

DIGITAL TECHNOLOGIES IN CHEMISTRY LESSONS

Sapakova A.,

*candidate of biological Sciences, senior lecturer,
Department of natural science disciplines,
Non-commercial joint stock company
“Shakarim University of Semey”*

Sovetbekova A.

*Master of 2 courses
of the Department of natural science disciplines
Non-commercial joint stock company
“Shakarim University of Semey”*

ХИМИЯ САБАҚТАРЫНДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Сапакова А.К.

*Биология ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы,
Жаратылыстану ғылыми пәндер кафедрасы,
«Семей қалаасының Шәкәрім атындағы университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы*

Советбекова А.К.

*Жаратылыстану ғылыми пәндер
кафедрасының 2 курс магистранты
«Семей қалаасының Шәкәрім атындағы университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10975251>*

Abstract

The current standard of education requires students not only to have theoretical knowledge, but also to develop competence in the use of ready basic physico-chemical, mathematical and other natural sciences concepts and methods in solving professional problems. In this regard, circular technologies are becoming more relevant in the practice of teaching chemistry. In addition, the development of modern information technologies has led to a wide variety of digital applications and sites, so choosing and sorting the most effective ones is a big problem.

Аңдатпа

Қазіргі білім беру стандарты студенттер теориялық білімді ғана емес, сонымен бірге дайын негізгі физика-химиялық, математикалық және өзге де жаратылыстану ғылымдарын кәсіби мәселелерді шешудегі ұғымдар мен әдістерді пайдалану құзыреттілікті қалыптастыруды талап етеді. Осыған байланысты цифрлы технологиялар химияны оқыту тәжірибесінде өзекті бола түсуде. Сонымен қатар, қазіргі кездегі ақпараттық технологиялардың дамуы цифрлық қолданбалардың, сайттардың көптүрлілігіне әкелді, соған байланысты тиімдісін таңдап, сұрыптау - үлкен мәселе.

Keywords: digital technology, chemistry, Molecules, Chemistry, Quiziz, effective applications, chemical technology, environmental chemistry

Кілттік сөздер: цифрлық технология, химия, Molecules, Chemistry, Quiziz, тиімді қолданбалар, химиялық технология, экологиялық химия

Кіріспе.

Қазіргі адамзат ақпараттандыру деп аталатын жалпы тарихи процеске қосылды. Бұл үдеріс кез келген азаматтың ақпарат көздеріне қолжетімділігін, ақпараттық технологиялардың ғылыми, өндірістік, қоғамдық салаларға енуін, ақпараттық қызмет көрсетудің жоғары деңгейін қамтиды.

Қоғамды ақпараттандыруға байланысты болып жатқан процестер ғылыми-техникалық прогресті жеделдетуге, адам қызметінің барлық түрлерін интеллектуализациялауға ғана емес, сонымен бірге адамзаттың шығармашылық әлеуетін дамытуды қамтамасыз ететін қоғамның

сапалы жаңа ақпараттық ортасын құруға ықпал етеді.

Бүгінгі цифрлық оқыту технологиялары:

- ақпараттық деректерді оқушыларға оңтайлы жеткізуге арналған аспаптық жинақ;
- әртүрлі оқу материалдарын жасауға мүмкіндік беретін құралдар жинағы;
- оқыту қызметінің әдістерін оңтайландыратын құралдар;
- оқушылардың білімін бақылауға арналған сандық құралдар.

Білім беру процесінде цифрлық технологияларды қолдануды басымдық деп санаған жөн, өйткені олар біздің еліміздегі білім беруді дамытудың эволюциялық логикасына, осы

процестің әлемдік тенденцияларына сәйкес келеді. Компьютер және оның негізінде жасалған технологиялар мен ресурстар оқытудың бірегей құралдары болып табылады, соның арқасында олар мұғалімдер мен балалардың назарын мықтап алады.

Біз әртүрлі ақпаратты жаңа тәсілдермен пайдалануға және сол арқылы сабақтың әдістемелік мүмкіндіктерін байытуға мүмкіндігіміз бар. Оқытудың ақпараттық технологиялары-бұл оқушыларға ақпаратты дайындау мен берудің бір түрі, мұнда құрал компьютерлік техника және басқа да бағдарламалық-техникалық құралдар болып табылады, олар әртүрлі мақсаттарда болуы мүмкін.

Бүгінгі таңда мектеп кабинеттерінің көпшілігі компьютерлік техникамен жабдықталған және біз ақпараттық технологиялардың нағыз үстемдігін көріп отырмыз.

Эксперимент табиғатты танудың ажырамас бөлігі, оның заңдылықтарын зерттеу болып табылады. Физика, химия, биология сияқты ғылымдарды тек теориялық тұрғыдан зерттеу мүмкін емес, оларға міндетті түрде практикалық негіз қажет. Эксперимент студенттерге табиғаттың қолданыстағы заңдарының дұрыстығына, сондай-ақ алға қойылған ғылыми гипотезаның дұрыстығына немесе керісінше оның қателігіне көз жеткізуге мүмкіндік береді.

Эксперименттің тиімділігін арттыру үшін заманауи құрылғыларды қолдану қажет, өйткені олар есептеудің негізі болып табылатын деректерді тіркейді. Мұндай заманауи құрылғыларға әртүрлі физикалық шамаларды, соның ішінде дыбысты, жарықты, күшті, қысымды және басқаларды электрлік сигналдарға аударуға арналған сенсорлардың барлық түрлері жатады. Алынған электрлік сигналдар тіркеуші деп аталатын арнайы құрылғы арқылы компьютерге беріледі, онда олар

бағдарламалық түрде өңделеді және бізге стильдендірілген аналогтық немесе сандық аспаптар түрінде де, графиктер түрінде де әр түрлі түрде ұсынылуы мүмкін. Соңғылары болып жатқан процестерді зерттеуде әлдеқайда айқын көрінеді және зерттеушілерді көрсеткіштерді алу және кестелерді толтыру бойынша күнделікті жұмыстардан босатады. Сонымен қатар, өлшеу кезінде кестеге мәліметтер автоматты түрде енгізіледі және экспериментаторлар тек нәтижелерді өңдеуі керек.

Негізгі бөлім.

Мектептерге түсетін жаратылыстану-ғылыми цифрлық зертханалардың (ЦЗ) жаңа буыны химиялық экспериментті түбегейлі жаңа деңгейде ұйымдастыруға, бақыланатын құбылыстарды тек қана сапалы бағалаудан сандық сипаттамаларды жүйелі талдауға дейінгі ғылыми зерттеу элементтеріне көшуге, Физика, Экология, Биология, Математика және информатикамен пәнаралық байланыстардың мүмкіндіктерін толық іске асыруға мүмкіндік береді [1]. Олар жаратылыстану ғылымдары бойынша интеграцияланған оқу жобаларын орындауға, ғылыми Статистика, қолданбалы математика, Ақпараттық технологиялар әдістерін қолдануға және игеруге мүмкіндік береді.

ЦТ оқу процесінде химия сабақтарында практикалық сабақтар мен зертханалық тәжірибелер, ғылыми-зерттеу семинарларын ұйымдастыру, сыныпта да, лагерь жағдайында да ғылыми-зерттеу жобалары үшін қолданылады.

Қазіргі уақытта мұғалімдер ЦТ-ді белсенді қолданады, әдетте, тек мектеп оқушыларының сабақтан тыс жұмыстары үшін, атап айтқанда, жұмыстың жобалық түрін ұйымдастыру үшін. Сабақтарда цифрлық технологияларды қолдануға шектеу болатын себептер 1 – суретте көрсетілген.

Сабақтарда ЦТ қолдануды шектеу, келесі себептерге байланысты:

Сабақтарда ЦТ қолдануды шектеу, біздің ойымызша, келесі себептерге байланысты:

сабақтың қатан уақыты;

негізгі оқу бағдарламаларында сандық химиялық эксперименттің мүлдем болмауы;

иллюстрациялық химиялық эксперименттің басым болуы, проблемалық, іздеу және зерттеу сабақтарына жеткіліксіз назар аудару;

химия кабинеттерінің жеткіліксіз жабдықталуы;

мазмұны мемлекеттік білім беру стандартынан (базалық деңгейден) едәуір асып түсетін ұғымдарды қолдану.

1-сурет. Цифрлық технологияларды сабақтарда қолданбауының себептері.

Шкетеуге қарамай мектептерді цифрлық технологиямен жақдықтау 2 – суретте көрсетілген жетістіктерге әкеледі.

Химия бойынша мектеп	оқушыларды химия және биология бойынша өзіндік шығармашылық жұмысқа дайындау;
практикумын сапалы жаңа деңгейге ауыстыруға мүмкіндік береді:	оқу процесіне іс-әрекеттік көзқарастың басымдығын жүзеге асыру;
	оқушыларда жалпы оқу және пәндік дағдылардың кең кешенін дамыту;
	танымдық, ақпараттық, коммуникативтік құзыреттілікті қалыптастыратын қызмет тәсілдерін меңгеру.

2-сурет. Цифрлық технологияларды химия сабақтарында қолданудың артықшылықтары.

Білім беруді ақпараттандырудың қазіргі кезеңінің тағы бір бағыты әртүрлі пәндерді оқыту үшін мобильді технологияларды қолданумен байланысты.

Мобильді оқыту – бұл негізінен немесе тек портативті құрылғыларды-телефондарды, смартфондарды, планшеттерді, кейде ноутбуктерді және сол сияқтыларды пайдаланатын кез келген оқу әрекеті, бірақ қарапайым жұмыс үстелі компьютерлері емес.

Мобильді қосымша-бұл әртүрлі әрекеттерді орындауға мүмкіндік беретін белгілі бір функционалдығы бар белгілі бір платформада орнатылған бағдарлама.

Ұялы телефондар, смартфондар, планшеттік компьютерлер адамның цифрлық өмірінің негізгі бөлігіне айналууда.

Егер білім беруде болжам жасасақ, 5 жылдан кейін біз мобильді оқытуға толықтай көшетінімізді көреміз. Сондықтан тақырып өзекті. [2]

Сабақта Мобильді қосымшаларды пайдаланудың артықшылықтары мен кемшіліктері.

Кез-келген инновацияны енгізу кезінде сіз жағымсыз жағына да дайын болуыңыз керек, сондықтан мобильді оқытудың сөзсіз артықшылықтарын да, жағымсыз жақтарын да қарастырамыз. Оқу орындарында мобильді құрылғылар мен технологияларды қолданудың артықшылығы мен кемшілігі 1 – кестеде көрсетілген.

1-кесте.

Мобильді құрылғыларды сабақ барысында қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері.

№	Артықшылығы:	Кемшілігі:
1	кез келген уақытта және кез келген жерде оқу және анықтамалық ресурстар мен бағдарламаларға жылдам қол жеткізу;	оқытушыларды да, оқу орындарының әкімшілігін де оқытудың бұл түрі оқу процесін онтайландыруға ықпал ететініне сендіру қиын;
2	сынақтар мен бақылау жұмыстарын жүргізуді жеңілдету;	мұғалімдер (оқушылардан айырмашылығы) АКТ құзыреттілігінің тиісті деңгейіне ие емес;
3	мұғаліммен және оқу қауымдастығымен үнемі кері байланыс;	қазақ тіліндегі қолданбалардың аздығы;
4	оқушының жеке ерекшеліктерін есепке алу-проблемаларды диагностикалау, оқытудың жеке қарқыны;	
5	таныс техникалық құралдар мен виртуалды ортаны пайдалану арқылы білім алушылардың ынтасын арттыру;	
6	автономды оқытуды ұйымдастыру;	
7	оқушының жеке кәсіби бағдарланған оқу кеңістігін құру;	

Қазіргі мұғалім бүгінде мобильді құрылғылар мен технологияларды оқыту қаупінен көмек пен қолдауға айналдыра алады. [5]

Міне, химия сабақтарында қолдануға болатын кейбір қолданбалар.

1.Molecules

Бұл тегін қосымшада сіз әртүрлі заттардың үш өлшемді модельдерін таба аласыз. Молекулаларда пайдаланушыларға модельдерді айналдыруға, молекуланың масштабын өзгертуге, өлшемін ұлғайтуға/кішірейтуге және т.б. мүмкіндік беретін бірнеше бейнелеу режимдері бар. қолданбаның өзі молекулалық модельдердің өте лайықты базасына ие, бірақ сонымен бірге пайдаланушының биологиялық молекулалардың халықаралық

қоймаларының мамандандырылған сайттарынан және олардың үш өлшемді модельдерінен мысалдар жүктеу мүмкіндігі бар. Ол үшін іздеу жолағына заттың атын енгізу керек (Су, Алтын, инсулин және т.б.).

3.Chemist

Бұл мобильді құрылғыдағы виртуалды химия зертханасының бір түрі. Мұнда әртүрлі заттармен тәжірибе жасап, ең күтпеген реакцияларды байқауға болады. Сіз ойлағандай, виртуалды кеңістікте тіпті жарылғыш және радиоактивті заттармен тәжірибе жасауға болады. Тәжірибелердің нәтижелері нақты уақыт режимінде модельденеді, ал бағдарлама көптеген параметрлерді ескереді: ауа құрамы, қоршаған

ортаның температурасы, аралас заттардың массасы мен көлемі және т. б. Жаңадан бастаған химикке тапсырманы жеңілдету үшін қосымшада периодтық жүйедегі әрбір зат үшін негізгі реакциялар базасы бар. Дегенмен, сіз "химиялық" бола аласыз және өз реакцияларыңызды аша аласыз.

4. Chem Lab

Бұл сіздің негізгі химиялық формулалар туралы біліміңізді тексеретін қызықты сынақ. Пайдаланушыға кезекпен 5 тапсырманы орындау ұсынылады (пробиркаға газ алу үшін қажетті элементтерді тарту немесе қолайлы заттарды қосу және т.б.). Эксперименттердің соңында әр тапсырма бойынша қажетті нәтижелер көрсетіледі және сіздің жетістіктеріңізбен салыстырылады. Сақ болыңыз-егер реакция сәтсіз болса, бірдеңе жарылуы немесе өртенуі мүмкін. Әрине, қосымшада жұмыс істеу қауіпсіз, бірақ жарылыс, кем дегенде, мұндай тәжірибені қайталамау керек екенін көрсетеді.

5. Chemical Valence

Мичиган химия профессоры жасаған бұл қолданба пайдаланушыларға молекулалардың қосылу принципін түсінуге көмектеседі. Геймплей бес деңгейден тұрады, олардың әрқайсысында ойыншы Льюистің 2D нүктелік құрылымдарын құруы керек. Тапсырманы орындаған адам 2D құрылымын 3D моделіне айналдыру арқылы марапатталады. Сонымен қатар, әр деңгейдің соңында бағдарлама сізге ғаламның және оның заттарының құрылымы туралы философиялық риторикалық сұрақ береді, сондықтан валенттілікті түсіну мүмкін болмаса да, химия философиясы сізге жақындай түседі.

6. Chemik

Элементтердің белсенділігімен танысуға, тотығу-тотықсыздану реакцияларын зерттеуге, химия мәселелерін шешуге, реакцияның соңғы өнімдерін алуға және коэффициенттерді теңестіруге мүмкіндік беретін химияны зерттеудің тағы бір құралы. Қосымшада бір жарым мыңнан астам химиялық қосылыстардың реакцияларының сипаттамасы бар. Қолданбаның интерфейсі өте қарапайым, бірақ ондағы жұмыс сияқты: реакция үшін кестеден қажетті элементтерді таңдап, оларды қосу жеткілікті.

7. Chem By Design

Молекулалық құрылымдар мен реакциялар тізбегінің кескіндер жинағы бар химиялық элементтердің тағы бір дерекқоры. Бағдарламада 600-ден астам реттілік бар, олардың әрқайсысы үшін қосымша тапсырмалар мен тесттер бар.

8. Chemistry Allie

Түрлі-түсті графикасы бар химиялық ағылшын тіліндегі викторина. Химия әуесқойлары өз білімдерін әр түрлі салаларда шындай алады: атомдық Нөмірді, элементтердің атауларын, қосылыстардың негізгі кластарының формулаларын анықтау, теңдеу коэффициентін табу және т.б. әр сұраққа жауап беру уақыты он секундпен шектеледі. Жауаптың 5 нұсқасы ұсынылады, бесінші катеден кейін қолданба "бұзылады". Органикалық және бейорганикалық сұрақтар күрделіліктің жоғарылауымен 9 деңгейге бөлінеді. Chemistry Allie ағылшын тілінде болса да, тілді жақсы білу қажет емес.

9. Chemistry calculations

Химиялық университеттердің студенттеріне бағытталған американдық білім беру қосымшасы. Қолдану үшін тілді меңгерудің базалық деңгейі жеткілікті. Сонымен қатар, Chemistry calculations қолданудың үлкен ауқымына ие, бұл орташа студент үшін өте қажет. Мұндай қосымшаны пайдалану РН, молекулалық салмақты тез және дұрыс есептеуге, идеалды газ теңдеуі бойынша кез-келген параметрлерді есептеуге, Нернст теңдеуі бойынша есептеулер жүргізуге және т.б. түрлендіргіш, периодтық кесте, физикалық тұрақтылар кестесін қамтиды. Барлық қызығушылық танытқан студенттерге жүктеуге ұсынылатын керемет бағдарлама.

10. MEL Chemistry

Молекулаларды бейнелеуге арналған ең жақсы қосымшалардың бірі. Экранда немесе Виртуалды шындық көзілдірігінің көмегімен көруге болатын ұсынылған молекулалардың алуан түрлілігімен аналогтарынан жақсы ерекшеленеді. Молекулалар әртүрлі формада ұсынылған: олар оқулықтарда және масштабты модель түрінде салынған. Сондай-ақ, пайдаланушыларда молекуланы әртүрлі бағытта айналдыру мүмкіндігі бар, бұл өте көрнекі және ыңғайлы. [3]

Зерттеу нәтижелері.

Сонымен қатар әмбебап химия сабағында да, басқа пәндерде қолдануға болатын платформаларға толығырақ сипаттама 2 – кестеде берілген.

Сабақ барында қолданылған платформалар.

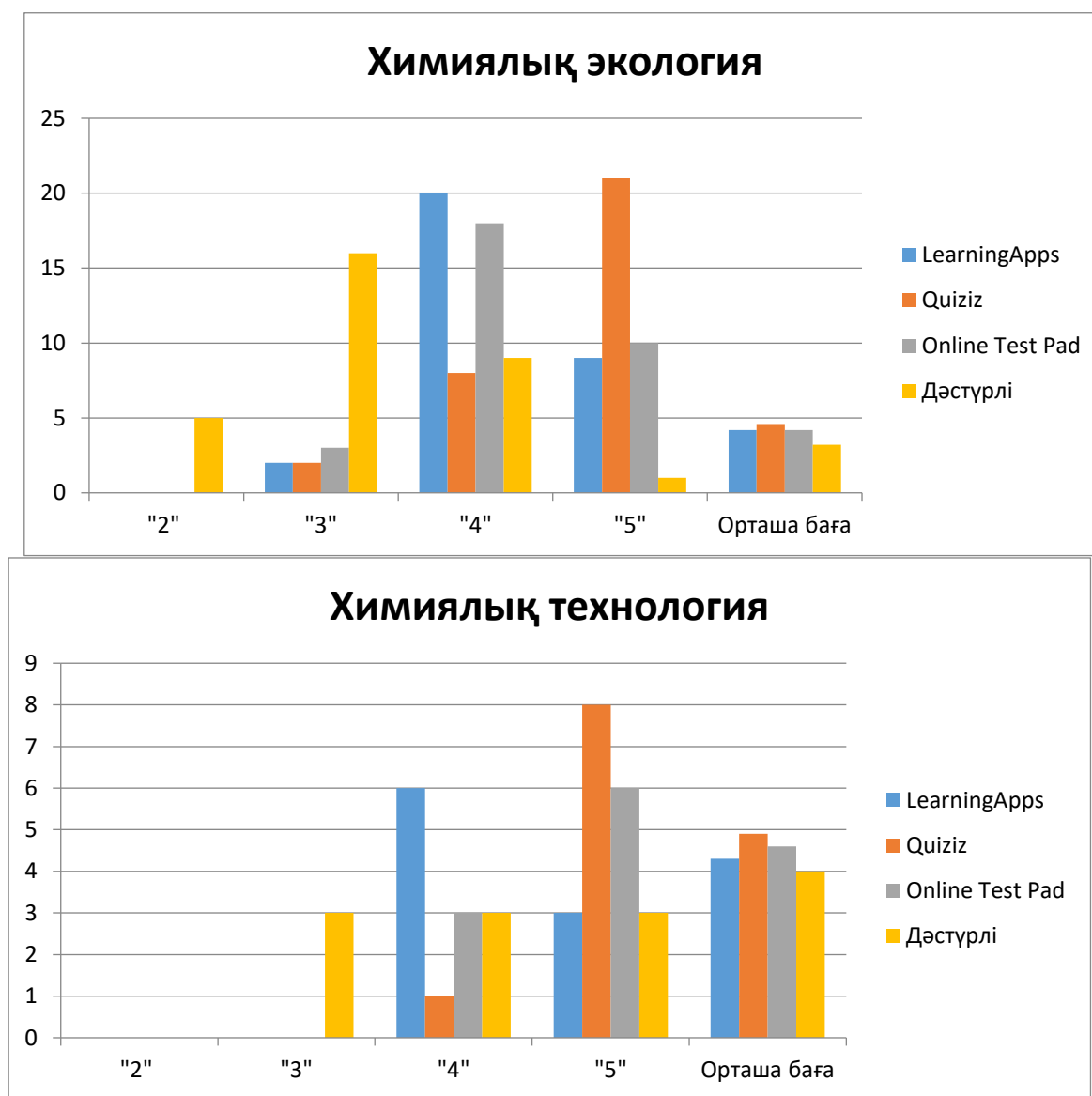
Атауы	Сипаттамасы	Артықшылығы	Кемшілігі
LearningApps	Білімді тексеру үшін интерактивті жаттығулар жасауға мүмкіндік беретін толығымен тегін онлайн қызмет. Шығарылған ел Германия болса да, қызмет орыстандырылған және сирек жағдайларды қоспағанда, шет тілін білу қажет емес. LearningApps-бұл 20 интерактивті жаттығу ойын форматында. Демек, бұл қызмет, Ең алдымен, балалармен жұмыс істейтін оқытушылар үшін жасалған сияқты.	Тесттердің, ойындардың алуантүрлілігі; Кез-келген тілде тапсырма құрастыру мүмкіндігі; Тапсырма шаблондардың болуы; Пайдаланушылардың бір-бірімен өз тапсырмаларымен бөлісе алу мүмкіндігі; Интерфестің түсінікті орыс тілінде болуы; Ссылка арқылы кез-келген адамға жіберу мүмкіндігі; Барлық тапсырма түрлері тегін.	Оқушылардың жетістіктерін сақтай алмау мүмкіндігі; Тапсырмалардың тек ссылка түрінде жібере алу мүмкіндігі; Тек онлайн орындалатын тапсырмалар.
Quiziz	Әрбір оқушыны оңай реттелетін мазмұнмен және инклюзивті бағалау, оқыту және тәжірибе құралдарымен меңгеруге ынталандыруға мүмкіндік беретін жартылай тегін сайт.	Тегін түрінде тестті ашық және жабық түрінде құрастыру мүмкіндігі; Кез-келген тілде тапсырма құрастыру мүмкіндігі; Тапсырма шаблондардың болуы; Пайдаланушылардың бір-бірімен өз тапсырмаларымен бөлісе алу мүмкіндігі; Интерфестің түсінікті орыс тілінде болуы; Ссылка арқылы кез-келген адамға жіберу мүмкіндігі; Ссылка мен қатар Qr-код арқылы ойынға кіру мүмкіндігі; Нақты уақыттағы мониторинг; Оқушылардың жетістігін сақтау мүмкіндігі.	Тек онлайн орындалатын тест түрлері; Тегін нұсқасында тесттің тек екі түрінің болуы;
Online Test Pad	Тегін онлайн тест, логикалық ойын және кроссворд құрастырушысы. Конструктордың интерфейсі қарапайым және қарапайым, тесттерді құру барысында кеңестер бар.	Тесттердің, ойындардың алуантүрлілігі; Кез-келген тілде тапсырма құрастыру мүмкіндігі; Тапсырма шаблондардың болуы; Пайдаланушылардың бір-бірімен өз тапсырмаларымен бөлісе алу мүмкіндігі; Интерфестің түсінікті орыс тілінде болуы; Ссылка арқылы кез-келген адамға жіберу мүмкіндігі; Барлық тапсырма түрлері тегін.	Тек онлайн орындалатын тест түрлері; Тапсырмалардың тек ссылка түрінде жібере алу мүмкіндігі;

Осы үш платформалармен қатар дәстүрлі әдісті пайдалану арқылы білім алушылардың алдыңғы білімдерін тексерудегі педагогикалық эксперимент нәтижесі 3 – кестеде берілген.

3-кесте.
Педагогикалық эксперимент нәтижесі.

Пән атауы	Білім алушылар саны	LearningApps						Quiziz						Online Test Pad						Дәстүрлі әдісті қолдану нәтижесі					
		«5»	«4»	«3»	«2»	сапасы	орташа баға	«5»	«4»	«3»	«2»	сапасы	орташа баға	«5»	«4»	«3»	«2»	сапасы	орташа баға	«5»	«4»	«3»	«2»	сапасы	орташа баға
Химиялық экология	31	9	20	2	0	94	4,2	21	8	2	0	94	4,6	10	18	3	0	90	4,2	1	9	16	5	84	3,2
Химиялық технология	9	3	6	0	0	100	4,3	8	1	0	0	100	4,9	6	3	0	0	100	4,6	3	3	3	0	67	4

Әр пәнді жеке қарастыратын болсақ, нәтижелері 3-суретте көрсетілген.



сурет. Эксперимент нәтижелері.

3-суреттен көріп отырғандай білім алушыларға дәстүрлі әдістен қарағанда әртүрлі платформаларда тапсырмаларды орындау жеңілдірек болып табылады, қарап отырсақ цифрлық платформаларды қолдану арқылы орташа бағаны кем дегенде 0,7-ге жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Қорытынды.

Зерттеу нәтижесінде оқу барысында цифрлық платформаларды қолданудың артықшылығын атасақ,

- тексерудің ілестелігі;
- экологиялық таза әдіс;
- білім алушылардың қызығушылығын арттырады;
- білім алушының өзін-өзі бағалау;
- білім алушыға өздігінен қатемен жұмыс жасау мүмкіндігі.

Ақпараттық жүйелер өмірдің барлық салаларына енді. Цифрлық технологиялардың дамуы көптеген мүмкіндіктерді ашады. Цифрлық

мектеп-бұл білім беру процесінде цифрлық жабдықты, бағдарламалық жасақтаманы саналы және тиімді пайдаланатын және осылайша әр оқушының бәсекеге қабілеттілігін арттыратын білім беру мекемесінің ерекше түрі.

Цифрлық мектеп электрондық білім беру мазмұнына еркін қол жеткізуді және әрбір оқушының қабілеттерін ескере отырып, оқу процесін дараландырудың кең мүмкіндіктерін білдіреді.

Цифрлық технологиялар жаңа оқу материалын белсенді қабылдауды қамтамасыз етеді, оны ұсынудың айқындылығын арттырады және оқушылардың заманауи химияның теориялық негіздерін неғұрлым берік меңгеруіне ықпал етеді, сондай-ақ мұғалімге оқу іс-әрекетінің жаңа, дәстүрлі емес нысандарын ұйымдастыруға, оқушылардың шығармашылық жұмысын ұйымдастыруда белсенді, белсенді оқыту әдістерін кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

Пайдаланган әдебиеттер:

1. Беспалов П.В. Компьютерная компетентность в контексте личностно ориентированного обучения // Педагогика. – 2015.

2. Гешунский Б.С. Компьютеризация в сфере образования: Проблемы и перспективы. – М.: Педагогика, 2001.

3. Организация, формы и методы проведения учебных занятий и самостоятельной работы: требования, условия, механизмы: Учебно-методическое

пособие / Под ред. Н. А. Волгина, Ю. Г. Одегова. – М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2014.

4. Проблемы компьютеризации обучения предметам естественно-научного цикла: По материалам телеконференции "ИН-ФОБИО-97". – Научно-методический сборник – Сост. Смирнов В.А. Под редакцией Соломина В.П. СПб.:РГПУ, СЗФ-ИНИНФО, 2017.

5. Сарсенбаева Е. К. Особенности использования интерактивных технических средств в процессе обучения // Ключ знаний. – 2019.