ORGANIK KIMYONI O'QITISHDA ZAMONAVIY TA'LIM TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

Abdurahmatova Dilnoza Mirzolim qizi
Namangan davlat pedagogika instituti magistranti

DOI: ***https://doi.org/10.5281/zenodo.24161992***

Annotatsiya. *Maqolada oliy ta'lim muassasalarida organik kimyo fanini o'qitish jarayonida zamonaviy pedagogik hamda axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish metodikasini takomillashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Muallif «Gibrid vizual-adaptiv ramka» (Hybrid Visual-Adaptive Framework, HVAF) deb nomlangan o'qitish modelini taklif etadi. Modelning o'ziga xosligi shundaki, interaktiv 3D/AR molekulyar vizualizatsiya, virtual laboratoriya simulyatsiyalari va sun'iy intellektga asoslangan adaptiv mashq platformalari alohida vositalar sifatida emas, balki har bir mavzuga biriktirilgan yagona uch bosqichli haftalik sikl (darsdan oldin – sinfda – darsdan keyin) tarzida uyg'unlashtiriladi. Yondashuv kognitiv yuk nazariyasi va multimedia orqali o'qitish tamoyillariga tayanadi. Virtual simulyatsiyalar real laboratoriya mashg'ulotlarini almashtirmaydi: ular laboratoriyaga tayyorgarlikni kuchaytirish va laboratoriya imkoniyatlari cheklangan sharoitda amaliy tajribani to'ldirish uchun qo'llaniladi. Maqolada dars tuzilmasi, dasturiy vositalar (bepul va pullik muqobillari bilan), mexanizm masalalarini baholash rubrikasi, joriy etish yo'riqnomasi va pilot tadqiqot dizayni bayon etilgan.*

Kalit so'zlar: *organik kimyo, ta'lim texnologiyalari, 3D vizualizatsiya, virtual laboratoriya, adaptiv o'qitish, kognitiv yuk, HVAF.*

Abstract. *This article examines ways of improving the use of modern pedagogical and information-communication technologies in teaching organic chemistry in higher education. The author proposes an instructional model termed the Hybrid Visual-Adaptive Framework (HVAF). Its distinctive feature is that interactive 3D/AR molecular visualization, virtual laboratory simulations, and AI-based adaptive practice platforms are not used as separate add-ons but are integrated into a single three-stage weekly cycle (before class – in class – after class) attached to every topic. The model is grounded in cognitive load theory and multimedia learning principles. Virtual simulations are not intended to replace hands-on laboratory work; they strengthen preparation for it and extend practical experience where laboratory capacity is limited. The article describes the lesson structure, software tools (with free and paid alternatives), a rubric for assessing mechanism-drawing tasks, an implementation guide, and a pilot study design.*

Keywords: *organic chemistry, educational technology, 3D visualization, virtual laboratory, adaptive learning, cognitive load, HVAF.*

Аннотация. *В статье рассматриваются вопросы совершенствования методики применения современных педагогических и информационно-коммуникационных технологий при преподавании органической химии в высших учебных заведениях. Автор предлагает модель обучения — «Гибридную визуально-адаптивную структуру» (Hybrid Visual-Adaptive*

© **Namangan davlat pedagogika instituti** | **Tabiiy fanlar kafedrasi**
© **"Smart Quill Publishing" nashriyoti** | **www.smartquillpublishing.uz**

Framework, HVAF). Особенность модели состоит в том, что интерактивная 3D/AR-визуализация молекул, виртуальные лабораторные симуляции и адаптивные платформы на основе искусственного интеллекта используются не как отдельные дополнения, а объединены в единый трёхэтапный еженедельный цикл (до занятия – на занятии – после занятия), привязанный к каждой теме. Модель опирается на теорию когнитивной нагрузки и принципы мультимедийного обучения. Виртуальные симуляции не заменяют практические лабораторные занятия, а усиливают подготовку к ним и расширяют возможности практики при ограниченных лабораторных ресурсах. Описаны структура занятий, программные средства (с бесплатными и платными аналогами), рубрика оценивания задач на механизмы реакций, рекомендации по внедрению и дизайн пилотного исследования.

Ключевые слова: *органическая химия, образовательные технологии, 3D-визуализация, виртуальная лаборатория, адаптивное обучение, когнитивная нагрузка, HVAF.*

1. KIRISH

Uzluksiz ta’lim tizimini modernizatsiya qilish sharoitida kimyo fanlarini o‘qitishda innovatsion yondashuvlarni qo‘llash alohida ahamiyat kasb etmoqda. O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi ham ta’lim jarayoniga zamonaviy raqamli texnologiyalarni joriy etish zarurligini belgilab bergan (O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-5847-son Farmoni, 2019). Organik kimyo moddalarning tuzilishi, xossalari va o‘zgarishlarini atom-molekulyar darajada tushuntirishni talab qiladi. An’anaviy ta’lim shakllari esa talabalarda fazoviy tasavvur va tanqidiy fikrlashni shakllantirishda ko‘pincha yetarli samara bermaydi.

Asosan miqdoriy formulalar va hisob-kitoblarga tayanadigan umumiy kimyodan farqli o‘laroq, organik kimyo fazoviy vizualizatsiya, strukturaviy mantiq va mexanizmlarga asoslangan masala yechishni talab qiladi. Johnstone (1991) kimyo o‘zlashtirish qiyinligini uchta daraja – makroskopik (kuzatiladigan hodisa), submikroskopik (atom-molekulyar) va simvolik (formula, chizma) – o‘rtasida bir vaqtda fikrlash zarurligi bilan izohlagan; bu talab ishchi xotirani ortiqcha yuklaydi. Shu sababli organik kimyo kimyo, tibbiyot va muhandislik yo‘nalishlaridagi talabalar uchun ko‘pincha asosiy to‘siq hisoblanadi.

1.1. An’anaviy o‘qitishdagi asosiy muammolar

An’anaviy kimyo ma’ruzalari doska, slaydlar va tekis darslik sahifalariga tayanadi. Bu talabalar uchun to‘rt asosiy to‘siqni yuzaga keltiradi:

Fazoviy uzilish. Tekis chizmalar talabalarga xirallik, R/S-konfiguratsiya va siklogeksanning stul konformatsiyasi kabi fazoviy tushunchalarni o‘zlashtirishni qiyinlashtiradi.

Mexanizm mantig‘i o‘rniga yodlash. Talabalar ko‘pincha elektronlar siljishi (egri strelkalar) va oraliq zarrachalar barqarorligini tushunmasdan, reaksiya natijalarini yodlab olishadi. Organik kimyo ta’limida mexanik yodlashdan mazmunli o‘zlashtirishga o‘tish muammosi (Grove & Bretz, 2012) hamda talabalarning strelkalarni mahsulotga «moslashtirib» chizishi (Bhattacharyya & Bodner, 2005) tadqiqotlarda qayd etilgan.

© **Namangan davlat pedagogika instituti** | **Tabiiy fanlar kafedrasi**
© “**Smart Quill Publishing” nashriyoti** | **www.smartquillpublishing.uz**

Katta guruhlarda kechikkan qayta aloqa. Guruh hajmi katta bo‘lganda o‘qituvchi talabaning reaksiya bosqichini noto‘g‘ri tushunganini darhol aniqlab, individual qayta aloqa bera olmaydi.

Laboratoriya imkoniyatlarining cheklanganligi. Ho‘l kimyo laboratoriyalari qimmat, vaqt jihatidan cheklangan va xavfsizlik xatarini o‘z ichiga oladi, shuning uchun talabalarning erkin tajriba o‘tkazish imkoniyati kam.

1.2. Taklif etilgan yechim va uning yangiligi

Ushbu muammolarni hal etish uchun maqolada Gibrid vizual-adaptiv ramka (HVAF) taqdim etiladi. 3D vizualizatsiya (Wu va boshq., 2001; Bullock & Huwer, 2024), virtual laboratoriyalar (Alhashem & Alfailakawi, 2023) va avtomatlashtirilgan mashq tizimlari alohida-alohida o‘rganilgan. HVAF’ning o‘ziga xosligi quyidagilarda:

1) Integratsiya. Uchala vosita ixtiyoriy qo‘shimcha sifatida emas, balki har bir mavzuning o‘quv siklida qat’iy o‘rin egallaydi.

2) Vositalarning bosqichlarga bog‘lanishi. Har bir vosita o‘z kognitiv vazifasiga mos bosqichga biriktirilgan: fazoviy tasavvur – darsdan oldin, «agar…bo‘lsa-chi?» tajribalari – sinfda, mexanizmlar bo‘yicha mashq va diagnostika – darsdan keyin.

3) Yopiq qayta aloqa sikli. Adaptiv platformaning diagnostik hisoboti keyingi dars rejasini moslashtirish uchun ishlatiladi.

HVAF «teskari sinf» (flipped classroom) va aralash ta’lim (blended learning) g‘oyalariga yaqin, ammo ulardan farqli ravishda darsdan oldingi bosqich yangi nazariy materialni o‘zlashtirishga emas, qisqa vizual-fazoviy tayyorgarlikka qaratilgan; sinfdagi bosqich simulyatsiya asosidagi tajribalarga, darsdan keyingi bosqich esa mexanizmlarni tekshiradigan mashqlarga bag‘ishlangan (1-jadval).

1-jadval. HVAF va tegishli yondashuvlarning solishtirilishi

Yondashuv	Asosiy mazmuni	Cheklovi (organik kimyo uchun)	HVAF farqi
Teskari sinf	Nazariya uyda (video/matn), sinfda masala yechish.	Fazoviy va mexanizm tushunchalarini alohida qo‘llab-quvvatlovchi vosita ko‘zda tutilmaydi.	Uyda 3D tayyorgarlik; sinfda simulyatsiya; avtomatik diagnostika.
Aralash ta’lim	Yuzma-yuz va onlayn mashg‘ulotlar uyg‘unligi.	Onlayn qism ko‘pincha umumiy kurs materiali bilan cheklanadi.	Onlayn qism uch aniq vositadan iborat va mavzuga biriktirilgan.
Faqat virtual laboratoriya	Real tajribaning raqamli simulyatsiyasi.	Mexanizmni chizish va fazoviy tasavvurni alohida rivojlantirmaydi.	Simulyatsiya 3D vizualizatsiya va mexanizm mashqlari bilan bog‘lanadi.

© **Namangan davlat pedagogika instituti** | Tabiiy fanlar kafedrasi
© “**Smart Quill Publishing**” nashriyoti | www.smartquillpublishing.uz

Yondashuv	Asosiy mazmuni	Cheklovi (organik kimyo uchun)	HVAF farqi
Faqat adaptiv mashq tizimi	Masalalarni avtomatik tekshirish.	Kontseptual asos (3D, tajriba) yo‘q bo‘lsa, yodlashga yo‘l ochishi mumkin.	Mashq darsdan keyingi bosqich sifatida vizual va tajriba bosqichlariga tayanadi.

2. HVAF RAMKASINING DIZAYNI

Maqola ta’lim metodikasini taqdim etgani va laboratoriya tajribalarini o‘z ichiga olmagani sababli, ushbu bo‘limda ramkaning asosiy komponentlari, tavsiya etilgan vositalar, haftalik ish jarayoni va baholash strategiyalari bayon etiladi.

2.1. Uch ustunli arxitektura

HVAF asosiy o‘quv maqsadlariga mos keladigan uch turdagi zamonaviy dasturiy vositani birlashtiradi (2-jadval). Faol o‘qitishning fan, texnika, muhandislik va matematika (STEM) yo‘nalishlaridagi samarasi Freeman va boshq. (2014) meta-tahlilida ko‘rsatilgan.

2-jadval. HVAF ramkasining uch ustuni

Ramka ustuni	Tavsiya etilgan vositalar	Asosiy pedagogik vazifasi	Maqsadli organik mavzular
1-ustun: Fazoviy vizualizatsiya	MolView (bepul, veb-asosli); ChemDoodle 3D (pullik); KingDraw va AR ilovalar	Talabalarga molekulalarni 3D ko‘rinishda aylantirish, orbitallarning qoplanishini ko‘rish va stereokimyoni tekshirish imkonini beradi.	Izomeriya, xirallik (R/S), stul konformerlari, gibridlanish.
2-ustun: Virtual simulyatsiya	Labster (pullik); ChemCollective; Beyond Labz (pullik)	Ho‘l laboratoriya jarayonlarini simulyatsiya qiladi; talaba erituvchi va haroratni o‘zgartirib, natijani xavfsiz kuzatadi.	SN1/SN2 reaksiyalari, elektrofil aromatik almashinish, haydash (distillash).
3-ustun: Adaptiv baholash	Aktiv Learning (Aktiv Chemistry, pullik); Canvas yoki Moodle kabi LMS ning test modullari	Mexanizm chizish masalalarini real vaqtda tekshiradi, xatolarni aniqlaydi va yo‘naltirilgan tuzatish beradi.	Egri strelkali mexanizmlar, sintez yo‘llari, nomenklatura.

2.2. Haftalik uch bosqichli o‘qitish sikli

HVAF har bir mavzuni talabalar uchun aniq uch bosqichli tartibga soladi:

1-bosqich. Darsdan oldingi vizual tayyorgarlik. Talabalar smartfon yoki kompyuterda 3D aylantiriladigan modellar bilan 15–20 daqiqa interaktiv ishlab, dars boshlanishidan oldin molekulalarning fazoviy shakllari bilan tanishadi.

2-bosqich. Sinfda interaktiv amaliy mashg‘ulot. Dars vaqti masala yechishga bag‘ishlanadi. O‘qituvchi virtual simulyatsiyalarni namoyish etadi va boshqaradi; talabalar «agar…bo‘lsa-chi?» ssenariylarini (masalan, nukleofil kuchini yoki erituvchini o‘zgartirish) sinab, natijani darhol kuzatadi.

3-bosqich. Darsdan keyingi aqlli mashq. Talabalar onlayn adaptiv topshiriqlarni bajaradi. Agar talaba strelkani noto‘g‘ri chizsa, tizim xatoni aniq izohlaydi (masalan, «Strelka atom yadrosidan emas, yolg‘iz elektron juftidan yoki bog‘dan boshlanishi kerak») va mashq uchun maslahat beradi.

2.3. Aniq dars misoli: nukleofil almashinish (SN1 va SN2)

HVAF amalda qanday ishlashini ko‘rsatish uchun 3-jadvalda SN1 va SN2 mexanizmlari bo‘yicha bir haftalik dars rejasi keltirilgan.

3-jadval. SN1 va SN2 mavzusi bo‘yicha bir haftalik dars rejasi

Bosqich va vaqt	Talaba faoliyati	Texnologiya va kutilayotgan natija
1-bosqich: darsdan oldin (15–20 daq.)	Birlamchi va uchlamchi alkilgalogenidlarning 3D modellarini aylantirish; markaziy uglerod atrofidagi sterik to‘siqni taqqoslash.	Vosita: MolView yoki AR ilova. Natija: talaba nukleofilning uchlamchi substratda orqa tomondan hujum qila olmasligini vizual ko‘radi.
2-bosqich: sinfda (50 daq.)	Erituvchi qutbliligini (qutbli protik va qutbli aprotik) o‘zgartirib, reaksiya tezligidagi o‘zgarishlarni virtual laboratoriya simulyatsiyasida kuzatish.	Vosita: virtual laboratoriya (Labster yoki ChemCollective’dagi mos modul). Natija: SN1 va SN2 tezlik qonunlari farqini ko‘rsatuvchi real vaqt grafigi.
3-bosqich: darsdan keyin (30 daq.)	10 ta adaptiv mexanizm chizish masalasini bajarish; Valden inversiyasi kabi stereokimyoviy inversiyani kuzatish.	Vosita: Aktiv yoki LMS tarkibidagi aqlli test. Natija: stereokimyoviy xatolarning darhol diagnostikasi va maqsadli qayta mashqlar.

2.4. Virtual va real laboratoriyaning o‘zaro munosabati

HVAF virtual simulyatsiyalarni jismoniy laboratoriyaning o‘rnini bosuvchi vosita sifatida emas, balki uni to‘ldiruvchi bosqich sifatida ko‘radi. Virtual muhit xavfsiz, takrorlanuvchi va arzon bo‘lib, reaksiya shart-sharoitlarining ta’sirini tez o‘rganishga imkon beradi; biroq real laboratoriyada shakllanadigan qo‘l ko‘nikmalari (kolbani yig‘ish, ajratish, kristallash, xromatografiya) simulyatsiya

© Namangan davlat pedagogika instituti | Tabiiy fanlar kafedrasi
© “Smart Quill Publishing” nashriyoti | www.smartquillpublishing.uz

bilan to‘liq almashtirilmaydi. Virtual va real laboratoriyalarni solishtirgan sharhlar natijalar o‘quv maqsadiga qarab farq qilishini ko‘rsatadi (Ma & Nickerson, 2006; Brinson, 2015). Shu sababli tavsiya etilgan tartib: avval virtual tayyorgarlik, so‘ngra imkon darajasida real mashg‘ulot. Laboratoriya jihozlari yetarli bo‘lmagan muassasalarda virtual muhit tajribaning kamida konseptual qismini ta’minlaydi, ammo qo‘l ko‘nikmalarini baholash alohida (masalan, qisqa amaliy sinov orqali) tashkil etilishi lozim.

3. HVAF’NING KUTILAYOTGAN PEDAGOGIK AFZALLIKLARI

Ushbu maqola nazariy-metodik xarakterga ega bo‘lib, eksperimental natijalarni o‘z ichiga olmaydi. Quyida HVAF’ning kognitiv fan tamoyillari asosida kutilayotgan uchta asosiy afzalligi tahlil qilinadi.

3.1. Kognitiv yukni optimallashtirish

Kognitiv yuk nazariyasiga (Sweller, 1988; Sweller va boshq., 2019) ko‘ra, ishchi xotira ortiqcha aqliy zo‘riqish bilan haddan tashqari yuklansa, o‘zlashtirish qiyinlashadi. Statik 2D chizmalar talabadan tekis tasvirni aqlan 3D shaklga o‘girishni talab qiladi va bu ishchi xotira resurslarini band qiladi. HVAF bu fazoviy qayta ishlashni 3D dasturlarga yuklab, reaksiya va mexanizm mantig‘ini tushunish uchun kognitiv imkoniyatni bo‘shatadi. Mayerning (2009) multimedia orqali o‘qitish tamoyillari ham so‘z va dinamik tasvirni uyg‘un qo‘llashni qo‘llab-quvvatlaydi. Bullock va Huwer (2024) AR yordamida xirallik mavzusini o‘rganish bo‘yicha test natijalari yaxshilanganini, ortiqcha aqliy zo‘riqish esa kamroq bo‘lganini xabar qilgan; bu natijalar HVAF uchun dastlabki dalil sifatida qaraladi, lekin organik kimyo kontekstida alohida tekshirilishi kerak.

3.2. Talabalar faolligi va faol o‘qitishni kuchaytirish

Passiv ma’ruza tinglashni raqamli vositalar bilan faol ishlash bilan almashtirish talabaning topshiriq ustida ishlash vaqtini oshiradi. Virtual laboratoriyalardagi o‘yinlashtirilgan elementlar (real vaqtdagi qayta aloqa va xavfsiz sinab ko‘rish imkoniyati) tajriba orqali o‘rganish asosida masala yechishni rag‘batlantiradi. Alhashem va Alfailakawi (2023) organik kimyo bo‘yicha amaliy mashg‘ulotdan oldin virtual laboratoriyadan foydalangan ishtirokchilar uning ta’limiy jihatlarini nazorat guruhiga qaraganda ijobiyroq baholaganini qayd etgan.

3.3. Avtomatlashtirilgan xatolar diagnostikasi

An’anaviy baholashda talabalar tekshirilgan topshiriqlarni kunlar yoki haftalardan keyin oladi. Mexanizm masalalarini tekshiradigan adaptiv platformalar tipik xatolarni darhol tasniflash imkonini beradi. Diagnostika aniqligi tanlangan platformaga bog‘liq bo‘lgani uchun, o‘qituvchi dastlabki bosqichda tizim xulosalarini tanlab tekshirib borishi tavsiya etiladi. Quyidagi xato turlari nazarda tutiladi:

Elektron strelkalari xatolari: strelka bog‘dan yoki yolg‘iz elektron juftidan emas, atom yadrosidan yoki noto‘g‘ri joydan boshlanganda aniqlanadi.

Stereokimyoviy e’tiborsizlik: talaba SN2 hujumida stereomarkaz konfiguratsiyasining inversiyasini unutganda belgilanadi.

Regioselektivlik xatolari: Markovnikov va anti-Markovnikov qo‘shilish mahsulotlari noto‘g‘ri aniqlanganda tuzatiladi.

4. BAHOLASH MEZONLARI

HVAF doirasida talabalar bilimi uch darajada baholanadi: (a) har bir siklning o‘z ichida (shakllantiruvchi baholash), (b) mexanizm masalalari bo‘yicha rubrika asosida va (c) semestr oxirida yakuniy sinov orqali. Quyida tavsiya etiladigan ball taqsimoti va rubrika keltirilgan; muassasa talablariga qarab o‘zgartirilishi mumkin.

4-jadval. Haftalik sikl bo‘yicha tavsiya etiladigan baholash tarkibi

Bosqich	Baholash shakli	Ulushi
1-bosqich (darsdan oldin)	3D modelga oid 3–5 savollik qisqa test (fazoviy tasavvurni tekshirish)	20 %
2-bosqich (sinfda)	Simulyatsiya natijalari bo‘yicha qisqa hisobot va «bashorat–tekshirish» topshirig‘i	30 %
3-bosqich (darsdan keyin)	Adaptiv mashq: mexanizm chizish masalalari (rubrika bo‘yicha)	50 %

5-jadval. Mexanizm chizish masalasini baholash rubrikasi (jami 10 ball)

Mezon	To‘liq (maks.)	Qisman	Bajarilmagan
Strelkalarning boshlanishi va yo‘nalishi (3 ball)	Barcha strelkalar bog‘ yoki yolg‘iz juftdan boshlanib, to‘g‘ri atomga yo‘nalgan (3)	Bir xato yoki yo‘nalish noaniq (1–2)	Strelkalar noto‘g‘ri yoki yo‘q (0)
Oraliq zarracha / o‘tish holati (2 ball)	Karbokation, karbanion yoki o‘tish holati to‘g‘ri tasvirlangan (2)	Qisman to‘g‘ri (1)	Ko‘rsatilmagan (0)
Stereokimyo (2 ball)	Inversiya/ratsemizatsiya to‘g‘ri ko‘rsatilgan (2)	Qisman (1)	E’tibor berilmagan (0)
Mahsulot va chiqib ketuvchi guruh (2 ball)	Asosiy mahsulot va chiqib ketuvchi guruh to‘g‘ri (2)	Biri to‘g‘ri (1)	Noto‘g‘ri (0)
Asoslash (1 ball)	Erituvchi yoki substrat ta’siri bir jumlada izohlangan (1)	—	Izoh yo‘q (0)

Muvaffaqiyat ko‘rsatkichlari sifatida quyidagilar kuzatilishi mumkin: mexanizm masalalaridagi o‘rtacha ball dinamikasi, strelkalar bo‘yicha takrorlanuvchi xatolar ulushining kamayishi, fazoviy tafakkur testidagi o‘zgarish va talabalar qoniqish darajasi.

5. MUHOKAMA VA JORIY ETISH YO‘RIQNOMASI

HVAF aniq pedagogik afzalliklarni taklif qilsa-da, uni muvaffaqiyatli joriy etish institutsional, texnologik va professor-o‘qituvchilar darajasidagi omillarni hisobga olishni talab qiladi.

© **Namangan davlat pedagogika instituti** | Tabiiy fanlar kafedrasi
© “**Smart Quill Publishing” nashriyoti** | www.smartquillpublishing.uz

5.1. An’anaviy va HVAF metodikasining taqqoslanishi

6-jadval. An’anaviy va HVAF metodikasi

Pedagogik xususiyat	An’anaviy metodika	HVAF metodikasi
Molekulyar tuzilish	Statik 2D darslik rasmlari	Interaktiv, aylantiriladigan 3D/AR modellar
Reaksiya mexanizmlari	Egri strelkali bosqichlarni yodlash	Elektron zichligini simulyatsiya qilish va faol bashorat qilish
Laboratoriyaga tayyorgarlik	Faqat jismoniy ho‘l laboratoriya	Oldindan virtual laboratoriya simulyatsiyalari + jismoniy laboratoriya (virtual qism real qismni almashtirmaydi)
Baholash va qayta aloqa	Kechikkan qog‘ozdagi baholash (1–2 hafta)	Tezkor, sun’iy intellekt boshqaruvidagi diagnostik qayta aloqa

5.2. Vositalar narxi va bepul muqobillar

Tavsiya etilgan vositalarning bir qismi pullik litsenziya talab qiladi, shuning uchun muassasa byudjetiga qarab bosqichma-bosqich yondashuv maqsadga muvofiq (7-jadval). Narx va foydalanish shartlari o‘zgarib turadi, shuning uchun joriy etishdan oldin ularni ishlab chiqaruvchilarning rasmiy saytlarida tekshirish lozim.

7-jadval. Vositalarning mavjudligi va muqobillari

Ustun	Bepul / ochiq variant	Litsenziya talab qiladigan variant	Izoh
Vizualizatsiya	MolView; KingDraw (asosiy funksiyalar)	ChemDoodle 3D	Bepul variantlar dastlabki bosqich uchun yetarli.
Virtual simulyatsiya	ChemCollective	Labster; Beyond Labz	Organik kimyo bo‘yicha modullar soni vositaga qarab farq qiladi.

© Namangan davlat pedagogika instituti | Tabiiy fanlar kafedrasi
© “Smart Quill Publishing” nashriyoti | www.smartquillpublishing.uz

Ustun	Bepul / ochiq variant	Litsenziya talab qiladigan variant	Izoh
Adaptiv baholash	Moodle kabi ochiq LMS ning test modullari (tanlov, moslashtirish, qisqa javob savollari)	Aktiv Learning (Aktiv Chemistry); Canvas kabi LMS ning to‘liq funksiyali modullari	Bepul LMS testlari strelka chizishni avtomatik tekshirmasligi mumkin; bunday holda mexanizm bosqichlarini tanlov savollari va o‘zaro tekshiruv bilan baholash mumkin.

5.3. Vaqt yuki

3-jadvaldagi reja bo‘yicha talabaning bitta mavzu uchun haftalik qo‘shimcha yuki taxminan 95–100 daqiqani (1,6 soat atrofida) tashkil etadi. Bu yukni har bir mavzu uchun saqlash real bo‘lmasligi mumkin. Shu sababli to‘liq sikl eng murakkab mavzular (xirallik va stereokimyo, SN1/SN2/E1/E2, elektrofil aromatik almashinish, karbonil birikmalar) uchun, qolgan mavzularda esa qisqartirilgan variant (faqat 1- va 3-bosqich) tavsiya etiladi. O‘qituvchi tomonidan modullarni tayyorlash va adaptiv topshiriqlar bankini yaratish vaqti dastlabki semestrda sezilarli bo‘lishi mumkin va kafedra yuklamasida hisobga olinishi kerak; tayyorlangan materiallar keyingi o‘quv yillarida qayta ishlatiladi.

5.4. O‘qituvchilar uchun bosqichma-bosqich joriy etish yo‘riqnomasi

Kimyo kafedralariga ushbu ramkani joriy etishda yordam berish uchun quyidagi yo‘l xaritasi tavsiya etiladi:

1-qadam. Vositalarni tanlash (1–2-haftalar). Bepul yoki institut litsenziyasiga ega vositalarni tanlang (masalan, 3D vizualizatsiya uchun MolView, LMS ga integratsiyalangan testlar). Talabalar vositalarga smartfon yoki veb-brauzer orqali kira olishini ta’minlang.

2-qadam. Modullarni moslashtirish (3–4-haftalar). 3D veb-havolalarni kurs dasturi va ma’ruza slaydlariga bevosita joylashtiring, shunda talabalar modelni bir marta bosish bilan ochadi.

3-qadam. Talabalarni o‘rgatish (5-hafta). Modellarni aylantirish, simulyatsiyalarni ishga tushirish va adaptiv test qayta aloqasini talqin qilishni ko‘rsatadigan bir haftalik tanishuv mashg‘ulotini o‘tkazing.

4-qadam. Doimiy baholash (davomiy). Semestr o‘rtasida talabalar fikrini to‘plang va sinfda qayta ko‘rib chiqilishi lozim bo‘lgan mavzularni aniqlash uchun test diagnostik hisobotlarini tahlil qiling.

© **Namangan davlat pedagogika instituti** | **Tabiiy fanlar kafedrasi**
© “**Smart Quill Publishing**” **nashriyoti** | **www.smartquillpublishing.uz**

6. PILOT TADQIQOT DIZAYNI (TAKLIF)

HVAF’ning samaradorligi hozircha empirik tasdiqlanmagan. Quyida modelni sinash uchun tavsiya etiladigan pilot tadqiqot dizayni keltirilgan; natijalar tadqiqot yakunlangach alohida nashrda e’lon qilinadi.

Tuzilma. Kvazi-eksperimental, bir semestr davomida: tajriba guruhi (HVAF) va nazorat guruhi (an’anaviy metodika). Guruhlar bir xil o‘qituvchi, bir xil dastur va bir xil dars soatlari bilan ta’minlanadi; guruhlarning boshlang‘ich darajasi dastlabki test bilan taqqoslanadi.

Ishtirokchilar. Organik kimyo kursini o‘rganayotgan 1–2 ta akademik guruh (har guruhda kamida 20–25 talaba). Ishtirokchilardan ixtiyoriy rozilik olinadi, ma’lumotlar anonimlashtiriladi. Kichik guruhlar natijalarning umumlashtirilishini cheklashini hisobga olish kerak.

O‘lchov vositalari. (1) Purdue aylanishlar vizualizatsiyasi testi (Bodner & Guay, 1997) – fazoviy tafakkur; (2) mexanizm chizish va stereokimyo bo‘yicha dastlabki va yakuniy test (5-jadvaldagi rubrika bilan); (3) talabalar fikrini aniqlovchi Likert shkalali so‘rovnoma.

Tahlil. Guruhlar o‘rtasidagi farq mos mezon bilan baholanadi: mustaqil tanlanmalar uchun t-mezon yoki Mann–Uitni mezoni, zarur bo‘lsa dastlabki ballni kovariata sifatida olgan holda kovariatsion tahlil. Shuningdek, effekt hajmi (Koen d) hisoblanadi.

Xavflar. Guruhlarning to‘liq ekvivalent emasligi, kichik tanlanma va yangilik effekti natijalarni buzishi mumkin; shu sababli xulosalar ehtiyotkorlik bilan talqin qilinadi.

7. CHEKLOVLAR

Infratuzilma cheklovlari. Muvaffaqiyatli joriy etish ishonchli internet va qurilmalarni talab qiladi. Oliy ta’lim muassasalari shaxsiy qurilmasi yo‘q talabalar uchun kompyuter xonasidan foydalanishni ta’minlashi kerak.

O‘qituvchilar malakasi. O‘qituvchilar adaptiv masalalar to‘plamini tuzish va virtual laboratoriya modullarini integratsiya qilish bo‘yicha dastlabki tayyorgarlikdan o‘tishi lozim.

Moliyaviy va litsenziya cheklovlari. Ayrim vositalar pullik; bepul muqobillar funksionallik jihatidan cheklangan bo‘lishi mumkin (5.2-bo‘lim).

Amaliy ko‘nikmalar. Virtual muhit qo‘l ko‘nikmalarini to‘liq shakllantirmaydi (2.4-bo‘lim).

Empirik tasdiqlash. Kelgusi tadqiqotlar nazorat tajribalarini o‘tkazishga (HVAF va an’anaviy guruhlar test ballarini taqqoslash, 6-bo‘lim) hamda standartlashtirilgan fazoviy tafakkur testlarini, masalan, Purdue aylanishlar vizualizatsiyasi testini (Bodner & Guay, 1997) qo‘llashga qaratilishi kerak.

8. XULOSA

HVAF organik kimyoni o‘qitishda 3D vizualizatsiya, virtual laboratoriya va adaptiv baholashni yagona haftalik siklga birlashtiruvchi amaliy model sifatida taklif etildi. Ramka fazoviy tasavvurni rivojlantirish, mexanizmlarni yodlash o‘rniga tushunishga o‘tish va tezkor qayta aloqani ta’minlash imkonini beradi. Model real laboratoriya mashg‘ulotlarini almashtirmaydi, balki ularga tayyorgarlikni kuchaytiradi. Taqdim etilgan dars rejasi, baholash rubrikasi, vositalar bo‘yicha qisqacha tahlil va pilot tadqiqot dizayni modelni amaliyotda sinash uchun asos bo‘ladi. Modelning

samaradorligini nazorat guruhlari bilan o‘tkaziladigan tajribalarda tasdiqlash keyingi tadqiqotlarning asosiy vazifasi hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Alhashem, F., & Alfailakawi, A. (2023). Kimyo ta’limida virtual laboratoriyalar orqali texnologiyalar bilan boyitilgan o‘qitish. Contemporary Educational Technology. https://doi.org/10.30935/cedtech/13739

2. Bhattacharyya, G., & Bodner, G. M. (2005). “It gets me to the product”: How students propose organic mechanisms. Journal of Chemical Education, 82(9), 1402–1407.

3. Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The Purdue Visualization of Rotations Test. The Chemical Educator, 2(4), 1–17.

4. Brinson, J. R. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. Computers & Education, 87, 218–237.

5. Bullock, M., & Huwer, J. (2024). Xirallikni o‘rganishni takomillashtirishda to‘ldirilgan reallik (AR) texnologiyasidan foydalanish. Education Sciences, 14(11), 1214. https://doi.org/10.3390/educsci14111214

6. Freeman, S., va boshq. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

7. Grove, N. P., & Bretz, S. L. (2012). Organik kimyoda shunchaki yodlashdan mazmunli o‘rganishga o‘tish. Chemistry Education Research and Practice, 13(3), 201–208. https://doi.org/10.1039/C1RP90069B

8. Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. Journal of Computer Assisted Learning, 7(2), 75–83.

9. Ma, J., & Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. ACM Computing Surveys, 38(3), Article 7.

10. Mayer, R. E. (2009). Multimedia Learning (2nd ed.). Cambridge University Press.

11. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

12. Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. Educational Psychology Review, 31(2), 261–292.

13. Wu, H.-K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students’ use of a visualization tool in the classroom. Journal of Research in Science Teaching, 38(7), 821–842.