O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2025.27.12.K.01.13.M RAQAMLI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH

SAMARQAND DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

BOBOYAROVA NILUFAR SAYDULLAYEVNA

MAKTABDA KIMYONI SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA O‘QITISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

13.00.02 – Ta’lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi (kimyo)

Pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

UO‘K 372.854:004.8

Pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по педагогическим наукам

Contents of the Abstract of the Doctor of Philosophy (PhD) Dissertation in Pedagogical Sciences

Boboyarova Nilufar Saydullayevna
Maktabda kimyoni sun’iy intellekt texnologiyalari asosida o‘qitish metodikasini takomillashtirish.....3

Бобоярова Нилуфар Сайдуллаевна
Совершенствование методики преподавания химии в школе на основе технологий искусственного интеллекта.....27

Boboyarova Nilufar Saydullayevna
Improving the Methodology of Teaching Chemistry in Secondary Schools Based on Artificial Intelligence Technologies.....53

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati
Список опубликованных работ
List of published works.....58

O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2025.27.12.K.01.13.M RAQAMLI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH

SAMARQAND DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

BOBOYAROVA NILUFAR SAYDULLAYEVNA

MAKTABDA KIMYONI SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA O‘QITISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

13.00.02 – Ta’lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi (kimyo)

Pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3.PhD/Ped8144 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Samarqand davlat pedagogika institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.nuu.uz) va «Ziyonet» Axborot-ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	**Ixtiyarova Gulnora Akmalovna** kimyo fanlari doktori, professor
Rasmiy opponentlar:	**Bozorov Nurad Ismatovich** kimyo fanlari doktori, dotsent
	Berdiqulov Ravshan Shavkatovich pedagogika fanlari bo’yicha falsafa doktori PhD, dotsent
Yetakchi tashkilot:	**Navoiy davlat universiteti**

Dissertatsiya himoyasi O‘zbekiston Milliy universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.03/2025.27.12.K.01.13.M raqamli Ilmiy kengash asosidagi bir martalik Ilmiy kengashning 2026-yil «23» 11 soat 11:30 dagi majlisida bo‘lib o‘tadi (manzil: 100174, Toshkent shahri, Olmazor tumani, Universitet ko‘chasi, 4-uy. Tel.: (99871) 246-67-35/ faks: (99871) 246-02-24, e-mail: chem0102@mail.ru).

Dissertatsiya bilan O‘zbekiston Milliy universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (295-raqam bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100174, Toshkent shahri, Olmazor tumani, Universitet ko‘chasi, 4-uy. Tel.: (99871) 246-67-35.

Dissertatsiya avtoreferati 2026-yil «17» 11 kuni tarqatildi.

(2026-yil «13» 11 dagi 3/1 raqamli reestr bayonnomasi).

T.S. Xoliqov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy raisi, k.f.d., professor

U.O‘.Ro‘zmetov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash kotibi, k.f. d., professor (v.b)

I.A.Abdugafurov
Bir martalik ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, k.f.d., dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda hozirgi kunda raqamli transformatsiya sharoitida ta’lim tizimiga sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining jadal kirib kelishi kimyo fanini o‘qitish metodikasini zamonaviylashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Kimyo fanini o‘qitishda murakkab nazariy tushunchalar, atom-molekulyar jarayonlar, kimyoviy reaksiya mexanizmlari va maktab laboratoriya tajribalarini interaktiv hamda vizual shaklda tushuntirish orqali an’anaviy yondashuvdagi abstraktlikni bartaraf etish imkoniyatlari kengayib bormoqda. O‘quvchilarning mustaqil izlanish va amaliy kompetensiyalarini shakllantirishdagi mavjud muammolarni hal etishda sun’iy intellekt asosidagi adaptiv o‘qitish texnologiyalarini qo‘llash, xususan, o‘quvchilarning bilim darajasini individual tahlil qilish, differensial topshiriqlar yaratish va real vaqt rejimida tahliliy-tanqidiy fikrlashni rivojlantirish orqali o‘quv jarayonini individuallashtirish muhim amaliy ahamiyat kasb etmoqda.

Jahonda yetakchi tadqiqotchi olimlar va ilmiy markazlar tomonidan ta’lim jarayonlarini raqamlashtirish hamda sun’iy intellekt texnologiyalarini o‘quv amaliyotiga uzviy integratsiya qilishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Xususan, katta hajmdagi ma’lumotlarni (Big Data) tahlil qilish, bilimlarni baholashning avtomatlashtirilgan mexanizmlarini joriy etish, o‘quvchilarning individual ehtiyojlariga moslashtirilgan ta’limni tashkil etish hamda interaktiv o‘quv muhitini yaratish kabi SI imkoniyatlaridan foydalangan holda, kimyo fanini o‘qitish metodikasini takomillashtirish bo‘yicha keng qamrovli izlanishlar olib borilmoqda. Aynan ushbu izlanishlar kimyo ta’limida zamonaviy pedagogik yondashuvlar hamda sun’iy intellektga asoslangan innovatsion texnologiyalarni qo‘llash orqali ta’lim sifati va samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlarni yanada rivojlantirishda o‘ziga xos ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizda umumiy o‘rta ta’lim tizimini raqamlashtirish, zamonaviy pedagogik texnologiyalarni o‘quv jarayoniga uzluksiz joriy etish hamda tabiiy fanlarni o‘qitish sifatini oshirish davlat siyosati darajasiga ko‘tarilgan bo‘lib, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilgacha rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi qarorida ta’lim, ilm-fan va raqamli iqtisodiyot sohalariga ushbu texnologiyalarni keng joriy etish bo‘yicha qator muhim vazifalar belgilab berilgan. Mazkur huquqiy-me’yoriy hujjatda zamonaviy raqamli ta’lim platformalarini rivojlantirish, umumiy o‘rta ta’lim muassasalarida o‘quvchilarning raqamli kompetensiyalarini shakllantirish, interaktiv ta’lim muhitini yaratish hamda sun’iy intellektga asoslangan o‘quv resurslaridan samarali foydalanish kabi ustuvor yo‘nalishlar belgilangani bevosita kimyo fanini sun’iy intellekt asosida o‘qitish metodikasini takomillashtirish, maktab o‘quvchilari tomonidan kimyoviy bilimlarni chuqur o‘zlashtirishini ta’minlash hamda o‘quv jarayoni samaradorligini oshirish bo‘yicha amalga oshiriladigan ilmiy tadqiqotlar dolzarbligini yanada kuchaytiradi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilgacha rivojlantirish strategiyasini

tasdiqlash to‘g‘risida”gi Qarori,[1] 2020-yil 27-fevraldagi PQ-4623-son “Pedagogik ta’lim sohasini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori,[2] 2023-yil 11-sentabrdagi PF-158-son “O‘zbekiston-2030” strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmonlari,[3] 2019-yil 29-apreldagi PF-5712-son “O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi”,[4] 2021-yil 17-fevraldagi PQ-4996-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini yaratish va ulardan foydalanish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarorlari[5] ta’lim tizimiga sun’iy intellekt, raqamli ta’lim texnologiyalarini keng joriy etishga oid boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlar mazkur tadqiqotning nazariy va amaliy ahamiyatini belgilaydi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot ishi respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining I. “Axborotlashgan jamiyat va demokratik davlatning ijtimoiy, huquqiy, iqtisodiy, madaniy, ma’naviy-ma’rifiy rivojlanishida innovatsion g‘oyalar tizimini shakllantirish va ularni amalga oshirish yo‘llari” ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Mamlakatimizda elektron ta’lim, raqamli o‘quv resurslari hamda innovatsion metodikalarning nazariy va amaliy asoslari R.E. Jumamuratov, V.E. Ergashev, F.A. Alimova, M.Sh. Ahadov, D.S. Sarimova, I.E. Shernazarov, X.N. Xasanova, G.I. Sapayeva, N.X. Jo‘raqulova, G.B. Bekmanova, Sh.X. Shomurotova kabi olimlarning ilmiy ishlarida keng yoritilgan. Mazkur tadqiqotchilar tomonidan pedagogik portallar, elektron darsliklar yaratish hamda ta’lim jarayonida o‘qituvchining fasilitatorlik (yo‘naltiruvchi) rolini oshirish kabi masalalar doirasida salmoqli natijalarga erishilgan. Biroq, ushbu ilmiy izlanishlarning aksariyati umumiy didaktik tamoyillarni tadqiq etishga qaratilgan bo‘lib, sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarini bevosita kimyo darslari bilan integratsiyalash hamda uning pedagogik samaradorligini eksperimental (tajriba-sinov) asosda tekshirish masalalari yetarlicha o‘rganilmay, ochiq qolib kelgan.

MDH mamlakatlarida faoliyat yuritayotgan olimlardan D. Raxmet, B. Kiikov, A. Akbope (Qozog‘iston), A.S. Gorodenskaya, E.S. Artemyeva, S.G. Chaykov, D.N. Kojevnikov (Rossiya) kabi tadqiqotchilar sun’iy intellekt, interaktiv axborot muhiti, virtual laboratoriyalar, raqamli topshiriqlar hamda kimyoviy jarayonlarni modellashtirishning ayrim pedagogik xususiyatlarini alohida o‘rganishgan.

---

[1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilgacha rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Qarori // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, https://lex.uz/docs/7093365

[2] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 27-fevraldagi PQ-4623-son “Pedagogik ta’lim sohasini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, https://lex.uz/docs/4749263

[3] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi PF-158-son “O‘zbekiston – 2030” strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, https://lex.uz/docs/6600404

[4] 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 // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, https://lex.uz/docs/4312785

[5] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi PQ-4996-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, https://lex.uz/docs/5297051

Xorij mamlakatlarida sun’iy intellekt texnologiyalari asosida ta’lim jarayonini tashkil etish bo‘yicha Sh. Mandina (Zimbabve), Z. Tatlı (Turkiya), A.I. Gambari (Nigeriya), M.C. Manyilizu (Tanzaniya), R. Blonder, Y. Feldman-Maggor (Isroil), J. Huwer (Germaniya), F. Lizano-Sánchez (Kosta-Rika) va T.M. Clark (AQSh) kabi xorijiy olimlar tomonidan keng ko‘lamli ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Xususan, Sh. Mandina kimyo ta’limida SI vositalaridan, Z. Tatlı va A. Ayas 9-sinf kimyo darslarida virtual laboratoriyalardan, A.I. Gambari virtual laboratoriya hamda hamkorlikdagi ta’limdan, M.C. Manyilizu esa laboratoriya jihozlari yetishmaydigan maktablarda virtual tajribalardan foydalanish metodikasini tadqiq qilgan. O‘z navbatida, R. Blonder, Y. Feldman-Maggor va J. Huwer generativ SIni kimyo ta’limiga pedagogik jihatdan to‘g‘ri integratsiya qilish, o‘qituvchilarning SI kompetensiyasini oshirish hamda SI javoblarini tanqidiy baholash masalalarini o‘rgangan bo‘lsa, F. Lizano-Sánchez masofaviy kimyo laboratoriyasiga SI yordamchisini tatbiq etgan, T.M. Clark esa ChatGPT tizimining kimyoviy savollarga bergan javoblarini tanqidiy tekshirish zaruriyatini ilmiy asoslagan.

Mazkur xorijlik mualliflarning ilmiy ishlari ushbu dissertatsiya tadqiqoti uchun uchta asosiy yo‘nalishda metodologik tayanch vazifasini o‘taydi: birinchidan, generativ SI javoblarini ishonchli ilmiy manbalar orqali verifikatsiya qilish ehtiyoji (T.M. Clark, R. Blonder, Y. Feldman-Maggor, J. Huwer); ikkinchidan, virtual laboratoriyalarning didaktik funksiyasi va ularning real tajribalarga nisbatan tutgan o‘rni (Z. Tatlı, A.I. Gambari, M.C. Manyilizu, F. Lizano-Sánchez); uchinchidan, o‘qituvchining SI bilan ishlash kompetensiyasi hamda uning vositachi-nazoratchi sifatidagi roli (J. Huwer, Sh. Mandina). Shu bilan birga, joriy tadqiqotda sun’iy intellekt ta’limi, mashinali o‘qitish algoritmlariga asoslangan adaptiv tizimlar, intellektual tyutorlar, onlayn va ta’lim texnologiyalari, mustaqil ta’lim hamda kognitiv fanlar yo‘nalishidagi zamonaviy xalqaro tadqiqotlar natijalari ham tahlilga jalb etildi.

Biroq, tahlil qilingan ushbu ishlarning birortasida sun’iy intellekt texnologiyalari maktab kimyo kursining muayyan mazmuniy bo‘limlari doirasida takroran bajariladigan va ilmiy verifikatsiya bosqichi majburiy etib belgilangan yaxlit metodik sikl shaklida amaliyotga joriy etilmagan (operatsionallashtirilmagan). Aynan ushbu mavjud metodik bo‘shliqni to‘ldirish zarurati mazkur dissertatsiya ishining bosh ilmiy muammosini tashkil etadi.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlar rejasi bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Samarqand davlat pedagogika instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining “Pedagogika sohasidagi hududiy ta’lim muammolarini hal etishga yo‘naltirilgan ilmiy-metodik tadqiqotlarni raqamli transformatsiya, sun’iy intellekt imkoniyatlari, innovatsion texnologiyalar va ilg‘or xorijiy tajribalarni integratsiyalash vositasida rivojlantirish hamda takomillashtirish” nomli ustuvor yo‘nalish doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi: umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 8–9-sinflarida kimyo fanini o‘qitish metodikasini sun’iy intellekt texnologiyalarini loyihaviy ta’lim, hamkorlikdagi ta’lim va keys-stadi (case study) metodlari bilan integratsiyalash asosida takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

8–9-sinflarda kimyoning metallmaslar va metallar mavzularini sun’iy intellekt vositalari, loyihaviy ta’lim, hamkorlikdagi ta’lim va Case Study metodi asosida o‘qitishning pedagogik modelini ishlab chiqish hamda uni amalga oshirishning pedagogik shart-sharoitlarini asoslash;

kimyo darslarida sun’iy intellektdan foydalanishning diagnostika, adaptiv topshiriq, generativ yordam, ilmiy tekshiruv, qayta aloqa va o‘qituvchi qarori bosqichlarini qamrab oluvchi metodik siklini ishlab chiqish hamda uni texnologik xaritalarda aks ettirish;

metodikani amalga oshirish uchun o‘quv-metodik majmua va “chemia.uz” raqamli platformasini ishlab chiqish, o‘quvchilar bilimini baholash mezonlari hamda sun’iy intellektdan xavfsiz foydalanish qoidalarini ishlab chiqib, amaliyotga joriy etish;

metodikaning samaradorligini tajriba va nazorat guruhlaridagi o‘quvchilar bilim ko‘rsatkichlarining o‘sishini qiyoslash orqali baholash hamda tajriba-sinov natijalarini matematik-statistik usullar yordamida tahlil qilish.

Tadqiqotning obyekti: umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 8–9-sinflarida kimyo fanini sun’iy intellekt texnologiyalari asosida o‘qitish jarayoni.

Tadqiqotning predmeti: 8–9-sinflarda kimyoni sun’iy intellekt texnologiyalari asosida o‘qitish metodikasining mazmuni, shakllari, metodlari, vositalari va pedagogik shart-sharoitlari.

Tadqiqotning usullari: Tadqiqotda pedagogik, psixologik va metodik manbalar, didaktik adabiyotlar, DTS, o‘quv reja va dasturlar, o‘quv-me’yoriy hujjatlar, darslik va o‘quv-metodik adabiyotlarni qiyosiy o‘rganish va tahlil qilish, ijtimoiy-pedagogik (kuzatish, suhbat, tashxislash, so‘rovnoma, test), tajriba-sinov va monitoring usullari qo‘llanilgan. Olingan natijalar matematik-statistik usullar — tavsifiy statistika, Welch t-mezoni, kirish testi kovariat sifatida kiritilgan kovariatsion tahlil (ANCOVA), ko‘p darajali (aralash effektli) model, klaster-mustahkam standart xatolar, effekt hajmi ko‘rsatkichlari (Cohen’s d, Hedges’ g, qisman η^2), khi-kvadrat mezoni va Cramer’s V koeffitsiyenti hamda test ichki muvofiqligini baholovchi Cronbach alfa koeffitsiyenti — yordamida qayta ishlangan; shu asosda natijalarning ishonchliligi va amaliy ahamiyati aniqlangan hamda tegishli xulosalar chiqarilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi:

8–9-sinflarda kimyoning metallmaslar va metallar mavzularini o‘qitishning pedagogik modeli sun’iy intellekt vositalarini loyihaviy ta’lim, hamkorlikdagi ta’lim va keys metodi bilan integratsiyalash asosida takomillashtirilgan hamda uni amalga oshirishning pedagogik shart-sharoitlari asoslangan;

kimyo darslarida sun’iy intellektdan foydalanishning diagnostika, adaptiv topshiriq, generativ yordam, ilmiy tekshiruv, qayta aloqa va o‘qituvchi qaroridan iborat metodik sikli ishlab chiqilgan hamda har bir bosqichdagi o‘qituvchi va o‘quvchi faoliyati texnologik xaritalarda aniqlashtirilgan;

kimyoni o‘qitishning o‘quv-metodik ta’minoti adaptiv topshiriqlar, bilimni baholash mezonlari, sun’iy intellekt javoblarini ilmiy tekshirish va undan xavfsiz foydalanish qoidalarini “chemia.uz” raqamli platformasida o‘zaro bog‘liq holda qo‘llash asosida takomillashtirilgan;

takomillashtirilgan metodika qo‘llanilgan tajriba guruhlarida o‘quvchilar bilim ko‘rsatkichlarining o‘sishi nazorat guruhlariga nisbatan yuqori ekanligi boshlang‘ich bilim darajasi hamda sinf va maktab darajasidagi guruhlanishni hisobga olgan matematik-statistik tahlil asosida aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari. 8–9-sinf kimyo fanini sun’iy intellekt texnologiyalari asosida o‘qitish bo‘yicha pedagogik model ishlab chiqildi va amaliyotga joriy etish uchun tavsiya etilgan;

sun’iy intellekt vositalari yordamida shakllantiriladigan adaptiv topshiriqlar va testlar tizimi ishlab chiqilib, u bilan funksional jihatdan farqlanadigan simulyatsion-vizual resurslardan (virtual laboratoriyalar va 3D modellar) o‘quv jarayonida bir-birini to‘ldiruvchi komponentlar sifatida foydalanish imkoniyati asoslab berilgan;

o‘quvchilarning bilim darajasini diagnostika qilish va monitoring qilishga mo‘ljallangan metodik-diagnostik vositalar majmuasi (kirish va chiqish testlari, baholash mezonlari hamda o‘quvchi faoliyatini kuzatish kartalari) ishlab chiqilgan va tajriba-sinov (2024–2025–yillarda) davomida barcha kirish va chiqish testlari dastlab texnik jihatdan “xm.ziyopedia.uz” va API-lokal muhitida o‘tkazilgan bo‘lib, tajriba yakunlangach, olingan natijalar asosida platforma modernizatsiya qilindi va rasmiy “chemia.uz” domeni ostida yagona tizimga birlashtirildi;

taklif etilgan metodika asosida kimyo darslarini tashkil etish bo‘yicha amaliy tavsiyalar va darslik tayyorlangan;

sun’iy intellekt vositalari integratsiya qilingan kompleks metodikaning samaradorligi pedagogik tajriba-sinov ishlari natijalari bilan tasdiqlanib, uning o‘quvchilarning bilim darajasi va o‘quv faolligini oshirishga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi: qo‘llanilgan yondashuv va usullarning tadqiqot maqsad hamda vazifalariga muvofiqligi, nazariy qismning amaldagi me’yoriy-huquqiy hujjatlar va tekshirilgan ilmiy manbalarga tayanishi, tajriba-sinov ishlarining Samarqand, Navoiy va Qashqadaryo viloyatlarining 13 ta umumta’lim maktabida 8–9-sinflarning 2473 nafar o‘quvchisi ishtirokida tajriba va nazorat guruhlari ajratilgan holda o‘tkazilishi, kirish va chiqish testlarining bir xil mazmuniy spetsifikatsiya va baholash mezonlari asosida qo‘llanilishi hamda olingan birlamchi ma’lumotlarning matematik-statistik usullar (kirish testi kovariat sifatida kiritilgan kovariatsion tahlil — ANCOVA, o‘quvchi–sinf–ta’lim muassasasi ierarxiyasi hisobga olingan ko‘p darajali aralash effektli model, Welch t-mezoni, klaster-mustahkam standart xatolar va effekt hajmi ko‘rsatkichlari) yordamida individual ballar darajasida qayta ishlanishi bilan ta’minlangan. Rasmiy manbalardan olingan yondashuv va usullar, nazariy ma’lumotlar qo‘llanilganligi, respublikamiz va xorijiy mamlakatlar olimlari hamda amaliyotchilarining ishlariga asoslanganligi; matematik-statistik usullar yordamida o‘tkazilgan tahlillar va eksperimental ishlarning samaradorligi tasdiqlanganligi, xulosa va tavsiyalarning amaliyotga joriy etilganligi, olingan natijalarning vakolatli idoralar tomonidan tasdiqlanganligi bilan ta’minlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati: umumiy o‘rta ta’lim maktablarida kimyoni o‘qitishda sun’iy intellekt vositalarini loyihaviy ta’lim, hamkorlikdagi ta’lim va keys metodi bilan integratsiyalashning pedagogik modeli

hamda uni amalga oshirish shart-sharoitlari asoslangani bilan belgilanadi. Diagnostika, adaptiv topshiriq, generativ yordam, ilmiy tekshiruv, qayta aloqa va o‘qituvchi qarorini birlashtiruvchi metodik sikl o‘quvchilarning kimyoviy bilimlarni o‘quv va hayotiy vaziyatlarda qo‘llashi, yangi vaziyatlarga ko‘chirishi hamda mustaqil o‘quv faoliyatini tashkil etishning metodik asoslarini aniqlashtiradi. Mazkur faoliyat yo‘nalishlari metodikaning didaktik imkoniyatlarini ifodalaydi; tajriba-sinovda bevosita baholangan natija o‘quvchilarning kimyoviy bilim ko‘rsatkichlaridir.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundan iboratki, ishlab chiqilgan texnologik xaritalar, dars ishlanmalari, adaptiv topshiriqlar, baholash mezonlari va “chemia.uz” platformasidan 8–9-sinflarning kimyo darslarida foydalanish mumkinligi bilan izohlanadi. O‘quv-metodik majmua o‘quvchilarning mustaqil o‘quv faoliyatini, guruh muhokamasini, sun’iy intellekt javoblarini ilmiy manbalar bilan tekshirishini hamda kimyoviy bilimlarni o‘quv va hayotiy vaziyatlarda qo‘llashini tashkil etishga xizmat qiladi. Baholash vositalari o‘quvchining bilimdagi xatolarini aniqlash, unga qayta aloqa berish va keyingi topshiriqni tayyorgarligiga moslashtirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.

kimyo bo‘yicha diagnostika va monitoring vositasi sifatida ishlab chiqilgan mualliflik raqamli platformasi umumiy o‘rta ta’lim amaliyotiga joriy etildi. Platforma 2024 va 2025 yillarida dastlab “xm.ziyopedia.uz” texnik platformasi va API-lokal integratsiyasi negizida sinovdan o‘tkazildi. Eksperiment yakunlanib, monitoring natijalari olingach, dasturiy mantiq to‘liq “chemia.uz” mustaqil domeniga o‘tkazildi va amaliyotga tavsiya etildi. Platforma 2024–2025–yillarida Navoiy, Qashqadaryo va Samarqand viloyatlarining 13 ta ta’lim muassasasida, 83 ta sinf-guruhda, 2 473 nafar o‘quvchi ishtirokida sinovdan o‘tkazilib, kirish va chiqish testlarini o‘tkazish, natijalarni avtomatik qayd etish, adaptiv topshiriq berish hamda sun’iy intellekt bilan tuzilmali muloqotni tashkil etish vositasi sifatida qo‘llanildi. Natijada o‘qituvchining diagnostika va monitoring bo‘yicha mehnat sarfi qisqarib, o‘quvchining har bir topshiriq bo‘yicha natijasi va sun’iy intellekt bilan ishlash faoliyati hujjatlashtiriladigan shaklga keltirildi;

kimyo fanini sun’iy intellekt asosida o‘qitish metodikasini takomillashtirish borasida maktab kimyo ta’limida kimyoni sun’iy intellekt texnologiyalari bilan integratsiyalashgan holda o‘qitishning ilmiy-metodik asoslari ishlab chiqishda (Samarqand viloyati Maktabgacha va maktab ta’limi boshqarmasi tomonidan tasdiqlangan 2026-yil 16-yanvardagi ma’lumotnomasi) foydalanilgan. Natijada, umumiy o‘rta ta’lim muassasalarida anorganik kimyoni sun’iy intellekt asosida o‘qitish samaradorligini oshirishga xizmat qilgan;

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan chop etishga ruxsat etilgan “Kimyo” darsligi (Toshkent davlat texnika universiteti 2026-yil 22-apreldagi 01-9-05-309-sonli buyrug‘iga asosan nashr ruxsatnomasi olingan) – mazkur darslik oliy ta’lim tashkilotlari talabalari uchun tayyorlangan bo‘lib, unda tadqiqot doirasida shakllangan ayrim ilmiy-metodik yondashuvlardan qo‘shimcha manba sifatida foydalanilgan. Natijada o‘quv jarayonida o‘quvchilarning kimyoviy bilimlarni o‘zlashtirish samaradorligini oshirish, darslik materiallarini raqamli ta’lim

manbalari bilan integratsiya qilish hamda o‘qitish jarayonini zamonaviy pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etishga xizmat qiladi;

kimyo darsligi mazmuni noorganik kimyo fanini o‘qitish jarayonida talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, amaliy-tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirish hamda kimyoviy jarayonlarni tahlil qilish kompetensiyalarini shakllantirishga yo‘naltirilgan holda takomillashtirilgan. Darslikda bayon etilgan ilmiy-nazariy materiallar va amaliyotga yo‘naltirilgan ma’lumotlardan foydalanish bo‘yicha tavsiyalar Qo‘rqit Ota nomidagi Qizilo‘rda universiteti Tabiiy fanlar institutining “Biologiya, geografiya va kimyo” ta’lim dasturi yig‘ilishida ko‘rib chiqilib, ma’qullangan (Qo‘rqit Ota nomidagi Qizilo‘rda universiteti Tabiiy fanlar institutining 2026-yil 20-oktabrdagi 2-sonli ma’lumotnomasi). Natijada, darslik noorganik kimyo fanidan ma’ruza, amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish, talabalarning mustaqil ta’limini rivojlantirish hamda o‘quv-uslubiy materiallar mazmunini boyitishda foydalanish uchun tavsiya etilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi: Mazkur tadqiqot natijalari 9 ta xalqaro va 3 ta respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plamlarida e’lon qilingan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi: Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 19 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan 1 ta darslik, 6 ta ilmiy maqola hamda 12 ta xalqaro va respublika ilmiy-amaliy anjumanlari materiali; O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlar 6 ta maqola (5 ta respublika va 1 ta xorijiy jurnallarda) chop etilgan. Dissertatsiyaning asosiy ilmiy natijalari va ularni aks ettiruvchi nashrlar o‘rtasidagi mazmuniy moslik IV-ilovada keltirilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi: Dissertatsiya kirish, uch bob, xulosa va tavsiyalar, foydalanilgan adabiyotlar hamda ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning matn qismi 120 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida zamonaviy ta’lim tizimida sun’iy intellekt (SI) texnologiyalari va raqamli vositalardan foydalanish orqali o‘quvchilarning tahliliy hamda tanqidiy fikrlashini rivojlantirish masalalari yoritilgan. Xususan, umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 8–9-sinflari kimyo fani misolida mavhum tushunchalarni o‘zlashtirish va o‘quvchilarda tadqiqot ko‘nikmalarini shakllantirishning dolzarbligi asoslab berilgan. Shuningdek, raqamli ta’lim muhitida interaktiv monitoring va adaptiv topshiriqlar vositasida o‘quvchilarning bilim olish dinamikasini kuzatish, ularning shaxsiy ta’lim traektoriyasini belgilash hamda ta’limda individual yondashuvni ta’minlash imkoniyatlari ochib berilgan.

Ta’lim jarayonida o‘qituvchining fasilitator sifatidagi roli, generativ yordam va ilmiy verifikatsiya yondashuvlari tahlil qilinib, mualliflik “DAGVQO” sikli asosida o‘quvchilarning kimyoviy bilimlarni mustaqil egallashi hamda mantiqiy fikrlashini rivojlantirish mexanizmlari ko‘rsatilgan. Natijada, kimyo ta’limiga sun’iy intellekt texnologiyalarini integratsiya qilish orqali o‘quvchilarning bilim va ko‘nikmalarini

takomillashtirish zaruriyati dalillanib, tadqiqotning umumiy yo‘nalishi qisqacha bayon etilgan.

Dissertatsiyaning **“Maktabda kimyo fanini sun’iy intellekt texnologiyalari asosida o‘qitishning nazariy-metodologik asoslari”** deb nomlangan birinchi bobida umumiy o‘rta ta’lim maktablarida kimyo fanini o‘qitishning joriy holati, SI texnologiyalarining didaktik imkoniyatlari hamda cheklovlari yoritilgan. Shuningdek, mazkur texnologiyalarni loyihaviy ta’lim, hamkorlikdagi ta’lim va keys metodlari bilan integratsiyalash tamoyillari tahlil qilingan.

Nazariy tahlillar natijasida amaliyotdagi uchta asosiy metodik muammo aniqlandi: ko‘z bilan bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan jarayonlarni tushuntirish; tayyorgarlik darajasi turli xil bo‘lgan o‘quvchilarga moslashtirilgan (adaptiv) yordam ko‘rsatish; SI tomonidan taqdim etilgan axborotning kimyoviy jihatdan to‘g‘riligini ilmiy tekshirish.

Konstruktiv yondashuvga ko‘ra, o‘quvchi savol berish, kuzatish, taqqoslash va xulosa chiqarish orqali yangi bilimlarni mustaqil shakllantiradi. Ijtimoiy hamkorlik jarayonida esa fikrlar o‘zaro muhokama qilinib, ilmiy dalillar bilan asoslanadi. Bu jarayonda sun’iy intellekt dastlabki tushuntirishlarni beruvchi yoki muqobil yechimlarni taklif qiluvchi vosita sifatida ishtirok etadi. Biroq SI javoblari o‘quvchi uchun tayyor xulosa hisoblanmaydi; haqiqiy bilim o‘quvchi ushbu axborotni ilmiy-tanqidiy tekshiruvdan o‘tkazganidan so‘ngina shakllanadi.

Loyihaga asoslangan ta’lim (PBL) yakuniy mahsulotni yaratish va uni himoya qilishga; hamkorlikdagi ta’lim (CL) umumiy maqsad sari intilish, o‘quvchilar o‘rtasida rollarni taqsimlash hamda individual mas’uliyatni shakllantirishga; keys metodi esa muammoli vaziyatlarni kimyoviy dalillar asosida tahlil qilishga yo‘naltiriladi. Tadqiqotning ilmiy yangiligi mazkur pedagogik metodlarni alohida-alohida qo‘llashda emas, balki ularni kimyo fanining muayyan mavzulari doirasida sun’iy intellekt vositalari hamda majburiy ilmiy verifikatsiya (tekshirish) amaliyoti bilan o‘zaro integratsiyalash orqali izohlanadi.

Ta’lim jarayonida generativ sun’iy intellekt vositalari, simulyatsiya modellari va real pedagogik (kimyoviy) tajribalar funksional jihatdan bir-biridan tubdan farq qiladi. Xususan, generativ vosita berilgan so‘rov (promt) asosida matnli yoki vizual javob shakllantirsa, simulyatsiya dasturlari belgilangan matematik-algoritmik parametrlar doirasida jarayonni modellashtiradi; real tajriba esa bevosita amaliy kuzatuv orqali ishonchli empirik dalillarni taqdim etadi.

Shuni alohida ta’kidlash lozimki, dasturda virtual laboratoriya yoki 3D formatdagi vizual tasvirlarning mavjudligi uni to‘laqonli sun’iy intellekt tizimiga aylantirmaydi. Shu sababli, simulyatsiya natijalarini real tajribada o‘lchangan empirik qiymatlar bilan aynanlashtirish hamda ularni bir-birining o‘rnida qabul qilish metodologik jihatdan noto‘g‘ri hisoblanadi.

Dissertatsiyaning **“Kimyo fanini sun’iy intellekt texnologiyalari asosida o‘qitish metodikasini takomillashtirish”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan pedagogik model, olti bosqichli metodik sikl, “Metallmaslar” va “Metallar” bo‘limlari bo‘yicha yaratilgan texnologik xaritalar, shuningdek, mualliflik asosida yaratilgan “chemia.uz” platformasi hamda unga integratsiya qilingan baholash tizimining mazmun-mohiyati batafsil yoritilgan.

Tavsiya etilayotgan pedagogik model ijtimoiy buyurtma va maqsad, metodologik asoslar, sun’iy intellektning ta’limdagi o‘rni, interfaol metodlar, o‘quv jarayoni, tajriba-sinov bosqichlari, baholash mezonlari hamda kutilayotgan natijalar kabi o‘zaro uzviy bog‘liq bloklarni o‘zida mujassam etadi.



1-rasm. SI bilan integratsiyalashgan kimyo ta’limining pedagogik modeli

Mazkur model bloklari o‘rtasidagi tarkibiy va mantiqiy bog‘lanishlar 1-rasmda o‘z aksini topgan. Unga ko‘ra, baholash natijalari asosida keyingi o‘quv topshiriqlari o‘quvchining o‘zlashtirish darajasiga moslashtiriladi (adaptivlashtiriladi). O‘qituvchi esa o‘quv traektoriyasidagi bu o‘zgarishlarni ilmiy va pedagogik jihatdan tahlil qilib, amaliy asoslab boradi.

Tadqiqotning mazmun doirasida umumta’lim maktablarining 8-sinf kursi bo‘yicha V, VI va VII guruh asosiy guruhcha metallmaslari; 9-sinf kursi bo‘yicha esa ishqoriy metallar, kalsiy (Ca), magniy (Mg), alyuminiy (Al), shuningdek, I va II guruh yonaki guruhcha metallari hamda xrom (Cr), marganets (Mn) va temir (Fe) mavzulari qamrab olingan. Kimyoviy guruhlar tasnifi dissertatsiyada tayanch manba sifatida olingan darsliklarga muvofiq qisqa shaklda keltirilgan. Har bir mavzu o‘quvchilarda nazariy bilim, amaliy ko‘nikma va ularni hayotga tatbiq etish kompetensiyalarini shakllantirishga qaratilgan vazifalar orqali ochib berilgan.

Tavsiya etilayotgan pedagogik modelni amaliyotda qo‘llashning asosiy shartlari quyidagilardan iborat: o‘qituvchining kimyoviy hamda raqamli kompetensiyaga ega bo‘lishi; o‘quvchilarning yosh xususiyatlariga mos topshiriqlar tanlanishi; ilmiy jihatdan ishonchli manbalardan foydalanish; ta’lim jarayonida o‘quvchining individual hissasini inobatga oluvchi baholash tizimi; mavjud texnik imkoniyatlarga mos ish tartibini o‘rnatish; shaxsiy ma’lumotlarni himoya qilish (axborot xavfsizligi) hamda akademik halollik tamoyillariga qat’iy rioya etish.

Ushbu jarayonda o‘qituvchi SI tomonidan taqdim etilgan javoblarning ilmiy-metodik maqbulligini baholaydi, o‘quvchilar yo‘l qo‘ygan xatolarni tahlil qiladi va shunga asosan keyingi o‘quv topshiriqlarini belgilaydi. O‘quvchi esa o‘z so‘rovini (promt), SIdan olingan javobni, uni tekshirish uchun keltirilgan ilmiy dalillarni va o‘zining mustaqil xulosasini taqdim etadi.

Olti bosqichli metodik siklning har bir bosqichi o‘zining aniq kutilayotgan natijalariga ega (1-jadvalga qarang). Unda diagnostika va o‘quvchilarga ko‘rsatiladigan pedagogik yordam ularning individual tayyorgarlik darajasiga moslashtiriladi (adaptivlashtiriladi); olingan axborotlarning ilmiy tekshiruvi (verifikatsiyasi) ijtimoiy hamkorlikda bajariladi; yakuniy pedagogik qaror qabul qilish esa o‘qituvchi vakolatida qoladi.

1-jadval

Metodik siklning bosqichlari va kutilayotgan natijalari

Bosqich	Asosiy faoliyat	Natija
Diagnostika	Boshlang‘ich bilim darajasini va mavjud bo‘shliqlarni (xatolarni) aniqlash	Qisqa test (savol-javob) natijalari va o‘quvchining xatolar profili
Adaptiv topshiriq	Topshiriqning murakkablik darajasi va ko‘rsatiladigan pedagogik yordam hajmini o‘quvchiga moslashtirish	Bazaviy, o‘rta yoki yuqori darajadagi yordamni o‘z ichiga olgan differensial topshiriq
Generativ yordam	Tasdiqlangan so‘rov (promt) asosida sun’iy intellektdan dastlabki ilmiy izoh olish	Maqsadli shakllantirilgan so‘rov va SI tomonidan taqdim etilgan birlamchi javob

Bosqich	Asosiy faoliyat	Natija
Ilmiy verifikatsiya	SI taqdim etgan ma’lumotlarni (da’voni) darslik va ishonchli kimyoviy dalillar asosida ilmiy tekshirish	Axborotning haqiqiyligi tasdiqlangan, qisman qabul qilingan yoki butunlay rad etilgan ilmiy xulosa
Qayta aloqa	Aniqlangan xatolarni tuzatish (korreksiyalash) va mustaqil xulosani ilmiy asoslash	Kimyoviy dalillangan, tuzatilgan yakuniy javob hamda xulosa
O‘qituvchi qarori	O‘quvchi faoliyatini (izlanishini) baholash hamda navbatdagi o‘quv traektoriyasini belgilash	O‘quvchining individual bahosi hamda keyingi bosqich uchun yangi adaptiv topshiriq

Taklif etilayotgan metodik sikl o‘quv jarayonining dars va mustaqil ta’lim bosqichlariga taqsimlanadi. Uning kengaytirilgan shaklida diagnostika va adaptiv topshiriqlar avvalgi mashg‘ulotda belgilanib, o‘quvchilar mustaqil ish jarayonida generativ SI resurslaridan foydalanadilar. Navbatdagi darsda esa bevosita verifikatsiya, qayta aloqa va natijalarni baholash bosqichlari amalga oshiriladi. Siklning bir darsga mo‘ljallangan shaklida esa o‘qituvchi nazoratidagi umumiy SI manbalariga tayaniladi; biroq bunda ham o‘quvchining ilmiy tekshiruvi hamda pedagogning xulosa chiqarish bosqichlari qisqartirilmaydi.

Kiritilayotgan adaptivlik tamoyili o‘quvchini muayyan o‘zlashtirish darajasiga qat’iy biriktirib qo‘yishni nazarda tutmaydi. Aksincha, bir xil o‘quv vazifasini bajarayotgan o‘quvchilar ularning ehtiyojiga mos differensial pedagogik ko‘mak bilan ta’minlanadi: topshiriqlar tayanch tushunchalar, yo‘naltiruvchi savollar, qisman to‘ldirilgan tekshiruv jadvallari yoki to‘liq mustaqil tahlil shaklida tabaqalashtiriladi. Keyingi o‘quv bosqichlarida ushbu ko‘mak hajmi o‘quvchining o‘sish dinamikasiga qarab qayta-qayta ko‘rib chiqiladi.

Olingan axborotlarni ilmiy verifikatsiyalash (tekshirish) amaliyoti quyidagi to‘rt bosqichda bajariladi:

1. SI javoblarini alohida da’vo va gipotezalarga ajratish;
2. Ularni tayanch darslik hamda tasdiqlangan ilmiy manbalar bilan qiyoslash;
3. Axborotning ilmiy to‘g‘rilik darajasini aniqlash;
4. Yakuniy xulosa hamda cheklovlarni shakllantirish.

Shuni alohida ta’kidlash kerakki, SI tomonidan ko‘rsatilgan manba (havola)ning mavjudligi uning ishonchliligini anglatmaydi; ko‘rsatilgan manba mazmunan SI da’vosini tasdiqlashi shart. Manba aniqlanmagan (yoki soxta bo‘lgan) holatlarda, ushbu axborot o‘quvchining yakuniy ilmiy xulosasiga fakt sifatida kiritilmaydi.

Mazkur yondashuvni keys-stadi va texnologik xaritalar orqali amaliyotga joriy etish maqsadida «Jo‘mrakdan oqayotgan suv siri: foydami yoki zarar?» nomli muammoli keys ishlab chiqildi. Ushbu keys “Xlorning suv bilan reaksiyasi” mavzusiga bog‘langan bo‘lib, vaziyatda o‘quvchi suvning sutsimon xiraligi va o‘tkir hidini payqaydi hamda tengdoshlarining suv haqidagi o‘zaro zid fikrlariga duch keladi. Bu o‘rinda o‘quvchining asosiy vazifasi tayyor hukmni takrorlash emas, balki muammoning kimyoviy asosini tahlil qilish va axborot cheklovlarini ajratib ko‘rsatishdan iboratdir.

Kimyoviy da’voni ilmiy tekshirishda xlorning suv bilan ta’sirlashuv reaksiyasi tenglamasidan (1) foydalaniladi. Bunda o‘quvchilar reaksiya tenglamasining ikki qismidagi atomlar sonini va xlorning oksidlanish darajalaridagi o‘zgarishlarni o‘zaro solishtiradilar:

(1)

bunda Cl_2 — molekulyar xlor; H_2O — suv;
HCl — xlorid kislota; HClO — gipoxlorit kislota;
⇌ — qaytar reaksiya belgisi.

Reaksiya tenglamasining o‘ng va chap tomonlarida 2 ta xlor, 2 ta vodorod hamda 1 ta kislorod atomi mavjudligi kuzatiladi. Jarayon davomida xlorning oksidlanish darajasi 0 dan −1 va +1 ga o‘zgarib, disproporsiyalanish (o‘z-o‘zidan oksidlanish-qaytarilish) holati yuzaga keladi. Jarayonda ishtirok etuvchi molekulyar xlor, gipoxlorit kislota va xlorid ionlari xossalari jihatidan o‘zaro tubdan farq qiladi. O‘quvchilar mazkur farqlarni ilmiy tahlil qilish orqali, faqatgina modda nomlariga (yoki ularning o‘zaklariga) asoslanib chiqariladigan noto‘g‘ri umumlashtirishlarning oldini oladilar (tuzatadilar).

Amaliy mashg‘ulotda o‘quvchilar uch guruhga bo‘lingan holda, bitta muammoli keysning o‘zaro bir-birini to‘ldiruvchi jihatlarini tahlil qiladilar: 1) kimyoviy jarayon mexanizmi; 2) bildirilgan da’volarning ilmiy dalillari va cheklovlari; 3) yakuniy amaliy qaror. Hamkorlikdagi ta’lim tamoyiliga ko‘ra, har bir o‘quvchi kamida bitta da’voni asoslash uchun individual mas’uliyatni o‘z zimmasiga oladi. Yakunda guruhlar tomonidan «Da’vo — dalil — cheklov — qaror» mantiqiy zanjiriga asoslangan umumiy taqdimot plakati shakllantiriladi.

Mazkur keys-stadi metodiga asoslangan 45 daqiqalik darsning qisqacha tuzilishi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Keys-stadi metodiga asoslangan 45 daqiqalik darsning qisqacha tuzilishi

Dars qismi	Vaqt	Pedagogik faoliyat mazmuni va kutilayotgan natijalar
Tashkiliy qism	5 daq.	Dars maqsadini e’lon qilish, guruhlarda rollarni taqsimlash hamda amaliy va raqamli xavfsizlik tartib-qoidalarini belgilash.
O‘tilgan mavzuni takrorlash	10 daq.	Xlor, suv va oksidlanish darajalariga oid diagnostik savol-javob o‘tkazish; o‘quvchilar ehtiyojiga ko‘ra differensial yordam kartalarini taqsimlash.
Yangi bilimlarni shakllantirish	15 daq.	Muammoli keysni tahlil qilish, kimyoviy reaksiya tenglamasi mohiyatini ochish, SI da’vosini ishonchli ilmiy manbalar bilan verifikatsiyalash (tekshirish).
Mustahkamlash	10 daq.	Uchta ishchi guruh dalillarini o‘zaro taqqoslash va muhokama qilish, taqdimot plakati uchun yagona yakuniy ilmiy xulosa ishlab chiqish.
Dars yakuni va uyga vazifa	5 daq.	(“Chiqish kartasi” usuli orqali) va o‘qituvchining yakuniy qayta aloqasi (fidbeki); mustaqil ishni davom ettirish uchun individual topshiriqlar berish.

Izoh: Uy vazifasini bajarish uchun 15–20 daqiqa vaqt ajratiladi. Keyingi darsdagi qisqa himoya o‘quvchining avvalgi formativ bahosini to‘ldirishga xizmat qiladi, unga takroriy 10 ballik baho qo‘shilmaydi.

Texnik ta’minot yetarli bo‘lgan sharoitda sun’iy intellekt bilan muloqot o‘qituvchi nazorati ostida, mavjud raqamli qurilmalar orqali tashkil etilib, barcha so‘rov va javoblar tizimli qayd etib boriladi. Internet tarmog‘i yoki raqamli qurilmalar cheklangan holatlarda esa, o‘qituvchi oldindan tayyorlangan SI javoblari, bosma manba kartalari va tekshiruv varaqalaridan foydalanadi. Texnik sharoit qanday bo‘lishidan qat’iy nazar, o‘qituvchi tomonidan bajarilishi lozim bo‘lgan pedagogik vazifa — axborotni ilmiy tekshirish (verifikatsiyalash) va asoslangan xulosa chiqarish amaliyoti o‘zgarmas ustuvorlik kasb etadi.

Keys topshiriqlarini bajarish davomida laboratoriya sharoitida xlor gazi ajratib olinmasligi, suvga turli reagentlar qo‘shilmasligi hamda noma’lum suv namunalarining iste’mol qilinmasligi (ichilmasligi) qat’iy nazorat qilinadi. O‘quvchilarning vizual kuzatuvi va umumiy kimyoviy bilimlari asosidagi xulosalar muayyan suv namunasi bo‘yicha beriladigan rasmiy sanitariya-epidemiologik xulosasidan farq qilishi uqtiriladi. Shuningdek, kundalik hayotda noodatiy hid yoki rang aniqlanganda, o‘quvchi zudlik bilan mas’ul shaxslarga xabar berishi zarurligi tushuntiriladi. Bu yondashuv o‘quvchilarda kimyoviy savodxonlik hamda ijtimoiy mas’uliyatli qaror qabul qilish o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlikni amaliyotda namoyon etadi.

Tadqiqotning o‘quv-metodik ta’minoti va baholash jarayonida mualliflik «chemia.uz» platformasi — test natijalarini qayd etish, interfaol topshiriq va resurslarni taqdim qilish, SI bilan tuzilmali muloqotni yo‘lga qo‘yish hamda tekshiruv natijalarini saqlash vositasi sifatida xizmat qiladi. Tajriba va nazorat guruhlarida bilimlarni baholash vositasining (platformaning) yagonaligi tadqiqotdagi o‘lchov sharoitlarining xolisligi va ishonchliligini ta’minlaydi. Tadqiqotning asosiy metodik farqi raqamli platformadan foydalanishda emas, balki aynan tajriba guruhida SI, PBL (loyihaviy ta’lim), CL (hamkorlikdagi ta’lim) va keys metodlarining olti bosqichli sikl asosida o‘zaro kompleks integratsiyalashuvidadir.

Formativ baholash ta’lim olish jarayonini uzluksiz takomillashtirib borish maqsadida qo‘llanadi (3-jadvalga qarang). Bunda guruhning umumiy mahsuloti o‘quvchilarning individual hissasi (ishtiroki) bilan birgalikda kompleks baholanadi: ishonchli manba topish, xatolarni aniqlash, korreksiyani ilmiy asoslash va og‘zaki javob berish (himoya) kabi mezonlar alohida hisobga olinadi.

3-jadval

O‘quvchining individual faoliyatini baholashning 10 ballik formativ rubrikasi

Mezon	Eng yuqori ball	Kuzatiladigan dalil
Muammoni anglash va tahlil qilish	2	Muammoli vaziyatni to‘g‘ri baholash hamda yechilishi lozim bo‘lgan asosiy savolni ajratib ko‘rsata olishi.

Mezon	Eng yuqori ball	Kuzatiladigan dalil
Kimyoviy-ilmiy asoslash	3	Kimyoviy tushunchalarni o‘rinli qo‘llashi, reaksiya tenglamalarini to‘g‘ri yozishi va aniq ilmiy dalillar keltirishi.
SI ma’lumotlarini verifikatsiyalash	2	SI uchun to‘g‘ri so‘rov (promt) tuza olishi, olingan javobni manbalar orqali tekshirishi, xatolarni tuzatishi va akademik halollikka rioya etishi.
Taqdimot va himoya qilish	2	Fikrni mantiqiy izchillikda bayon etishi hamda berilgan savollarga ilmiy asoslangan javob qaytarishi.
Ijodkorlik va mustaqil fikrlash	1	Ilmiy dalillarga tayangan holda muammoning original (mustaqil) yechimini yoki o‘ziga xos xulosasini taqdim etishi.

Izoh: Mazkur rubrika bo‘yicha o‘zlashtirishning maksimal ko‘rsatkichi 10 ballni tashkil etadi. Ushbu formativ baholash natijalari o‘quvchining darsdagi faoliyatini tahlil qilishga qaratilgan bo‘lib, ular tadqiqot samaradorligini o‘lchashga xizmat qiluvchi 20 topshiriqli nazorat testi ballariga qo‘shib hisoblanmaydi (umumlashtirilmaydi).

Baholash rubrikasidagi sun’iy intellekt (SI) bilan ishlash mezoni quyidagi to‘rtta asosiy indikator asosida baholanadi:

1. Maqsadli so‘rovning (promtning) to‘g‘ri shakllantirilishi;
2. SIdan olingan javobning ilmiy tekshirilishi (verifikatsiyasi);
3. Axborotdagi xatolarning aniqlanishi va tuzatilishi (korreksiyalanishi);
4. Akademik halollik tamoyiliga rioya etgan holda, SI yordamidan foydalanilganligini ochiq ko‘rsatish.

Ushbu indikatorlarning har biri o‘quvchi tomonidan bajarilish sifatiga ko‘ra 0; 0,25 yoki 0,5 ballik shkala bilan o‘lchanadi.

Shuni alohida ta’kidlash lozimki, garchi raqamli platforma kiritilgan javoblar kaliti asosida test natijalarini avtomatik tarzda hisoblab chiqsa-da, o‘quvchining joriy amaliy faoliyatiga qo‘yiladigan yakuniy pedagogik baho hamda uning navbatdagi o‘quv vazifasi (traektoriyasi) faqatgina o‘qituvchi tomonidan belgilanadi.

Dissertatsiyaning **uchinchi bobida** tajriba-sinov ishlarini tashkil etish jarayoni va olingan natijalarning matematik-statistik tahlili yoritilgan. Tadqiqot doirasida 2024–2025–yillarda o‘tkazilgan tajriba-sinov ishlarida dastlabki (kirish) va yakuniy (chiqish) diagnostika natijalariga asoslangan kvazi-eksperimental dizayn qo‘llanildi. Bu yondashuvda o‘quvchilarni guruhlarga individual tasodifiy taqsimlash amalga oshirilmagan, balki maktablardagi mavjud sinflar tarkibi asl holicha qat’iy saqlab qolingan. Tadqiqot xolisligini ta’minlash maqsadida tajriba va nazorat guruhlarida o‘quv dasturi, mavzularning o‘tilish ketma-ketligi hamda ajratilgan soatlar hajmi to‘laqonli bir xil bo‘lishi ta’minlandi.

Tajriba-sinov ishlarining dastlabki bosqichida jami 14 ta maktabdan 85 ta sinf va 2 524 nafar o‘quvchi ro‘yxatga olingan. Biroq, Payariq tumanidagi 33-maktabda eksperiment uchun mos nazorat guruhi to‘liq shakllanmaganligi sababli, 2 ta

sinfdagi 51 nafar o‘quvchining natijalari guruhlararo qiyosiy tahlildan chiqarildi. Natijada, matematik-statistik tahlilga tortilgan yakuniy tanlanma (baza) Samarqand, Qashqadaryo va Navoiy viloyatlaridagi jami 13 ta umumiy o‘rta ta’lim maktabi, 83 ta sinf hamda 2 473 nafar 8–9-sinf o‘quvchisidan iborat bo‘ldi. Shuni ta’kidlash lozimki, yakuniy tahlilga faqatgina ham kirish, ham chiqish test sinovlarida to‘liq ishtirok etgan o‘quvchilarning natijalari kiritildi.

Tadqiqot tanlanmasining guruhlar va sinflar kesimidagi tarkibiy taqsimoti 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Tadqiqot tanlanmasining guruhlar va sinflar kesimidagi tarkibi

Ko‘rsatkich	Tajriba	Nazorat	Jami
O‘quvchilar	1 275	1 198	2 473
Sinflar	41	42	83
8-sinf o‘quvchilari	672	616	1 288
9-sinf o‘quvchilari	603	582	1 185
Maktablar	13	13	13

Tadqiqotdagi statistik kuzatuvlar ierarxik (ko‘p pog‘onali) tuzilishga ega bo‘lib, unda o‘quvchilar sinflarga, sinflar esa maktablarga birlashgan. Shu sababli, statistik tahlilda dastlabki (kirish) test ballari nazorat o‘zgaruvchisi sifatida olinib, natijalar sinflar bo‘yicha klaster-barqaror (cluster-robust) standart xatolar yordamida baholandi. Styudentning an’anaviy individual t-mezoni (t-test) esa qo‘shimcha (yordamchi) taqqoslash vazifasini bajardi.

Tadqiqotda bilimlarni baholash vositasi sifatida 20 ta dixotomik (ikki qiymatli) topshiriqdan iborat nazorat testidan foydalanildi. Bunda har bir to‘g‘ri javob 1 ball, noto‘g‘ri javob esa 0 ball bilan baholandi. Kirish va chiqish testlari yagona mazmuniy spetsifikatsiyaga asoslangan, o‘zaro parallel variantlar hisoblanadi. Barcha statistik hisob-kitoblar 0–20 ballik birlamchi (xom) shkala asosida amalga oshirildi.

Dixotomik topshiriqlardan iborat testning ichki muvofiqligi (ishonchliligi) Kuder-Richardsonning KR-20 formulasiga ekvivalent bo‘lgan Kronbax alfa (Cronbach’s alpha) koeffitsiyenti orqali aniqlandi (2-formulaga qarang).

(2)

bunda α — test ichki muvofiqligi koeffitsiyenti;

k — topshiriqlar soni (20);

s_j^2 — j-topshiriq balining tanlanma dispersiyasi;

s_X^2 — jami test balining tanlanma dispersiyasi; Σ — topshiriqlar bo‘yicha yig‘indi.

Nazorat testlarining ichki muvofiqlik ko‘rsatkichlari 5-jadvalda keltirilgan. Shuni alohida ta’kidlash lozimki, alfa koeffitsiyentining yuqori qiymati o‘lchov vositasining (testning) barcha jihatlar bo‘yicha validligini (yaroqliligini) to‘laqonli isbotlamaydi; u faqatgina test topshiriqlarining o‘zaro ichki muvofiqligini (konsistentligini) tavsiflashga xizmat qiladi.

5-jadval

Testlarning ichki muvofiqligi

Test	k	n	Cronbach α	95% IO
Kirish	20	2 473	0,762	[0,748; 0,776]
Chiqish	20	2 473	0,768	[0,754; 0,781]

Izoh. IO — ishonch oralig‘i.

Dissertatsiyada jami 40 ta test topshirig‘ining har biri bo‘yicha olingan alohida ball hamda qolgan barcha topshiriqlar yig‘indisi o‘rtasidagi korrelyatsiya koeffitsiyenti kamida 0,20 ni tashkil etganligi qayd qilingan.

Tadqiqotning 6-jadvalida tajriba va nazorat guruhlarining dastlabki (kirish) va yakuniy (chiqish) test natijalari hamda o‘zlashtirish dinamikasi (o‘sish ko‘rsatkichlari) qiyosiy tahlil qilingan.

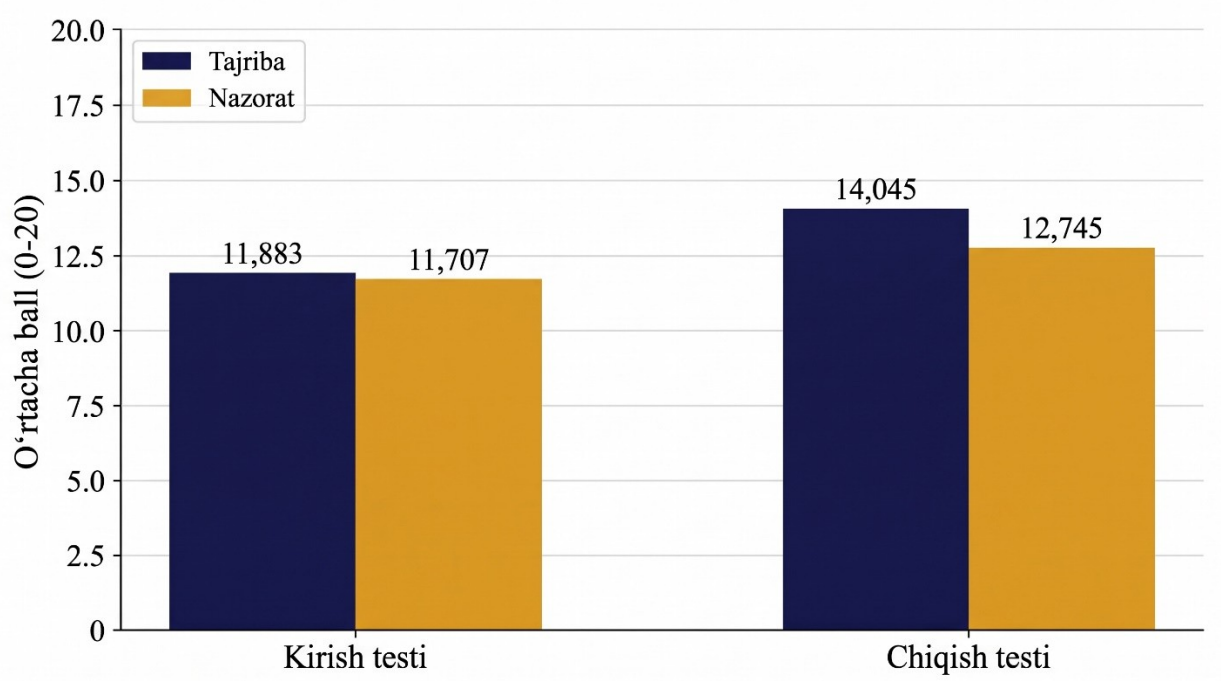
6-jadval

O‘quvchilarning bilim ko‘rsatkichlari bo‘yicha tavsifiy statistika natijalari

Guruh	O‘lchov	n	M	SD
Tajriba	Kirish	1 275	11,883	3,972
Tajriba	Chiqish	1 275	14,045	3,659
Tajriba	O‘sish	1 275	2,162	2,751
Nazorat	Kirish	1 198	11,707	3,928
Nazorat	Chiqish	1 198	12,745	3,899
Nazorat	O‘sish	1 198	1,038	2,884

Izoh. M — o‘rtacha ball; SD — standart og‘ish. Manba: dissertatsiyaning 3.3-jadvali; shkala 0–20 ball.

Guruhlar bo‘yicha o‘rtacha ballarning o‘zgarishi 2-rasmda berilgan.



2-rasm. Kirish va chiqish testlari bo‘yicha o‘rtacha ballari

Izoh. Dissertatsiyaning 3.3-jadvalidagi M qiymatlari asosida tuzilgan. Vertikal o‘q 0–20 ball.

O‘sishlar farqi (3) formula bo‘yicha olinadi.

(3)

bunda D — guruhlar o‘rtacha o‘sishlari farqi (ball);

M — o‘rtacha test bali; t — tajriba, n — nazorat guruhi;

0 — kirish, 1 — chiqish o‘lchovi.

Tajriba guruhida o‘zlashtirishning o‘rtacha o‘sish ko‘rsatkichi 2,162 ballni, nazorat guruhida esa 1,038 ballni tashkil etib, ular o‘rtasidagi tafovut 1,124 ballga teng bo‘ldi. Yakuniy (chiqish) testidagi korreksiyalanmagan (tuzatilmagan) farq 1,300 ballni tashkil qildi; biroq bu ko‘rsatkich o‘z ichiga guruhlar o‘rtasidagi dastlabki 0,176 ballik tafovutni ham oladi. Shu sababli, tadqiqotda o‘sishlar farqi, yakuniy natijalardagi farq hamda ANCOVA (kovariatsion tahlil) modeli asosida korreksiyalangan farq ko‘rsatkichlari bir-biridan ajratilgan holda, alohida statistik mezonlar sifatida talqin qilindi.

Dastlabki (kirish) test natijalari bo‘yicha o‘tkazilgan Welch t-testi ko‘rsatkichlari quyidagini tashkil etdi: Welch t = 1,108; erkinlik darajasi (df) = 2464,6; p = 0,2679; Koen mezoni (d) = 0,045; farqning 95% ishonch oralig‘i [−0,136; 0,488]. Bu natija guruhlar o‘rtasidagi boshlang‘ich farqning statistik jihatdan ahamiyatli (ishonchli) emasligini bildiradi. Biroq p > 0,05 ko‘rsatkichi tajriba va nazorat guruhlarining mutlaq tengligini to‘laqonli isbotlamaganligi sababli, kirish testidagi ballar statistik tahlilning asosiy modeliga kovariat (qo‘shimcha nazorat o‘zgaruvchisi) sifatida kiritildi.

Asosiy statistik natijalar va ularning barqarorligi

O‘quvchilarning boshlang‘ich tayyorgarlik darajasi ANCOVA modeli yordamida nazorat qilindi (4-formulaga qarang). Ushbu modeldagi guruh koeffitsiyenti dastlabki bilim darajasi bir xil bo‘lgan o‘quvchilar uchun qayta hisoblangan (korreksiyalangan) farqni ifodalaydi.

(4)

bunda Y_i — i-o‘quvchining chiqish testi bali;

β_0 — nazorat guruhi uchun o‘rtacha kirish darajasidagi kutiladigan chiqish bali;

β_1 — tajriba va nazorat guruhlarining tuzatilgan farqi;

G_i — guruh belgisi: tajriba uchun 1, nazorat uchun 0;

β_2 — kirish bali bilan chiqish bali orasidagi model bog‘lanishi;

X_i — kirish bali; $\bar{X}$ — umumiy kirish o‘rtachasi; ε_i — qoldiq.

ANCOVA bo‘yicha tuzatilgan farq 1,176 ball bo‘lgan. Oddiy ANCOVA uchun F(1; 2470) = 130,263; qisman η^2 = 0,050; R^2 = 0,554. R^2 butun model tushuntiradigan dispersiya ulushini tavsiflaydi. Qisman η^2 = 0,050 esa boshqa kiritilgan omil hisobga olingach, guruhga tegishli va qoldiq dispersiya yig‘indisidagi guruh ulushini talqin etish mumkin.

Bir sinf o‘quvchilari natijalarining bog‘liqligi sinf bo‘yicha klaster-mustahkam tahlilda hisobga olindi. Asosiy natijalari 7-jadvalda jamlangan.

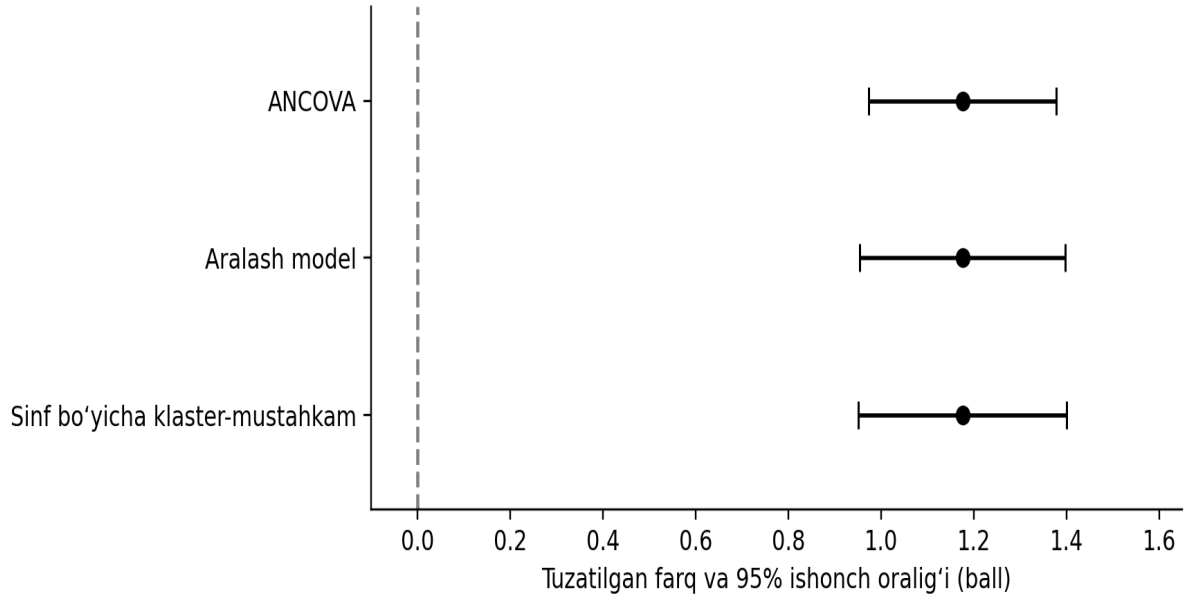
7-jadval

Guruhlar farqini baholash natijalari

Tahlil	Farq, ball	95% IO	p
Chiqish testi, Welch	1,300	[1,002; 1,599]	< 0,001
O‘sish bali, Welch	1,124	[0,901; 1,347]	< 0,001
ANCOVA	1,176	[0,974; 1,378]	< 0,001
Aralash model	1,176	[0,954; 1,398]	< 0,001
Sinf bo‘yicha klaster-mustahkam ANCOVA	1,176	[0,951; 1,401]	< 0,001

Izoh. Klaster tahlilida 83 sinf, SE = 0,113; t(82) = 10,396. p chegaraviy ko‘rinishda birxillashtirildi.

Tadqiqotning 3-rasmida ANCOVA asosida korreksiyalangan (tuzatilgan) farqni baholovchi uchta statistik modelning ishonch intervallari qiyosiy tahlil qilingan. Ta’kidlash joizki, ushbu ishonch intervallarining birortasi ham nol qiymatini o‘z ichiga olmaydi (bu esa guruhlar o‘rtasidagi tafovutning statistik jihatdan ishonchli va ahamiyatli ekanligini tasdiqlaydi). Tahlil jarayonida klasterlanish (guruhlanish) effekti hisobga olinganda ishonch intervali chegaralarining nisbatan kengayishi — ayni bir klaster (sinf) ichidagi o‘quvchilar natijalarining (kuzatuvlarning) o‘zaro uzviy bog‘liqligi natijasi hisoblanadi.



3-rasm. Tuzatilgan farqning modellar bo‘yicha 95% ishonch oraliqlari

Izoh. Nuqta — 1,176 ballik baho; kesma — 95% IO; uzilgan vertikal chiziq — nol farq.

Statistik tahlilga asoslangan aralash modelda (mixed-effects model) o‘quvchi–sinf–maktab ierarxiyasi to‘liq hisobga olindi. Kovariat kiritilmagan modelda sinflararo dispersiya ulushi (ICC — sinf ichidagi korrelyatsiya koeffitsiyenti) 0,0592 ni tashkil etgan bo‘lsa, modelga o‘quvchilarning dastlabki (kirish) test ballari kiritilgandan so‘ng, qoldiq ICC ko‘rsatkichi 0,0071 gacha pasaydi. Bu shuni ko‘rsatadiki, o‘quvchilarning dastlabki tayyorgarlik darajasi guruhlanish

(klasterlanish) bilan bog‘liq tafovutlarning ma’lum bir qismini o‘zida namoyon etadi; biroq bu holat o‘quv jarayonida o‘qituvchi omili (ta’siri) to‘liq bartaraf etilganini anglatmaydi.

Tahlil jarayonida qo‘llanilgan HC3 yondashuvi geteroskedastiklikka nisbatan barqaror (robust) standart xatolarni ta’minladi; sinf ichidagi kuzatuvlarning o‘zaro bog‘liqligini hisobga oluvchi klaster-barqaror standart xatolar esa alohida usul sifatida qo‘llanildi.

Tadqiqotdagi nol gipoteza (H_0) tajriba va nazorat guruhlari o‘rtasidagi korreksiyalangan farq koeffitsiyenti nolga tengligini ifodalaydi. Bunda statistik ahamiyatlilik darajasi (chegarasi) $\alpha = 0{,}05$ qilib belgilandi. Olingan $p < 0{,}001$ natijasi nol gipoteza va model shartlari o‘rinli bo‘lgan taqdirda, bunday yoki bundan-da keskinroq farqning tasodifan uchrash ehtimoli o‘ta past ekanligini ko‘rsatadi.

Shuni alohida ta’kidlash kerakki, mazkur p ko‘rsatkichi (p-qiymati) taklif etilayotgan metodikaning mutlaq to‘g‘riligi ehtimolini yoki SI texnologiyalarining bevosita sabab-oqibat ta’sirini uzil-kesil isbotlamaydi. Shu sababli, tadqiqotda olingan natijalarning statistik ahamiyati ularning amaliy effekt hajmi (ta’sir kuchi), ishonch intervallari hamda kvazi-eksperimental dizayn cheklovlari bilan birgalikda, kompleks tarzda talqin qilindi.

Standartlashtirilgan guruhlararo effekt hajmi (5) formulada ifodalanadi. Hedges tuzatishi tanlanma hajmiga bog‘liq kichik og‘ishni kamaytiradi.

(5)

bunda d — Cohen effekt hajmi; M_t va M_n — guruhlarning chiqish o‘rtachalari;

s_p — guruhlarning birlashtirilgan standart og‘ishi;

g — Hedges effekt hajmi; J — kichik tanlanma uchun tuzatish;

n_t va n_n — tajriba va nazorat guruhlaridagi o‘quvchilar soni.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, amaliy effekt hajmi (Hedges’ g koeffitsiyenti) yakuniy (chiqish) test natijalari bo‘yicha $g = 0{,}344$ ni, o‘zlashtirishning o‘sish dinamikasi bo‘yicha esa $g = 0{,}399$ ni tashkil etdi. Ushbu ko‘rsatkichlar o‘quvchilarning bilim natijalaridagi tafovut statistik jihatdan kichik va o‘rta kattaliklar chegarasida ekanligini anglatadi. Guruh ichidagi o‘zgarishlarni o‘lchovchi d_z koeffitsiyenti tajriba guruhida 0,786 ga, nazorat guruhida esa 0,360 ga teng bo‘ldi. Shuni alohida qayd etish kerakki, d_z mezoni faqatgina bitta guruhning kirish va chiqish testlari oralig‘idagi o‘zgarishini tavsiflaydi hamda uni guruhlararo farqni ko‘rsatuvchi d yoki g koeffitsiyentlari bilan chalg‘itmaslik (aynanlashtirmaslik) lozim. Tadqiqot tanlanmasi doirasida olingan d va g ko‘rsatkichlari verguldan keyin uch xonagacha yaxlitlanganda o‘zaro bir xil qiymatni namoyon etdi.

ANCOVA asosida korreksiyalangan 1,176 ballik farq 20 ballik maksimal o‘lchov shkalasining 5,88 foiziga tengdir. Biroq, metodologik jihatdan bu «o‘zlashtirish 5,88 foizga oshdi» degan nisbiy xulosa (da’vo) emas, balki shkalaning maksimum qiymatiga nisbatan ifodalangan sof ballik farqdir. Xuddi shuningdek, o‘rtacha o‘sish ko‘rsatkichlarining o‘zaro nisbati ($2{,}162 / 1{,}038 \approx 2{,}08$) ham faqat

tavsifiy (deskriptiv) ko‘rsatkich hisoblanib, u tajriba guruhida ta’limning barcha jihatlari nazorat guruhiga nisbatan ikki barobar yaxshilanganini anglatmaydi.

Natijalarni ko‘rgazmali qiyoslash maqsadida o‘quvchilarning birlamchi (xom) ballari quyidagi chegaralar bo‘yicha an’anaviy 5 ballik baholash tizimiga guruhlandi: 0–10 ball → «2» (qoniqarsiz), 11–14 ball → «3» (qoniqarli), 15–17 ball → «4» (yaxshi) va 18–20 ball → «5» (a’lo) (8-jadvalga qarang). Ushbu tasniflash tadqiqot doirasida natijalarni vizual taqdim etishning shartli qoidasi bo‘lib, u rasmiy baholash me’yorlarining universal talqini sifatida qabul qilinmaydi.

8-jadval

O‘quvchilarning yakuniy (chiqish) test baholari taqsimoti

Guruh	«2», %	«3», %	«4», %	«5», %
Tajriba	17,3	31,8	33,1	17,8
Nazorat	26,5	36,6	26,9	10,0

Izoh. Manba: dissertatsiyaning 3.10-jadvali. Foizlar har bir guruh ichida hisoblangan.

Taqsimotlar orasidagi bog‘lanish (6) formula bilan tavsiflanadi. Kutiladigan chastotalar satr va ustun yig‘indilaridan olinadi.

(6)

bunda χ^2 — Pearson khi-kvadrat statistikasi;
O_{ij} — kuzatilgan, E_{ij} — kutiladigan chastota;
R_i — i-satr, C_j — j-ustun yig‘indisi; N — jami kuzatuvlar soni.
Bog‘lanish kattaligi Kramer V orqali baholanadi (7-formulaga qarang).

(7)

bunda V — Kramer bog‘lanish koeffitsiyenti;
χ^2 — khi-kvadrat qiymati; N — jami o‘quvchilar soni;
r — satrlar soni; c — ustunlar soni.
2 × 4 jadval uchun df = (2 − 1)(4 − 1) = 3, min(2 − 1, 4 − 1) = 1. Dissertatsiyada umumiy tanlanma uchun χ^2 = 63,163, N = 2473 va V ≈ 0,160 berilgan. Olingan natijalar o‘quvchilarning tajriba yoki nazorat guruhiga mansubligi hamda ularning yakuniy baho toifasi (bahosi) o‘rtasida nisbatan kichik darajadagi bog‘lanish mavjudligini ko‘rsatadi. Metodologik jihatdan olganda, ayni bir o‘quvchining dastlabki (kirish) va yakuniy (chiqish) test natijalari o‘zaro mustaqil (erkli) kuzatuv hisoblanmaydi. Bundan tashqari, an’anaviy χ^2 (khi-kvadrat) mezoni sinf ichidagi o‘quvchilarning o‘zaro bog‘liqligini (klasterlanish effektini) korreksiyalay (tuzata) olmaydi; shu sababli, mazkur mezon natijalari tadqiqotda faqat qo‘shimcha tavsifiy dalil sifatida keltirildi. Tadqiqotning asosiy inferensial (umumlashtiruvchi) xulosalari esa bevosita klaster-barqaror (cluster-robust) aralash model natijalariga tayanadi.

XULOSALAR

1. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida kimyo fanini sun’iy intellekt (SI), loyihaviy ta’lim (PBL), hamkorlikdagi ta’lim (CL) va keys metodlari integratsiyasi

orqali o‘qitishning pedagogik modeli takomillashtirildi. Uning amaliy mazmuni 8-sinfning “Metallmaslar” va 9-sinfning “Metallar” bo‘limlariga bog‘landi; ta’lim jarayonida ilmiy tekshiruv (verifikatsiya), o‘qituvchi nazorati hamda texnik imkoniyatlarga moslashuvchanlik ushbu modelni amaliyotga joriy etishning asosiy shartlari sifatida dalillandi.

2. Diagnostika, adaptiv topshiriq, generativ yordam, ilmiy verifikatsiya, qayta aloqa (fidbek) va o‘qituvchi qaroridan iborat olti bosqichli metodik sikl ishlab chiqildi. Unda sun’iy intellekt taqdim etgan dastlabki ma’lumotlardan ilmiy tekshirilgan kimyoviy xulosaga o‘tish jarayoni aniq didaktik harakatlar hamda kutiladigan natijalar orqali ifodalab berildi.

3. Texnologik xaritalar, so‘rov kartalari, verifikatsiya varaqalari, differensial topshiriqlar va baholash rubrikasini mualliflik «chemia.uz» platformasi bilan uzviy bog‘lovchi yagona o‘quv-metodik ta’minot yaratildi. Formativ baholash mexanizmi o‘quvchining jarayondagi individual hissasini aniqlashga, 20 ta dixotomik topshiriqdan iborat nazorat testi esa tajriba-sinovning obyektiv bilim natijalarini o‘lchashga yo‘naltirildi.

4. Jami 13 ta maktab, 83 ta sinf va 2 473 nafar o‘quvchini qamrab olgan matematik-statistik tahlil natijalariga ko‘ra, o‘zlashtirishning o‘rtacha o‘sish ko‘rsatkichi tajriba guruhida 2,162 ballni, nazorat guruhida esa 1,038 ballni, ular o‘rtasidagi tafovut esa 1,124 ballni tashkil etdi. Dastlabki (kirish) ko‘rsatkichlarda statistik ahamiyatli farq aniqlanmagan bo‘lsa-da, tadqiqot metodologiyasiga ko‘ra ularning mutlaq tengligi haqidagi da’vo ilgari surilmadi.

5. Dastlabki test ballari nazorat o‘zgaruvchisi sifatida olingan va sinflar bo‘yicha klaster-barqaror (cluster-robust) standart xatolar qo‘llanilgan ANCOVA modeli tajriba guruhi foydasiga 1,176 ballik statistik ahamiyatli farqni ko‘rsatdi (95% IO [0,951; 1,401]; $p < 0,001$). Aralash model (mixed-effects model) ham ushbu ijobiy tendensiyani tasdiqladi. Yakuniy (chiqish) test ko‘rsatkichlari uchun amaliy effekt hajmi Hedges koeffitsiyenti bo‘yicha $g = 0,344$ ni tashkil etib, kichik va o‘rta kattaliklar oralig‘ida baholandi.

6. Olingan natijalar sun’iy intellekt vositalari bilan integratsiyalashgan majmuaviy (kompleks) metodikaning o‘quvchilarning bilim ko‘rsatkichlarini oshirishdagi ustunligini ilmiy jihatdan qo‘llab-quvvatlaydi.

Amaliy tavsiyalar

1. Umumta’lim maktablarining kimyo darslarida sun’iy intellekt javoblarini tayyor va yakuniy manba sifatida emas, balki albatta ilmiy tekshiriladigan (verifikatsiyalanadigan) dastlabki material sifatida qo‘llash; har bir topshiriq doirasida da’vo, dalil, cheklov va o‘quvchining mustaqil xulosasini aniq ajratib o‘rgatish tavsiya etiladi.

2. O‘qituvchilar malakasini oshirish va qayta tayyorlash kurslarida neyrotarmoqlar uchun to‘g‘ri so‘rov (promt) tuzish, kimyoviy axborotdagi xatolarni topish, ularni ilmiy verifikatsiya qilish hamda o‘quvchilarni individual baholash malakalarini rivojlantiruvchi maxsus amaliy mashg‘ulotlarni (treninglarni) joriy etish maqsadga muvofiq.

3. Texnik ta’minoti va internet tarmog‘i cheklangan maktablar uchun oldindan tayyorlangan SI javoblari, bosma manba kartalari va tekshiruv varaqalaridan iborat oflayn o‘quv-metodik paketlar yaratish, shu orqali ta’lim jarayonida ilmiy tekshiruv va o‘qituvchi qarori ustuvorligi tamoyilini saqlab qolish tavsiya etiladi.

4. Kelgusi ilmiy-pedagogik tadqiqotlarda sun’iy intellekt integratsiya qilingan hamda an’anaviy faol metodlarni o‘zaro alohida taqqoslash, o‘qituvchining raqamli va kasbiy kompetensiyasi darajasini inobatga olish, bilimlarning saqlanishini o‘lchovchi kechiktirilgan testlar hamda o‘quvchilarning qo‘shimcha fanlararo kompetensiyalarini baholash mezonlarini joriy etish zarur.

РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/2025.27.12.K.01.13.M ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА

САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

БОБОЯРОВА НИЛУФАР САЙДУЛЛАЕВНА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ В ШКОЛЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания (химия)

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ПЕДАГОГИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2024.3.PhD/Ped8144.

Диссертация выполнена в Самаркандском государственном педагогическом институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета (www.nuu.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	**Ихтиярова Гулнора Акмаловна** доктор химических наук, профессор
Официальные оппоненты:	**Бозоров Нурад Исматович** доктор химических наук, доцент
	Бердикулов Равшан Шавкатович доктор философии по педагогическим наукам (PhD), доцент
Ведущая организация:	**Навоийский государственный университет**

Защита диссертации состоится «27» 11 2026 года в 11[30] часов на заседании разового Научного совета на базе Научного совета DSc.03/2025.27.12.K.01.13.M по присуждению учёных степеней при Национальном университете Узбекистана (адрес: 100174, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, д. 4. Тел.: (99871) 246-67-35; факс: (99871) 246-02-24; e-mail: chem0102@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального университета Узбекистана (зарегистрирована за №295. Адрес: 100174, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, д. 4. Тел.: (99871) 246-67-35.

Автореферат диссертации разослан «17» 11 2026 года.

(Протокол реестра рассылки №36 от «13» 11 2026 года.)

Т.С.Халиков
председатель разового Научного совета по присуждению учёных степеней, доктор химических наук, профессор

У.У.Рузметов
учёный секретарь разового Научного совета по присуждению учёных степеней, доктор химических наук, профессор

И.А.Абдугафуров
председатель научного семинара при разовом Научном совете по присуждению учёных степеней, доктор химических наук, доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В условиях цифровой трансформации стремительное проникновение технологий искусственного интеллекта (ИИ) в систему образования во всём мире обусловливает необходимость модернизации методики преподавания химии. В обучении химии расширяются возможности преодоления абстрактности, присущей традиционному подходу, за счёт интерактивного и визуального объяснения сложных теоретических понятий, атомно-молекулярных процессов, механизмов химических реакций и школьных лабораторных опытов. При решении существующих проблем формирования у учащихся компетенций самостоятельного поиска и практических компетенций важное практическое значение приобретает применение адаптивных обучающих технологий на основе искусственного интеллекта, в частности индивидуализация учебного процесса посредством индивидуального анализа уровня знаний учащихся, создания дифференцированных заданий и развития аналитико-критического мышления в режиме реального времени.

Ведущие учёные-исследователи и научные центры мира уделяют особое внимание цифровизации образовательных процессов и органичной интеграции технологий искусственного интеллекта в учебную практику. В частности, ведутся масштабные исследования по совершенствованию методики преподавания химии с использованием таких возможностей ИИ, как анализ больших объёмов данных (Big Data), внедрение автоматизированных механизмов оценивания знаний, организация обучения, адаптированного к индивидуальным потребностям учащихся, и создание интерактивной учебной среды. Именно эти исследования имеют особое научное значение для дальнейшего развития работ, направленных на повышение качества и эффективности образования посредством применения в химическом образовании современных педагогических подходов и инновационных технологий на основе искусственного интеллекта.

В нашей республике цифровизация системы общего среднего образования, непрерывное внедрение современных педагогических технологий в учебный процесс и повышение качества преподавания естественнонаучных дисциплин возведены в ранг государственной политики: в постановлении Президента Республики Узбекистан от 14 октября 2024 года № ПП-358 «Об утверждении Стратегии развития технологий искусственного интеллекта до 2030 года» определён ряд важных задач по широкому внедрению этих технологий в сферы образования, науки и цифровой экономики. Определение в данном нормативно-правовом документе таких приоритетных направлений, как развитие современных цифровых образовательных платформ, формирование цифровых компетенций учащихся в учреждениях общего среднего образования, создание интерактивной образовательной среды и эффективное использование учебных ресурсов на основе искусственного интеллекта, непосредственно усиливает актуальность научных исследований по совершенствованию методики преподавания химии

на основе искусственного интеллекта, обеспечению глубокого усвоения химических знаний школьниками и повышению эффективности учебного процесса.

Постановление Президента Республики Узбекистан от 14 октября 2024 года № ПП-358 «Об утверждении Стратегии развития технологий искусственного интеллекта до 2030 года»,[6] постановление от 27 февраля 2020 года № ПП-4623 «О мерах по дальнейшему развитию сферы педагогического образования»,[7] указ от 11 сентября 2023 года № УП-158 «О Стратегии «Узбекистан – 2030»»,[8] указ от 29 апреля 2019 года № УП-5712 «Концепция развития системы народного образования Республики Узбекистан до 2030 года»,[9] постановление от 17 февраля 2021 года № ПП-4996 «О мерах по созданию условий для разработки и использования технологий искусственного интеллекта»[10] и другие нормативно-правовые документы, касающиеся широкого внедрения в систему образования искусственного интеллекта, цифровых и виртуальных образовательных технологий, определяют теоретическую и практическую значимость данного исследования.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данная исследовательская работа выполнена в рамках приоритетного направления развития науки и технологий республики I. «Формирование системы инновационных идей в социальном, правовом, экономическом, культурном, духовно-просветительском развитии информационного общества и демократического государства и пути их реализации».

Степень изученности проблемы. В нашей стране теоретические и практические основы электронного обучения, цифровых учебных ресурсов и инновационных методик широко освещены в научных трудах таких учёных, как Р.Э. Джумамуратов, В.Э. Эргашев, Ф.А. Алимова, М.Ш. Ахадов, Д.С. Саримова, И.Э. Шерназаров, Х.Н. Хасанова, Г.И. Сапаева, Н.Х. Журакулова, Г.Б. Бекманова, Ш.Х. Шомуротова. Этими исследователями получены весомые результаты в решении таких вопросов, как создание педагогических порталов и электронных учебников, а также усиление фасилитирующей (направляющей) роли учителя в образовательном процессе. Однако

[6]Постановление Президента Республики Узбекистан от 14 октября 2024 года № ПП-358 «Об утверждении Стратегии развития технологий искусственного интеллекта до 2030 года» // Национальная база данных законодательства, https://lex.uz/docs/7093365

[7]Постановление Президента Республики Узбекистан от 27 февраля 2020 года № ПП-4623 «О мерах по дальнейшему развитию сферы педагогического образования» // Национальная база данных законодательства, https://lex.uz/docs/4749263

[8]Указ Президента Республики Узбекистан от 11 сентября 2023 года № УП-158 «О Стратегии «Узбекистан – 2030»» // Национальная база данных законодательства, https://lex.uz/docs/6600404

[9]Указ Президента Республики Узбекистан от 29 апреля 2019 года № УП-5712 «Об утверждении Концепции развития системы народного образования Республики Узбекистан до 2030 года» // Национальная база данных законодательства, https://lex.uz/docs/4312785

[10]Постановление Президента Республики Узбекистан от 17 февраля 2021 года № ПП-4996 «О мерах по созданию условий для ускоренного внедрения технологий искусственного интеллекта» // Национальная база данных законодательства, https://lex.uz/docs/5297051

большинство этих научных изысканий направлено на исследование общих дидактических принципов, а вопросы непосредственной интеграции технологий искусственного интеллекта (ИИ) с уроками химии и экспериментальной (опытно-экспериментальной) проверки их педагогической эффективности изучены недостаточно и остаются открытыми.

Из учёных стран СНГ такие исследователи, как Д. Рахмет, Б. Кииков, А. Акбопе (Казахстан), А.С. Городенская, Е.С. Артемьева, С.Г. Чайков, Д.Н. Кожевников (Россия), изучали отдельные педагогические аспекты искусственного интеллекта, интерактивной информационной среды, виртуальных лабораторий, цифровых заданий и моделирования химических процессов.

За рубежом масштабные научные исследования по организации образовательного процесса на основе технологий искусственного интеллекта проведены такими зарубежными учёными, как Sh. Mandina (Зимбабве), Z. Tatlı (Турция), A.I. Gambari (Нигерия), M.C. Manyilizu (Танзания), R. Blonder, Y. Feldman-Maggor (Израиль), J. Huwer (Германия), F. Lizano-Sánchez (Коста-Рика) и T.M. Clark (США). В частности, в работах Sh. Mandina исследована методика использования средств ИИ в химическом образовании, Z. Tatlı и A. Ayas — виртуальных лабораторий на уроках химии в 9 классе, A.I. Gambari — виртуальной лаборатории и обучения в сотрудничестве, M.C. Manyilizu — виртуальных опытов в школах, испытывающих нехватку лабораторного оборудования. В свою очередь, R. Blonder, Y. Feldman-Maggor и J. Huwer изучали вопросы педагогически корректной интеграции генеративного ИИ в химическое образование, повышения ИИ-компетентности учителей и критической оценки ответов ИИ; в работе F. Lizano-Sánchez ИИ-помощник внедрён в дистанционную химическую лабораторию, а в трудах T.M. Clark научно обоснована необходимость критической проверки ответов системы ChatGPT на химические вопросы.

Научные труды этих зарубежных авторов служат методологической опорой данного диссертационного исследования по трём основным направлениям: во-первых, необходимость верификации ответов генеративного ИИ с помощью достоверных научных источников (T.M. Clark, R. Blonder, Y. Feldman-Maggor, J. Huwer); во-вторых, дидактическая функция виртуальных лабораторий и их место по отношению к реальному эксперименту (Z. Tatlı, A.I. Gambari, M.C. Manyilizu, F. Lizano-Sánchez); в-третьих, компетенция учителя в работе с ИИ и его роль посредника-контролёра (J. Huwer, Sh. Mandina). Наряду с этим в настоящем исследовании к анализу привлечены результаты современных международных исследований в области искусственного интеллекта в образовании, адаптивных систем на основе алгоритмов машинного обучения, интеллектуальных тьюторов, онлайн-обучения и образовательных технологий, самостоятельного обучения, а также когнитивных наук.

Однако ни в одной из проанализированных работ технологии искусственного интеллекта не были внедрены в практику (операционализированы) в форме целостного методического цикла,

многократно повторяемого в рамках определённых содержательных разделов школьного курса химии и включающего обязательный этап научной верификации. Именно необходимость восполнения этого методического пробела составляет главную научную проблему данной диссертационной работы.

Связь исследования с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного или научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках приоритетного направления плана научно-исследовательских работ Самаркандского государственного педагогического института «Развитие и совершенствование научно-методических исследований, направленных на решение региональных проблем образования в сфере педагогики, посредством интеграции цифровой трансформации, возможностей искусственного интеллекта, инновационных технологий и передового зарубежного опыта».

Цель исследования: совершенствование методики преподавания химии в 8–9 классах общеобразовательных школ на основе интеграции технологий искусственного интеллекта с проектным обучением, обучением в сотрудничестве и методом кейс-стади (case study).

Задачи исследования:

разработать педагогическую модель обучения темам курса химии о неметаллах и металлах в 8–9 классах на основе средств искусственного интеллекта, проектного обучения, обучения в сотрудничестве и метода Case Study, а также обосновать педагогические условия её реализации;

разработать методический цикл использования искусственного интеллекта на уроках химии, охватывающий этапы диагностики, адаптивного задания, генеративной помощи, научной проверки, обратной связи и решения учителя, и отразить его в технологических картах;

разработать учебно-методический комплекс и цифровую платформу «chemia.uz» для реализации методики, разработать критерии оценивания знаний учащихся и правила безопасного использования искусственного интеллекта и внедрить их в практику;

оценить эффективность методики путём сопоставления прироста показателей знаний учащихся экспериментальных и контрольных групп, а также проанализировать результаты опытно-экспериментальной работы с помощью математико-статистических методов.

Объект исследования: процесс преподавания химии на основе технологий искусственного интеллекта в 8–9 классах общеобразовательных школ.

Предмет исследования: содержание, формы, методы, средства и педагогические условия методики преподавания химии на основе технологий искусственного интеллекта в 8–9 классах.

Методы исследования: в исследовании применены сравнительное изучение и анализ педагогических, психологических и методических источников, дидактической литературы, ГОС, учебных планов и программ, учебно-нормативных документов, учебников и учебно-методической

литературы, социально-педагогические (наблюдение, беседа, диагностика, анкетирование, тестирование), опытно-экспериментальные и мониторинговые методы. Полученные результаты обработаны с помощью математико-статистических методов — описательной статистики, t-критерия Уэлча, ковариационного анализа с включением входного теста в качестве ковариаты (ANCOVA), многоуровневой модели (модели со смешанными эффектами), кластерно-устойчивых стандартных ошибок, показателей размера эффекта (d Коэна, g Хеджеса, частичная η^2), критерия хи-квадрат и коэффициента V Крамера, а также коэффициента альфа Кронбаха, оценивающего внутреннюю согласованность теста; на этой основе определены достоверность и практическая значимость результатов и сделаны соответствующие выводы.

Научная новизна исследования:

усовершенствована педагогическая модель обучения темам курса химии о неметаллах и металлах в 8–9 классах на основе интеграции средств искусственного интеллекта с проектным обучением, обучением в сотрудничестве и методом кейсов, а также обоснованы педагогические условия её реализации;

разработан методический цикл использования искусственного интеллекта на уроках химии, состоящий из диагностики, адаптивного задания, генеративной помощи, научной проверки, обратной связи и решения учителя, а деятельность учителя и учащегося на каждом этапе конкретизирована в технологических картах;

усовершенствовано учебно-методическое обеспечение преподавания химии на основе взаимосвязанного применения на цифровой платформе «chemia.uz» адаптивных заданий, критериев оценивания знаний, правил научной проверки ответов искусственного интеллекта и его безопасного использования;

на основе математико-статистического анализа, учитывающего исходный уровень знаний, а также группирование на уровне класса и школы, установлено, что прирост показателей знаний учащихся в экспериментальных группах, где применялась усовершенствованная методика, выше, чем в контрольных группах.

Практические результаты исследования. Разработана и рекомендована к внедрению в практику педагогическая модель преподавания химии в 8–9 классах на основе технологий искусственного интеллекта;

разработана система адаптивных заданий и тестов, формируемых с помощью средств искусственного интеллекта, и обоснована возможность использования в учебном процессе функционально отличающихся от неё симуляционно-визуальных ресурсов (виртуальных лабораторий и 3D-моделей) в качестве взаимодополняющих компонентов;

разработан комплекс методико-диагностических средств (входные и итоговые тесты, критерии оценивания, а также карты наблюдения за деятельностью учащихся), предназначенных для диагностики и мониторинга уровня знаний учащихся; в ходе опытно-экспериментальной работы (2024–2025–годы) все входные и итоговые тесты технически проводились

первоначально на платформе «xm.ziyopedia.uz» и в локальной API-среде, а по завершении эксперимента на основе полученных результатов платформа была модернизирована и объединена в единую систему под официальным доменом «chemia.uz»;

подготовлены практические рекомендации и учебник по организации уроков химии на основе предложенной методики;

эффективность комплексной методики с интегрированными средствами искусственного интеллекта подтверждена результатами педагогической опытно-экспериментальной работы; установлено её положительное влияние на повышение уровня знаний и учебной активности учащихся.

Достоверность результатов исследования обеспечена соответствием применённых подходов и методов цели и задачам исследования, опорой теоретической части на действующие нормативно-правовые документы и проверенные научные источники, проведением опытно-экспериментальной работы в 13 общеобразовательных школах Самаркандской, Навоийской и Кашкадарьинской областей с участием 2473 учащихся 8–9 классов с выделением экспериментальных и контрольных групп, применением входных и итоговых тестов на основе единой содержательной спецификации и критериев оценивания, а также обработкой полученных первичных данных на уровне индивидуальных баллов с помощью математико-статистических методов (ковариационный анализ с включением входного теста в качестве ковариаты — ANCOVA, многоуровневая модель со смешанными эффектами с учётом иерархии «учащийся – класс – образовательное учреждение», t-критерий Уэлча, кластерно-устойчивые стандартные ошибки и показатели размера эффекта). Достоверность обеспечивается также применением подходов, методов и теоретических данных, полученных из официальных источников, опорой на труды учёных и практиков нашей республики и зарубежных стран; подтверждением эффективности анализов и экспериментальной работы, проведённых с помощью математико-статистических методов, внедрением выводов и рекомендаций в практику, а также подтверждением полученных результатов уполномоченными органами.

Научная и практическая значимость результатов исследования определяется тем, что обоснованы педагогическая модель интеграции средств искусственного интеллекта с проектным обучением, обучением в сотрудничестве и методом кейсов при обучении химии в общеобразовательных школах, а также условия её реализации. Методический цикл, объединяющий диагностику, адаптивное задание, генеративную помощь, научную проверку, обратную связь и решение учителя, конкретизирует методические основы применения учащимися химических знаний в учебных и жизненных ситуациях, их переноса в новые ситуации, а также организации самостоятельной учебной деятельности. Данные направления деятельности выражают дидактические возможности методики; непосредственно оцениваемым в ходе опытно-экспериментальной работы результатом являются показатели химических знаний учащихся.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанные технологические карты, разработки уроков, адаптивные задания, критерии оценивания и платформа «chemia.uz» могут использоваться на уроках химии в 8–9 классах. Учебно-методический комплекс служит организации самостоятельной учебной деятельности учащихся, группового обсуждения, проверки ответов искусственного интеллекта по научным источникам, а также применения химических знаний в учебных и жизненных ситуациях. Средства оценивания позволяют выявлять ошибки в знаниях учащегося, предоставлять ему обратную связь и адаптировать следующее задание к уровню его подготовленности.

Внедрение результатов исследования.

разработанная авторская цифровая платформа как средство диагностики и мониторинга по химии внедрена в практику общего среднего образования. В 2024–2025–годах платформа первоначально апробировалась на базе технической платформы «xm.ziyopedia.uz» и локальной API-интеграции. После завершения эксперимента и получения результатов мониторинга программная логика была полностью перенесена на самостоятельный домен «chemia.uz» и рекомендована к применению в практике. В 2024–2025–годах платформа апробирована в 13 образовательных учреждениях Навоийской, Кашкадарьинской и Самаркандской областей, в 83 классах-группах с участием 2 473 учащихся и применялась как средство проведения входных и итоговых тестов, автоматической регистрации результатов, выдачи адаптивных заданий и организации структурированного диалога с искусственным интеллектом. В результате сократились трудозатраты учителя на диагностику и мониторинг, а результаты учащегося по каждому заданию и его работа с искусственным интеллектом приобрели документируемую форму;

результаты по совершенствованию методики преподавания химии на основе искусственного интеллекта использованы при разработке научно-методических основ обучения химии в интеграции с технологиями искусственного интеллекта в школьном химическом образовании (справка Управления дошкольного и школьного образования Самаркандской области от 16 января 2026 года). В результате это послужило повышению эффективности преподавания неорганической химии на основе искусственного интеллекта в учреждениях общего среднего образования;

учебник «Химия», разрешённый к изданию Кабинетом Министров Республики Узбекистан (разрешение на издание получено на основании приказа Ташкентского государственного технического университета от 22 апреля 2026 года № 01-9-05-309), подготовлен для студентов высших образовательных учреждений; в нём в качестве дополнительного источника использованы отдельные научно-методические подходы, сформированные в рамках исследования. В результате он служит повышению эффективности усвоения учащимися химических знаний в учебном процессе, интеграции материалов учебника с цифровыми образовательными ресурсами, а также организации процесса обучения на основе современных педагогических технологий;

содержание учебника по химии усовершенствовано с ориентацией на закрепление теоретических знаний студентов, развитие практико-исследовательских навыков и формирование компетенций анализа химических процессов в ходе преподавания неорганической химии. Рекомендации по использованию изложенных в учебнике научно-теоретических материалов и практико-ориентированных сведений рассмотрены и одобрены на заседании образовательной программы «Биология, география и химия» Института естественных наук Кызылординского университета имени Коркыт Ата (справка Института естественных наук Кызылординского университета имени Коркыт Ата от 20 октября 2026 года № 2). В результате учебник рекомендован к использованию при организации лекционных, практических и лабораторных занятий по неорганической химии, развитии самостоятельного обучения студентов, а также обогащении содержания учебно-методических материалов.

Апробация результатов исследования: результаты настоящего исследования опубликованы в сборниках материалов 9 международных и 3 республиканских научно-практических конференций.

Опубликованность результатов исследования: по теме диссертации опубликовано всего 19 научных работ, из них 1 учебник, 6 научных статей и 12 материалов международных и республиканских научно-практических конференций; в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Академии наук Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, опубликовано 6 статей (5 — в республиканских и 1 — в зарубежном журнале). Смысловое соответствие между основными научными результатами диссертации и отражающими их публикациями приведено в приложении IV.

Структура и объём диссертации: диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и рекомендаций, списка использованной литературы и приложений. Текстовая часть диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении освещены вопросы развития аналитического и критического мышления учащихся посредством использования технологий искусственного интеллекта (ИИ) и цифровых средств в современной системе образования. В частности, на примере предмета химии в 8–9 классах общеобразовательных школ обоснована актуальность усвоения абстрактных понятий и формирования у учащихся исследовательских навыков. Также раскрыты возможности отслеживания динамики приобретения знаний учащимися с помощью интерактивного мониторинга и адаптивных заданий в цифровой образовательной среде, определения их индивидуальной образовательной траектории и обеспечения индивидуального подхода в обучении.

Проанализированы роль учителя как фасилитатора в образовательном процессе, подходы генеративной помощи и научной верификации; показаны механизмы самостоятельного овладения учащимися химическими знаниями и развития их логического мышления на основе авторского цикла «DAGVQO».

В результате аргументирована необходимость совершенствования знаний и умений учащихся посредством интеграции технологий искусственного интеллекта в химическое образование и кратко изложено общее направление исследования.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Теоретико-методологические основы преподавания химии в школе на основе технологий искусственного интеллекта»**, освещены современное состояние преподавания химии в общеобразовательных школах, дидактические возможности и ограничения технологий ИИ. Также проанализированы принципы интеграции этих технологий с проектным обучением, обучением в сотрудничестве и методом кейсов.

В результате теоретического анализа выявлены три основные методические проблемы практики: объяснение процессов, которые трудно непосредственно наблюдать глазом; оказание адаптированной (адаптивной) помощи учащимся с разным уровнем подготовки; научная проверка химической правильности информации, предоставляемой ИИ.

Согласно конструктивистскому подходу, учащийся самостоятельно формирует новые знания, задавая вопросы, наблюдая, сравнивая и делая выводы. В процессе социального взаимодействия мнения взаимно обсуждаются и обосновываются научными доказательствами. В этом процессе искусственный интеллект выступает как средство, дающее первичные объяснения или предлагающее альтернативные решения. Однако ответы ИИ не являются для учащегося готовым выводом: подлинное знание формируется лишь после того, как учащийся подвергнет эту информацию научно-критической проверке.

Проектное обучение (PBL) направлено на создание и защиту итогового продукта; обучение в сотрудничестве (CL) — на стремление к общей цели, распределение ролей между учащимися и формирование индивидуальной ответственности; метод кейсов — на анализ проблемных ситуаций на основе химических доказательств. Научная новизна исследования заключается не в раздельном применении этих педагогических методов, а в их взаимной интеграции со средствами искусственного интеллекта и практикой обязательной научной верификации (проверки) в рамках определённых тем курса химии.

В образовательном процессе средства генеративного искусственного интеллекта, симуляционные модели и реальные педагогические (химические) эксперименты функционально коренным образом отличаются друг от друга. В частности, генеративное средство формирует текстовый или визуальный ответ на основе заданного запроса (промпта), симуляционные программы моделируют процесс в рамках заданных математико-алгоритмических параметров, а реальный эксперимент предоставляет достоверные эмпирические доказательства посредством непосредственного практического наблюдения.

Следует особо подчеркнуть, что наличие в программе виртуальной лаборатории или визуальных изображений в формате 3D не превращает её в

полноценную систему искусственного интеллекта. Поэтому отождествление результатов симуляции с эмпирическими значениями, измеренными в реальном эксперименте, и их взаимозамена методологически некорректны.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Совершенствование методики преподавания химии на основе технологий искусственного интеллекта»**, подробно раскрыты содержание и сущность разработанной в рамках исследования педагогической модели, шестиэтапного методического цикла, технологических карт по разделам «Неметаллы» и «Металлы», а также созданной автором платформы «chemia.uz» и интегрированной в неё системы оценивания. Предлагаемая педагогическая модель объединяет такие органически взаимосвязанные блоки, как социальный заказ и цель, методологические основы, роль искусственного интеллекта в обучении, интерактивные методы, учебный процесс, этапы опытно-экспериментальной работы, критерии оценивания и ожидаемые результаты.



Рисунок 1. Педагогическая модель обучения химии, интегрированного с ИИ

Структурные и логические связи между блоками модели отражены на рисунке 1. Согласно модели, на основе результатов оценивания последующие учебные задания адаптируются к уровню усвоения учащегося. Учитель же научно и педагогически анализирует эти изменения образовательной траектории и практически обосновывает их.

Содержательные рамки исследования охватывают по курсу 8 класса общеобразовательных школ неметаллы главных подгрупп V, VI и VII групп, а по курсу 9 класса — темы о щелочных металлах, кальции (Ca), магнии (Mg), алюминии (Al), а также металлах побочных подгрупп I и II групп, хроме (Cr), марганце (Mn) и железе (Fe). Классификация химических групп приведена в диссертации в краткой форме в соответствии с учебниками, принятыми в качестве опорного источника. Каждая тема раскрыта через задачи, направленные на формирование у учащихся теоретических знаний, практических умений и компетенций их применения в жизни.

Основными условиями применения предлагаемой педагогической модели на практике являются: наличие у учителя химической и цифровой компетентности; подбор заданий, соответствующих возрастным особенностям учащихся; использование научно достоверных источников; система оценивания, учитывающая индивидуальный вклад учащегося в образовательный процесс; установление режима работы, соответствующего имеющимся техническим возможностям; защита персональных данных (информационная безопасность) и строгое соблюдение принципов академической честности.

В этом процессе учитель оценивает научно-методическую приемлемость ответов, предоставленных ИИ, анализирует ошибки, допущенные учащимися, и на этой основе определяет последующие учебные задания. Учащийся же представляет свой запрос (промпт), полученный от ИИ ответ, научные доказательства, приведённые для его проверки, и собственный самостоятельный вывод.

Каждый этап шестиэтапного методического цикла имеет свои конкретные ожидаемые результаты (см. таблицу 1). В нём диагностика и педагогическая помощь, оказываемая учащимся, адаптируются к их индивидуальному уровню подготовки; научная проверка (верификация) полученной информации выполняется в социальном взаимодействии, а принятие окончательного педагогического решения остаётся в компетенции учителя.

Таблица 1

Этапы методического цикла и ожидаемые результаты

Этап	Основная деятельность	Результат
Диагностика	Выявление исходного уровня знаний и имеющихся пробелов (ошибок)	Результаты краткого теста (вопрос-ответ) и профиль ошибок учащегося

Этап	Основная деятельность	Результат
Адаптивное задание	Адаптация уровня сложности задания и объёма оказываемой педагогической помощи к учащемуся	Дифференцированное задание с помощью базового, среднего или высокого уровня
Генеративная помощь	Получение от искусственного интеллекта первичного научного объяснения на основе утверждённого запроса (промпта)	Целенаправленно сформулированный запрос и первичный ответ, предоставленный ИИ
Научная верификация	Научная проверка предоставленных ИИ сведений (утверждения) по учебнику и достоверным химическим доказательствам	Научный вывод о том, что информация подтверждена, принята частично или полностью опровергнута
Обратная связь	Исправление (коррекция) выявленных ошибок и научное обоснование самостоятельного вывода	Химически обоснованный исправленный окончательный ответ и вывод
Решение учителя	Оценивание деятельности (поиска) учащегося и определение дальнейшей образовательной траектории	Индивидуальная оценка учащегося и новое адаптивное задание для следующего этапа

Предлагаемый методический цикл распределяется между этапами урока и самостоятельной учебной работы. В его расширенной форме диагностика и адаптивные задания определяются на предыдущем занятии, а учащиеся используют ресурсы генеративного ИИ в ходе самостоятельной работы. На следующем уроке непосредственно осуществляются этапы верификации, обратной связи и оценивания результатов. В форме цикла, рассчитанной на один урок, опора делается на общие источники ИИ под контролем учителя; однако и в этом случае этапы научной проверки учащимся и формулирования выводов педагогом не сокращаются.

Вводимый принцип адаптивности не предполагает жёсткого закрепления учащегося за определённым уровнем усвоения. Напротив, учащиеся, выполняющие одно и то же учебное задание, обеспечиваются дифференцированной педагогической поддержкой в соответствии с их потребностями: задания дифференцируются в форме опорных понятий, наводящих вопросов, частично заполненных таблиц проверки или полностью самостоятельного анализа. На последующих этапах обучения объём этой поддержки неоднократно пересматривается с учётом динамики роста учащегося.

Практика научной верификации (проверки) полученной информации осуществляется в следующие четыре этапа:

1. Разделение ответов ИИ на отдельные утверждения и гипотезы;

2. Сопоставление их с опорным учебником и проверенными научными источниками;

3. Определение степени научной правильности информации;

4. Формулирование окончательного вывода и ограничений.

Следует особо подчеркнуть, что наличие указанного ИИ источника (ссылки) не означает его достоверности: указанный источник по своему содержанию должен подтверждать утверждение ИИ. В случаях, когда источник не установлен (или является фиктивным), данная информация не включается в окончательный научный вывод учащегося в качестве факта.

С целью внедрения данного подхода в практику посредством кейс-стади и технологических карт разработан проблемный кейс «Тайна воды из-под крана: польза или вред?». Кейс связан с темой «Реакция хлора с водой»: в описанной ситуации учащийся замечает молочную мутность и резкий запах воды и сталкивается с противоречивыми мнениями сверстников о воде. При этом основная задача учащегося состоит не в повторении готового суждения, а в анализе химической основы проблемы и выделении ограничений информации.

При научной проверке химического утверждения используется уравнение реакции взаимодействия хлора с водой (1). При этом учащиеся сопоставляют число атомов в обеих частях уравнения реакции и изменения степеней окисления хлора:

(1)

где Cl_2 — молекулярный хлор; H_2O — вода;

HCl — соляная кислота; HClO — хлорноватистая кислота;

⇌ — знак обратимой реакции.

Как в левой, так и в правой части уравнения реакции имеются 2 атома хлора, 2 атома водорода и 1 атом кислорода. В ходе процесса степень окисления хлора изменяется от 0 до −1 и +1, т. е. происходит диспропорционирование (самоокисление-самовосстановление). Участвующие в процессе молекулярный хлор, хлорноватистая кислота и хлорид-ионы коренным образом различаются по своим свойствам. Научно анализируя эти различия, учащиеся предупреждают (исправляют) ошибочные обобщения, делаемые лишь на основании названий веществ (или их корней).

На практическом занятии учащиеся, разделённые на три группы, анализируют взаимодополняющие аспекты одного проблемного кейса: 1) механизм химического процесса; 2) научные доказательства и ограничения высказанных утверждений; 3) итоговое практическое решение. Согласно принципу обучения в сотрудничестве, каждый учащийся берёт на себя индивидуальную ответственность за обоснование как минимум одного утверждения. В завершение группы оформляют общий презентационный плакат, построенный на логической цепочке «Утверждение — доказательство — ограничение — решение».

Краткая структура 45-минутного урока, основанного на методе кейс-стади, приведена в таблице 2.

Таблица 2

Краткая структура 45-минутного урока на основе метода кейс-стади

Часть урока	Время	Содержание педагогической деятельности и ожидаемые результаты
Организационная часть	5 мин	Объявление цели урока, распределение ролей в группах и определение правил практической и цифровой безопасности.
Повторение пройденной темы	10 мин	Проведение диагностического опроса о хлоре, воде и степенях окисления; распределение карточек дифференцированной помощи в соответствии с потребностями учащихся.
Формирование новых знаний	15 мин	Анализ проблемного кейса, раскрытие сущности уравнения химической реакции, верификация (проверка) утверждения ИИ по достоверным научным источникам.
Закрепление	10 мин	Сопоставление и обсуждение доказательств трёх рабочих групп, выработка единого итогового научного вывода для презентационного плаката.
Итог урока и домашнее задание	5 мин	(С помощью приёма «Карточка выхода») и итоговая обратная связь (фидбек) учителя; выдача индивидуальных заданий для продолжения самостоятельной работы.

Примечание: на выполнение домашнего задания отводится 15–20 минут. Краткая защита на следующем уроке служит дополнению ранее выставленной формирующей оценки учащегося; повторная 10-балльная оценка к ней не добавляется.

При достаточном техническом оснащении взаимодействие с искусственным интеллектом организуется под контролем учителя посредством имеющихся цифровых устройств, а все запросы и ответы систематически фиксируются. В случаях ограниченного доступа к сети Интернет или цифровым устройствам учитель использует заранее подготовленные ответы ИИ, печатные карточки источников и листы проверки. Независимо от технических условий, неизменным приоритетом остаётся педагогическая задача, выполняемая учителем, — практика научной проверки (верификации) информации и формулирования обоснованного вывода.

В ходе выполнения заданий кейса строго контролируется, чтобы в лабораторных условиях не получали газообразный хлор, не добавляли в воду какие-либо реагенты и не употребляли (не пили) неизвестные образцы воды. Учащимся разъясняется, что выводы, основанные на их визуальном наблюдении и общих химических знаниях, отличаются от официального санитарно-эпидемиологического заключения по конкретному образцу воды. Также объясняется, что при обнаружении в повседневной жизни необычного запаха или цвета учащийся должен незамедлительно сообщить об этом ответственным лицам. Такой подход на практике демонстрирует органическую связь между химической грамотностью и принятием социально ответственных решений.

В учебно-методическом обеспечении исследования и в процессе оценивания авторская платформа «chemia.uz» служит средством регистрации результатов тестирования, предоставления интерактивных заданий и ресурсов, организации структурированного диалога с ИИ и хранения результатов проверки. Единство средства оценивания знаний (платформы) в экспериментальных и контрольных группах обеспечивает объективность и надёжность условий измерения в исследовании. Основное методическое отличие исследования заключается не в использовании цифровой платформы, а именно во взаимной комплексной интеграции ИИ, PBL (проектного обучения), CL (обучения в сотрудничестве) и метода кейсов на основе шестиэтапного цикла в экспериментальной группе.

Формирующее оценивание применяется в целях непрерывного совершенствования процесса обучения (см. таблицу 3). При этом общий продукт группы оценивается комплексно вместе с индивидуальным вкладом (участием) учащихся: отдельно учитываются такие критерии, как поиск достоверного источника, выявление ошибок, научное обоснование коррекции и устный ответ (защита).

Таблица 3

10-балльная рубрика формирующего оценивания индивидуальной деятельности учащегося

Критерий	**Макс. балл**	**Наблюдаемое свидетельство**
Понимание и анализ проблемы	2	Умение правильно оценить проблемную ситуацию и выделить основной вопрос, подлежащий решению.
Химико-научное обоснование	3	Уместное применение химических понятий, правильная запись уравнений реакций и приведение точных научных доказательств.
Верификация сведений ИИ	2	Умение составить корректный запрос (промпт) для ИИ, проверка полученного ответа по источникам, исправление ошибок и соблюдение академической честности.
Презентация и защита	2	Логически последовательное изложение мысли и научно обоснованные ответы на заданные вопросы.
Творчество и самостоятельное мышление	1	Представление оригинального (самостоятельного) решения проблемы или собственного вывода с опорой на научные доказательства.

Примечание: максимальный показатель усвоения по данной рубрике составляет 10 баллов. Результаты формирующего оценивания направлены на анализ деятельности учащегося на уроке и не суммируются (не обобщаются) с баллами контрольного теста из 20 заданий, служащего для измерения эффективности исследования.

Критерий работы с искусственным интеллектом (ИИ) в рубрике оценивания оценивается по следующим четырём основным индикаторам:

1. Корректное формулирование целевого запроса (промпта);
2. Научная проверка (верификация) ответа, полученного от ИИ;
3. Выявление и исправление (коррекция) ошибок в информации;
4. Открытое указание на использование помощи ИИ с соблюдением принципа академической честности.

Каждый из этих индикаторов в зависимости от качества выполнения учащимся оценивается по шкале 0; 0,25 или 0,5 балла.

Следует особо подчеркнуть, что, хотя цифровая платформа автоматически подсчитывает результаты тестирования на основе введённого ключа ответов, итоговая педагогическая оценка текущей практической деятельности учащегося и его следующее учебное задание (траектория) определяются исключительно учителем.

В **третьей главе** диссертации освещены процесс организации опытно-экспериментальной работы и математико-статистический анализ полученных результатов. В опытно-экспериментальной работе, проведённой в рамках исследования в 2024–2025–годах, применён квазиэкспериментальный дизайн, основанный на результатах исходной (входной) и итоговой (выходной) диагностики. При таком подходе индивидуальное случайное распределение учащихся по группам не осуществлялось, а состав существующих классов в школах был строго сохранён в исходном виде. В целях обеспечения объективности исследования в экспериментальных и контрольных группах были обеспечены полностью одинаковые учебная программа, последовательность изучения тем и объём отведённых часов.

На начальном этапе опытно-экспериментальной работы были зарегистрированы в общей сложности 85 классов и 2 524 учащихся из 14 школ. Однако в связи с тем, что в школе № 33 Пайарыкского района не была полностью сформирована соответствующая контрольная группа для эксперимента, результаты 51 учащегося двух классов были исключены из межгруппового сравнительного анализа. В результате итоговая выборка (база), включённая в математико-статистический анализ, составила в общей сложности 13 общеобразовательных школ Самаркандской, Кашкадарьинской и Навоийской областей, 83 класса и 2 473 учащихся 8–9 классов. Следует отметить, что в итоговый анализ были включены результаты только тех учащихся, которые полностью приняли участие как во входном, так и в итоговом тестировании.

Структурное распределение выборки исследования в разрезе групп и классов приведено в таблице 4.

Таблица 4

Состав выборки исследования в разрезе групп и классов

Показатель	Эксперимент	Контроль	Всего
Учащиеся	1 275	1 198	2 473
Классы	41	42	83

Показатель	Эксперимент	Контроль	Всего
Учащиеся 8 классов	672	616	1 288
Учащиеся 9 классов	603	582	1 185
Школы	13	13	13

Статистические наблюдения в исследовании имеют иерархическую (многоуровневую) структуру, в которой учащиеся объединены в классы, а классы — в школы. Поэтому в статистическом анализе баллы исходного (входного) теста были приняты в качестве контрольной переменной, а результаты оценивались с помощью кластерно-устойчивых (cluster-robust) стандартных ошибок по классам. Традиционный индивидуальный t-критерий Стьюдента (t-тест) выполнял функцию дополнительного (вспомогательного) сравнения.

В качестве средства оценивания знаний в исследовании использовался контрольный тест из 20 дихотомических (двузначных) заданий. При этом каждый правильный ответ оценивался в 1 балл, а неправильный — в 0 баллов. Входной и итоговый тесты являются параллельными вариантами, основанными на единой содержательной спецификации. Все статистические расчёты выполнены по первичной (сырой) шкале 0–20 баллов.

Внутренняя согласованность (надёжность) теста, состоящего из дихотомических заданий, определялась с помощью коэффициента альфа Кронбаха (Cronbach’s alpha), эквивалентного формуле KR-20 Кьюдера — Ричардсона (см. формулу 2).

(2)

где α — коэффициент внутренней согласованности теста;

k — число заданий (20);

s_j^2 — выборочная дисперсия балла j-го задания;

s_X^2 — выборочная дисперсия суммарного балла теста; Σ — сумма по заданиям.

Показатели внутренней согласованности контрольных тестов приведены в таблице 5. Следует особо подчеркнуть, что высокое значение коэффициента альфа не доказывает в полной мере валидность (пригодность) измерительного инструмента (теста) во всех отношениях: оно служит лишь для характеристики взаимной внутренней согласованности (консистентности) тестовых заданий.

Таблица 5

Внутренняя согласованность тестов

Тест	k	n	α Кронбаха	95% ДИ
Входной	20	2 473	0,762	[0,748; 0,776]
Итоговый	20	2 473	0,768	[0,754; 0,781]

Примечание. ДИ — доверительный интервал.

В диссертации отмечено, что для каждого из 40 тестовых заданий коэффициент корреляции между баллом за задание и суммой баллов по всем остальным заданиям составил не менее 0,20.

В таблице 6 проведён сравнительный анализ результатов исходного (входного) и итогового (выходного) тестов, а также динамики усвоения (показателей прироста) экспериментальной и контрольной групп.

Таблица 6

Результаты описательной статистики показателей знаний учащихся

Группа	Измерение	n	M	SD
Эксперимент	Входной	1 275	11,883	3,972
Эксперимент	Итоговый	1 275	14,045	3,659
Эксперимент	Прирост	1 275	2,162	2,751
Контроль	Входной	1 198	11,707	3,928
Контроль	Итоговый	1 198	12,745	3,899
Контроль	Прирост	1 198	1,038	2,884

Примечание. M — средний балл; SD — стандартное отклонение. Источник: таблица 3.3 диссертации; шкала 0–20 баллов.

Изменение средних баллов по группам представлено на рисунке 2.

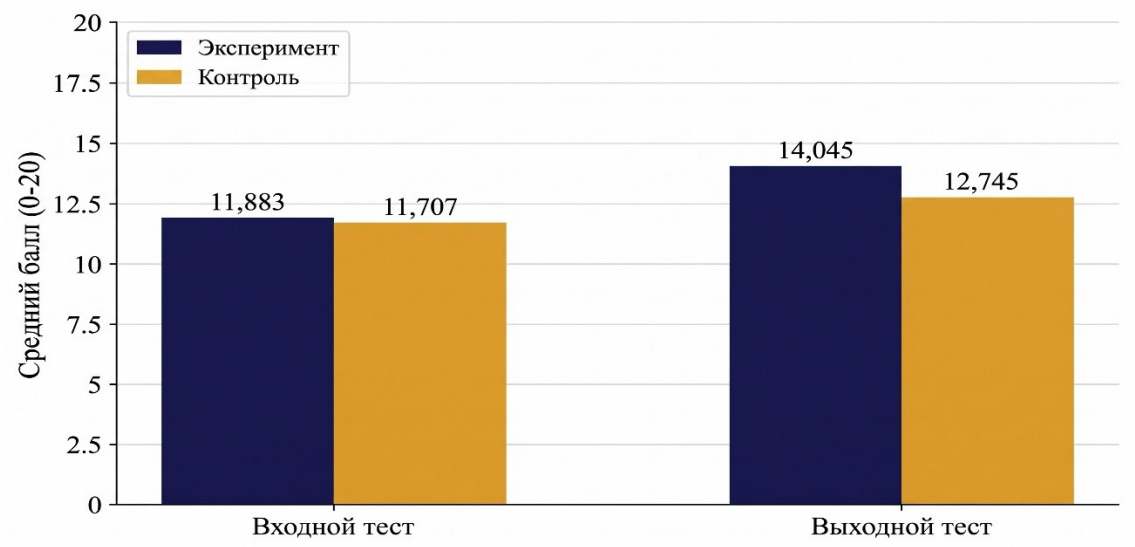


Рисунок 2. Средние баллы входных и выходных тестов

Примечание. Построено на основе значений M из таблицы 3.3 диссертации. Вертикальная ось — 0–20 баллов.

Разность приростов определяется по формуле (3).

(3)

где D — разность средних приростов групп (баллы);

M — средний тестовый балл; t — экспериментальная, n — контрольная группа;

0 — входное, 1 — итоговое измерение.

Средний показатель прироста усвоения в экспериментальной группе составил 2,162 балла, в контрольной — 1,038 балла, а разность между ними — 1,124 балла. Нескорректированная разность по итоговому тесту составила 1,300 балла; однако этот показатель включает и исходное различие между группами в 0,176 балла. Поэтому в исследовании разность приростов, разность

итоговых результатов и разность, скорректированная на основе модели ANCOVA (ковариационного анализа), интерпретировались раздельно, как самостоятельные статистические показатели.

Показатели t-теста Уэлча, проведённого по результатам исходного (входного) теста, составили: t Уэлча = 1,108; число степеней свободы (df) = 2464,6; p = 0,2679; критерий Коэна (d) = 0,045; 95% доверительный интервал разности [−0,136; 0,488]. Этот результат свидетельствует о том, что исходное различие между группами статистически незначимо (недостоверно). Однако, поскольку значение p > 0,05 не доказывает в полной мере абсолютную эквивалентность экспериментальной и контрольной групп, баллы входного теста были включены в основную модель статистического анализа в качестве ковариаты (дополнительной контрольной переменной).

Основные статистические результаты и их устойчивость

Исходный уровень подготовки учащихся контролировался с помощью модели ANCOVA (см. формулу 4). Коэффициент группы в этой модели выражает пересчитанную (скорректированную) разность для учащихся с одинаковым исходным уровнем знаний.

(4)

где Y_i — балл итогового теста i-го учащегося;

β_0 — ожидаемый итоговый балл контрольной группы при среднем входном уровне;

β_1 — скорректированная разность экспериментальной и контрольной групп;

G_i — индикатор группы: 1 — для экспериментальной, 0 — для контрольной;

β_2 — модельная связь между входным и итоговым баллами;

X_i — входной балл; $\bar{X}$ — общее среднее по входному тесту; ε_i — остаток.

Скорректированная по ANCOVA разность составила 1,176 балла. Для обычной ANCOVA: F(1; 2470) = 130,263; частичная $\eta^2 = 0{,}050$; $R^2 = 0{,}554$. R^2 характеризует долю дисперсии, объясняемую всей моделью. Частичную $\eta^2 = 0{,}050$ можно интерпретировать как долю группы в сумме дисперсии, относящейся к группе, и остаточной дисперсии после учёта другого включённого фактора.

Зависимость результатов учащихся одного класса учтена в кластерно-устойчивом анализе по классам. Основные результаты обобщены в таблице 7.

Таблица 7

Результаты оценки различий между группами

Анализ	Разность, баллы	95% ДИ	p
Итоговый тест, Уэлч	1,300	[1,002; 1,599]	< 0,001
Балл прироста, Уэлч	1,124	[0,901; 1,347]	< 0,001
ANCOVA	1,176	[0,974; 1,378]	< 0,001

Анализ	Разность, баллы	95% ДИ	p
Смешанная модель	1,176	[0,954; 1,398]	< 0,001
Кластерно-устойчивая ANCOVA по классам	1,176	[0,951; 1,401]	< 0,001

Примечание. В кластерном анализе — 83 класса, SE = 0,113; t(82) = 10,396. Значения p унифицированы в пороговой форме.

На рисунке 3 проведён сравнительный анализ доверительных интервалов трёх статистических моделей, оценивающих скорректированную на основе ANCOVA разность. Следует отметить, что ни один из этих доверительных интервалов не включает нулевое значение (что подтверждает статистическую достоверность и значимость различия между группами). Относительное расширение границ доверительного интервала при учёте эффекта кластеризации (группирования) в ходе анализа является следствием тесной взаимозависимости результатов (наблюдений) учащихся внутри одного кластера (класса).

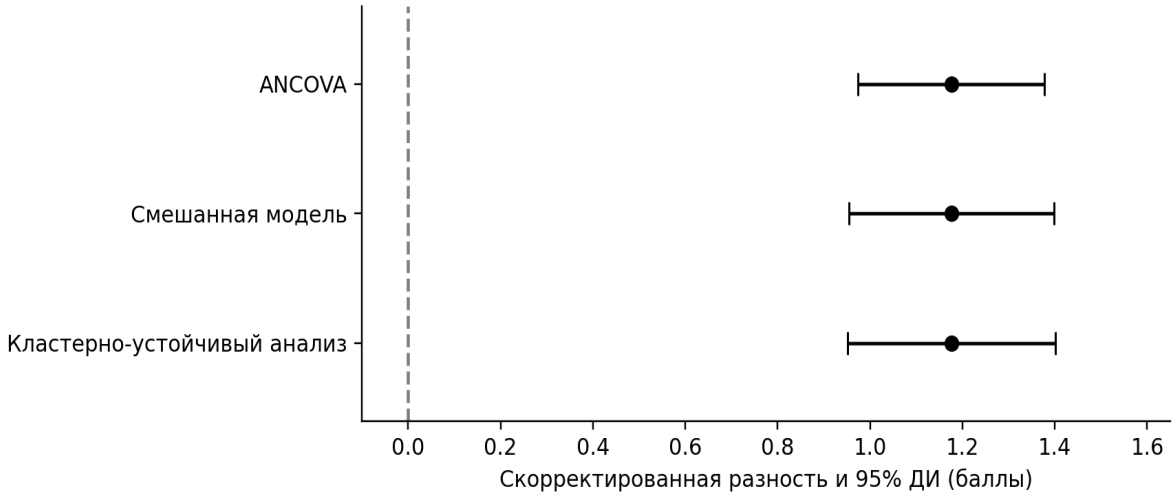


Рисунок 3. 95% доверительные интервалы скорректированной разности по моделям

Примечание. Точка — оценка в 1,176 балла; отрезок — 95% ДИ; пунктирная вертикальная линия — нулевая разность.

В смешанной модели (mixed-effects model), лежащей в основе статистического анализа, полностью учтена иерархия «учащийся – класс – школа». Если в модели без ковариат доля межклассовой дисперсии (ICC — коэффициент внутриклассовой корреляции) составила 0,0592, то после включения в модель баллов исходного (входного) теста учащихся остаточный ICC снизился до 0,0071. Это показывает, что исходный уровень подготовки учащихся отражает определённую часть различий, связанных с группированием (кластеризацией); однако это не означает, что фактор (влияние) учителя в учебном процессе полностью устранён.

Применённый в ходе анализа подход HC3 обеспечил устойчивые (robust) к гетероскедастичности стандартные ошибки; кластерно-устойчивые

стандартные ошибки, учитывающие взаимозависимость наблюдений внутри класса, применялись как отдельный метод.

Нулевая гипотеза (H_0) исследования состоит в том, что коэффициент скорректированной разности между экспериментальной и контрольной группами равен нулю. При этом уровень (порог) статистической значимости установлен равным $\alpha = 0,05$. Полученный результат $p < 0,001$ показывает, что при справедливости нулевой гипотезы и выполнении предпосылок модели вероятность случайного появления такой или ещё более резкой разности крайне мала.

Следует особо подчеркнуть, что данный показатель p (p-значение) не доказывает окончательно ни вероятность абсолютной правильности предлагаемой методики, ни прямое причинно-следственное влияние технологий ИИ. Поэтому статистическая значимость полученных в исследовании результатов интерпретировалась комплексно — совместно с их практическим размером эффекта (силой влияния), доверительными интервалами и ограничениями квазиэкспериментального дизайна.

Стандартизированный межгрупповой размер эффекта выражается формулой (5). Поправка Хеджеса уменьшает небольшое смещение, связанное с объёмом выборки.

(5)

где d — размер эффекта Коэна; M_t и M_n — средние групп по итоговому тесту;

s_p — объединённое стандартное отклонение групп;

g — размер эффекта Хеджеса; J — поправка для малой выборки;

n_t и n_n — число учащихся в экспериментальной и контрольной группах.

По результатам исследования практический размер эффекта (коэффициент g Хеджеса) составил $g = 0,344$ по результатам итогового теста и $g = 0,399$ по динамике прироста усвоения. Эти показатели означают, что различие в результатах знаний учащихся статистически находится в пределах между малым и средним эффектом. Коэффициент d_z, измеряющий внутригрупповые изменения, составил 0,786 в экспериментальной и 0,360 в контрольной группе. Следует особо отметить, что критерий d_z характеризует лишь изменение одной группы между входным и итоговым тестами и его не следует смешивать (отождествлять) с коэффициентами d или g, отражающими межгрупповую разность. Полученные в рамках выборки исследования показатели d и g при округлении до трёх знаков после запятой показали одинаковое значение.

Скорректированная на основе ANCOVA разность в 1,176 балла равна 5,88% от максимума 20-балльной шкалы измерения. Однако с методологической точки зрения это не относительный вывод (утверждение) о том, что «усвоение повысилось на 5,88%», а чистая разность в баллах, выраженная относительно максимального значения шкалы. Точно так же отношение средних показателей прироста ($2,162 / 1,038 \approx 2,08$) является лишь описательным (дескриптивным) показателем и не означает, что в

экспериментальной группе все аспекты обучения улучшились вдвое по сравнению с контрольной группой.

В целях наглядного сравнения результатов первичные (сырые) баллы учащихся были сгруппированы в традиционную 5-балльную систему оценивания по следующим границам: 0–10 баллов → «2» (неудовлетворительно), 11–14 баллов → «3» (удовлетворительно), 15–17 баллов → «4» (хорошо) и 18–20 баллов → «5» (отлично) (см. таблицу 8). Данная классификация является условным правилом визуального представления результатов в рамках исследования и не принимается как универсальная интерпретация официальных норм оценивания.

Таблица 8

Распределение оценок учащихся по итоговому тесту

Группа	«2», %	«3», %	«4», %	«5», %
Эксперимент	17,3	31,8	33,1	17,8
Контроль	26,5	36,6	26,9	10,0

Примечание. Источник: таблица 3.10 диссертации. Проценты вычислены внутри каждой группы.

Связь между распределениями описывается формулой (6). Ожидаемые частоты определяются по суммам строк и столбцов.

(6)

где χ^2 — статистика хи-квадрат Пирсона;

O_{ij} — наблюдаемая, E_{ij} — ожидаемая частота;

R_i — сумма i-й строки, C_j — сумма j-го столбца; N — общее число наблюдений.

Величина связи оценивается с помощью коэффициента V Крамера (см. формулу 7).

(7)

где V — коэффициент связи Крамера;

χ^2 — значение хи-квадрат; N — общее число учащихся;

r — число строк; c — число столбцов.

Для таблицы 2 × 4: df = (2 − 1)(4 − 1) = 3, min(2 − 1, 4 − 1) = 1. В диссертации для общей выборки приведены $\chi^2 = 63{,}163$, $N = 2473$ и $V \approx 0{,}160$. Полученные результаты показывают наличие относительно слабой связи между принадлежностью учащихся к экспериментальной или контрольной группе и категорией их итоговой оценки. С методологической точки зрения результаты исходного (входного) и итогового (выходного) тестов одного и того же учащегося не являются взаимно независимыми наблюдениями. Кроме того, традиционный критерий χ^2 (хи-квадрат) не может скорректировать взаимозависимость учащихся внутри класса (эффект кластеризации); поэтому результаты этого критерия приведены в исследовании лишь как дополнительное описательное свидетельство. Основные инференциальные

(обобщающие) выводы исследования опираются непосредственно на результаты кластерно-устойчивой (cluster-robust) смешанной модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Усовершенствована педагогическая модель преподавания химии в общеобразовательных школах посредством интеграции искусственного интеллекта (ИИ), проектного обучения (PBL), обучения в сотрудничестве (CL) и метода кейсов. Её практическое содержание связано с разделами «Неметаллы» 8 класса и «Металлы» 9 класса; научная проверка (верификация) в образовательном процессе, контроль учителя и адаптивность к техническим возможностям обоснованы как основные условия внедрения данной модели в практику.

2. Разработан шестиэтапный методический цикл, состоящий из диагностики, адаптивного задания, генеративной помощи, научной верификации, обратной связи (фидбека) и решения учителя. В нём процесс перехода от первичных сведений, предоставленных искусственным интеллектом, к научно проверенному химическому выводу выражен через конкретные дидактические действия и ожидаемые результаты.

3. Создано единое учебно-методическое обеспечение, органически связывающее технологические карты, карточки запросов, листы верификации, дифференцированные задания и рубрику оценивания с авторской платформой «chemia.uz». Механизм формирующего оценивания направлен на выявление индивидуального вклада учащегося в процессе работы, а контрольный тест из 20 дихотомических заданий — на измерение объективных результатов знаний в ходе опытно-экспериментальной работы.

4. Согласно результатам математико-статистического анализа, охватившего в общей сложности 13 школ, 83 класса и 2 473 учащихся, средний показатель прироста усвоения составил 2,162 балла в экспериментальной группе и 1,038 балла в контрольной, а разность между ними — 1,124 балла. Хотя статистически значимого различия в исходных (входных) показателях не выявлено, в соответствии с методологией исследования утверждение об их абсолютном равенстве не выдвигалось.

5. Модель ANCOVA, в которой баллы входного теста приняты в качестве контрольной переменной и применены кластерно-устойчивые (cluster-robust) стандартные ошибки по классам, показала статистически значимую разность в 1,176 балла в пользу экспериментальной группы (95% ДИ [0,951; 1,401]; $p < 0,001$). Смешанная модель (mixed-effects model) также подтвердила эту положительную тенденцию. Практический размер эффекта для показателей итогового теста по коэффициенту Хеджеса составил $g = 0,344$ и оценён в интервале между малым и средним эффектом.

6. Полученные результаты научно подкрепляют преимущество комплексной методики, интегрированной со средствами искусственного интеллекта, в повышении показателей знаний учащихся.

Практические рекомендации

1. На уроках химии в общеобразовательных школах рекомендуется использовать ответы искусственного интеллекта не как готовый и окончательный источник, а как исходный материал, обязательно подлежащий научной проверке (верификации); в рамках каждого задания следует учить чётко разграничивать утверждение, доказательство, ограничение и самостоятельный вывод учащегося.

2. На курсах повышения квалификации и переподготовки учителей целесообразно внедрить специальные практические занятия (тренинги), развивающие навыки составления корректных запросов (промптов) для нейросетей, выявления ошибок в химической информации, их научной верификации и индивидуального оценивания учащихся.

3. Для школ с ограниченным техническим оснащением и доступом к сети Интернет рекомендуется создавать офлайн-пакеты учебно-методических материалов, состоящие из заранее подготовленных ответов ИИ, печатных карточек источников и листов проверки, сохраняя тем самым в образовательном процессе принцип приоритета научной проверки и решения учителя.

4. В последующих научно-педагогических исследованиях необходимо отдельно сравнивать активные методы с интеграцией искусственного интеллекта и традиционные активные методы, учитывать уровень цифровой и профессиональной компетентности учителя, вводить отсроченные тесты, измеряющие сохранность знаний, а также критерии оценивания дополнительных межпредметных компетенций учащихся.

ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL No. DSc.03/2025.27.12.K.01.13.M FOR THE AWARD OF ACADEMIC DEGREES AT THE NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN

SAMARKAND STATE PEDAGOGICAL INSTITUTE

BOBOYAROVA NILUFAR SAYDULLAYEVNA

IMPROVING THE METHODOLOGY OF TEACHING CHEMISTRY IN SECONDARY SCHOOLS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

13.00.02 – Theory and Methods of Teaching and Education (Chemistry)

DISSERTATION ABSTRACT
of the Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences

Tashkent – 2026

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation was registered by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under No. B2024.3.PhD/Ped8144.

The dissertation was carried out at Samarkand State Pedagogical Institute.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (résumé)) on the website of the Scientific Council (www.nuu.uz) and on the "Ziyonet" Information and Educational Portal (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:	**Ixtiyarova Gulnora Akmalovna** Doctor of Chemical Sciences, Professor
Official opponents:	**Bozorov Nurad Ismatovich** Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor
	Berdiqulov Ravshan Shavkatovich Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Associate Professor
Leading organisation:	**Navoi State University**

The defence of the dissertation will take place on "27" 11 2026 at 1130 at a meeting of the one-time Scientific Council on the basis of Scientific Council No. DSc.03/2025.27.12.K.01.13.M for the award of academic degrees at the National University of Uzbekistan (address: 4 Universitet Street, Olmazor District, Tashkent 100174. Tel.: (99871) 246-67-35; fax: (99871) 246-02-24; e-mail: chem0102@mail.ru).

The dissertation is available at the Information Resource Centre of the National University of Uzbekistan (registered under No295). Address: 4 Universitet Street, Olmazor District, Tashkent 100174. Tel.: (99871) 246-67-35.

The abstract of the dissertation was distributed on "17" 11 2026.
(Registry protocol No36 dated "13" 11 2026.)

T.S.Kholikov
Chairman of the One-Time Scientific Council for the Award of Academic Degrees, Doctor of Chemical Sciences, Professor

U.U.Ruzmetov
Scientific Secretary of the One-Time Scientific Council for the Award of Academic Degrees, Doctor of Chemical Sciences, Professor

I.A.Abdugafurov
Chair of the Scientific Seminar under the One-Time Scientific Council for the Award of Academic Degrees, Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor

INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

The aim of the research is to improve the methodology of teaching chemistry in grades 8–9 of general secondary schools by integrating artificial intelligence technologies with project-based learning, collaborative learning and the case study method.

The tasks of the research:

to develop a pedagogical model for teaching the topics on non-metals and metals in the grade 8–9 chemistry course on the basis of artificial intelligence tools, project-based learning, collaborative learning and the Case Study method, and to substantiate the pedagogical conditions for its implementation;

to develop a methodological cycle for the use of artificial intelligence in chemistry lessons covering the stages of diagnosis, adaptive task, generative assistance, scientific checking, feedback and the teacher's decision, and to reflect it in technological maps;

to develop a teaching and learning kit and the "chemia.uz" digital platform for implementing the methodology, to work out criteria for assessing pupils' knowledge and rules for the safe use of artificial intelligence, and to introduce them into practice;

to evaluate the effectiveness of the methodology by comparing the growth of pupils' knowledge indicators in the experimental and control groups, and to analyse the results of the experimental work using mathematical and statistical methods.

The object of the research is the process of teaching chemistry on the basis of artificial intelligence technologies in grades 8–9 of general secondary schools.

The subject of the research is the content, forms, methods, means and pedagogical conditions of the methodology of teaching chemistry on the basis of artificial intelligence technologies in grades 8–9.

The scientific novelty of the research is as follows:

the pedagogical model for teaching the topics on non-metals and metals in the grade 8–9 chemistry course has been improved by integrating artificial intelligence tools with project-based learning, collaborative learning and the case method, and the pedagogical conditions for its implementation have been substantiated;

a methodological cycle for the use of artificial intelligence in chemistry lessons, consisting of diagnosis, adaptive task, generative assistance, scientific checking, feedback and the teacher's decision, has been developed, and the activities of the teacher and the pupil at each stage have been specified in technological maps;

the teaching and learning support for chemistry has been improved through the interrelated application, on the "chemia.uz" digital platform, of adaptive tasks, knowledge assessment criteria, rules for the scientific checking of artificial intelligence responses and rules for its safe use;

a mathematical and statistical analysis that takes into account the initial level of knowledge and the clustering of pupils at class and school level has established that the growth of pupils' knowledge indicators in the experimental groups, where the improved methodology was applied, is higher than in the control groups.

Implementation of the research results.

The author’s digital platform, developed as a tool for diagnostics and monitoring in chemistry, has been introduced into the practice of general secondary education. In the 2024–2025– years the platform was initially tested on the basis of the “xm.ziyopedia.uz” technical platform and a local API integration. After the experiment had been completed and the monitoring results obtained, the software logic was fully transferred to the independent “chemia.uz” domain and recommended for practical use. In 2024–2025– the platform was tested in 13 educational institutions of the Navoi, Kashkadarya and Samarkand regions, in 83 class groups, with the participation of 2 473 pupils, and was used as a tool for administering entry and exit tests, recording results automatically, assigning adaptive tasks and organising a structured dialogue with artificial intelligence. As a result, the teacher’s workload for diagnostics and monitoring was reduced, and each pupil’s results on every task and their work with artificial intelligence were brought into a documented form.

The results on improving the methodology of teaching chemistry on the basis of artificial intelligence were used in developing the scientific and methodological foundations of teaching chemistry integrated with artificial intelligence technologies in school chemistry education (reference of the Department of Preschool and School Education of Samarkand Region dated 16 January 2026). As a result, this served to increase the effectiveness of teaching inorganic chemistry on the basis of artificial intelligence in general secondary education institutions.

The textbook “Chemistry”, authorised for publication by the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan (the publication permit was obtained on the basis of Order No. 01-9-05-309 of Tashkent State Technical University dated 22 April 2026), has been prepared for students of higher education institutions, and certain scientific and methodological approaches formed within the research were used in it as an additional source. As a result, it serves to increase the effectiveness of learners’ mastery of chemical knowledge in the educational process, to integrate the textbook materials with digital educational resources and to organise the teaching process on the basis of modern pedagogical technologies.

The content of the chemistry textbook has been improved with a focus on consolidating students’ theoretical knowledge, developing their practical research skills and forming competencies in analysing chemical processes in the teaching of inorganic chemistry. Recommendations on the use of the scientific-theoretical materials and practice-oriented information presented in the textbook were reviewed and approved at a meeting of the “Biology, Geography and Chemistry” educational programme of the Institute of Natural Sciences of Korkyt Ata Kyzylorda University (reference No. 2 of the Institute of Natural Sciences of Korkyt Ata Kyzylorda University dated 20 October 2026). As a result, the textbook has been recommended for use in organising lectures, practical and laboratory classes in inorganic chemistry, developing students’ independent learning and enriching the content of teaching materials.

Approbation of the research results. The results of the research have been published in the proceedings of 9 international and 3 national scientific and practical conferences.

Publication of the research results. A total of 19 scientific works have been published on the topic of the dissertation, including 1 textbook, 6 scientific articles and 12 papers in the proceedings of international and national scientific and practical conferences; 6 articles (5 in national and 1 in a foreign journal) have been published in scientific editions recommended by the Higher Attestation Commission under the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan for publishing the main scientific results of doctoral dissertations. The correspondence between the main scientific results of the dissertation and the publications reflecting them is given in Appendix IV.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusions and recommendations, a list of references and appendices. The main text of the dissertation comprises 120 pages.

E’LON QILINGAN ISHLAR RO‘YXATI
СПИСОКОПУБЛИКОВАННЫХРАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo‘lim (I часть; Part I)

1. Boboyarova N.S. Creation of methodologies in a virtual learning environment for inorganic chemistry laboratory lessons and evaluation of its effectiveness // Science and Education in Karakalpakstan. – 2024. – №2/1. – P. 296–300. (ISSN 2181-9203)
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011543

2. Boboyarova N.S. The integration of the “Clustered thinking” method and artificial intelligence in teaching the physical and chemical properties of carbon group elements // Science and Innovation: International Scientific Journal. – 2024. – Vol. 3, №11. – P. 204–208. (ISSN 2181-3337)
https://doi.org/10.5281/zenodo.14252958

3. Boboyarova N.S. Anorganik kimyoda atomlar va molekulalarning fazoviy tuzilishining 3 o‘lchamli (3D) tasvirlari // Qo‘qon DPI ilmiy xabarlari. – 2025. – №3. – B. 52–58.
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011459

4. Boboyarova N.S. Anorganik kimyo fanining raqamli transformatsiyasi: sun’iy intellekt yordamida o‘qitishning yangi bosqichi // O‘zMU xabarlari. – 2025. – №1/6/1. – B. 56–59.
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011555

5. Boboyarova N.S. Galogenlar mavzusini o‘qitishda virtual ta’lim texnologiyalari va sun’iy intellektning o‘rni // Ta’limda istiqbolli izlanishlar: xalqaro ilmiy-metodik jurnal. – 2025. – №9. – B. 247–252
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011576

6. Boboyarova N.S. Improving the methodology of inquiry-based teaching of inorganic chemistry through artificial intelligence // Journal of Pedagogical Inventions and Practices. – 2025. – Vol. 42. – P. 1–4. (ISSN 2770-2367) https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011837

II bo‘lim (II часть; Part II)

7. Ихтиярова Г.А., Бобоярова Н.С. Использование искусственного интеллекта и симуляторов в обучении неорганической химии // Сборник материалов Международной научно-практической конференции “Казахстан–Узбекистан: новые горизонты”. – Ташкент, 2024. 9 августа. – С. 21–24. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011585

8. Boboyarova N.S. Sun’iy intellekt asosida kimyo darsini tashkil qilishdagi muammolar va yechimlar // “O‘zbekistonda fan, ta’lim va texnikaning innovatsion rivojlanish bosqichlarida muammolar va yechimlar” mavzusidagi xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari. – Andijon, 2024. 20–21-sentabr. – B. 1056–1059. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011717

9. Boboyarova N.S. Sun’iy intellektning kimyo sohasida qo‘llanilishi // “Ta’limda innovatsion g‘oyalarni rivojlantirish asosida ilm-fan yutuqlarini joriy etish tendensiyalari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. –

SamDU Urgut filiali, 2024. 10–11-oktabr. – B. 307–309. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011732

10. Boboyarova N.S. The use and development of artificial intelligence in the field of chemistry // “Xorazm vohasida ijtimoiy-falsafiy fikrlar tarixi: o‘rta asrlar va yangi davr” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Xorazm, 2024. 10–11-oktabr. – B. 536–540. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011735

11. Boboyarova N.S. Oltingugurt va sun’iy intellekt: maktablarda kimyo o‘qitishda texnologiyadan foydalanishning afzalliklari // “Kelajak o‘qituvchisi – kelajak bunyodkori” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Namangan, 2024. 28-noyabr. – B. 532–537. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011747

12. Boboyarova N.S. Umumiy o‘rta ta’limda anorganik kimyoni o‘qitishda sun’iy intellektning ahamiyati // “Global munosabatlar nazariyasi: yoshlarning taraqqiyot g‘oyalari” respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Farg‘ona, 2025. 30-yanvar. – B. 111–115. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011756

13. Бобоярова Н.С. Совершенствование роли учителя во внедрении искусственного интеллекта в процесс обучения неорганической химии // Коллоидная химия: инновации и решения для химической технологии, экологии и промышленности. – Термез, 2025. 7–8 февраля. – С. 2206–2209. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011768

14. Boboyarova N.S. Anorganik kimyoni o‘qitishda virtual ta’lim vositalarining samaradorligini tahlil qilish // “Raqamli transformatsiya sharoitida ta’lim va tarbiyaning dolzarb muammolari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – 2025. 25–26-aprel. – B. 197–201. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011804

15. Boboyarova N.S. Sun’iy intellekt yordamida o‘quvchilarning fanga qiziqishiga ta’siri (anorganik kimyo misolida) // “Zamonaviy kimyoning dolzarb muammolari, yechimlari va rivojlantirish istiqbollari” xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Denov, 2025. – B. 275–278. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011810

16. Boboyarova N.S. Sun’iy intellekt asosida kimyoviy elementlar xossalarini vizualizatsiya qilish texnologiyalari va ularni dars jarayoniga integratsiya qilish // “Kimyoviy texnologiya va mineral resurslardan samarali foydalanish: ilm-fandan amaliyotga” xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Farg‘ona, 2025. 16–17-may. – B. 434–439. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011816

17. Boboyarova N.S. Anorganik kimyo darslarida foydalanish uchun sun’iy intellektga asoslangan test yaratish tizimini loyihalash // “Zamonaviy farmatsiyaning dolzarb muammolari va yechimlari” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani to‘plami. – Buxoro, 2025. 16–17-may. – B. 344–346. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011822

18. Boboyarova N.S. The impact of virtual learning platforms integrated with artificial intelligence on the inorganic chemistry course // ISARHSE International

Conference on Advance Research in Humanities, Applied Sciences and Education. – Berlin, Germany, 2025. 27 November. – P. 41–45. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35011831

19. Ixtiyarova G.A., Boboyarova N.S. Kimyo. Darslik. – Toshkent: “ARTEX NASHR”, 2026. – 258 b.

https://doi.org/10.6084/m9.figshare.35013013

Avtoreferat "Artex Nashr" tahririyatida tahrirdan o'tkazildi

ARTEX NASHR‖
Mas'ul muharrir — Madina Mirzakarimova
Musahhih — Madina Mirzakarimova
Texnik muharrir — Raxmonov Shohimardon
Dizayner va sahifalovchi — Raxmonov Shahzod

ARTEX NASHR‖ bosmaxonasida chop etildi.
Samarqand shahar, Alisher Navoiy ko'chasi 27 - uy

Bosishga ruhsat etildi 14.11.2026. Bayonnoma raqami 3
Bichimi 60x84 1/16. Times New Roman‖ garniturasi. 20 bosma taboq. Adadi: 40 nusxa. Buyurtma raqami: 107 /13.11.2026
Tel:(97) 897-80