

Д.А. Тлесбаева*, Т.Н. Акылбекова

магистрант, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,
х.ғ.к., аға оқытушы, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы,
Қазақстан.

***Корреспондент авторы:** dtlesbayeva@mail.ru

ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ КУРСЫН ЦИФРЛЫҚ РЕСУРСТАР МЕН ПӘНАРАЛЫҚ ТАПСЫРМАЛАР АРҚЫЛЫ ОҚЫТУ

Түйін

Бұл зерттеу жұмысы жоғары білім беру жүйесіндегі «Физика-химиялық талдау әдістері» курсының цифрлық ресурстар мен пәнаралық тапсырмалар арқылы оқытудың тиімділігін жан-жақты талдайды. Зерттеу 2024–2025 оқу жылында Абай атындағы ҚазҰПУ-дың химия мамандығының 2-курс студенттерімен ($n = 38$) жүргізілді. Жұмыстың негізгі мақсаты – цифрлық технологиялар мен пәнаралық интеграцияның студенттердің теориялық білімін, практикалық дағдыларын және функционалдық сауаттылығын арттыруға ықпалын анықтау. Курс барысында PhET симуляторлары, ChemCollective виртуалды зертханасы, Coursera, Khan Academy, сондай-ақ Excel, Origin және Python сияқты сандық құралдар пайдаланылды. Бұл ресурстар күрделі ұғымдарды визуалдауға, виртуалды тәжірибелер жасауға және деректерді өңдеп, түсіндіруге мүмкіндік берді. Сонымен бірге химияны физика, биология және информатикамен кіріктіретін тапсырмалар әзірленіп, спектрлік деректерді талдау, потенциометриялық титрлеу және жұқа қабатты хроматография бойынша пәнаралық практикалық жұмыстар орындалды. Зерттеу нәтижелері студенттердің теориялық тест көрсеткіштері 53%-дан 82%-ға дейін өсіп, зертханалық дағдылары мен аналитикалық ойлауының айтарлықтай жақсарғанын көрсетті. Сауалнама мен рефлексия деректері цифрлық ресурстар мен пәнаралық тәсілдерге оң көзқарас қалыптасып, пәнге деген мотивацияның артқанын дәлелдейді.

Кілттік сөздер: физика-химиялық талдау, цифрлық ресурстар, пәнаралық тапсырма, STEM-интеграция, функционалдық сауаттылық

Кіріспе

Қазіргі заманауи білім беру жүйесінде ғылым мен техниканың интеграциясы ерекше маңызға ие болып отыр[1]. Әсіресе, жоғары білім беру сатысында пәндерді оқытуда дәстүрлі әдістермен қатар инновациялық технологияларды, оның ішінде цифрлық ресурстарды қолдану қажеттілігі артып келеді[2]. Бұл үрдіс оқытудың сапасын арттырып қана қоймай, білім алушылардың функционалдық сауаттылығын, пәнаралық ойлау қабілетін және зертханалық машықтарын жетілдіруге мүмкіндік береді.

Осы тұрғыда физика-химиялық талдау әдістері курсының оқытуда цифрлық ресурстар мен пәнаралық тапсырмаларды қолданудың өзектілігі артып отыр[3]. Бұл курс – химия саласындағы болашақ мамандардың кәсіби дайындығында маңызды рөл атқаратын пәндердің бірі. Ол аналитикалық химия, физика, биохимия, экология және информатикамен тығыз байланысты. Зерттеу нысаны ретінде қарастырылып отырған бұл курс студенттерге заттардың химиялық құрамын, құрылымын, қасиеттерін физикалық және физика-химиялық әдістер арқылы анықтау дағдыларын меңгеруге көмектеседі[4].

Физика-химиялық талдау әдістері курсының мазмұнына спектроскопия (УФ, ИҚ, ЯМР), хроматография (ЖХХ, ГХХ), электрохимиялық әдістер (потенциометрия, кондуктометрия), фотометрия, колориметрия және басқа да зерттеу құралдары жатады[5]. Бұл әдістерді толыққанды үйрету үшін дәстүрлі дәрістер мен практикалық сабақтар жеткіліксіз болуы мүмкін. Себебі, аталмыш әдістердің кейбірі қымбат құрал-жабдықтарды талап етеді немесе нақты зертханалық жағдайда орындауға қиындық туғызады. Осы орайда виртуалды зертханалар, сандық модельдер, интерактивті симуляциялар және цифрлық платформалар оқытуда үлкен рөл атқара алады.

Сонымен қатар, ғылым мен технологияның тығыз байланыста дамуы білім беруде пәнаралық тәсілдерді енгізу қажеттілігін туындатады. Химияны физикамен, информатикамен,

биологиямен және экологиямен кіріктіріп оқыту арқылы студенттер күрделі ғылыми процестерді жан-жақты түсінуге мүмкіндік алады. Мысалы, спектроскопиялық әдістерді оқытқанда толқын ұзындығы, энергия кванттары, детекторлар жұмысы сияқты физикалық ұғымдар, ал алынған мәліметтерді өңдеу үшін информатикалық құралдар (Python, Excel, Origin, т.б.) қолданылады[6].

Жоғарыда аталған мәселелерді ескере отырып, зерттеуіміздің негізгі мақсаты - физика-химиялық талдау әдістерін оқытуда цифрлық ресурстар мен пәнаралық тапсырмаларды қолданудың тиімділігін тәжірибе жүзінде анықтау, және осы тәсілдің студенттердің пәнді меңгеруіне, зертханалық сауаттылығына, сондай-ақ функционалдық қабілеттеріне әсерін бағалау.

Бұл мақалада физика-химиялық талдау әдістерін заманауи талаптарға сай оқыту жолдары ұсынылады. Зерттеу нәтижелері цифрлық білім беру кеңістігінде STEM-интеграцияның маңызын дәлелдейді және химияны оқытудың тиімді әдістемесін жасауға бағытталған педагогикалық практикаға нақты үлес қосады.

Материалдар мен әдістер. Бұл зерттеу пәнаралық тәсіл арқылы физика-химиялық талдау әдістерін оқытудың тиімділігін арттыруды мақсат етті. Зерттеу 2024–2025 оқу жылының күзгі семестрінде жоғары оқу орнының химия мамандығы бойынша білім алатын 2-курс студенттерімен ($n = 38$) жүргізілді. Зерттеу бір оқу семестрі (15 апта) көлемінде жүзеге асырылды. Курстың мазмұны дәстүрлі зертханалық сабақтармен қатар цифрлық платформалар, виртуалды зертханалар және пәнаралық интеграцияланған тапсырмалармен толықтырылды.

Цифрлық ресурстар мен платформаларды пайдалану. Физика-химиялық талдау әдістерін оқытуда цифрлық ресурстарды қолдану - білім алушылардың танымдық белсенділігі мен функционалдық сауаттылығын арттырудың маңызды тетіктерінің бірі болып табылады[7]. Бұл зерттеу аясында оқу процесіне бірнеше цифрлық платформа мен құралдар енгізіліп, олардың әрқайсысы белгілі бір оқу мақсатын жүзеге асыруға бағытталды. Төменде олардың қолданылу бағыттары мен нақты мысалдары келтірілген.

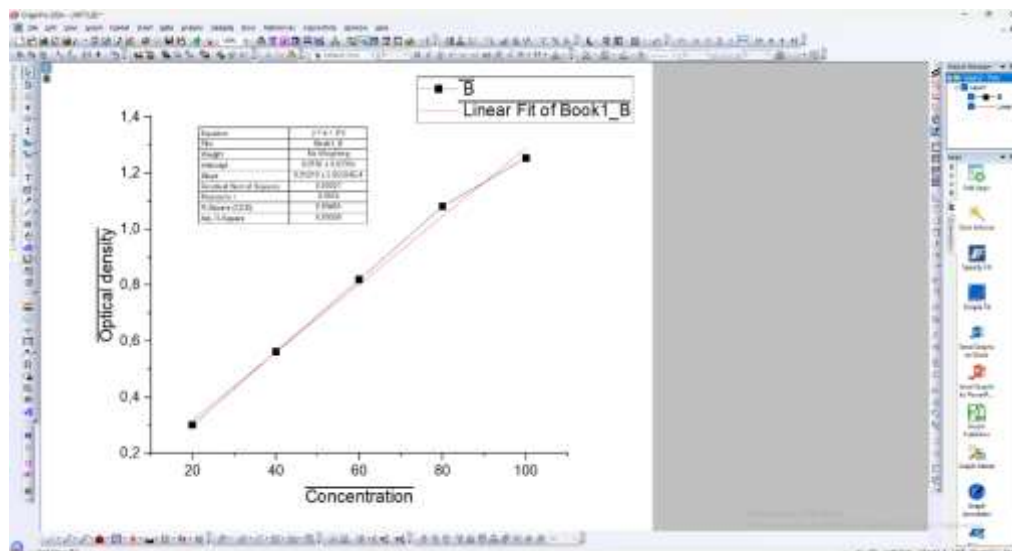
1. PhET Interactive Simulations (Colorado Boulder University). Бұл ресурс арқылы студенттер спектроскопия, оптикалық құбылыстар және электрөткізгіштікке байланысты виртуалды модельдермен жұмыс істеді. Мысалы, "Color Vision" және "Photoelectric Effect" симуляциялары арқылы студенттер электромагниттік толқындардың жиілігі мен энергиясы арасындағы байланысты ($E = h\nu$ формуласы негізінде) зерттеді. Спектроскопия бөлімінде студенттер ультракүлгін сәуле әсерінен молекулалардағы электрондардың қозуы және оның спектрлік сипаттамалары туралы нақты визуалды түсінік қалыптастырды. Бұл тәсіл дәстүрлі дәрістерде қиын меңгерілетін абстрактылы ұғымдарды нақты визуализациялауға мүмкіндік берді.

2. Virtual Lab by ChemCollective. Аналитикалық әдістердің ішінде потенциометриялық және фотометриялық талдауларды зертханалық жағдайда орындау әрдайым мүмкін бола бермейді. Осыған байланысты ChemCollective платформасының "Acid-Base Titration" және "Spectrophotometry" модульдері қолданылды. Студенттер виртуалды ерітінділермен тәжірибе жүргізіп, потенциал–көлем графигін тұрғызды және эквиваленттік нүктені анықтады. Бұл әсіресе зертханалық құрал-жабдық жеткіліксіз немесе қашықтан оқыту жағдайында аса тиімді болды.

3. Khan Academy және Coursera. Бұл платформалар аналитикалық химия және спектроскопиялық әдістер бойынша теориялық білімді толықтыруға бағытталды. Мысалы, Coursera-да ұсынылған "Introduction to Analytical Chemistry" курсының көмегімен студенттер абсорбциялық спектроскопия мен хроматографияның негізгі принциптерімен танысты. Khan Academy-де орналастырылған бейнематериалдар фотометриялық өлшеулердің негізін және оптикалық тығыздық ұғымын түсінуге көмектесті. Бұл материалдар өз бетімен білім алуға және сабақ алдында дайындық жүргізуге қолайлы орта жасады.

4. Excel, Origin, Python (Jupyter Notebook). Практикалық бөлімде студенттер аналитикалық мәліметтерді өңдеу үшін осы сандық құралдарды пайдаланды. Мысалы,

спектрофотометриялық тәжірибеде әртүрлі концентрациядағы ерітінділердің оптикалық тығыздығы өлшеніп, Beer-Lambert заңдылығы бойынша калибрлеу графигі тұрғызылды ($A = \epsilon lc$). Origin арқылы алынған мәліметтер графикке түсіріліп, еңкіштік (ϵ – молярлық сіңіру коэффициенті) анықталды. Қосымша ретінде Python-дағы Jupyter Notebook платформасы қолданылып, студенттер өз кодтарын жазып, деректерді автоматты өңдеуге машықтанды. Бұл олардың сандық сауаттылығы мен интерпретациялық ойлау дағдысын дамытты.



Сурет 1. Origin бағдарламасы арқылы график тұрғызу

5. Google Classroom және Moodle. Бұл платформалар оқу мазмұнын ұйымдастыру, тапсырмаларды тарату және білім алушылармен кері байланыс орнату құралы ретінде қолданылды. Мысалы, әр зертханалық жұмыс алдында студенттерге нұсқаулық материалдар, бейнересурстар және бастапқы деректер осы платформалар арқылы таратылды. Сабақ соңында студенттер орындаған есептер мен графиктерді сол жерде жүктеп, өзара бағалау (peer-review) және рефлексиялық пікір қалдыру арқылы метатанымдық қабілеттерін дамытты. Moodle жүйесі автоматты тестілеу арқылы аралық және қорытынды бағалау жүргізу үшін тиімді болды.

Пәнаралық интеграцияланған тапсырмалар. Оқу үдерісінде студенттердің пәнаралық байланыстарды меңгеруін және функционалдық сауаттылығын арттыру мақсатында химия, физика және информатика пәндерінің мазмұнын біріктіретін тапсырмалар кешені құрылды.

Ұсынылған тапсырмалардың бірі – заттың ультракүлгін (УК) спектрін талдау. Бұл тапсырмада студенттерге белгісіз органикалық қосылыстың спектрлік деректері беріледі. Алынған мәліметтер негізінде олар заттың құрылымдық ерекшеліктерін бағалап, оның қолдану саласына болжам жасау міндетін орындайды[8]. Бұл процесте студенттер алдымен электромагниттік толқындар шкаласын сипаттап, УК сәулелерінің энергиясы мен толқын ұзындығы арасындағы байланысты талдайды. Осы теориялық база заттардың УК сәулесін сіңіру қабілетін түсіндіруге және $\lambda_{\max}$ мәнінің маңызын ашуға көмектеседі.

Практикалық бөлімде студенттер ұсынылған спектрлік мәліметтерді Excel бағдарламасына немесе Python тіліндегі Jupyter Notebook ортасына енгізіп, график тұрғызады. УК -спектрінде байқалған максимум сіңіру ($\lambda_{\max}$) мәнін анықтап, оны молекулалық құрылыммен байланыстыруға тырысады. Мысалы, егер $\lambda_{\max}$ мәні 270–280 нм шамасында орналасса, бұл $\pi \rightarrow \pi^*$ ауысуларымен байланысты болуы мүмкін, яғни қосылыста ароматты немесе конъюгирленген жүйелер бар дегенді білдіреді. Мұндай құрылымдар дәрілік заттарда, бояғыштарда немесе фотохимиялық белсенді материалдарда кездесуі мүмкін екенін студенттер өз болжамында көрсетеді.

Осы тапсырма аясында студенттер тек спектрлік деректерді талдап қана қоймай, сонымен қатар сандық кестелермен жұмыс істеу, аналитикалық ойлау және қорытынды жасау дағдыларын дамытады. Сонымен бірге, ақпаратты визуалды түрде ұсыну (график тұрғызу), мәліметтерді салыстыру және интерпретациялау сияқты функционалдық сауаттылық элементтері де қалыптасады. Бұл білім алушыларға болашақ кәсіби қызметінде цифрлық технологиялар мен ғылыми деректерді қолдану дағдысын нығайтуға мүмкіндік береді.

Кесте 1 - Бағалау критерийлері мен дескрипторлар:

Бағалау критерийі	Дескрипторлар
1. УК-спектрлік деректерді өңдейді	– Деректерді Excel/Python арқылы дұрыс енгізеді – λ_{max} дәл анықтайды
2. Спектр мен құрылым арасындағы байланысты түсіндіреді	– Хромофор топтарды анықтайды – Электрон ауысу типін ($\pi \rightarrow \pi$) түсіндіреді
3. Қорытынды жасайды	– Қосылыстың қолданылу саласына болжам жасайды – Дәлелді және логикалық тұжырым ұсынады

Потенциометриялық титрлеу және эквиваленттік нүкте. Потенциометриялық титрлеу әдісін оқыту барысында студенттердің теориялық білімін тәжірибемен ұштастыру, графикалық интерпретация жасау және аналитикалық ойлау дағдысын дамыту көзделеді. Бұл тапсырма студенттерге электрод потенциалы ұғымын нақты химиялық мысал арқылы түсінуге және сандық мәліметтермен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Тапсырмада студенттерге тұз қышқылы (HCl) ерітіндісін сілті (натрий гидроксиді, NaOH) ерітіндісімен титрлеудің потенциалдық деректері ұсынылады. Бұл деректер титрант көлеміне (мл) сәйкес келетін электр потенциалы (mV) мәндерінен тұрады. Мысалы, бастапқы HCl ерітіндісінің концентрациясы белгісіз, ал титрант ретінде 0,1 М NaOH қолданылады. Әр титрлеу сатысында тіркелген потенциал мәндері Excel немесе Origin бағдарламасына енгізіледі. Студенттер осы деректер негізінде титрлеу қисығын тұрғызады (потенциал – көлем графигі), содан кейін графиктен ең үлкен градиентке сәйкес келетін нүктені анықтайды — бұл эквиваленттік нүкте болып табылады.

Мысалы, егер эквиваленттік нүкте 25,0 мл көлемде анықталса, онда HCl концентрациясы төмендегіше есептеледі:

NaOH концентрациясы: $C(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ M}$

NaOH көлемі: $V(\text{NaOH}) = 25,0 \text{ мл} = 0,025 \text{ л}$

Химиялық реакция: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

Эквиваленттік қатынас 1:1 болғандықтан, HCl молі NaOH моліне тең:

$n(\text{NaOH}) = C \times V = 0,1 \times 0,025 = 0,0025 \text{ моль}$

Егер HCl көлемі 50,0 мл болса (0,05 л), онда:

$C(\text{HCl}) = n / V = 0,0025 / 0,05 = 0,05 \text{ M}$

График тұрғызу барысында студенттер титрлеу қисығының пішінін, эквиваленттік нүктеге дейінгі және кейінгі потенциал өзгерісін саралап, титрлеудің толық жүруін және жүйеде қандай химиялық түрлер басым екенін сипаттайды.

Бұл тапсырма студенттердің физикалық-химиялық процестерді тереңірек түсінуіне, потенциал ұғымының маңызын бағалауына және алынған мәліметтерді жүйелі талдау арқылы сандық және сапалық қорытынды жасауына мүмкіндік береді. Сонымен қатар, сандық ақпаратты кестелеу, график тұрғызу және интерпретациялау дағдылары дамып, олардың функционалдық сауаттылығы артады.

Кесте 2 - Бағалау критерийлері мен дескрипторлар:

Бағалау критерийі	Дескрипторлар
-------------------	---------------

1. Деректерді өңдейді	– Потенциал–көлем кестесін құрады – График тұрғызады
2. Эквиваленттік нүктені табады	– Эквиваленттік нүктені анықтайды – Формуланы дұрыс қолданады
3. Интерпретация жасайды	– Талдау нәтижесін түсіндіреді – Қателік көздерін көрсетеді

Жұқа қабатты хроматография (ЖҚХ) көмегімен заттарды бөлу. Жұқа қабатты хроматография (ЖҚХ) әдісін зерттеу барысында студенттер қоспаларды талдаудың тиімді тәсілдерін меңгереді, молекулааралық әрекеттесулердің заттардың бөлінуіне әсерін түсінеді және аналитикалық есептеулер жүргізу дағдыларын дамытады[9]. Бұл тапсырма пәнаралық сипатқа ие болып, химия, физика және информатика пәндерінің мазмұндарын біріктіреді.

Тапсырмада студенттерге нақты хроматограмма нәтижелері ұсынылады. Мысалы, стационарлы фаза ретінде силикагель қабаты, ал қозғалмалы фаза ретінде этил ацетат пен метанолдың қоспасы қолданылған делік. Қоспа ретінде студенттерге құрамында ацетилсалицил қышқылы (аспирин), кофеин және парацетамол бар үлгі беріледі. Хроматограммада әрбір затқа сәйкес бір-бірінен әртүрлі қашықтықта орналасқан дақтар көрінеді. Студенттер әрбір дақтың бастапқы сызықтан (origin) қанша қашықтыққа жылжығанын және еріткіш фронтының арақашықтығын өлшеп, R_f мәнін есептейді:

$$R_f = \frac{\text{Заттың жүрген қашықтығы}}{\text{Еріткіштің фронтының жүрген қашықтығы}}$$

Мысалы, егер:

Аспириннің жүрген қашықтығы — 2,5 см

Кофеин — 3,8 см

Парацетамол — 1,9 см

Еріткіш фронты — 5,0 см болса:

$$R_f(\text{аспирин}) = \frac{2,5}{5,0} = 0,5$$

$$R_f(\text{кофеин}) = \frac{3,8}{5,0} = 0,76$$

$$R_f(\text{парацетамол}) = \frac{1,9}{5,0} = 0,38$$

R_f мәндерін әдеби деректермен салыстыра отырып, студенттер хроматограммадағы дақтарды сәйкестендіреді. Бұл ретте олар молекулааралық әрекеттесулердің – сутектік байланыстар, диполь-диполь немесе ван-дер-Ваальс күштерінің – әр заттың қозғалмалы және стационарлы фазалармен әрекеттесу деңгейіне әсер ететінін талдайды. Мысалы, кофеин – полярлы молекула болғандықтан, полярлы еріткіште жылдам қозғалады, бұл оның жоғары R_f мәнімен сипатталады.

Информатикамен байланыс орнату үшін студенттер хроматограмма суретін цифрлы түрде талдап, ImageJ секілді бағдарламалар арқылы нақты өлшеулер жүргізе алады. Сонымен қатар, нәтижелерін Excel кестесіне енгізіп, салыстырмалы талдау жасайды.

Бұл тапсырма студенттерге аналитикалық құралдарды қолдану арқылы қоспа құрамын анықтау тәжірибесін береді, сондай-ақ дәлелді пайым жасау, дерекпен жұмыс істеу, ғылыми болжам жасау және құрылым–қасиет байланысын түсіндіру сияқты функционалдық сауаттылық элементтерін қалыптастырады.

ЖҚХ тапсырмасын орындау барысында студенттер хроматографиялық әдістердің тек химиялық талдау үшін ғана емес, сонымен қатар фармацевтикалық, экологиялық және тағам

өнеркәсібінде де кеңінен қолданылатынын меңгереді. Бұл олардың болашақ кәсіби өміріне қажетті практикалық дағдыларды дамытудың маңызды бір сатысы болып табылады.

Кесте 3 - Бағалау критерийлері мен дескрипторлар

Бағалау критерийі	Дескрипторлар
Rf мәнін есептейді	– Дақ арақашықтығын дәл өлшейді – Формуланы дұрыс қолданады
Құрамды интерпретациялайды	– Компоненттерді Rf арқылы сәйкестендіреді – Аналитикалық тұжырым жасайды
Физикалық-химиялық өзара әрекеттесуді түсіндіреді	– Молекулааралық байланыстар әсерін сипаттайды – Полярлықтың әсерін түсіндіреді

Кесте 4 - Жалпы бағалау шкаласы

Балл	Жалпы сипаттама
5 (өте жақсы)	Барлық тапсырмаларды толық, дәл және ғылыми негізде орындайды. Интерпретация терең, өз ойын нақты жеткізеді.
4 (жақсы)	Негізгі элементтерді дұрыс орындайды, бірақ кейбір тұжырымдарда дәлсіздік бар.
3 (қанағаттанарлық)	Тапсырманың бір бөлігі орындалған, түсіндіруде айқындық жетіспейді.
2 (төмен)	Тапсырма толық орындалмаған, негізгі ұғымдар түсініксіз.

Аталған тапсырмалар студенттердің танымдық белсенділігін арттырып, ғылыми-зерттеу дағдыларын қалыптастыруда маңызды рөл атқарды.

Нәтижелер

Физика-химиялық талдау әдістерін оқытуда цифрлық ресурстар мен пәнаралық тапсырмаларды жүйелі қолдану оқу процесінің сапасына оң әсер еткені зерттеу нәтижелері арқылы анықталды. Негізгі көрсеткіштер студенттердің теориялық білім деңгейі, практикалық дағдысы, функционалдық сауаттылығы және пәнге деген қызығушылығы бойынша бағаланды.

Зерттеу басталар алдында (базалық диагностика) және аяқталған соң (қорытынды диагностика) студенттерге 25 сұрақтан тұратын теориялық тест тапсырылды. Онда спектроскопия, хроматография, электрохимиялық әдістерге қатысты сұрақтар қамтылды.

Кесте 5 - Зерттеу басталар алдында (базалық диагностика) және аяқталған соң (қорытынды диагностика) тест нәтижелері

Бағалау кезеңі	Орташа балл (макс. 25)	Стандартты ауытқу
Бастапқы тест	13.4	±2.1
Қорытынды тест	20.6	±1.7

Теориялық білім деңгейі 53%-дан 82%-ға дейін артқаны байқалды. Студенттер әсіресе, цифрлық симуляциялармен жұмыс істегеннен кейін толқын ұзындығы, оптикалық тығыздық, детектор принциптері секілді күрделі ұғымдарды тезірек және тереңірек меңгерген.

Виртуалды зертханалар және симуляторлар арқылы жұмыс жасау студенттердің аналитикалық дағдыларына оң ықпал етті. Бақылау парағы негізінде бағалау жүргізілді. Бағалау критерийлері: құралмен жұмыс істеу дәлдігі, қауіпсіздік ережелерін сақтау, мәліметті тіркеу және интерпретациялау.

Кесте 6 - Студенттердің дағдыларын бағалау нәтижелері

Критерий	Бастапқы балл	Қорытынды балл
----------	---------------	----------------

Құралмен жұмыс істеу	3.1 / 5	4.4 / 5
Мәліметті өңдеу және түсіндіру	2.9 / 5	4.6 / 5
Зертханалық қауіпсіздік	3.7 / 5	4.8 / 5

Алынған қорытындылар тек теориялық білімнің меңгерілуін емес, сонымен қатар нақты әрекет арқылы дағдыларды игерудің тиімділігін дәлелдейді.

Мәселен, потенциометриялық титрлеуді виртуалды зертханада орындау арқылы студенттер нақты тәжірибе алдындағы дайындықты жеңілдетіп, өлшеу нәтижелерін сандық тұрғыдан бағалауға және деректерге сыни көзқараспен қарауға үйренді. Бұл үдеріс аналитикалық ойлау қабілетін дамытумен қатар, зертханалық жұмысқа деген сенімділікті арттырды.

Пәнаралық сипаттағы тапсырмаларды орындау кезінде студенттер келесі функционалдық дағдыларын жетілдірді:

- Excel бағдарламасы арқылы спектрлік график тұрғызу – студенттер сіңіру максимумын ($\lambda_{\max}$) графиктен анықтау арқылы дерекпен жұмыс істеу, мәліметтерді құрылымдау және интерпретациялау дағдыларын жетілдірді. Бұл тапсырма аналитикалық және құрылымдық ойлау қабілеттерін арттыруға ықпал етті.

- Жұқа қабатты хроматография (ЖҚХ) әдісімен бөліну коэффициентін (Rf) есептеу – есептеу дағдыларын дамыту, формулаларды нақты жағдайларда қолдану, молекулааралық әрекеттесулер мен заттардың қозғалмалы және стационарлы фазалармен әрекеттесу ерекшеліктерін түсіну арқылы студенттердің логикалық және концептуалдық ойлауын тереңдетті. Сонымен қатар, физика және химия пәндерінің ұғымдары арасындағы байланысты тануға мүмкіндік берді.

- Python бағдарламасы көмегімен деректерді визуализациялау (ерікті студенттік топтарда қолданылды) – информатикамен интеграциялау арқылы бағдарламалау негіздері мен деректерді өңдеу, визуализациялау дағдылары дамытылды. Бұл әдіс студенттердің цифрлық сауаттылығын арттырып, заманауи зерттеу құралдарымен жұмыс істеуге дайындады.

Сауалнама нәтижелері де бұл тәсілдердің тиімділігін нақты көрсетті. Студенттердің 87%-ы пәнаралық тапсырмалардың пән мазмұнын тереңірек ұғынуға, алынған білімді нақты өмірлік жағдайларда қолдануға мүмкіндік бергенін атап өтті. Сонымен қатар, олардың 76%-ы цифрлық ресурстарды пайдалану оқу үдерісін тартымды әрі қолжетімді еткенін жеткізді. Бұл нәтижелер пәнаралық интеграцияланған тәсілдің тек академиялық үлгерімге ғана емес, сонымен қатар студенттердің пәнге деген қызығушылығы мен уәжіне де оң ықпал ететінін дәлелдейді.

Курс соңында жүргізілген сапалық талдау мен рефлексиялық эссе мазмұнынан студенттердің пәнге деген мотивациясы артқаны байқалды. Студенттердің кейбір пікірлері:

«Мен спектроскопияны тек теориялық ұғым ретінде түсініп жүр едім, бірақ PhET симуляторында толқын мен сіңіру байланысын көріп, бұл әдісті шынайы елестете алдым.»

«Python-мен жұмыс істеп, біз химиялық деректерді өңдеу мен визуализациялау мүмкін екенін білдім. Бұл зертханалық есептерге жаңаша қарауға үйретті.»

Нәтижелерді талдауда t-тест қолданылып, тест нәтижелеріндегі айырмашылық $p < 0.01$ деңгейінде сенімді деп танылды. Бұл сандық және сапалық көрсеткіштер цифрлық ресурстар мен пәнаралық интеграцияның оқыту сапасына оң әсерін айғақтайды.

Талқылау

Оқу үдерісіне цифрлық ресурстар мен пәнаралық тапсырмаларды енгізудің физика-химиялық талдау әдістерін меңгеруге ықпал ететіндігі осы зерттеу барысында нақты дәлелденді. Бұл бөлімде алынған нәтижелер халықаралық және отандық зерттеулермен салыстырылып, олардың теориялық және практикалық мәні түсіндіріледі.

PhET және ChemCollective платформалары оқушылардың абстрактілі ұғымдарды (мысалы, толқын ұзындығы, оптикалық тығыздық, спектр) көрнекі түрде елестетуіне

мүмкіндік берді. Бұл тәсілдер дәстүрлі дәрістерге қарағанда оқушылардың пәнге деген қызығушылығын 87%-ға дейін арттырды. Осыған ұқсас нәтижелерді Hwang & Chen (2017), Tsai et al. (2022) зерттеулері де көрсетті, олар виртуалды зертханалардың STEM пәндеріндегі танымдық белсенділікті күшейтетініне назар аударады[10,11].

Сонымен қатар, цифрлық платформаларды пайдалану – функционалдық сауаттылықтың маңызды компоненттерінің бірі болып табылатын цифрлық құзыреттілікті дамытады. Оқу барысында Excel, Python секілді құралдарды қолдану студенттерге ғылыми деректерді құрылымдауға, визуалдауға және түсіндіруге мүмкіндік берді.

Пәнаралық тапсырмалар студенттердің келесі функционалдық дағдыларын арттырды:

Сыни ойлау - эксперимент деректерін бағалау және қателерді табу;

Шешім қабылдау - анализ нәтижесіне қарай қорытынды жасау;

Коммуникация - зерттеу есебін жазу және қорғау;

Ынтымақтастық - жұппен және топпен жұмыс істеу арқылы бірлескен оқу.

Бұл дағдылар қазіргі заманғы білім берудің түйінді құзыреттеріне жатады және ҚР БҒМ бекіткен орта және жоғары білім беру мазмұнының жаңартылған стандарттарына сәйкес келеді.

Функционалдық сауаттылық – білім алушының нақты өмірлік жағдаяттарда білімін қолдана білуі, ақпаратты талдау және аргументтелген шешім қабылдауы[12]. Біздің зерттеуде бұл қабілеттің мынадай аспектілері дамығаны байқалды:

- Графикалық мәліметтермен жұмыс істеу (спектрлік немесе титрлеу графигі);

- Талдау нәтижесін түсіндіру және шешім қабылдау;

- Формулаларды қолдана отырып есептеу жүргізу (мысалы, λ , pH, Kd).

Бұл нәтижелер PISA зерттеуінің функционалдық сауаттылықты анықтайтын көрсеткіштерімен сәйкес келеді. Студенттердің дерекке негізделген ойлау қабілеті, ақпаратты сараптау дағдысы айқын күшейген.

Зерттеу нәтижелері ХХІ ғасырдағы оқытуда пәнаралық интеграция мен цифрландыру - оқыту мазмұнын жаңғыртудың маңызды бағыттары екенін тағы бір мәрте дәлелдейді. Жаңа білім беру технологиялары мен мазмұны когнитивті, метатанымдық және әлеуметтік дағдыларды дамытуға бағытталуы қажет[13].

Цифрлық ресурстар мен пәнаралық тапсырмаларды үйлесімді қолдану арқылы білім алушылар тек академиялық біліммен ғана шектелмей, өмірге қажетті дағдыларды да меңгереді. Бұл идея UNESCO, OECD, Қазақстанның білім беру стратегияларымен де толық сәйкес келеді[14,15].

Жүргізілген зерттеу шектеулі студенттер тобында (n=38) және бір оқу семестрінде жүзеге асырылды. Болашақта әдістемені әртүрлі жоғары оқу орындары мен мектептерде апробациялау, пәнаралық тапсырмалар базасын жүйелеу және ұлттық контексте цифрлық құралдарды бейімдеу өзекті болады. Сонымен қатар, цифрлық сауаттылықты ескеріп, оқытушылардың біліктілігін арттыру да маңызды.

Қорытынды

Физика-химиялық талдау әдістері курсы цифрлық ресурстар мен пәнаралық тапсырмалар арқылы оқыту қазіргі білім беру талаптарына сай келетін, заманауи және тиімді әдіс екені дәлелденді. Зерттеу барысында алынған нәтижелер аталған әдістемелік тәсілдердің студенттердің теориялық білімін, практикалық дағдыларын, функционалдық сауаттылығын және пәнге деген қызығушылығын арттыруға едәуір ықпал еткенін көрсетті.

Біріншіден, цифрлық ресурстардың қолданылуы (виртуалды зертханалар, PhET симуляторлары, ChemCollective, Excel және Python құралдары) күрделі физика-химиялық ұғымдарды визуалдауға, нақты процестерді моделдеуге және тәжірибелік тапсырмаларды қауіпсіз ортада орындауға мүмкіндік берді. Бұл білім алушылардың өздігінен білім алуға деген ынтасын арттырып, білімді терең және саналы түрде меңгеруіне жол ашты.

Екіншіден, пәнаралық интеграция (химия, физика және информатика пәндерінің байланысы) студенттердің пәндік білімді жүйелі қолдану қабілетін дамытты. Оқыту барысында қолданылған пәнаралық тапсырмалар функционалдық сауаттылықты

калыптастыруда маңызды рөл атқарды. Атап айтқанда, студенттер мәліметті жинау, талдау, салыстыру, интерпретациялау және шешім қабылдау сияқты жоғары деңгейлі дағдыларды меңгерді.

Үшіншіден, зерттеу нәтижелері білім алушылардың оқу мотивациясының артқанын, зертханалық және теориялық жұмыста белсенділігінің өскенін көрсетті. Цифрлық симуляторларды қолдану және тапсырмалардың өмірмен байланыстылығы оқу үдерісін мазмұнды әрі тартымды етті.

Төртіншіден, бұл тәсіл білім алушылардың тек химиялық білімін емес, сонымен қатар сандық сауаттылық, ақпараттық технологияларды қолдану, топпен жұмыс істеу және ғылыми ойлау қабілетін қалыптастырды. Бұл дағдылар ХХІ ғасырдың жаһандық құзыреттерімен толық сәйкес келеді және болашақ кәсіби қызметке қажетті негіз қалайды.

Жалпы, жүргізілген зерттеу нәтижелері физика-химиялық талдау әдістері курсын оқытуда цифрлық ресурстар мен пәнаралық тапсырмаларды тиімді үйлестіру білім алушылардың білім сапасын, практикалық дағдыларын және функционалдық сауаттылығын жаңа деңгейге көтеретінін нақты көрсетіп берді. Бұл тәсіл білім берудің мазмұнын жаңғыртуға, ұлттық және халықаралық білім стандарттарына сәйкес болуға нақты үлес қоса алады.

Әдебиеттер тізімі

1. Yılmaz Ö. The role of technology in modern science education //Current Research in Education; Baltacı, Ö., Ed.; Özgür Publications: Gaziantep, Turkey. – 2023. – Т. 6. – С. 35-60. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub383.c1704>
2. Alenezi M., Wardat S., Akour M. The need of integrating digital education in higher education: Challenges and opportunities //Sustainability. – 2023. – Т. 15. – №. 6. – С. 4782. <https://doi.org/10.3390/su15064782>
3. Hardy J. G. et al. Potential for chemistry in multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary teaching activities in higher education //Journal of Chemical Education. – 2021. – Т. 98. – №. 4. – С. 1124-1145. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01363>
4. Ayyıldız Y., Tarhan L., Gil A. Comparing the effectiveness of the learning material and the learning method in students' achievement in chemistry lesson on chemical changes //Research in Science & Technological Education. – 2023. – Т. 41. – №. 4. – С. 1372-1393. <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2086535>
5. Nadporozhskaya M. et al. Recent advances in chemical sensors for soil analysis: a review //Chemosensors. – 2022. – Т. 10. – №. 1. – С. 35. <https://doi.org/10.3390/chemosensors10010035>
6. Rainey M. A. et al. Data Science Meets Mineral Analysis: An Innovative Laser-Induced Breakdown Spectroscopy Experiment for Undergraduate Chemistry Students //Journal of Chemical Education. – 2024. – Т. 101. – №. 7. – С. 2869-2879. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00421>
7. Asrizal A. et al. The development of integrated science instructional materials to improve students' digital literacy in scientific approach //Jurnal Pendidikan IPA Indonesia. – 2018. – Т. 7. – №. 4. – С. 442-450. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.13613>
8. Picollo M., Aceto M., Vitorino T. UV-Vis spectroscopy //Physical sciences reviews. – 2019. – Т. 4. – №. 4. – С. 20180008. <https://doi.org/10.1515/psr-2018-0008>
9. Luska K. L. Transformation of a classic column and thin layer chromatography experiment into a multioutcome, discovery-based activity //Journal of Chemical Education. – 2023. – Т. 100. – №. 5. – С. 1980-1989. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01196>
10. Hwang G. J., Chen C. H. Influences of an inquiry-based ubiquitous gaming design on students' learning achievements, motivation, behavioral patterns, and tendency towards critical thinking and problem solving //British Journal of Educational Technology. – 2017. – Т. 48. – №. 4. – С. 950-971. <https://doi.org/10.1111/bjet.12464>
11. Tsai F. H. et al. Development and effectiveness evaluation of a STEM-based game-design project for preservice primary teacher education //International Journal of Technology and Design Education. – 2022. – Т. 32. – №. 5. – С. 2403-2424. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09702-5>

12. Medzhidova M. G. et al. Formation of functional literacy as a basis for improving the quality of the educational process //European Journal of Natural History. – 2021. – Т. 5. – С. 15.
13. Drigas A., Papanastasiou G., Skianis C. The school of the future: The role of digital technologies, metacognition and emotional intelligence //International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online). – 2023. – Т. 18. – №. 9. – С. 65.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v18i09.38133>
14. González-Salamanca J. C., Agudelo O. L., Salinas J. Key competences, education for sustainable development and strategies for the development of 21st century skills. A systematic literature review //Sustainability. – 2020. – Т. 12. – №. 24. – С. 10366.
<https://doi.org/10.3390/su122410366>
15. Kurmanov N. et al. Developing effective educational strategies in Kazakhstan //Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Т. 6. – №. 5. – С. 54.
<https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n5s1p54>

Д.А. Тлесбаева*, Т.Н. Акылбекова

магистрант, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан,

к.х.н., старший преподаватель, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан.

*Корреспондирующий автор: dtlesbayeva@mail.ru

ОБУЧЕНИЕ КУРСУ «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ И МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ЗАДАНИЙ

Аннотация

Данное исследование всесторонне анализирует эффективность преподавания курса «Методы физико-химического анализа» в системе высшего образования с использованием цифровых ресурсов и междисциплинарных заданий. Исследование было проведено в 2024–2025 учебном году со студентами 2 курса специальности «Химия» КазНПУ имени Абая (n = 38). Основная цель работы — определить влияние цифровых технологий и междисциплинарной интеграции на развитие теоретических знаний, практических навыков и функциональной грамотности студентов. В ходе обучения использовались симуляторы PhET, виртуальная лаборатория ChemCollective, платформы Coursera и Khan Academy, а также цифровые инструменты Excel, Origin и Python. Эти ресурсы обеспечили визуализацию сложных понятий, проведение виртуальных экспериментов и обработку полученных данных. Помимо этого, были разработаны междисциплинарные задания, интегрирующие химию с физикой, биологией и информатикой, включая анализ спектральных данных, потенциометрическое титрование и задания по тонкослойной хроматографии. Результаты исследования показали, что показатели теоретических тестов студентов выросли с 53% до 82%, а их лабораторные навыки и аналитическое мышление значительно улучшились. Данные опросов и рефлексии свидетельствуют о формировании положительного отношения к цифровым ресурсам и междисциплинарным методам, а также о повышении мотивации к изучению предмета.

Ключевые слова: физико-химический анализ, цифровые ресурсы, междисциплинарное задание, STEM-интеграция, функциональная грамотность.

D.A. Tlesbayeva*, T.N. Akylbekova

Master's student, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan,
PhD in Chemistry, Senior Lecturer, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty,

Kazakhstan.

***Corresponding author:** dtlesbayeva@mail.ru

Abstract

This study comprehensively examines the effectiveness of teaching the course "Physico-Chemical Methods of Analysis" in higher education using digital resources and interdisciplinary tasks. The research was conducted during the 2024–2025 academic year among 2nd-year chemistry students at Abai Kazakh National Pedagogical University (n = 38). The main objective of the study was to determine the impact of digital technologies and interdisciplinary integration on the development of students' theoretical knowledge, practical skills, and functional literacy. During the course, various digital tools were implemented, including PhET simulations, the ChemCollective virtual laboratory, educational platforms such as Coursera and Khan Academy, as well as data analysis software like Excel, Origin, and Python (Jupyter Notebook). These resources facilitated the visualization of complex concepts, virtual experimentation, and data interpretation. Additionally, specially designed interdisciplinary tasks were developed, integrating the content of chemistry with physics, biology, and informatics. As part of the practical activities, students performed spectroscopic analysis, potentiometric titration, and thin-layer chromatography. The study results demonstrated an increase in students' theoretical test scores from 53% to 82%, along with significant improvement in laboratory skills and analytical thinking. Reflective analysis and student surveys confirmed the formation of a positive attitude toward digital resources and interdisciplinary approaches, as well as enhanced motivation for learning the subject.

Keywords: physico-chemical analysis, digital resources, interdisciplinary task, STEM integration, functional literacy

Қатынасхаттар үшін жауапты автор туралы ақпарат:

Тлесбаева Д.А. 87785537365,

e-mail: dtlesbayeva@mail.ru

Information about the author responsible for contacts:

Tlesbayeva D.A. 87785537365

e-mail: dtlesbayeva@mail.ru

Информация об авторе, ответственном за сообщения:

Тлесбаева Д.А. 87785537365,

e-mail: dtlesbayeva@mail.ru