → tahlil → xulosa ilmiy tadqiqot sikli shakllanadi.

Bu jarayon talabani matematik, axborot va tadqiqotchilik kompetensiyalarini bir vaqtning o'zida rivojlantiradi.

Jupyter Notebook kabi interaktiv muhitlarda fizik kimyo masalalarini modellashtirish, parametrlarni o'zgartirish va natijalarni grafik ko'rinishda tahlil qilish imkoniyati mavjud [4].

Individual ta'lim imkoniyati: Raqamli platformalarda talaba o'zlashtirish tezligiga mos ravishda o'quv materialini takrorlashi mumkin.

Masalan, “Elektrokimyo” mavzusida talaba:

qisqa videoni ko'radi;

nazariy materialni o'rganadi;

interaktiv topshiriqni bajaradi;
simulyatsiyani ishga tushiradi;
testdan o'tadi;

xatolarini tahlil qiladi.
Bu jarayon individual ta'lim trayektoriyasini
shakllantiradi.

2-jadval. Raqamli-transformatsion metodik model

Bosqich	O'qituvchi faoliyati	Talaba faoliyati	Raqamli vosita	Kutilayotgan natija
1. Motivatsiya	Muammoli vaziyat yaratadi	Muammoni anglaydi	Video, animatsiya	Qiziqish
2. Nazariy tayyorgarlik	Raqamli kontent taqdim etadi	Mustaqil o'rganadi	LMS, e-kurs	Nazariy bilim
3. Raqamli model	Jarayonni modelashtiradi	Parametrlarni o'zgartiradi	Simulyator	Tushunish
4. Virtual tajriba	Eksperimentni boshqaradi	Virtual tajriba bajaradi	Virtual laboratoriya	Amaliy tayyorgarlik
5. Real tajriba	Laboratoriyani tashkil etadi	Tajribani bajaradi	Sensorlar, raqamli o'lchov	Amaliy ko'nikma
6. Ma'lumotlar tahlili	Tahlil algoritmini beradi	Grafik va hisob-kitob qiladi	Excel, Python	Tadqiqotchilik
7. Refleksiya	Savollar beradi	Natijani izohlaydi	E-portfolio	Metakognitiv faoliyat
8. Baholash	Raqamli baholashni amalga oshiradi	Test/topshiriq bajaradi	LMS, e-test	Kompetensiya

Ushbu modelning asosiy farqi shundaki, raqamli vosita darsning faqat bir bosqichida emas, balki butun didaktik sikl davomida qo'llaniladi. Fizik va kolloid kimyoni raqamli transformatsiya asosida o'qitishda birgina texnologiyaga tayanish yetarli emas. Texnologiya tegishli pedagogik yondashuv bilan birlashtirilishi kerak.

Birinchi navbatda, muammoli ta'lim qo'llanilishi mumkin. Masalan: "Haroratning oshirilishi barcha kimyoviy reaksiyalar tezligini bir xil darajada oshiradimi?". Talaba dastlab gipoteza beradi, keyin raqamli simulyatsiyada tajriba o'tkazadi va o'z gipotezasini tekshiradi.

Ikkinchi yondashuv – tadqiqotga asoslangan ta'lim. Bunda talaba tayyor xulosani qabul qilmaydi, balki savol qo'yadi, gipoteza yaratadi, tajriba o'tkazadi va ma'lumotlar asosida xulosa chiqaradi.

Uchinchi yondashuv – blended learning. Fizik kimyo bo'yicha tadqiqotlarda videodars, cloud computing, videokonferensiya va laboratoriya faoliyatini birlashtirgan blended learning modeli samarali tashkil etilgan [3].

To'rtinchi yondashuv – flipped classroom. Talaba nazariy materialni darsdan oldin raqamli platforma orqali o'rganadi, auditoriyada esa masala, tajriba va tadqiqot topshiriqlarini bajaradi.

Beshinchi yondashuv – STEM yondashuvi. Bunda fizik kimyo matematik modelashtirish, dasturlash, ma'lumotlar tahlili va muhandislik masalalari bilan bog'lanadi.

Shunday qilib, raqamli transformatsiya turli pedagogik yondashuvlarni yagona metodik muhitda integratsiyalash imkonini beradi.

Tahlil qilingan ilmiy manbalar fizik va kolloid kimyoni raqamli muhitda o'qitishning samaradorligi raqamli vositaning mavjudligiga emas, balki uning didaktik maqsad bilan qanchalik to'g'ri bog'langanligiga bevosita aloqador ekanligini ko'rsatadi.

Xulosa va takliflar. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, fizik va kolloid kimyoni o'qitishda raqamli transformatsiya faqat raqamli vositalarni dars jarayoniga kiritish emas, balki ta'limning maqsad, mazmun, metod, faoliyat va baholash komponentlarini yagona tizim asosida qayta tashkil etishni nazarda tutadi. Fanning abstrakt, matematik va eksperimental xususiyatlari virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar, raqamli modelashtirish va molekulyar vizualizatsiyadan samarali foydalanish imkonini beradi.

Shuningdek, virtual va real laboratoriya imkoniyatlarini uyg'unlashtirish, Jupyter Notebook kabi interaktiv muhitlardan foydalanish hamda sun'iy intellekt va ta'lim analitikasi elementlarini joriy etish talabalarning individual ta'lim trayektoriyasini shakllantirish, eksperimental natijalarni tahlil qilish va mustaqil tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirish imkonini kengaytiradi. Demak, raqamli transformatsiyaning pedagogik samaradorligi texnologiyaning murakkabligiga emas, balki uning aniq didaktik maqsadga muvofiq va metodik jihatdan integratsiyalashgan holda qo'llanilishiga bog'liq.

ADABIYOTLAR

1. Ali N., Ullah S. Review to Analyze and Compare Virtual Chemistry Laboratories for Their Use in Education // Journal of Chemical Education. – 2020. – Vol. 97, No. 10. – P. 3563–3574. – DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c00185.
2. 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.
3. Kuroki N., Mori H. Comprehensive Physical Chemistry Learning Based on Blended Learning: A New Laboratory Course // Journal of Chemical Education. – 2021. – Vol. 98, No. 12. – P. 3864–3870. – DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c00666.
4. Interactive Python Notebooks for Physical Chemistry // Journal of Chemical Education. – 2023. – Vol. 100, No. 2. – P. 933–940. – DOI: 10.1021/acs.jchemed.2c00665.
5. Nkanyani T.E. Virtual laboratories in chemistry education: a systematic review of primary and secondary schools // International Journal of Educational Sciences. – 2026. – Vol. 52, No. 2. – P. 68–85. – DOI: 10.31901/24566322.2026/52.02.1418.
6. Virtual Chemical Laboratories: A Systematic Literature Review of Research, Technologies and Instructional Design // Computers and Education Open. – 2021. – Vol. 2. – 100053.
7. Arynova K., Balykbayeva G. Features of online teaching of laboratory practices in physical chemistry at the university // Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning. – 2024. – DOI: 10.1080/02680513.2024.2442387.
8. Weibel J.D. Working toward a Paperless Undergraduate Physical Chemistry Teaching Laboratory // Journal of Chemical Education. – 2016. – Vol. 93. – P. 781–784. – DOI: 10.1021/acs.jchemed.5b00585.
9. Abduqodirov A.A., Pardaev A.X. Masofali o'qitish nazariyasi va amaliyoti. – Toshkent: Fan, 2009.
10. Jo'rayev R.H., Tolipov O'.Q. Pedagogik faoliyatda zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish. – Toshkent: Fan, 2011.