

## ХИМИЯ САБАҒЫНДА ВИРТУАЛДЫ ЗЕРТХАНАЛАР МЕН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

КӨПТІЛЕУ С.Б. , СЕМЕНИХИНА С.Ф. 

\*Көптілеу Сара Бақытжанқызы – Магистрант, Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

E-mail: [sara.koptileu@mail.ru](mailto:sara.koptileu@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0003-3507-3576>

Семенихина Светлана Фаритовна – Педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

E-mail: [Svetasemen69@mail.ru](mailto:Svetasemen69@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0958-8256>

**Андатпа.** Ұсынылып отырған зерттеу жұмысында химия пәнін оқыту үдерісінде цифрлық технологияларды, соның ішінде виртуалды зертханаларды қолданудың педагогикалық және әдістемелік мүмкіндіктері кешенді түрде қарастырылады. Қазіргі білім беру кеңістігінде зертханалық тәжірибелерді ұйымдастыру барысында туындайтын материалдық-техникалық шектеулер, қауіпсіздік талаптарының күшеюі және ұйымдастырушылық-логистикалық қиындықтар білім алушылардың тәжірибелік дағдыларын толыққанды қалыптастыруға елеулі кедергі келтіретіні анықталған. Осыған байланысты дәстүрлі зертханалық жұмыстарға балама ретінде ұсынылатын виртуалды зертханалардың дидактикалық әлеуетін айқындау зерттеудің негізгі өзектілігін құрайды.

Зерттеу әдіснамасы аясында отандық және шетелдік ғылыми еңбектерге жүйелі талдау жүргізіліп, цифрлық білім беру ресурстарының мазмұны мен құрылымы салыстырмалы тұрғыда сараланды. Атап айтқанда, виртуалды зертханалардың функционалдық мүмкіндіктері, зертханалық операцияларды автоматтандыру тетіктері, сондай-ақ жасанды интеллект элементтерін енгізудің тиімділігі қарастырылды. Сонымен қатар PhET, TeachChemistry, Merlot және ChemCollective сияқты халықаралық білім беру платформаларының мазмұндық ерекшеліктері мен қолдану тиімділігіне салыстырмалы талдау жасалды.

Зерттеу нәтижелері виртуалды зертханалардың білім алушылардың танымдық белсенділігін арттырумен қатар, олардың теориялық білімдерін тәжірибелік әрекеттермен ұштастыруға мүмкіндік беретінін көрсетті. Цифрлық ортада жүзеге асырылатын модельдеу мен симуляциялар күрделі химиялық құбылыстарды көрнекі түрде түсінуге жағдай жасап, қауіпсіз ортада эксперимент жүргізуге жол ашады. Бұл өз кезегінде білім алушылардың зерттеушілік дағдыларын, сыни ойлау қабілеттерін және мәселені шешу құзыреттіліктерін дамытуға ықпал етеді. Сонымен бірге, зертханалық процестерді автоматтандыру және деректерді өңдеудің цифрлық құралдарын пайдалану ғылыми-зерттеу жұмыстарының өнімділігін арттырып, нәтижелердің дәлдігі мен қайталанғыштығын қамтамасыз етеді.

Жалпы алғанда, жүргізілген зерттеу химияны оқытуда виртуалды зертханалар мен цифрлық технологияларды жүйелі түрде енгізу білім беру сапасын арттырудың, білім алушылардың пәнге деген қызығушылығын күшейтудің және заманауи білім беру талаптарына сәйкес кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастырудың тиімді бағыты екендігін дәлелдейді.

**Түйін сөздер:** виртуалды зертхана, жасанды интеллект, PhET, TeachChemistry.org, Merlot, ChemCollective, тәжірибелік жұмыс.

### Кіріспе

Химия пәні тәжірибелік сипаттағы ғылым болып табылады. Сондықтан тәжірибе жұмыстарын заманауи цифрлық форматта ұйымдастыру білім алушылардың танымдық белсенділігін арттыруға мүмкіндік береді. Шетелдік ғалымдар [1] еңбегінде зертханалық тәжірибелердің мұғалімдер мен оқушыларға тигізетін пайдасына қарамастан, мысалға Эфиопия сияқты табысы төмен елдерде көптеген химиялық тәжірибелер жүргізілмейді екен. Бұған негізгі себеп шектеулі ресурстар, қауіпсіздік мәселелері және логистикалық қиындықтар. Екінші шетелдік ғалымдар жазған мақалада [2] химияны цифрландыру ақпаратты алу және деректерді жазу тиімділігін арттыру, сондай-ақ қайталанатын зертханалық операцияларды автоматтандыру арқылы салаға терең әсер етті. Белгілі және жаңадан пайда болатын күрделі молекулаларға бұрын-соңды болмаған жылдамдықпен және қайталану мүмкіндігімен тез қол жеткізуге болады. Осы сандық өнімділік көрсеткіштерімен өлшенетін прогреске қарамастан, эксперименттің дизайны мен құрылымында сапалық трансформация әлі жүзеге асырыла қоймағандығы туралы айтылған [1; 2]. Қазіргі кезде заманның қарқынды дамып келе жатыр. Мұғалімдер пәнге байланысты платформаларға кіре отырып, виртуалды

зертханаларды қолданып жатыр деуге болады. Арнайы сайттар біздің Қазақстаннан жасалып шықпасада, шетелдік сайттарды қолдана аламыз. Мысалға келтіретін болсақ мына сайттарды қолдануға болады. Бұл бір жағынан мұғалімдерге, оқушыларға да өте тиімді. *Phet.colorado.edu*, *TeachChemistry.org*, *Merlot*, *www.chemcollective.org* міне осы сайттарға кіре отырып қажетті барлық мәліметтерді алуға болады. Бұл сайттарды біз өзіміздің сабағымызға қолданып, оң нәтиже бергенің байқадық, оқушылардың білімге деген құштарлығымен көзбен көріп, танысуға мүмкіндік алды.

### **Зерттеу материалдары мен әдістері**

Зерттеу үдерісі аясында тақырыпқа қатысты қазіргі кезеңдегі ғылыми еңбектер мен теориялық-әдістемелік дереккөздерге жан-жақты талдау жүргізіліп, олардың мазмұны жүйелі түрде сараланды.

- виртуалды зертханалардың мүмкіндіктері;
- зертханалық операцияларды автоматтандыру;
- жасанды интелекті қолданудың тиімділігі;
- платформалардың салыстырмалы кестесі.

### **Нәтижелер және оларды талқылау**

Виртуалды зертханаларды зерттеу химиялық реагенттердің және құрал-жабдықтардың құны жоғары оқушылардың және студенттердің аз ғана тәжірибе жасауына мүмкіндік береді. Яғни химиялық реагенттердің бағасы жоғары болған себепті оларды қолдану қиынға түсті. Мұндай шектеулер оқушылардың химияға деген қызығушылығын төмендетіп, болашақта өндірістік салада жұмыс істеу дағдыларының дамуына кедергі келтіреді [1; 3].

Ғалымдар компьютерге негізделген (виртуалды) зертханалар бұл мәселелерді шешуге көмектесе алады деп санайды (Hiwot Baziel, BSc, MSc; Bekele Lemma1, BSc, MSc, PhD; Anteneh Workneh2, BA, MA, PhD; Ashebir Estifanos2, BA, MA, PhD, 2024). Олар ресурстар жетіспеген жағдайда дәстүрлі зертханалардың тиімді баламасы бола алады. Виртуалды зертханалар мұғалімдер мен білім алушылардың үшін өте маңызды, себебі олар нақты нұсқаулар мен табиғи құбылыстардың көрнекі бейнелерін ұсынады. Татли мен Айас және Асар және т.б. зерттеулерінде виртуалды зертханалар мәселе шешу мен экспериментті жоспарлау сияқты жоғары деңгейлі дағдыларды дамытуға ықпал ететіні айтылған. Олар білім алушылардың назарын аударады, ынтасын арттырады және пікірталастар мен бірлескен оқуды жандандырады. Дилла университетіндегі төртінші курс химия студенттерінің академиялық жетістіктеріне виртуалды зертхананың оң әсерін анық көрсетті. Виртуалды зертхана әдісі студенттердің теориялық білімдерін тәжірибемен ұштастыруына, күрделі тәжірибелерді қауіпсіз және тиімді орындауына мүмкіндік берді. Сонымен қатар, зерттеу барысында алынған мәліметтер виртуалды зертхананың оқу процесін жандандырып, студенттердің қызығушылығын арттыратынын көрсетті [4].

Зерттеу нәтижесі бойынша бақыланатын факторлар:

- Оқушының жасы
- Алдын ала білімі
- Отбасылық жағдайы
- Компьютерлік дағдылары
- Мұғалімнің ерекшелітері

Оқушының оқу жетістігі:

- Тест нәтижелері
- Жалпы түсіну деңгейі

Салыстырмалы талдау нәтижесінде виртуалды зертханада оқыған студенттердің посттест нәтижелері дәстүрлі зертхана және дәріс әдістерін қолданған оқушылармен салыстырғанда жоғары көрсеткіш көрсетті. Бұл – цифрлық технологияларды оқу үдерісіне енгізудің тиімділігін дәлелдейді.

Этикалық талаптар мен ғылыми әдістерді сақтай отырып жүргізілген зерттеу нәтижелері виртуалды зертханаларды жоғары оқу орындарында оқу процесіне кеңінен енгізудің маңыздылығын айқындады. Мұндай технологиялар болашақта білім беру сапасын арттыруға,

оқушылардың тәжірибелік дағдыларын жетілдіруге және заманауи білім беру стандарттарына сәйкестендіруге ықпал етеді [5].

1 қадам Топтық тапсырма

Төртінші курс студенттері өзінің бірінші семестрінде оқу үлгерімі, отбасылық жағдайы, технологиялық дағдылары, жасы және жынысы сияқты факторлар және бақылау топтарына бөлінді.

2 қадам Тестке дайындық және тест алдындағы дайындық

Практикалық органикалық химия курсына 12 кіші тәжірибеден тұратын барлығы 6 тәжірибе таңдалды және модельденген зертханалық ортаға арналған болып табылады. Осы тәжірибелерге негізделген тест дайындалды. Кез келген емдеу немесе араласу алдында нақты, виртуалды және тек дәріс оқитын топтар бастапқы білімдерін анықтау үшін алдын ала тестпен бағаланды.

3 қадам: Араласу

Тәжірибелер үш түрлі әдісті қолдану арқылы оқытылды:

1)нақты зертханалық топ теорияны үйренді және нақты зертханада тәжірибелер жүргізді,  
2) тек дәріс оқитын топ теорияны да, тәжірибелерді де тек дәрістер арқылы үйренді,  
3) виртуалды зертханалық топ теориялық аспектілерді үйренді және виртуалды зертханалық ортада тәжірибелер жүргізді.

4-қадам: Тесттен кейінгі зерттеу

Химиялық практикалық курста таңдалған тәжірибелерді аяқтағаннан кейін, барлық топтар тәуелді айнымалының өзгерістерін бағалау үшін тесттен кейінгі (яғни, семестрлік қорытынды) өтті.

5-қадам: Нәтижелерді салыстыру

Нақты, виртуалды және тек дәріс оқитын топтар арасында салыстырулармен қатар олардың практикалық химия ұпайларына негізделген, араласуға дейін де, кейін де жүргізілді. Бұл зерттеудегі гипотезалар белгіленген қадамдардан кейін жүргізілген тесттерге негізделіп тексерілді, және нәтижелерді талдау белгіленген аналитикалық құралдарды пайдаланып жүргізілді [6].

Бұл зерттеудің нысаналы популяциясы Дилла университетінің студенттерінен, атап айтқанда, Есептеу және жаратылыстану ғылымдары колледжінің химия кафедрасында оқитын студенттерден тұрды. Бұл топ таңдалды, себебі олар зерттеу кезінде практикалық химия курстарына жазылған. Бұл оларды виртуалды зертхананың тиімділігін бағалау үшін тамаша кандидаттар етті.

Бұл зерттеу үшін Дилла университетінің химия бакалавры бағдарламасына оқитын төртінші курс студенттері үлгі ретінде таңдалды. Бағдарлама 2 бөлімнен тұрды: 1-бөлім 20 студенттен, ал 2-бөлім 40 студенттен тұрды, нәтижесінде іріктеудің жалпы көлемі 60 студент болды. Араласудың академиялық көрсеткіштерге әсерін бағалау үшін бұл студенттер бақылау (тек нақты зертханалық және дәрістік) және эксперименттік (виртуалды зертханалық) топтарға бөлінді. 20 студенттен тұратын нақты зертханалық топ нақты зертханалық әдісті қолдана отырып эксперименттер жүргізді. 20 студенттен тұратын тек дәрістік топ тек дәрістік әдісті қолданды. Ал 20 студенттен тұратын виртуалды зертханалық топ виртуалды зертханалық әдісті қолданды. Бұл зерттеу гипотезасының нәтижелері осы 60 студенттің көрсеткіштеріне байланысты болды. Университеттің әр бөлімінен таңдалған қатысушылар қорытындыланып, 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Зерттеу үлгісінің құрылымы

Топ	Жалпы (n=60), n (%)	Химия бакалавры: 2-секция (n=40), n (%)	Химия бакалавры: 1-секция (n=20), n (%)
Нақты зертхана	20 (33%)	13 (32%)	7 (35%)
Тек дәріс	20 (33%)	14 (35%)	6 (30%)
Виртуалды зертхана	20 (33%)	13 (33%)	7 (35%)

Зерттеуде бастапқы деректер көздері пайдаланылды, бұл жиналған ақпараттың жаңа

және зерттеу мақсаттарына тікелей сәйкес келетініне көз жеткізді. Білім беру зерттеулерінде бастапқы деректерді пайдалану өте маңызды, себебі ол контекстке тән деректерді береді.

Зертханалық операцияларды автоматтандыру. Химияны цифрландыру ақпаратты алу мен деректерді жазудың тиімділігін арттыру және қайталанатын зертханалық операцияларды автоматтандыру арқылы салаға терең әсер еттеді. Белгілі және жаңадан пайда болатын күрделі молекулаларға бұрын-соңды болмаған жылдамдықпен және қайталану мүмкіндігімен тез қол жеткізуге болады. Осы сандық өнімділік көрсеткіштерімен өлшенетін прогреске қарамастан, эксперименттің дизайны мен құрылымындағы сапалық трансформация әлі жүзеге асырылған жоқ деп жазылған. Мұнда біз эксперименттік химиядағы кең ауқымды парадигма ауысуындағы цифрландырудың рөлін тек автоматтандырылған процедураларды орындау құралы ретінде ғана емес, сонымен қатар нақты уақыт режимінде химиялық процестерді динамикалық түрде сезіну, түсіндіру және манипуляциялау құралы ретінде қарастырады [7]. Бұл парадигма ауысуы бір нүктелі өлшеулерден үздіксіз бақылауға, біртектіден кеңістіктік ұйымдастырылған жүйелерге және бекітілген сызықтық эксперименттік процедуралардан нақты уақыт режиміндегі кері байланыс негізінде ашылатын динамикалық, тармақталған бағдарламаларға өтумен сипатталады. Бұл ауысу эксперименттік химиядағы жаңа мақсаттарға, мысалы, жауап беру, бейімделу және тұрақтылыққа, өнім құрылымы, өнімділік және тазалық сияқты статикалық шамалар шегінен тыс кеңеюге мүмкіндік береді. Біз осы ауысуларды қамтамасыз ету үшін қажетті инновацияларды олар көтеретін ашық сұрақтарды және цифрландырудың химияны қазіргі шектеулерден тыс эволюциясын қалай катализдей алатынын зерттейді. Өртүрлі роботтық технологияларды пайдаланатын өздігінен жүретін зертханалар қайталанатын, қателіктерге бейім және қауіпті қолмен жасалатын процедураларды автоматтандырды. Зерттеулерді сансыз параллель реакцияларды орнату және бақылаудың физикалық және когнитивтік ауыртпалығынсыз үлкен көлемде жүргізуге болады. Мақсатты түрлендіруге қол жеткізу үшін оңтайлы жағдайлар мен реагенттерді жасанды интеллектпен болжау перспективалы тәсіл болып табылады. Бірақ деректердің қарқындылығына негізделген табиғат және салыстырмалы мысалдардың молдығына сүйену керек. Кейінгі химиктерге, процес мамандары және компьютер ғалымдары арасындағы тығыз ынтымақтастықты қажет етеді.

Классикалық машиналық оқыту модельдері оқыту үшін кестелік деректерге сүйенеді. Кестелік құрылымдар кірістер мен нәтижелер үшін бекітілген ұяшықтармен эксперименттерді шақыру арқылы зертханада зерттеуді бұрмалауы мүмкін. Автоматтандыру сонымен қатар кестелік бағдарламаларда да дамиды тізбектейді немесе үлкен параллельді партияларда орындалады. Себебі бұл робототехниктің бағдарламалауын да, болжамды ауытқуларын да жеңілдетеді. Айнымалы операциялық тізбектердің толық салдарын алдын ала ескерудің қажеті жоқ. Кестелік құрылымдардың ыңғайлылығы динамикалық зерттеуді немесе оңтайландыруды болдырмайтын қатаң құрылыммен келеді деп болжауға болады, себебі өзгермейтін келесі қадам алдын ала белгіленген. Кестелік құрылымның күйлі аналогы компьютерлік ғылым терминін қарызға алу, әрбір әрекетті прецеденттер тізбегіне енгізуді білдіреді. Бұл график, онда операциялар алдыңғы бастапқы күйге сілтеме жасай отырып көрсетілуі мүмкін және қосалқы эксперименттер балалар үшін негіз бола алады [7; 8].

Химияда машиналық интеллектті орналастырудың алдағы міндеті осы графикке негізделген формализм шеңберінде экспериментті қабылдау және пайымдау болып табылады.

Жасанды интеллектті қолданудың тиімділігі. *Phet.colorado.edu* осы сайтқа кіру арқылы оқушылардың пәнге деген қызығушылықтарын арттыруға болады. Виртуалды зертхана нақты тәжірибені толық алмастырмайды бірақ, оқыту процесін байытып, көрнекілік пен зерттеушілік бағытты күшейтеді. PhET платформасы туралы жалпы сипаттап кететін болсақ, оны 2002 жылы Нобель сыйлығының лауреаты Карл Виман құрды. PhET платформасы Виманның ғылымды оқыту мен оқуды жақсартуға деген ұмтылысынан туындады. Бұл платформа физика, химия, биология, математика және басқа да пәндерге арналған интерактивті зертханалар жиынтығы болып табылады. Әдебиетте байқалатын білім алушылардың қиындықтарын шешумен қатар, біз көбінесе дәріс пен есептерді шешу сабақтарында білім алушылардың

бақылаулары кезінде кездесетін қиындықтарды шешу үшін модельдеулерді жасаймыз. Олардың мәлімдеген миссиясы мынадай тегін интерактивті модельдеу арқылы бүкіл әлемде ғылым және математикалық сауаттылық пен білім беруді дамыту. [9] PhET сайтында «Химия» бөлімінде түрлі тақырыптар бойынша көптеген симуляцияларды қамтиды. Білім алушылар атом құрылысын таңдап, электрон, протон және нейтрон сандарын өзгерте алады. Өзгерте отырып, өздігінен атом құрылысын зерттейді. Химиялық теңдеулерді теңестіруге кіріп, реакцияларды теңестіру принципін тәжірибе жүзінде көруге мүмкіндік алады. Жұмыс жады шектеулі болғандықтан, білім берудегі когнитивтік жүктемені азайту үшін маңызды мүмкіндіктерге назар аударуы керек. PhET модельдеу дизайны бұл зерттеуді көптеген жолдармен қамтиды. Визуализация және интерактивтілік студенттерге ойша модельдер құруға көмектеседі. Осы платформалардың сипаттамасы, негізгі мүмкіндіктері мен артықшылықтары туралы 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2. Химияны оқытуға арналған онлайн платформалардың салыстырмалы кестесі

Платформа атауы	Сипаттамасы	Негізгі мүмкіндіктері	Артықшылықтары
<i>TeachChemistry.org</i>	Химия пәні мұғалімдері мен білім алушыларына арналған онлайн-ресурс, Американдық Химия Қоғамы (American Chemical Society) арқылы ұйымдастырылған ААСТ-тың (American Association of Chemistry Teachers) платформасы болып табылады.	-Дайын сабақ жоспарлары -Зертханалық жұмыстар -Мультимедиа контент -Виртуалды зертханалар -Мұғалімдер-ге арналған кәсіби даму материалдары	-Жеке өз бетімен жұмыс істеуге мүмкіндік -Мұғалім мен оқушыға арналған сапалы материалдар -Қолдануға дайын ресурстардың көп болуы -Вебинарлар -Кәсіби даму
<i>Merlot</i> платформасы	Әртүрлі пәндерге арналған халықаралық цифрлық ресурс кітапханасы	-Химия, физика, биология, математика және тағыда басқа пәндерді қамтиды. -Виртуалды зертханалар -Интерактивті контент -Оқыту ресурстарын бағалау жүйесі	-Көп салалы платформа -Сабақ мазмұның байыта аласыз -Білім алушылардың зерттеу дағдыларын дамыта аласыз
<i>ChemCollective</i> ( <i>www.chemcollective.org</i> )	Жалпы химияны оқытуға арналған есептер мен виртуалды зертханалар жинағы	-Виртуалды зертхана -Нақты химиялық есептер -Интерактив-ті симуляциялар -Оқу сценарийлері	-Студенттің зерттеу дағдысын дамытады -Тәжірибе жасап көру мүмкіндігі -Физикалық зертханадан тыс күрделі жағдайларды модельдейді

Виртуалды зертханада (оң жақтағы суретті қараңыз), сол жақтағы панель химиялық реагенттердің теңесетін қоймасы болып табылады, оған мұғалім көрсеткен қасиеттері бар қарапайым реагенттер немесе көркем материалдар кіруі мүмкін.

Ортаңғы жұмыс кеңістігі тәжірибелер жүргізуге арналған аймақты қамтамасыз етеді. Оң жақ панельде таңдалған ерітіндінің мазмұнының бірнеше көрінісі, соның ішінде температура мен рН және мөлшері моль, грамм немесе молярлық концентрация ретінде көрсетілген химиялық түрлердің тізімі берілген. Бұл шамалар курстың есептеу процедураларының негізгі элементтері болып табылады, сондықтан бұл панель дәстүрлі курстың қағаз бен қарындашпен есептеулері мен оқушылардың жұмыс үстелінде орындайтын химиялық тәжірибелері арасында айқын байланыс орнатады [10].

### Қорытынды

Қорытындылай келетін болсақ тәжірибе жұмыстарын заманауи цифрлық форматта

ұйымдастыру арқылы білім алушылардың қызығушылығын арттыруға болады. Кейбір елдерде ресурстардың жеткіліксіздігінен тәжірибе жұмыстары өткізілмейтіні анықталды. Мысалға алатын болсақ, Эфиопия сияқты табысы төмен елдерде көптеген химиялық тәжірибелер жүргізілмейді. Бірақ білім алушылар тәжірибелік жұмыстармен жұмыс жасауға міндетті болғандықтан виртуалды зертхана сұранысы қатты қажет болды. Химияны цифрландыру ақпаратты алу мен деректерді жазудың тиімділігін арттыру және қайталанатын зертханалық операцияларды автоматтандыру арқылы салаға терең әсер еттеді. Белгілі және жаңадан пайда болатын күрделі молекулаларға бұрын-соңды болмаған жылдамдықпен және қайталану мүмкіндігімен тез қол жеткізуге болады. Қазіргі кезде заманның қарқынды дамуына байланысты жасанды интеллект жүйесінде өте жақты дәрежеде дамып келе жатыр. Мұғалімдер пәнге байланысты платформаларға кіре отырып, виртуалды зертханаларды қолданып жатыр деуге болады. Арнайы сайттар біздің Қазақстаннан жасалып шықпасада, шетелдік сайттарды қолдана аламыз. Мысалға келтіретін болсақ мына сайттарды қолдануға болады. Бұл бір жағынан мұғалімдергеде, білім алушыларға да өте тиімді. *Phet.colorado.edu*, *TeachChemistry.org*, *Merlot*, *www.chemcollective.org* міне осы сайттарға кіре отырып қажетті барлық мәліметтерді алуға болады.

### Әдебиеттер тізімі

1. Bazie, H., Lemma, B., Workneh, A., & Estifanos, A. (2024). The Effect of Virtual Laboratories on the Academic Achievement of Undergraduate Chemistry Students: Quasi-Experimental Study // *JMIR Formative Research*, 8, 14.
2. S. Hessam M. Mehr. Digital discovery and the new experimental frontier // *Royal Society of Chemistry Digital Discovery*. – 2025. – Vol. 4, №4. – P. 892–895.
3. Morrin, A., et al. (2026). A study on student perceptions and engagement with a virtual instrumentation twin in an undergraduate analytical chemistry laboratory// *Journal of Science Education and Technology*, 17.
4. Tatli, Z., & Ayas, A. Virtual chemistry laboratory: Effect of constructivist learning environment // *Turkish Online Journal of Distance Education*. – 2013. 183-199.
5. Makransky G., Thisgaard M., Gadegaard H. Virtual simulations as preparation for lab exercises: Assessing learning of key laboratory skills in microbiology and improvement of essential non-cognitive skills // *PLOS ONE*. – 2016. – Vol. 11, № 6.,11
6. Zaurova, S. B., Sagimbaeva, A. E. & Mukataeva, J. S. (2023). The Importance of Using a Virtual Laboratory in the Education System // *Wissenschaftliche Zeitschrift für Pädagogik und Wirtschaft*, 405(5), 114–131.
7. Mehr, S. H. M. (2025). Digital discovery and the new experimental frontier // *Digital Discovery*, 4(4), 892–895
8. Roch, L. M., et al. ChemOS: An orchestration software to democratize autonomous discovery // *PLoS ONE*. – 2018.,18
9. Wieman, C., Adams, W., & Perkins, K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning // *Science*, 322(5902), 682–683.
10. Perkins, K., et al. (2006). PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics // *The Physics Teacher*, 44, 18–23.

### References

1. Bazie, H., Lemma, B., Workneh, A., & Estifanos, A. (2024). The Effect of Virtual Laboratories on the Academic Achievement of Undergraduate Chemistry Students: Quasi-Experimental Study // *JMIR Formative Research*, 8, 14.
2. S. Hessam M. Mehr. Digital discovery and the new experimental frontier // *Royal Society of Chemistry Digital Discovery*. – 2025. – Vol. 4, №4. – P. 892–895.
3. Morrin, A., et al. (2026). A study on student perceptions and engagement with a virtual instrumentation twin in an undergraduate analytical chemistry laboratory// *Journal of Science Education and Technology*, 17.

4. Tatli, Z., & Ayas, A. Virtual chemistry laboratory: Effect of constructivist learning environment // Turkish Online Journal of Distance Education. – 2013. 183-199.

5. Makransky G., Thisgaard M., Gadegaard H. Virtual simulations as preparation for lab exercises: Assessing learning of key laboratory skills in microbiology and improvement of essential non-cognitive skills // PLOS ONE. – 2016. – Vol. 11, № 6.,11

6. Zourova, S. B., Sagimbaeva, A. E. & Mukataeva, J. S. (2023). The Importance of Using a Virtual Laboratory in the Education System // Wissenschaftliche Zeitschrift für Pädagogik und Wirtschaft, 405(5), 114–131.

7. Mehr, S. H. M. (2025). Digital discovery and the new experimental frontier // Digital Discovery, 4(4), 892–895

8. Roch, L. M., et al. ChemOS: An orchestration software to democratize autonomous discovery // PLoS ONE. – 2018.,18

9. Wieman, C., Adams, W., & Perkins, K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning // Science, 322(5902), 682–683.

10. Perkins, K., et al. (2006). PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics // The Physics Teacher, 44, 18–23.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КУРСАХ ХИМИИ

КОПТИЛЕУ С.Б.\*, СЕМЕНИХИНА С.Ф.

\*Коптилеу Сара Бакытжановна – Магистрант, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: [sara.koptileu@mail.ru](mailto:sara.koptileu@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0003-3507-3576>

Семенихина Светлана Фаритовна – Кандидат педагогических наук, доцент, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: [Svetasemen69@mail.ru](mailto:Svetasemen69@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0958-8256>

**Аннотация.** В данной исследовательской работе комплексно рассматриваются педагогические и методические возможности применения цифровых технологий, в частности виртуальных лабораторий, в процессе обучения химии. В условиях современного образовательного пространства установлено, что материально-технические ограничения, усиление требований безопасности, а также организационно-логистические трудности при проведении лабораторных работ существенно затрудняют полноценное формирование практических навыков обучающихся. В этой связи определение дидактического потенциала виртуальных лабораторий как альтернативы традиционным формам эксперимента приобретает особую актуальность.

В рамках методологии исследования был проведён системный анализ отечественных и зарубежных научных источников, а также сравнительное изучение содержания и структуры цифровых образовательных ресурсов. В частности, рассмотрены функциональные возможности виртуальных лабораторий, механизмы автоматизации лабораторных операций и эффективность внедрения элементов искусственного интеллекта. Кроме того, выполнен сравнительный анализ международных образовательных платформ, таких как PhET, TeachChemistry, Merlot и ChemCollective, с точки зрения их содержательных характеристик и практической значимости.

Результаты исследования показали, что виртуальные лаборатории способствуют повышению познавательной активности обучающихся и обеспечивают интеграцию теоретических знаний с практической деятельностью. Моделирование и симуляции в цифровой среде позволяют наглядно представить сложные химические процессы и обеспечивают возможность проведения экспериментов в безопасных условиях. Это, в свою очередь, способствует развитию исследовательских навыков, критического мышления и компетенций решения проблем. Наряду с этим, автоматизация лабораторных процессов и использование цифровых инструментов обработки данных повышают продуктивность научных исследований, а также точность и воспроизводимость результатов.

В целом проведённое исследование подтверждает, что системное внедрение виртуальных лабораторий и цифровых технологий в обучение химии является эффективным направлением повышения качества образования, усиления интереса обучающихся к предмету и формирования профессиональных компетенций, соответствующих современным образовательным требованиям.

**Ключевые слова:** виртуальная лаборатория, искусственный интеллект, PhET, TeachChemistry.org, Merlot, ChemCollective, практическая работа, интерактивное обучение.

## THE EFFICIENCY OF USING VIRTUAL LABORATORIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CHEMISTRY COURSES

KOPTILEU S.B. , SEMENIKHINA S.F. 

\*Koptileu Sara Bakitzhanovna – Master's student, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan

E-mail: [sara.koptileu@mail.ru](mailto:sara.koptileu@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0003-3507-3576>

Semenikhina Svetlana Faritovna – Candidate of pedagogical sciences, associate professor, K.Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan

E-mail: [Svetasemen69@mail.ru](mailto:Svetasemen69@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0958-8256>

**Abstract.** This study comprehensively examines the pedagogical and methodological potential of using digital technologies, particularly virtual laboratories, in chemistry education. In the context of modern educational environments, it has been identified that material and technical limitations, increased safety requirements, and organizational and logistical challenges significantly hinder the effective development of students' practical skills during laboratory activities. Therefore, identifying the didactic potential of virtual laboratories as an alternative to traditional experimental practices represents a key research focus.

Within the research methodology, a systematic review of both domestic and international scientific literature was conducted, along with a comparative analysis of the content and structure of digital educational resources. Specifically, the functional capabilities of virtual laboratories, the mechanisms of laboratory automation, and the effectiveness of integrating artificial intelligence were examined. In addition, a comparative evaluation of international educational platforms such as PhET, TeachChemistry, Merlot, and ChemCollective was carried out in terms of their content features and practical applicability.

The findings demonstrate that virtual laboratories enhance students' cognitive engagement and facilitate the integration of theoretical knowledge with practical experience. Digital simulations and modeling provide clear visualization of complex chemical processes and enable safe experimentation. This, in turn, contributes to the development of research skills, critical thinking, and problem-solving competencies. Moreover, the automation of laboratory procedures and the use of digital data-processing tools improve research productivity, as well as the accuracy and reproducibility of results.

Overall, the study confirms that the systematic implementation of virtual laboratories and digital technologies in chemistry education is an effective approach to improving the quality of education, increasing student motivation, and developing professional competencies aligned with contemporary educational standards.

**Key words:** virtual laboratory, artificial intelligence, PhET, TeachChemistry.org, Merlot, ChemCollective, practical work, interactive learning.