

ӘОЖ 372.8:004.4

ҒТАМР 14.25.09

<https://doi.org/10.48371/PEDS.2026.80.1.033>

БІЛІМ БЕРУДІ ЦИФРАНДЫРУ ЖАҒДАЙЫНДА ЖОҒАРЫ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНА ӘЛ-ФАРАБИДІҢ ТРИГОНОМЕТРИЯСЫН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ОҚИТУ

Камалова Г.Б.¹, *Ақжолова А.А.², Увалиева С.К.³

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан

*²Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

³Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті,
Көкшетау, Қазақстан

Аңдатпа. Бұл зерттеудің өзектілігі екі жақты қажеттілікке байланысты: біріншіден, орта мектептің алгебра курсына тригонометрияны оқытудың тиімділігі мен қазіргі мектеп оқушыларының қызығушылығын арттыруға цифрлық білім беру ортасына бейімдеу қажеттілігі болса, екіншіден, әл-Фараби мұрасының тригонометриядағы орасан зор дидактикалық әлеуетімен білім мазмұнын байыту және оқушылардың терең пәндік білімдерін дамыту, сонымен қатар олардың есептеуіштік ойлау дағдыларын дамыту болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – заманауи цифрлық және білім беру технологияларының негізінде әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасынан алынған есептермен толықтырылған алгебра курсына оқушыларды тригонометрияға оқытудың тиімділігін эксперименттік тексеру және оның оқушылардың есептеуіштік ойлауын дамытуға әсерін бағалау болып табылады.

Зерттеудің әдіснамасын есептеуіштік ойлау саласындағы ғылыми еңбектерді талдау, оқушылардың осы ойлау стилін дамыту контекстіндегі әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасын зерттеу, қарастырылып отырған мәселенің жай-күйін жан-жақты зерделеу және оны шешуге арналған педагогикалық шарттардың жиынтығын анықтау мақсатында мектепте тригонометрияны оқытуды ұйымдастыруға арналған әдебиеттерді талдау құрайды.

Зерттеу нәтижелері. Ұсынылған оқыту әдістемесінің тиімділігін бағалауға Алматы қаласындағы мектептердің 9-сыныптың 103 оқушысының қатысуымен екі топқа бөлінген педагогикалық эксперимент жүргізілді. Топтардың біртектілігі Р.Амтхауэрдің когнитивтік қабілет деңгейін өлшеу сынақтарының нәтижелерінің негізінде [1-2] критерийі арқылы расталған.

Эксперименттік оқытуды аяқтағаннан кейін осы топтардың есептеуіштік ойлауының сипаттамаларындағы айырмашылықтардың дұрыстығын тексеруге [3-4] критерийі қолданылды. Алынған эмпирикалық критерий мәні 7,654 критикалық мән 5,991-дап асып түсті, бұл топтар арасындағы айырмашылықтардың 95% сенімділік деңгейінде статистикалық тұрғыдан мәнді екенін көрсетеді. Өзгерістердің әсері эксперименттік оқыту әдістемесін қолданумен түсіндіріледі.

Тірек сөздер: әл-Фарабидің тригонометриясы, бір градуустағы синус, есептеуіштік ойлау, микрооқыту, пәнаралық жоба, білім беруді цифрландыру, тапсырмаларды бөліктерге бөлу, бағалау критерийлері, педагогикалық эксперимент

Кіріспе

Ислам ғылымының алтын ғасырының ұлы ойшылдарының бірі әл-Фарабидің есептерін алгебра курсының тригонометрия бөлімінің мазмұнына енгізу және оларды заманауи білім берудегі микрооқыту технологиялары мен пәнаралық жобалар негізінде оқыту мектептің алгебра курсының мазмұнын байытып қана қоймай, оқушылардың пәнді неғұрлым тұтас және терең түсінуін қалыптастыруды қамтамасыз етеді, сонымен қатар олардың білім алуына оң әсер етіп, қазіргі цифрлық қоғамда табысты өмір сүруге қажетті пәндік білімді жақсы меңгеруге және есептеуіштік ойлау дағдыларын дамытуға ықпал ететін болады.

Микрооқыту технологиясы (microlearning) – бұл оқытудың заманауи тәсілдерінің бірі, онда оқу ақпараты кішкене бөліктермен беріледі, олардың әрқайсысы бір ойды жеткізеді және бір дағдыны үйретеді. Қысқа, мақсатты сабақтар когнитивтік жүктемені азайтады, білімді жақсы меңгеруге, есте сақтауға ықпал етеді және оқушылардың оқу материалына деген қызушылығын сақтауға мүмкіндік береді. Микрооқытуда әр модульден кейін қысқа викториналар немесе интерактивті жаттығулар жиі қолданылады. Бұл оқушылардың түсініктерін бірден тексеріп, қателерін түзетуге мүмкіндік береді [1-2].

Бұл технология әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуға өте қолайлы, онда материал кішігірім компоненттерге бөлінген және әрбір микромодуль тригонометрия бойынша бір нақты теоремаға немесе формулаға арналған, бір градуустағы синусты табудың және оның жазықтықтағы барлық әл-Фарабидің тригонометриясының негізінде жатқан тригонометриялық функциялардың кестелерін құрудың жалпы мәселесін шешуге қажетті болып табылады [3-4]. Ондағы қысқа, мақсатты модульдер ақпараттың шамадан тыс жүктелуіне жол бермейді, оқушылар келесі тапсырмаға өтпес бұрын бір тұжырымдамаға толығымен назар аудара алады. Бұл әдіс тригонометрияны меңгеруді қолжетімді етіп қана қоймайды, сонымен қатар

білімді жүйелеуге, оқу үдерісін тиімді әрі қызықты етуге мүмкіндік береді.

Бір градуустағы синусты табу және оның негізінде әл-Фарабидің тригонометриялық функцияларының кестелерін құру міндеті компьютерді қолдануды және бағдарламалауды білуді талап етеді. Сондықтан әл-Фарабидің есептерімен байытылған тригонометрияны оқытуда пән-аралық жобаларды (алгебра-информатика) қолданған орынды болып табылады.

Пәнаралық жобаларда олармен жұмыс істеу тапсырманы талдауды, оны кішігірім бөліктерге бөлуді, алгоритмдерді әзірлеуді және оларды программалауды, үлгілерді тануды (үлгілерді іздеуді), нәтижелерді бағалауды және жалпылауды қамтиды. Бұл әрекеттердің барлығы қазіргі цифрлық әлемде маңызды болып табылатын есептеуіштік ойлау дағдыларын білдіреді [5-7].

Олардың қалыптасу деңгейін бағалау күрделі процесс болып табылады және бағалау критерийлерін (не бағаланады) анықтауды, қалыптасу деңгейлерін бөлуді талап етеді, одан кейін әрбір деңгей мен әрбір критерийге олардың қалыптасу көрсеткіштерін сипаттауды талап етеді. Тиімді бағалау жүйесі ашық, түсінікті болуы керек және дағдылардың қалыптасуының объективті бейнесін беруі керек. Есептеуіштік ойлау дағдыларын бағалау критерийлері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1. Есептеуіштік ойлау дағдыларын бағалау критерийлері

Есептеуіштік ойлау дағдылары	Бағалау критерийлері
Алгоритмдеу (қадамдар тізбегін нақты анықтау арқылы есептерді шешудің мүмкіндігі)	<ul style="list-style-type: none"> – шешімді дұрыс, логикалық негізделген әрекеттер тізбегі түрінде құра білу, кез келген тапсырманы қарапайым шешілетін қадамдар тізбегіне айналдыру; – әр түрлі кіріс мәліметтеріне дұрыс шешімді шығаратын алгоритмдерді құру мүмкіндігі; – қолданыстағы алгоритмдердегі қателерді анықтау және түзету мүмкіндігі; – қадамдардың немесе ресурстардың ең аз санын (жұмыс уақыты, жад көлемі) пайдаланатын оңтайлы алгоритмдерді әзірлеу мүмкіндігі; – бір тапсырмаға арналған әртүрлі алгоритмдерді салыстыру және ең тиімдісін таңдау мүмкіндігі.
Абстракция (Мәселенің маңызды сипаттамалары мен қасиеттерін бөліп көрсету, оны түсіну мен шешуді жеңілдетуге маңызды емес бөлшектерді алып тастау мүмкіндігі)	<ul style="list-style-type: none"> – мәселенің шешілуіне қажетті негізгі аспектілерді анықтай білу және мәселенің мәніне әсер етпейтін маңызды емес бөлшектерді алып тастай білу; – тапсырманы негізгі функциялар мен өзара әрекеттесулерге назар аударатын отырып, оның мәнін көрсететін жеңілдетілген модельдерде (схемалар, диаграммалар) ұсыну мүмкіндігі.

Бөліктерге бөлу (Декомпозиция) (күрделі тапсырманы бөлек шешуге болатын кішігірім тапсырмаларға бөлу мүмкіндігі)	– тапсырманы бірнеше тәуелсіз немесе өзара байланысты, бірақ қарапайым бөліктерге бөлу мүмкіндігі; – декомпозициялық бөліктер арасындағы байланысты көрсететін құрылымдық жоспарларды құру мүмкіндігі.
Жалпылау (шешілген есептер алгоритмдерінде жалпы заңдылықтарды табу және оларды жаңа есептерді шешуге қолдану, алгоритмдерді ұқсас есептер класына бейімдеу мүмкіндігі)	– әр түрлі есептердегі қайталанатын элементтерді немесе әрекеттер тізбегін тану, бір есепті шешу әдістерін басқа есептердің барлық класына ауыстыру мүмкіндігі.
Бағалау (әзірленген шешімдердің тиімділігін, дұрыстығын және қолданылуын талдау, сыни бағалау және олардың іс-әрекетін болжау мүмкіндігі)	– есепті шешудің белгілі бір алгоритмін таңдауды дәлелді негіздей білу; – әр түрлі деректер жиынтығында әзірленген шешімдер жұмысының дұрыстығын тексеру мүмкіндігі; – әзірленген алгоритмнің тиімділігін бағалаудың мүмкіндігі.

Берілген критерийлер есептеуіштік ойлау дағдыларының әрқайсысының қалыптасу көрсеткіштерін дамытуға негіз болады.

Дағдыларды қалыптастыру көрсеткіштері күшті құрал болып табылады. Оларды қолдану есептеуіштік ойлау дағдыларының әрқайсысының қалыптасуын жан-жақты, объективті бағалауға және жалпы ойлау стилінің даму деңгейін бағалауға мүмкіндік береді.

Есептеуіштік ойлаудың даму деңгейін бағалау жан-жақты болуы керек, соңғы өнімді бағалауды да, осы өнімге әкелген ойлау процесін бағалауды, оған қажетті білімді бағалауды және мотивацияны ескеруді қамтуы керек екенін ескеру маңызды болып табылады.

Есептеуіштік ойлаудың даму деңгейін бағалауға әртүрлі тәсілдер қолданылады.

Есептеуіштік ойлаудың даму деңгейін бағалауға әртүрлі тәсілдер қолданылады [8]. Бұл зерттеуде оның даму деңгейін диагностикалауға үш негізгі компонент бар, олар: мазмұндық, операциялық және мотивациялық. Олардың әрқайсысына тиісті қалыптасу көрсеткіштері бар үш деңгейлі модель жасалды [9]:

1. Мазмұндық компонент әл-Фарабидің мұрасынан алынған есептермен байытылған мектептегі алгебра курсының бағдарламасы бойынша тригонометрияны меңгерудің нәтижесінде алынған білімді көрсетеді. Бұл тригонометрия ұғымдары мен формулаларының жиынтығы, сонымен қатар бір градуустағы синусты табуға және тригонометриялық кестелерді құруға байланысты жобалық есептерді әзірлеу мен шешу тәсілдері. Оны диагностикалау әдістері: білім алушылардың білімін тестілеу.

Кесте 2. Теориялық білімге назар аудара отырып, мазмұндық компоненттің шеңберінде есептеуіштік ойлау дағдыларының қалыптасу деңгейлері мен көрсеткіштері

		Есептеуіштік ойлаудың мазмұндық компоненті
Дағдылар	деңгей	Қалыптасу көрсеткіштері
<i>алгоритмдеу</i>	төмен	– мәселенің шешімін қадамдар тізбегі түрінде ұсынуға болатындығы туралы жалпы түсінікке ие, бірақ оның дәл және логикалық негізделген құрылымымен қиындықтар туындайды; – әр түрлі кіріс деректеріне алгоритмнің дұрыстығын теориялық тұрғыдан негіздей алмайды; – алгоритмдерді оңтайландырудың маңыздылығын түсінбейді.
	орташа	– типтік мәселелерді шешуге арналған әрекеттер тізбегін құра алады, бірақ дәлсіздіктерге жол береді; – типтік жағдайларға алгоритмнің дұрыстығын теориялық тұрғыдан негіздей алады; – алгоритмдерді оңтайландыру әдістерінің бар екенін біледі (мысалы, қадамдарды немесе ресурстарды азайту) және олардың маңыздылығын теориялық тұрғыдан түсіндіре алады, бірақ бұл білімді іс жүзінде қолдана бермейді; – белгілі теориялық көрсеткіштерге (мысалы, операциялар саны) негізделген бір тапсырмаға әр түрлі алгоритмдерді салыстыра алады және олардың ішінен тиімдісін дәлелді түрде таңдай алады.
	жоғары	– алгоритмдерді құру принциптерін терең түсінуді көрсетеді, кез келген күрделіктегі есептерге қатаң дұрыс, логикаға негізделген және толық әрекеттер тізбегі түрінде шешімдер құра алады; – кез келген ықтимал кіріс деректеріне алгоритмнің дұрыстығын теориялық негіздей алады; – бір тапсырмаға әр түрлі алгоритмдерге терең теориялық талдау жүргізуге, оларды салыстыруға және өз таңдауын дәлелдей отырып, ең тиімді нұсқаны таңдауға қабілетті болады.
<i>абстракция</i>	төмен	– абстракция туралы негізгі түсінікке ие, бірақ оны іс жүзінде қолдану қиынға соғады; – көбінесе мәселенің маңызды бөлшектерін бөліп көрсету қиынға соғады, маңызды емес бөлшектерге назар аударады, бұл мәселенің мәнін түсінуге кедергі келтіреді; – мәселенің жеңілдетілген модельдерін өз бетінше жасай алмайды, жеңілдетілген модельдердегі функционалдық байланыстарды үстіртін түсінеді.
	орташа	– абстракция принциптерін түсінуді көрсетеді, оларды белгілі бір дәрежеде тәуелсіздікпен, кейде дәлсіздіктермен қолдана алады; – мәселені шешуге қажетті негізгі аспектілерді анықтай алады және маңызды емес бөлшектердің көпшілігін өз бетінше алып тастай алады; – негізгі функциялар мен өзара әрекеттесулерді көрсететін қарапайым жеңілдетілген модельдерді (схемалар, диаграммалар) жасауға қабілетті болады.
	жоғары	– абстракция принциптерін түсінеді және оларды мәселені тиімді шешуге еркін қолданады; – мәселенің шешілуіне қажетті барлық негізгі аспектілерді дәл анықтайды, кез келген маңызды емес бөлшектерді жоққа шығарады; – негізгі функциялар мен өзара әрекеттесулерге назар аудара отырып, мәселенің мәнін толық және дәл көрсететін әр түрлі жеңілдетілген модельдерді (схемалар, диаграммалар) оңай жасайды.

бөліктерге бөлу (декомпозиция)	төмен	– тапсырмада қарапайым, тәуелсіз ішкі қосалқы тапсырмаларды әрең ажыратады; – тапсырманың әр түрлі бөліктері бір-бірімен қалай әрекеттесетінін елестете алмайды немесе сипаттай алмайды.
	орташа	– көптеген тапсырмаларды қарапайым, тәуелсіз тапсырмаларға бөлуге қабілетті; – байланыстарды ұсынудың әр түрлі әдістерін қолданады, кейде кейбір маңызды байланыстарды жіберіп алуы мүмкін.
	жоғары	– кез келген қиындықтағы тапсырмаларды қарапайым, тәуелсіз ішкі қосалқы тапсырмаларға оңай бөледі; – бөлшектеу бөліктері арасындағы барлық маңызды қатынастарды айқын көрсететін егжей-тегжейлі, логикалық дәйекті және жан-жақты құрылымдық жоспарлар жасайды.
жалпылау	төмен	– әр түрлі тапсырмалардағы жалпы құрылымдарды немесе үлгілерді тану қиынға соғады, тіпті тапсырмалар ұқсас болса да, олардың арасындағы байланысты көрмейді;
	орташа	– қайталанатын дәйекті әрекеттерді тануға қабілетті, егер олар айқын түрде немесе шамалы вариациямен ұсынылса, бір есепті шешу әдістерін айқын ұқсастықтары бар басқа ұқсас есептерге ауыстыра алады, бірақ әдісті айтарлықтай бейімдеу қажет болған кезде қиындықтар туындайды.
	жоғары	– тапсырмалардың кең ауқымында қайталанатын элементтерді тез таниды, бір мәселені шешу әдістерін басқа тапсырмалардың барлық класына ауыстыра алады.
бағалау	төмен	– алгоритмді таңдауды негіздеу қиынға соғады; – бір немесе екі деректер жиынтығында негізгі тексеруді орындай алады, шекаралық шарттарды, қате кірістерді ескермейді, бұл қателіктерге әкеледі; – алгоритмнің тиімділігін бағалай алмайды, бір алгоритмнің екіншісіне қарағанда неге тиімді екенін түсіндіре алмайды.
	орташа	– алгоритмді таңдауды негіздей алады, бірақ негіздеме толық болмауы мүмкін; – әр түрлі мәліметтер жиынтығын қолдана отырып, шешімді тексере алады, кейбір қателерді анықтайды, бірақ күрделі немесе айқын емес жағдайларды жіберіп алуы мүмкін; – алгоритмге жалпы баға бере алады, әр түрлі операциялардың өнімділікке қалай әсер ететінін түсінеді және қарапайым алгоритмдердің тиімділігін салыстыра алады, бірақ күрделі алгоритмдерді бағалауда қиындықтарға тап болады.
	жоғары	– алгоритмді таңдауды дәлелді түрде негіздейді, оларды тиімділік, сенімділік, масштабтау критерийлері бойынша салыстыра отырып, бірнеше оңтайлы нұсқаларды ұсына алады; – әр түрлі мәліметтер жиынтығында алгоритмнің дұрыстығын тексере алады, бағдарламаның кодын түзете алады; – алгоритмнің тиімділігіне егжей-тегжейлі талдау жасай алады, алгоритмді оңтайландырады және оның өзгеруін негіздей алады.

Операциялық компонент есептеуіштік ойлау дағдыларының жиынтығымен анықталады (алгоритмдеу, абстракция, бөліктерге бөлу (декомпозиция), жалпылау, бағалау), ол бір градуустағы синусты табу, оның негізінде синустың басқа мәндерінің кестесін құру мәселесін шешу әдісін меңгеруде қалыптасады және оқушының ақыл-ой дағдыларын, оның ішінде салыстыру, жіктеу, жалпылау, бағалау қабілеттерін

көрсететін интеллектуалды даму деңгейімен анықталады. Сондықтан оны диагностикалау әдістері ретінде эксперименттік оқытудың басында Р. Амтхауэрдің интеллект құрылымының тесттерін қолдануға [10-11] және эксперименттік оқыту үдерісінде оқушылардың жобалық тапсырмадағы жұмысын бақылауға болады. Әл-Фараби бойынша тапсырманы орындау қабілеті жобалық тапсырманы тапсыру барысында бағаланады, онда оқушы өзінің білімі мен іскерлігін тәжірибеде қалай қолданатынын көрсетеді.

Бағдарламаны дұрыстау барысында оқушыны бақылаған өте мазмұнды болады. Оқушыларға бағдарламалық кодты жеке модульдер бойынша тестілеу есептеуіштік ойлау дағдыларын көрсетеді. Модульдік тестілеудің жанама әсері оқушы программаны кішігірім логикалық бөліктерге бөліп, процедуралар мен функцияларды жиі қолданатын болады. Жақсы программалық код түсінікті болуы керек және бұл процедуралар мен функциялар түрінде нақты логикалық құрылымдарды бөліп көрсету арқылы жүзеге асырылады, олардың мағынасы түсініктемелерсіз де айқын болуы қажет. Тапсырманы көптеген кішігірім ішкі тапсырмаларға бөлу басқа әзірлеушілердің кодымен өзара әрекеттесетін код жазуға мүмкіндік береді.

Мотивациялық компонент қызығушылықты, ізденіс әрекеттеріне дайындықты, бастамашылдық пен дербестікті көрсетеді. Ол оқушының оқу үдерісіндегі белсенділігін, бастамасы мен дербестігін бағалау арқылы және тапсырмаларды орындау барысында диагностика жасайды.

Операциялық және мотивациялық компонент шеңберінде есептеуіштік ойлау дағдыларының қалыптасуын бағалаудың деңгейлері мен көрсеткіштері мазмұндық компонент жағдайындағыдай анықталады.

Тұтастай алғанда, есептеуіштік ойлаудың әрбір жеке құрамдас бөлігі контекстіндегі дағдыларын бағалау көрсеткіштерінің деңгейлері бойынша сараланған минималды-жеткілікті тізбесі айқындалады, олардың негізінде есептеуіштік ойлаудың даму деңгейі интеграцияланған бағалау бойынша қалыптастырылады.

Материалдар мен әдістер

Бұл зерттеу білім беруді цифрландыру жағдайында әл-Фарабидің тригонометриясын оқушыларға эксперименттік оқытудың тиімділігін зерттеу мақсатында жүргізілді. Әдістеме Алматы қаласындағы жалпы орта білім беретін мектептер базасында жүзеге асырылған салыстырмалы педагогикалық экспериментке негізделген. Экспериментке 9 сынып оқушылары қатысты. Педагогикалық экспериментке қатысқан оқушылардың саны 103 адамды құрады, оның ішінде бақылау тобы – 51 оқушы және эксперименттік топта – 52 оқушы болды. Оқушыларды топтарға бөлу олардың когнитивтік қабілеттерінің қалыптасу деңгейін және алгебра

мен информатика бойынша үлгерімдерінің біркелкі таралуын ескере отырып, жүзеге асырылды, бұл олардың бастапқы кезеңде салыстырылуын қамтамасыз етті.

Әзірленген әдістеме эксперименттік топта сынақтан өтті, бақылау тобы дәстүрлі бағдарлама бойынша оқыды. Тиімділігі алдын-ала және қорытынды тестілеу, сауалнамалар, оқушылардың жұмысын бақылау және жобалық тапсырманы қорғау арқылы бағаланды. Алынған деректерді талдау сандық және сапалық әдістерді қолдана отырып жүргізілді. Үлгерімді салыстыру және топтардың біртектілігін тексеруге Пирсонның χ^2 критерийі қолданылды. Сауалнама мен бақылау деректерін сапалы талдау мотивациялық саладағы өзгерістерді анықтауға және оқушыларға тригонометрияны оқыту үдерісінде инновациялық тәсілдің үлесін анықтауға мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер тригонометриялық мұраны заманауи цифрлық білім беру кеңістігіне біріктірудің орындылығын негіздеуге мүмкіндік берді.

Нәтижелер

Эксперимент нәтижелерінің сенімділігін қамтамасыз етуге оның бастапқы кезеңінде когнитивтік қабілеттер бойынша бақылау және эксперименттік топтарды іріктеудің біркелкілігін зерттеу жүргізілді. Р. Амтхауэр әдістемесі бойынша оқушылардың танымдық қабілеттерін тестілеу нәтижелері негізге алынды [10-11]. Ең бірінші төрт субтест пайдаланылды. Олар оқушылардың ұғымдарды салыстыру, жіктеу және жалпылау, олардың маңызды белгілерін анықтау, ұғымдар арасында әр түрлі қатынастар орнату қабілетін сипаттайды. Нәтижелерді талдау эксперименттік оқыту басталғанға дейін оқушылардың танымдық қабілеттерінің қалыптасу деңгейін анықтауға және оқу ақпаратын меңгерудің тиімділігін арттыруға және есептеуіштік ойлау дағдыларын дамытуға ықпал ететін оқыту стратегияларын анықтауға мүмкіндік берді. Жалпы балл оқушының төрт субтесттің әрқайсысын орындағаны үшін алған балдарын қосу арқылы есептелді.

Тесттің балы іріктеудегі берілген оқушыға қарағанда төмен немесе бірдей балл жинаған оқушылардың пайызын көрсететін пайыздық көрсеткіштер арқылы бағаланды [12]. Олар топтағы әрбір оқушының салыстырмалы жағдайын анықтау үшін есептеледі. Өлшем бірліктерінің біркелкі еместігіне қарамастан, пайыздық ұпайлар түсінікті, әр түрлі әдістерге байланысты әмбебап және оңай есептеледі.

Талдаудың дұрыс болуы үшін тестілеудің қорытынды нәтижелері тең үш бөлікке бөлінеді және сәйкесінше төмен, орташа және жоғары балл алған үш топтың оқушылары алынады (Сурет 1). Бұл әр оқушының жеке процентиль көрсеткіштеріне кірмей-ақ, оқу үлгерімінің жалпы көрінісін елестетудің және талдаудың қарапайым тәсілі болып табылады.

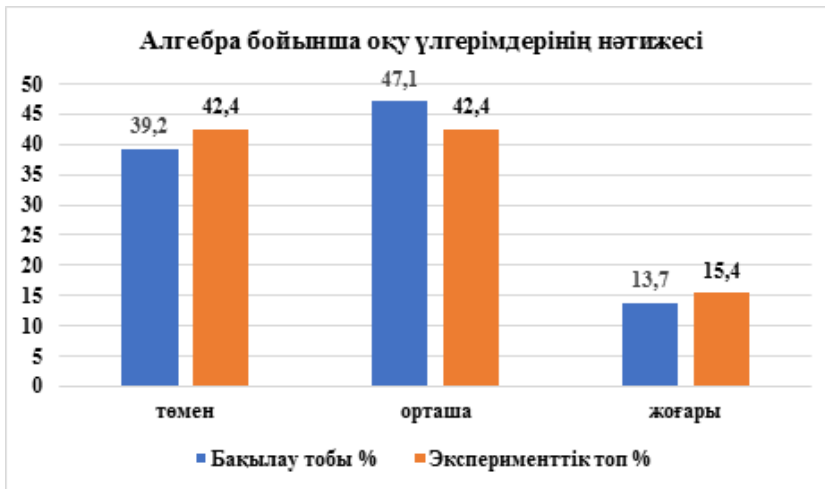


Сурет 1 - Эксперименттің бастапқы кезеңінде Амтхауэр тесті бойынша оқушылардың танымдық қабілеттерін бағалау нәтижелері

Кванттық шкалалар реттік шкалаларға жататынын айта кету керек, яғни олар субъектілердің қайсысы өлшенетін қасиетке ие екендігі туралы ақпарат береді, бірақ қаншалықты немесе қанша есе күшті екенін көрсетпейді. Топтардың бөлінуінің біркелкілігін тексеруге Пирсонның χ^2 тестін қолдануға болады.

Қарастырылып отырған жағдайда еркіндік дәрежесі $k=2$ болғандағы эмпирикалық χ^2 критерийінің мәні 0,6832-ге тең. Бұл мән маңыздылық деңгейі $p=0,05$ болғанда критикалық χ^2 мәні 5,991-ден төмен, сондықтан бақылау және эксперименттік топтардың сипаттамаларында эксперименттің бастапқы кезеңінде статистикалық тұрғыда сенімді айырмашылықтар жоқ деген қорытынды жасауға болады. Топтар біркелкі және шартты түрде тең.

Бақылау және эксперименттік топ оқушыларының әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасынан алынған есептермен толықтырылған алгебра курсына тригонометрияны меңгеруге дайындық деңгейін бағалау және тригонометриялық функциялар кестесін құру бойынша пәнаралық жобаны (алгебра-информатика) іске асыруға кіріспе тестілеу өткізілді. Нәтижелер бақылау және эксперименттік топтағы оқушылардың программалау және алгебра пәндерінен дайындық деңгейінің төмендігін айқын көрсетеді (Сурет 2-3).



Сурет 2 - Эксперименттің бастапқы кезеңіндегі алгебра бойынша оқушылардың үлгерімінің нәтижелері



Сурет 3 - Эксперименттің бастапқы кезеңіндегі программалау бойынша оқушылардың үлгерімінің нәтижелері

Алгебра және программалау пәндері бойынша үлгерім деректерін талдау нәтижесінде еркіндік дәрежесі $k=2$ болғандағы χ^2 критерийінің эмпирикалық мәндері сәйкесінше алгебра пәні бойынша 0,475-ке және программалау бойынша 0,175-ке тең екені анықталды. Бұл мәндер маңыздылық деңгейі $p=0,05$ болғанда критикалық χ^2 мәні 5,991-ден төмен. Бұл эксперименттің бастапқы кезеңінде бақылау және эксперименттік топтардың оқушыларының білімінде статистикалық сенімді айырмашылықтардың жоқтығын көрсетеді және бұл топтардың біркелкі және шартты түрде тең екендігін растайды.

Талқылау

Педагогикалық эксперименттің қалыптастырушы кезеңінде ұсынылған әдістеменің тиімділігі тексерілді. Бақылау тобының оқушыларын даярлау дәстүрлі әдістеме бойынша жүзеге асырылды, ал эксперименттік топтың оқушылары оқу материалын жақсы меңгеруді және оқушылардың есептеуіштік ойлау дағдыларын дамытуды қамтамасыз ететін белгілі және негізделген педагогикалық жағдайларды енгізуді көздейтін әзірленген әдістеме бойынша оқыды. Бірінші педагогикалық шарт алгебраның міндетті курсындағы тригонометрияны оқыту мазмұнын әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасынан алынған есептер жүйесімен толықтыру және микроқыту технологиясын қолдану болып табылады.

Тригонометрияны оқытудағы екінші педагогикалық шарт – оқушылардың әл-Фарабидің алгоритмі бойынша синустар кестесін және басқа тригонометриялық функцияларды құру процесін автоматтандыру бойынша пәнаралық жобалық тапсырма бойынша жұмысы болып табылады.

Оқушыларға арналған жобалық-зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру оқу жоспарының әрбір тарауында міндетті болып табылады [13].

Оқушылардың есептеуіштік ойлауының даму деңгейін бағалау оның барлық компоненттері бойынша нәтижелерді қорытындылаудың негізінде жүзеге асырылады.

Оқушылардың есептеуіштік ойлауының мазмұндық компонентін сандық бағалау есептеуіштік ойлау дағдыларын дамытуға қажетті теориялық білімді тестілеуде алған балдарының негізінде жүргізіледі. Тест тапсырмалары Б.Блум таксономиясын ескере отырып жасалған. Олардың сенімділігі жоғары альфа Кронбах коэффициентімен расталады (0,82).

Оқушылардың есептеуіштік ойлауының операциялық компоненті орындалған жобалық тапсырманы қорғау нәтижелері бойынша бағаланса, мотивациялық компонент – олардың жобалық тапсырманы орындау барысын және сауалнама нәтижелерін бақылау негізінде бағаланады.

Оқушылардың есептеуіштік ойлауының даму деңгейін сандық бағалау үшін оның әр компонентіне балл беріледі (1 – төмен, 2 – орташа және 3 – жоғары). Олардың негізінде мүмкін болатын 27 мәннің бірін қабылдай алатын интеграцияланған индикатор қалыптасады. Осы зерттеудің аясында есептеуіштік ойлауды дамытудың үш деңгейі бөлінді: төмен (3-4 балл), орташа (5-6 балл) және жоғары (7-9 балл). Эксперименттің соңында бақылау және эксперименттік топ оқушыларының есептеуіштік ойлауының даму деңгейін диагностикалау нәтижелері төменде келтірілген (Сурет 4).



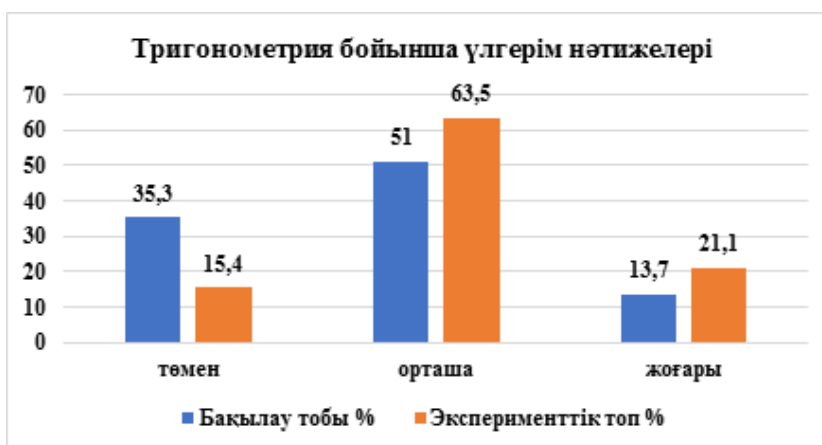
Сурет 4 - Есептеуіштік ойлау диагностикасының нәтижелері

Статистикалық талдау нәтижелері бойынша оқушылардың есептеуіштік ойлауының даму деңгейі балдардың жиынтық мәндеріндегі статистикалық айырмашылықтардың мәнділігі $p=0,05$ (5%) сенімділік деңгейі ескеріле отырып анықталды. Эмпирикалық χ^2 критерийінің мәні 7,654 болып, ол критикалық мән 5,991-ден жоғары болды. Бұл эксперименттік топтағы дайындық сапасы бақылау тобымен салыстырғанда 0,05 мәнділік деңгейінде жоғары екенін көрсетеді.

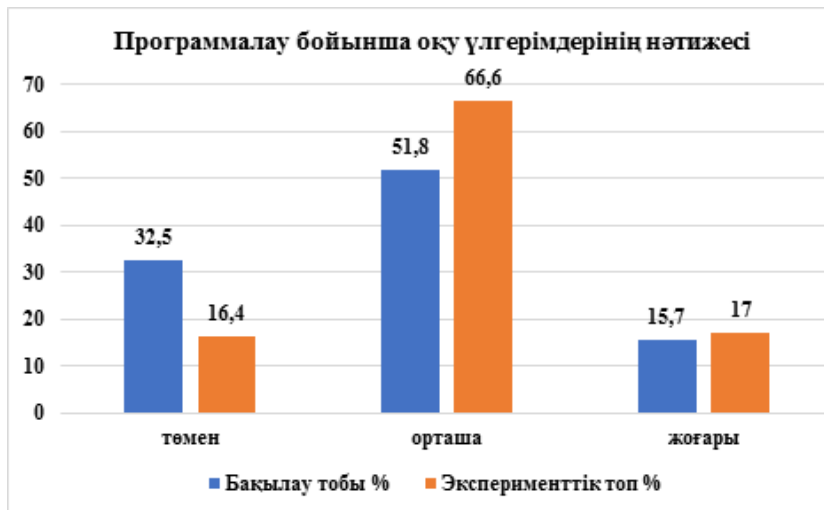
Анықталған айырмашылық микрооқыту элементтері бар пәнаралық жобаның аясында әл-Фарабидің есептерімен толықтырылған тригонометрияны оқытуда әзірленген әдістемені қолдану нәтижелерінің статистикалық маңызды (Пирсонның χ^2 критерийі бойынша 95% деңгейінде) айырмашылықтарына әкелетініне және оқушылардың есептеуіштік ойлауының даму деңгейін арттыруға ықпал ететінін дәлелдеуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, жүргізілген зерттеулер әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасының есептерін оның мазмұнына енгізе отырып, алгебра курсына тригонометрияны оқытуда мектеп оқушыларының есептеуіштік ойлауын дамыту бойынша әзірленген әдістемесін қолдану олардың пәндік білім деңгейін көтереді, ал оқушылардың есептеуіштік ойлау деңгейі неғұрлым жоғары болса, оның тригонометрия және программалау бойынша оқу үлгерімі де жоғары болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Тригонометрия және программалау бойынша орта балдың эксперименттік оқытудан кейінгі өсуі 5-6-суреттерде анық көрсетілген.



Сурет 5 – Эксперименттік оқытудан кейінгі алгебра курсындағы тригонометрия бойынша оқушылардың үлгерімінің нәтижелері



Сурет 6 – Эксперименттік оқытудан кейінгі программалау бойынша оқушылардың үлгерімінің нәтижелері

Тригонометрия және программалау бойынша үлгерімді диагностикалауға Пирсонның χ^2 критерийінің эмпирикалық мәндері сәйкесінше тригонометрияда 10,749 және программалауда 7,203 құрайды. Олардың мәндері маңыздылық деңгейі $p=0,05$ болғанда критикалық мән 5,991-ден жоғары. Бұл эксперименттік топтың үлгерімі тригонометрия және программалау бойынша бақылау тобымен салыстырғанда жоғары екенін, маңыздылық деңгейі 0,05 болғанда алынған бұл нәтижелердің кездейсоқ емес екенін, сондай-ақ эксперименттік оқытудан кейін оқушылардың есептеуіштік ойлау деңгейінің де артқанын көрсетеді. Оқу үлгеріміне тек танымдық қабілеттер ғана емес, сонымен қатар мотивация және оқыту әдістемесі сияқты басқа да факторлар әсер етеді.

Білім беруді цифрландырудың қазіргі жағдайында микрооқыту технологиясын қолдана отырып, пәнаралық жобалық тәсіл аясында жалпы орта білім беретін мектептің нақты оқу үдерісінде әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасынан алынған есептермен толықтырылған тригонометрияны оқыту әдістемесін жүзеге асырудағы педагогикалық эксперимент дәстүрлі оқыту әдістемесімен салыстырғанда оқушылардың үлгерімін және олардың есептеуіштік ойлауының даму деңгейін айтарлықтай арттырғанын көрсетті.

Қорытынды

Әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасы орасан зор дидактикалық әлеуетке ие және қазіргі заманғы мектептің оқыту жүйесіне енгізуге лайықты. Бұл тригонометрияны оқытудың мазмұнын байытуға, оның қолданбалы бағытын күшейтуге және оқушылардың жалпы тригонометриялық есептер туралы түсініктерін, оларды шешудің мүмкін жолдарын кеңейтуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, оқушылардың зерттелетін материалға деген қызығушылығын дамытуға және оны тереңірек, саналы түрде меңгеруге ықпал етеді. Білімді меңгеру сапасын арттыру әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасында әрбір жаңа ұғымды, әрбір жаңа тұжырымды, әрбір тригонометриялық формуланы зерделеу қажеттілігі айқын болуымен түсіндіріледі, себебі оларсыз синустар кестесін және үлкен практикалық маңызы бар басқа тригонометриялық функцияларды құру мүмкін емес. Әл-Фарабидің тригонометриясында құнды білім ғана емес, сонымен қатар оқушылардың есептеуіштік ойлауын дамытуға ықпал ететін айтарлықтай әлеуетті мүмкіндіктер бар, бұл қазіргі цифрлық ортада табысты оқуға және жұмыс істеуге өте маңызды.

Тригонометрияны оқытудың мазмұнына әл-Фарабидің есептерін енгізудің дидактикалық құндылығы - микрооқыту элементтері бар пәнаралық жобалар сияқты барабар білім беру технологияларын таңдау арқылы артады. Оқытудың осындай әдістемесін іске асыру оқушыларды тригонометрия саласындағы қажетті біліммен қаруландыруды және олардың есептеуіштік ойлауының тиімді дамуын қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТ

[1] Javorcik T., & Polasek R. Comparing the Effectiveness of Microlearning and eLearning Courses in the Education of Future Teachers // 17th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA 2019) At: Slovakia. – 2019. – pp. 309-314.

[2] Mohammed G.S., Wakil K., & Nawroly S.S. The Effectiveness of Microlearning to Improve Students learning ability. International Journal of Educational Research. – Vol. 3. – Issue (30). – 2018. – pp. 32-38.

[3] Kubessov A.K. Al-Farabi. Mathematical treatises. Alma-Ata, "Science". – 1972. – 324 P.

[4] Акжолова А., Камалова Г., Хеннер Е., Байзакова Е. О необходимости преподавания тригонометрии аль-Фараби в системе школьного образования по информатике и математике. Вестник КазНПУ имени Абая. Серия физико-математических наук. – 2022.– №78. – С. 195-205.

[5] Wing J. Computational Thinking // Communications of the ACM. – 2006. – Vol. 49(3)– pp. 33-35

[6] Aho A.V. Computation and Computational thinking //The Computer Journal. – 2012. V.55. – No. 7. – pp. 832-835.

[7] Хеннер Е.К. Вычислительное мышление // Образование и наука. – 2016. – № 2(131).– С. 18-33.

[8] Обухов С.П. Способы измерения вычислительного мышления: обзор международной практики // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2023. – Т. 1. – № 1(89).– С. 138-154.

[9] Клуникова М.М. Методика развития вычислительного мышления студентов при изучении курса «Численные методы» на основе смешанного обучения // Информатика и образование. – 2019. – № 6.– С. 34-41.

[10] Тест структуры интеллекта Амтхауэра. Режим доступа: <https://psytests.org/iq/istB-run.html> [Дата обращения: 05.05.2025].

[11] Туник Е.Е. Тест интеллекта Амтхауэра: анализ и интерпретация данных. – Санкт-Петербург: Речь. – 2009. – 96с.

[12] Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). – Москва. – МЗ-Пресс. – 2004. 67с.

[13] «Негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9-сыныптарына арналған «Алгебра» оқу пәні бойынша үлгілік оқу бағдарламасы» ҚР Оқу-ағарту министрінің 21.11.2022 №467 бұйрығымен бекітілген. Кіру режимі: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029767#z199> [Қаралған күні: 08.05.2025].

REFERENCES

[1] Javorcik T., & Polasek R. Comparing the Effectiveness of Microlearning and eLearning Courses in the Education of Future Teachers // 17th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA 2019) At: Slovakia. – 2019. – pp. 309-314.

[2] Mohammed G.S., Wakil K., & Nawroly S.S. The Effectiveness of Microlearning to Improve Students learning ability. International Journal of Educational Research. – Vol. 3. – Issue (30). – 2018. – pp. 32-38.

[3] Kubessov A.K. Al-Farabi. Mathematical treatises. Alma-Ata, "Science". – 1972. – 324 P.

[4] Akzholova A., Kamalova G., Henner E., Bajzakova E. O neobhodimosti prepodavaniya trigonometrii al'-Farabi v sisteme shkol'nogo obrazovaniya po

informatike i matematike (On the need to teach Al-Farabi trigonometry in the school system of computer science and mathematics), Vestnik KazNPU imeni Abaya, Seriya fiziko-matematicheskikh nauk, – 2022.– №78. – С. 195-205. [in Kaz.]

[5] Wing J. Computational Thinking // Communications of the ACM. – 2006. – Vol. 49(3)– pp. 33-35

[6] Aho A.V. Computation and Computational thinking //The Computer Journal. – 2012. V.55. – No. 7. – pp. 832-835.

[7] Henner E.K. Vychislitel'noe myshlenie (Computational Thinking), Obrazovanie i nauka, №2(131), 2016, S. 18-33. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-2-18-33> [in Rus.].

[8] Obuhov S.P. Sposoby izmereniya vychislitel'nogo myshleniya: obzor mezhdunarodnoj praktiki (Ways to measure computational thinking: an overview of international practice), Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika, T– 2023. – T. 1. – № 1(89). – С. 138-154. [in Rus.].

[9] Klunnikova M. M. Metodika razvitiya vychislitel'nogo myshleniya studentov pri izuchenii kursa «Chislennyye metody» na osnove smeshannogo obucheniya (Methods of developing students' computational thinking while studying the course «Numerical Methods» based on blended learning), Informatika i obrazovanie. – 2019. – № 6.– С. 34-41. [in Rus.].

[10] Test struktury intellekta Amthaujera (Amthauer's Intelligence Structure Test). Rezhim dostupa: <https://psyttests.org/iq/istB-run.html> [Data obrashheniya: 05.05.2025] [in Rus.].

[11] Tunik E.E. Test intellekta Amthaujera: analiz i interpretaciya dannyh (Amthauer Intelligence Test: Data analysis and interpretation). - Sankt-Peterburg: Rech', 2009. - 96 S. [in Rus.]

[12] Novikov D.A. Statisticheskie metody v pedagogicheskikh issledovaniyah (tipovye sluchai) (Statistical methods in pedagogical research (typical cases). - Moskva, MZ-Press, 2004. - 67S. [in Rus.]

[13] «Negizgi orta bilim beru dengejinin 7-9-synnyptaryna arnalgan «Algebra» oku pani bojynsha ulgilik oku bagdarlamasy» (Standard curriculum for the academic discipline «Algebra» for Grades 7-9 of the Basic Secondary Education Level) KR Oku-agartu ministrinin 21.11.2022 №467 bujrygymen bekitilgen. Kiru rezhimi: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029767#z199> [Qaralgan kuni: 08.05.2025] [in Kaz.]

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ СТАРШЕКЛАССНИКОВ ТРИГОНОМЕТРИИ АЛЬ-ФАРАБИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Камалова Г.Б.¹, *Акжолова А.А.², Увалиева С.К.³

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
Алматы, Казахстан

*²Казахский национальный женский педагогический университет,
Алматы, Казахстан

³Кокшетауский государственный университет имени Ш.Уалиханова,
Кокшетау, Казахстан

Аннотация. Актуальность данного исследования обусловлена двойственной потребностью: с одной стороны, необходимостью адаптации обучения тригонометрии в курсе алгебры средней школы к реалиям цифровой образовательной среды для повышения ее эффективности и привлекательности для современных школьников и, с другой стороны, огромным дидактическим потенциалом наследия аль-Фараби по тригонометрии не только для обогащения содержания обучения и развития глубоких предметных знаний, но и для развития навыков вычислительного мышления учащихся столь необходимых в современном цифровой среде.

Целью исследования является экспериментальная проверка эффективности обучения школьников тригонометрии в курсе алгебры, дополненной задачами из тригонометрического наследия аль-Фараби на основе современных цифровых и образовательных технологий, и оценка ее влияния на развитие вычислительного мышления школьников.

Методологию исследования составляют анализ научных трудов в области вычислительного мышления, изучение тригонометрического наследия аль-Фараби в контексте развития данного стиля мышления обучающихся, анализ литературы, посвященной организации обучения тригонометрии в школе с целью всестороннего изучения состояния рассматриваемой проблемы и определения совокупности педагогических условий для ее решения.

Результаты исследования. Для оценки эффективности предлагаемой методики обучения проведен педагогический эксперимент с участием 103 учеников 9-х классов школ г. Алматы, разделенных на две группы. Однородность групп подтверждена с помощью критерия с χ^2 на основе результатов тестов Р.Амтхауэра по измерению уровня когнитивных способностей.

Для проверки достоверности различий в характеристиках вычислительного мышления данных групп после завершения экспериментального обучения также использован критерий χ^2 . Полученное эмпирическое значение критерия 7,654 превысило критическое значение 5,991, что свидетельствует о статистически значимых различиях между группами с уровнем достоверности 95%. Эффект изменений обусловлен применением экспериментальной методики обучения.

Ключевые слова: тригонометрия аль-Фараби, синус одного градуса, вычислительное мышление, микрообучение, междисциплинарный проект, цифровизация образования, декомпозиция задачи, критерии оценки, педагогический эксперимент

EXPERIMENTAL TEACHING OF AL-FARABI'S TRIGONOMETRY TO HIGH SCHOOL STUDENTS IN CONDITIONS OF DIGITALIZATION OF EDUCATION

Kamalova G.B.¹, *Akzholova A.A.², Uvaliyeva C.K.³

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

*²Kazakh National Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan

³Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan

Abstract. Relevance of study is determined by dual need: from one perspective, necessity to adapt the teaching trigonometry at secondary school algebra curriculum to realities of the digital educational environment to increase its effectiveness and attractiveness for modern students; and alternatively, the immense didactic potential of Al-Farabi's legacy in trigonometry which can enrich the instruction's content and fostering development of deep subject knowledge along with computational thinking skills essential in modern digital environment.

Purpose of research is to experimentally assess the effectiveness of teaching trigonometry to pupils within the algebra course supplemented by problems from Al-Farabi's trigonometric heritage, using modern digital and educational technologies and to assess its impact on development of students' computational thinking.

Research methodology consists of an analysis of scientific works in computational thinking, studying the trigonometric legacy of Al-Farabi in conditions of development of this style of students' thinking, an analysis of literature devoted to teaching trigonometry's organization in schools with comprehensive study's aim of the state's problem under consideration and determination of a set of pedagogical conditions' solution.

Research result. A pedagogical experiment was conducted among 103 ninth-grade pupils from schools of Almaty divided into two groups for evaluating the effectiveness of the proposed teaching methodology. The groups' homogeneity was confirmed by using the χ^2 (chi-squared) criterion based on the results of R. Amthauer's tests measuring the cognitive abilities' level.

χ^2 criterion was also applied for testing reliability of the differences in computational thinking characteristics of two groups after completion of the experimental training. Obtained empirical value of 7.654 exceeded the critical value of 5.991, indicating statistically significant differences between groups at 95% confidence level. The observed effect is attributed to the implementation of experimental teaching methodology.

Keywords: Al-Farabi's trigonometry, sine of one degree, computational thinking, microlearning, interdisciplinary project, digitalization of education, task decomposition, assessment criteria, pedagogical experiment

*Мақала түсті / Статья поступила / Received: 05.07.2025.
Жариялауға қабылданды / Принята к публикации / Accepted: 26.03.2026.*

Авторлар туралы мәлімет:

Камалова Гульдина Большевиковна – педагогика ғылымдарының докторы, профессор м.а., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан, g.kamalova@abaiuniversity.edu.kz

Акжолова Акмарал Алимахуновна – магистр, аға оқытушы, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан, akzholova.a@qyzpu.edu.kz

Увалиева Салтанат Кушербаевна – магистр, аға оқытушы, Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті, Көкшетау, Қазақстан, SaltanatK_U@mail.ru

Информация об авторах:

Камалова Гульдина Большевиковна – доктор педагогических наук, и.о. профессора, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан, g.kamalova@abaiuniversity.edu.kz

Акжолова Акмарал Алимахуновна – магистр, старший преподаватель, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан, akzholova.a@qyzpu.edu.kz

Увалиева Салтанат Кушербаевна – магистр, старший преподаватель, Кокшетауский государственный университет имени Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан, SaltanatK_U@mail.ru

Information about authors:

Kamalova Guldina – Doctor of Pedagogical Sciences, Acting Professor, 1Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, g.kamalova@abaiuniversity.edu.kz

Akzholova Akmaral – master, senior lecturer, Kazakh National Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan, akzholova.a@qyzpu.edu.kz

Uvaliyeva Saltanat - master, senior lecturer, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan, SaltanatK_U@mail.ru