

FTAMP 27.01.45

DOI <https://doi.org/10.47344/5405cr59>*Жайдақбаева Ляззат¹, Шеримова Раушан^{1*}, Попова Юлия²*¹Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, Шымкент, Қазақстан²Қаратау ауданындағы жаратылыстану-математика бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебі, Шымкент, Қазақстан*e-mail: raushan.sherimova@gmail.com

ГЕОМЕТРИЯНЫ ОҚЫТУДА GEOGEBRA БАҒДАРЛАМАСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа. Цифрландыру үдерісі қазіргі білім беру кеңістігіндегі педагогикалық технологиялар мен дидактикалық құралдарды жаңартуды талап етеді. Мақала планиметрия есептерін шығаруда цифрлық технологияларды қолданудың тиімділігін эксперименттік тұрғыда зерттейді. Зерттеудің өзектілігі геометрияны оқыту процесінде классикалық құралдардың жеткіліксіздігіне және цифрлық құралдарды қолданудың тек көрнекілік функциямен шектеліп қалуына орай, бұл технологиялардың әлеуетін толық пайдалану қажеттілігімен айқындалады. Зерттеудің мақсаты планиметрия есептерін шығару процесінде GeoGebra интерактивті геометриялық орталардың мүмкіндіктерін зерттеу және оның оқушылардың білім сапасына әсерін эксперименттік түрде анықтау. Зерттеу барысында GeoGebra бағдарламасы негізінде интерактивті жұмыс парақтары әзірленді. Зерттеу әдіснамасы теориялық талдау мен бақылау, динамикалық модельдер құруды және педагогикалық экспериментті қамтиды. Алынған нәтижелер сабақ барысында GeoGebra қосымшасын математика пәнінің планиметрия бөлімінде жазық фигуралардың ауданын есептеуде қолдану тиімді екендігін көрсетті. Жүргізілген педагогикалық эксперимент (Шымкент қаласындағы НЗМ-нің 9-сынып оқушылары арасында) GeoGebra-ны қолдану арқылы өткізілген сабақтардың дәстүрлі оқыту әдістерімен салыстырғанда білім сапасын арттырудағы тиімділігін көрсетті. Сонымен қатар сауалнама нәтижесінде оқушылардың басым бөлігі GeoGebra қосымшасымен жұмыс жасауды оң қабылдағаны анықталды. Яғни, цифрлық технологиялар, атап айтқанда GeoGebra, планиметрияның есептерін шешуде көрнекілікті арттырып қана қоймай, оқушылардың логикалық ойлауын, танымдық мәдениетін дамытуға, сонымен бірге оқуға деген ынтасын арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: геометрия, планиметрия, интерактивті геометриялық орта, цифрлық технология, оқыту әдістемесі, GeoGebra

Кіріспе

Білім беру саласында цифрлық технологиялар дидактикалық құралдар ғана емес, сонымен қатар педагогикалық технологиялар ретінде, яғни цифрлық ортада оқытуды ұйымдастыруда қолданылады. Білім беру саласын цифрландыруды жүзеге асыру ғылыми және әдістемелік әдебиеттерге талдау жасау мен зерттеудің бірнеше бағыттарын анықтауды көрсетеді: цифрлық білім берудің концепциялары мен модельдері, цифрлық білім беру ортасының дамуы, цифрлық технологиялардың білім беру потенциалы, сонымен бірге цифрландырудың қиындықтары мен перспективалары [1].

Қазіргі заманғы тәжірибе көрсетіп отырғандай, геометрия сабағында тақта, бор, қағаз және қалам сияқты классикалық құралдар жеткіліксіз. Цифрлық білім беруге өту оқушылардың жаңа буынының пайда болуымен әлеуметтік-психологиялық, оның ішінде когнитивтік ерекшеліктері дәстүрлі білім беру үдерісіне кірігуін қиындатады. Жалпы білім беруде цифрлық технологиялар жаңа педагогикалық тәжірибелерді жоспарлауға сабақты ұйымдастырудың жаңа моделдері мен оқу барысының орындалуына септігін тигізеді. Цифрлық құралдарды қолдануда оқушылардың техникалық дағдыларының жоғарғы деңгейіне

қарамастан, ақпараттық кеңістікпен жұмыс жасау мәдениеті қалыптаспаған. Сол себепті мектептегі білім берудің бір мәселесі цифрлық ортаға қажетті білім алушылардың когнитивті мәдениетін дамыту болып отыр [2].

Геометрия курсына цифрлық құралдарды қолданудың дидактикалық әлеуеті мен түйткілді мәселелері әлі де терең ғылыми негіздеуді қажет етеді. Мақалаларды талдай келе бұл технологияларды қолдану көрнекілік функциямен ғана шектелуде, ал бағдарламалық құралдардың мықты тұстары қолданылмай қалып отыр. Бірқатар зерттеушілердің пайымдауынша, цифрлық технологиялар оқу үдерісінде тек мұғалім мен оқушы арасындағы байланысты орнатушы құрал емес, сонымен бірге білім беру процесін демеуші қосымша ресурс ретінде қарастырылады [3].

Цифрлық технологиялар мұғалімге көп күш жұмсамай-ақ сабақтарды динамикалық және қызығырақ өтуге мүмкіндік береді. Геометриялық білім беруге бағытталған бағдарламалар зерттелетін іс-қимылдардың сипаты мен олардың орындалу мақсатына негіздеме береді. Бұл іс-әрекеттер, яғни фигураларды құру, қасиеттерін анықтау, берілген облыста геометриялық фигурамен жұмыс жасау білім алушыларға математикалық қабілеттерін дамытуға көмектеседі. Өлшем бірлігін анықтау, айырмашылығын табу, талдау, геометриялық фигураларды салыстыру және тағы да басқа іс-әрекеттер оқушылардың аналитикалық ойлауын дамытады.

Геометрияны оқу барысында оқушылардың кеңістіктік ойлауы, көрнекі-бейнелік ойлауы және логикалық ойлауы дамиды. Дегенмен геометрияны оқу оқушылар үшін әлі де математиканың басқа бөлімдеріне қарағанда қиындығы басым бөлімі болып отыр. Олардың көбісі әлі де жазықтықтағы және кеңістіктегі фигураларды құру мен оларды түрлендіруде сыртқы жиынтық бағалау жұмыстарында қателіктер жіберуде.

Геометрия сабақтары жазықтықтағы және кеңістіктегі фигуралардың қасиеттерін нақты көрсете бермейтін графикалық кескіндерімен жұмыс жасауды талап етеді. Электрондық экрандардағы сызбаларды көрнекі етудің ауқымды мүмкіндіктерін ескерсек, геометрияны оқытуда цифрлық технологияларды пайдалану аса маңызды. Цифрлық технологияларды оқыту процесінде қолдану геометрияны оқытудың өзекті мәселесі болып отыр. Дегенмен, бұл мүмкіндіктер әлі де толық зерттелмеген. Атап айтқанда, цифрлық технологияларды геометрияны оқытуда пайдаланудың нақты әдіс-тәсілдері толық ашыламаған.

Геометрияның планиметрия бөлімі мектеп математикасының 7 сыныбынан бастап оқытылады. Планиметрияны мектепте дәстүрлі әдіспен бірге, цифрлық бағдарламалардың көмегімен де оқытуға болады. Есептерді шешу барысында MathLab, Maple, Cabri 3D, MathCad, DesMos, Жанды геометрия және т.с.с. бағдарламаларды қолдануға болады. Осындай бағдарламалардың ішінде мектеп математикасын оқытуда GeoGebra бағдарламасын қолданудың нәтижелілігі мен өзектілігі туралы көптеген зерттеулер жүргізілген.

Зерттеудің өзектілігі планиметрия есептерін шығаруда дәстүрлі әдістердің шектеулігі, сонымен қатар оқушылардың геометрияның планиметрия тақырыптарын меңгеруде кездесетін қиындықтарды жеңілдету мақсатында жаңа дидактикалық әдістемелерді қолдану қажеттілігі болып табылады.

Зерттеудің мақсаты GeoGebra бағдарламасын қолдану арқылы 9-сынып оқушыларының планиметрия есептерін шығару дағдыларының даму тиімділігін эксперименттік түрде анықтау.

Зерттеу мақсатына жету үшін келесідей зерттеу сұрақтары қойылды:

1. 9-сынып оқушыларының планиметрия есептерін шығару дағдыларына GeoGebra бағдарламасын қолдану қалай әсер етеді?
2. GeoGebra қолданылған жағдайда эксперименттік және бақылау топтарының оқу жетістіктері арасында статистикалық мәнді айырмашылық бар ма?
3. GeoGebra бағдарламасы оқушылардың пәнге деген қызығушылығы мен оқу мотивациясына қалай әсер етеді?

Қойылған мақсатқа жетуге келесідей міндеттер қойылды:

1. Оқушылардың планиметрия бөлімін түсінуіндегі басты қиындықтарға талдау жасау;
2. Бақылау топта сабақтарды дәстүрлі әдістерпен, эксперименттік топта GeoGebra арқылы оқыту;
3. Бастапқы (Pre-test) және қорытынды (Post-test) тестілеу нәтижелерін салыстыру негізінде оқу үлгеріміндегі өзгерістерді анықтау;
4. Оқушылардың жаңа сабақты меңгеру деңгейін анықтау үшін сауалнама жүргізу;
5. GeoGebra бағдарламасының оқу үдерісіндегі артықшылығы мен тиімділігін анықтау;

Зерттеудің күтілетін нәтижесі эксперименттік топ оқушыларының оқу жетістіктері бақылау тобымен салыстырғанда статистикалық тұрғыдан жоғары болуын көрсету, сондай-ақ GeoGebra бағдарламасын қолдану оқушылардың пәнге деген қызығушылығын, оқу мотивациясын және өзіне деген сенімділігін арттыруға ықпал ететінін анықтау.

Цифрлық білім беру ресурстарын пайдалану жағдайында білім берудің мазмұнын, ұстанымдарын, мақсатын, педагогикалық негіздерін, сонымен қатар білім беру сапасын арттыруда бағалау ынталарының жүйесін дамытуды бірнеше шетелдік және отандық ғалымдар П.В. Ариаван, И.М. Ардана [4], Р.Л. Нос, М.С. Сано, Р.С. Лаго [5], М.И. Солощенко [6] қарастырған. А.Е. Әбілқасимова өзінің еңбегінде мұғалімнің оқушылармен өзара әрекеттесуі және ақпараттық ықпал ету арқылы оларды әлеуметтік біріктіру әдістерін, интерактивті коммуникацияның белгілі бір қағидаларын қолдау мүмкіндіктерін қамтуы тиіс дейді [3]. Математика пәнін орта мектепте оқытуда компьютерлік технологияларды пайдалану Р.Б. Бекмолдаева, Л.Қ. Жайдақбаева [7], Н.С. Утеулиев [8] диссертацияларының зерттеу пәніне енген.

Материалдар мен әдістер

Заманауи бағдарламалық қамтамасыз ету оқу процесін ақпараттық технологиялар негізінде ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Бұл құралдар оқытуды автоматтандырып қана қоймай, оқушыларды белсенді іс-әрекетке жұмылдыруға және теориялық материалдың көрнекілігін арттыруға септігін тигізеді. Оқушылардың емтихандық және бақылау жұмыстарындағы қарапайым қателіктерін талдау негізінде, басым көпшілік үзінділік ойлауы бар жас буын үшін оқыту материалдарын толық визуализациялау мен анимациялауды қамтамасыз ететін заманауи әдіс-тәсілдерді қолдану маңызды деген тұжырым жасауға болады. Бұл оқу бағдарламалары әрбір нысанның динамикалық қасиеттерімен қамтамасыз ететін динамикалық геометрия қағидаларына негізделген [7]. Бұл қағидалармен жұмыс жасайтын бағдарламалар интерактивті геометриялық жүйелер қатарына жатады. Геометриялық орта деп білім беру мақсатында арнайы дайындалған және компьютерде геометриялық өзгертулерді орындауға, геометриялық объектілерді құруға және олардың өзара байланысын орнатуға мүмкіндік беретін бағдарламалық қамтамасыз ету болып табылады. Интерактивті геометриялық орталар берілген байланыстар шеңберінде геометриялық объектілерді өзгертуге мүмкіндік береді, бұл ретте басқа объектілер де берілген тәуелділіктерді сақтап өзгеріп отырады [8].

Зерттеуді жүзеге асыру үшін квазиэксперименттік әдіс қолданылды. Зерттеу нәтижелерін салыстыру үшін оқушылар кездейсоқ екі топқа бөлінді. Зерттеуге Шымкент қаласындағы жаратылыстану-математика бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебінің 9-сыныптың оқушылары таңдап алынды. Бақылау тобында 28 оқушы, эксперименттік топта 31 оқушы болды. Барлық қатысушылардың ата-аналарынан келісім алынды. Зерттеу екі кезеңнен тұрды: диагностикалық кезең – оқушылардың бастапқы білім деңгейін анықтау; эксперименттік кезең – бақылау тобында дәстүрлі әдістермен, эксперименттік топта GeoGebra бағдарламасын қолдану арқылы «9.3В бөлімі. Үшбұрыштарды шешу» тақырыбында сабақтар легін өткізілді. Оқытудағы әдістемелік айырмашылықтарды бақылау үшін оқыту барысын бір мұғалім жүргізді. Зерттеу нәтижелерінің сенімділігін қамтамасыз ету негізінде екі топтағы тест тапсырмалары мен бағалау критерийлері бірдей құрылыммен ұсынылды.

Зерттеу барысында қолданылған pre-test және post-test тапсырмалары NIS-Programme білім беру бағдарламасының оқу мақсаттарына сәйкес дайындалды. Тапсырмалар мазмұны үшбұрыштарды шешу тақырыбы бойынша негізгі ұғымдарды, оқушылардың бастапқы білімдерін анықтау, олардың есептеу дағдыларын және логикалық ойлау қабілетін бағалауға бағытталды. Тест тапсырмалары пән мұғалімдерімен бірлесе отырып сараптаудан өткізіліп, мазмұндық сәйкестік принципі бойынша іріктелді [9].

Өлшеу құралдарының валидтілігі мазмұндық валидтілік негізінде қамтамасыз етілді. Бұл ретте тапсырмалар оқу мақсаттарына толығымен сәйкес келуі анықталды. Сондай-ақ тапсырмалар пилоттық апробациядан өткізіліп, олардың оқушылар деңгейіне сәйкестігі тексерілді. Сенімділікті арттыру үшін бағалау критерийлері алдын ала дайындалып, топтарға берілген тапсырмалар бірдей шкалада бағаланды. Pre-test және post-test нәтижелері бірдей өлшеу критерийлері негізінде өңделді.

Зерттеуге дейінгі және зерттеуден кейінгі нәтижелерді салыстыру мақсатында оқушылардан диагностикалық тест алынды. Бастапқы тест 15 сұрақтан, ал қорытынды тест 25 сұрақтан тұрды. Зерттеудің кезеңдік логикасына орай pre-test және post-test тапсырмалар саны әртүрлі болды. Pre-test оқушылардың бастапқы білім деңгейін анықтауға бағытталды, ал post-test күрделі деңгейдегі оқу мақсаттарын (талдау мен қолдану дағдыларын) бағалауға бағытталды. Сол себепті post-test тапсырмалар саны мен күрделену деңгейі кеңейтілді. Алайда, тапсырмалардың барлығы бір мазмұндық бағытта және бірінғай бағалау критерийлері негізінде жүргізілді, ал бұл өз кезегінде нәтижелерді салыстыруға мүмкіндік береді.

Зерттеуге дейінгі pre-test тапсырмалары оқушылардың үшбұрыштар бөлімі бойынша бастапқы білім сапасын айқындауға бағытталды. Тест тапсырмалары үшбұрыштардың элементтері, периметр мен ауданын табу, үшбұрыштардың қасиеттері сияқты біліктіліктерді тексеруге арналған.

Зерттеуден кейінгі post-test тапсырмалары мазмұнына қатысты күрделі болып, «9.3.2.2 үшбұрышқа іштей сызылған шеңбер радиусының үшбұрыш ауданына тәуелділігін қорытып шығарады және оны есептерді шығаруда қолданады», «9.3.3.10 үшбұрыш биссектрисасының қасиетін дәлелдейді және есептерді шығаруда қолданады» оқу мақсаттарын бағалауға бағытталды. Осылайша, post-test оқушылардың тек есептеу дағдыларын анықтауға ғана емес, «Үшбұрыштарды шешу» бөлімін саналы түрде түсіну деңгейін анықтауға бағытталды. Сонымен бірге бақылау тобы мен эксперименттік топтың қабылдауын бағалау мақсатында «Бағалау шкаласы» (марк-схема) жасалды. Pre-test пен post-test тапсырмалары мектептің оқу бағдарламасына сәйкес жасалды, осыған орай бақылау және эксперименттік топтарында 7 сабақ жоспары жасалды.

Осы зерттеу аясында GeoGebra ортасы негізінде оқушыларға арналған интерактивті жұмыс парақтары дайындалды. Цифрлық ресурстарды әзірлеу үшін теориялық база негізінде «9.3В бөлімі. Үшбұрыштарды шешу» бөліміндегі материалдар таңдалынды. Бір немесе бірнеше интерактивті тапсырмалары бар жұмыс парақтарын орындау барысында есептің шартын өзгертуге және компьютерлік анимациялар мүмкіндіктерін пайдалануға мүмкіндік бар. Жұмыс парағын әзірлеу процесі екі кезеңнен тұрады: әдістемелік және практикалық.

Әдістемелік кезең есептерді немесе олардың кешендерін таңдап алуды және оларға компьютерлік есептеулерді енгізудің негізгі мақсатын қоюды қамтиды. Анықтамалар мен теорияларды оқушыларға көрнекі түрде ұсыну олардың мәнін тереңірек түсінуге және есептерді шешу барысында қолдануға мүмкіндіктер береді.

Практикалық кезең объектілердің суретін салу және есептеулер жүргізу алгоритмін дайындау немесе басқару батырмалары мен енгізу терезелерінің жұмысын сипаттауды қамтиды. Парақпен жұмыс істеу алгоритмінің сипаттамасы әзірлеушіден бағдарламалау тілдерін терең білуді талап етпейді, демек, мұғалімдердің едәуір бөлігіне әзірлеуге қолжетімді.

Эксперименттік топтағы оқушылардың GeoGebra бағдарламасын қолдануға деген қабылдауын бағалау мақсатында зерттеу аясында арнайы сауалнама ұйымдастырылды. Бұл сауалнама оқушылардың пәнге деген қызығушылығын, оқу мотивациясының деңгейін және цифрлық құралдарды пайдалануға көзқарасын анықтауға бағытталды.

Сұрақтар педагогикалық зерттеулерге сүйене отырып әзірленді, олар оқушылардың білім беру үдерісіндегі белсенділігі мен ынтасын бағалауға арналған. Ликерт шкаласы негізінде құрастырылған сауалнама нәтижелерді сандық түрде өңдеуге мүмкіндік берді.

Сауалнаманың мазмұндық валидтілігі оның зерттеу мақсатына толық сәйкестігімен қамтамасыз етіліп, сұрақтар пән мұғалімдері тарапынан сараптамалық тексеруден өткізілді. Сауалнама оқу жетістіктерін тікелей өлшеуге арналмаған, ол тек оқушылардың оқу үдерісіне қатысты қабылдауын, қызығушылығын және мотивациясын бағалауға бағытталған.

Зерттеуді жүргізу кезеңдерінде академиялық адалдық қағидаттары толығымен сақталды. Зерттеуге қатысушылардың деректері құпия түрде өңделді және жеке ақпараттардың жариялануына жол берілмеді. Зерттеуге қатысушыларға оның мақсаты мен мазмұны, жүргізілу ережесі алдын ала түсіндірілді, олардың зерттеуге ерікті түрде қатысуына жағдай жасалды. Зерттеуді өткізу үшін білім беру ұйымы әкімшілігі рұқсат еткен және ішкі нормативтік құжаттарға сәйкес жасалды [9]. Сондай-ақ, зерттеуге қатысушы 9-сынып оқушыларының ата-аналарынан(заңды өкілдерінен) жазбаша түрде ақпараттандырылған келісімдері алынды. Зерттеу жүргізу барысында қатысушылардың құқықтарына, әл-ауқатына зиян келетін іс-әрекеттерге жол берілмеді.

Нәтижелері мен талқылау

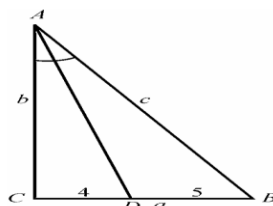
Зерттеу кезеңдері:

1. Зерттеу алды тестілеу (pre-test). Екі топтың оқушыларының бастапқы білімдерін анықтау үшін 15 сұрақтан тұратын тест алынды.
2. Оқыту кезеңі. Эксперименттік топта «Үшбұрыштарды шешу» бөліміне арналған сабақтар интерактивті GeoGebra бағдарламасы көмегімен, ал бақылау тобында дәстүрлі әдістермен өткізілді. Барлығы 7 сабақ дайындалды.
3. Зерттеудің қорытынды тестілеуі (post-test). Екі топтың оқушылары 25 сұрақтан тұратын тестілеуден өтті. Бұл кезеңде оқушылардың білім деңгейлеріндегі айырмашылықтар анықталды.
4. Сауалнама жүргізу. Эксперименттік топтағы оқушылардан GeoGebra қосымшасының тиімділігі мен артықшылығы туралы ойларын анықтау мақсатында 7 сұрақтан тұратын сауалнама жүргізілді. Алынған сауалнама нәтижелеріне Ликерт шкаласы арқылы сандық бағалау жүргізілді.

Қолданылған құралдар. Зерттеу кезеңінде оқу мақсаттарына жету тесттері (pre-test, post-test) мен мақсатты түрде құрылған сауалнама қолданылды. Оқушылардың үлгерім көрсеткіштері салыстырмалы бағаланып, топтар арасындағы айырмашылықтың статистикалық мәнділігі р-мәндері арқылы анықталды. Сонымен қатар, әсер шамасы (effect size, Cohen's d) есептеліп, GeoGebra қосымшасының тиімділігі сандық дәлелдемелермен расталды.

Шымкент қаласындағы жаратылыстану-математика бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебінің күнтізбелік тақырыптық жоспарына сәйкес «үшбұрыштарды шешу» бөліміне 18 академиялық сағат бөлінген. Мектептің 9-сынып оқушылары NIS-Programme білім беру бағдарламасы бойынша әзірленген кітабымен оқытылады [10]. Сабақ барысында сол оқулықтағы есептер тірек ретінде қолданылды. Төменде сабақта орындалған есептердің бірнеше мысалы келтірілген.

1 – мысал. Тікбұрышты үшбұрыштың сүйір бұрышының биссектрисасы қарсы жатқан катетті ұзындықтары 4 см және 5 см болатын кесінділерге бөледі. Үшбұрыштың ауданын анықтаңыз (1-сурет).



1 сурет- 1-мысалға берілген үшбұрыштың сызбасы

Есептің аналитикалық шешу жолы:

Үшбұрыштың биссектрисасының қасиеті бойынша

$$\frac{b}{c} = \frac{4}{5}$$

Пифагор теоремасы бойынша

$$c^2 - b^2 = 81$$

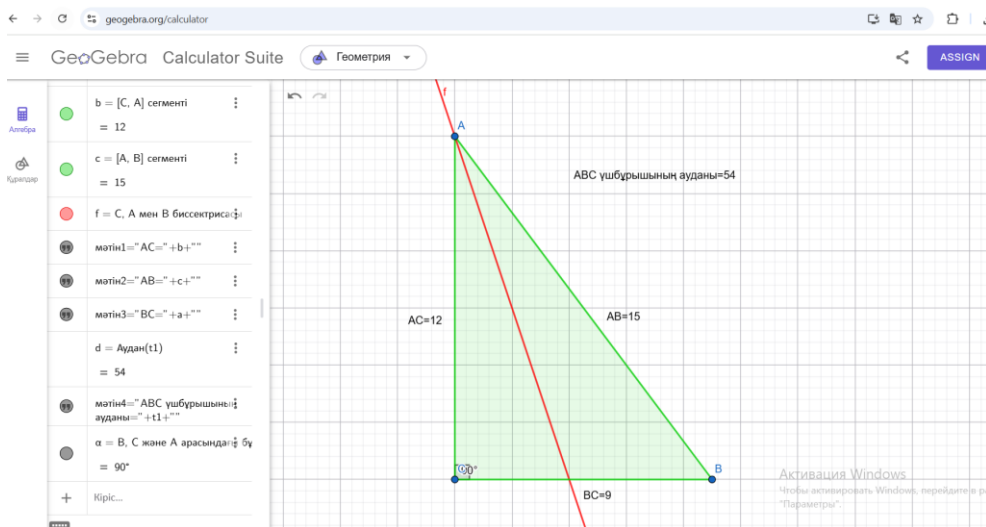
Жоғарыдағы екі теңдеуден келесі теңдеулер жүйесі шығады:

$$\begin{cases} \frac{b}{c} = \frac{4}{5}, \\ c^2 - b^2 = 81 \end{cases} \rightarrow b = 12,$$

$$S_{\triangle ABC} = \frac{1}{2}ab = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 12 = 54 \text{ см}^2.$$

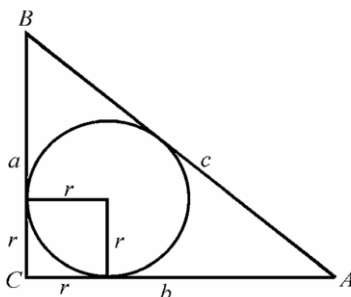
Есептің жауабы: $S_{\triangle ABC} = 54 \text{ см}^2$.

Берілген есепті оқушыларға GeoGebra қосымшасы арқылы шығару ұсынылады. Алдымен есептің суретін GeoGebra арқылы төменде көрсетілгендей етіп сызып алу қажет. (2-сурет) Осылайша, «ұзындықты өлшеу» командасы арқылы тікбұрышты үшбұрыштың белгісіз қабырғаларын анықтау керек. Үшбұрыштың ауданын анықтау үшін «аудан есептеу» командасын қолдану қажет. Нәтижесінде үшбұрыштың ауданын GeoGebra экран бетіне дұрыс жауабын шығарады.



2 сурет- 1-мысалдың GeoGebra-дағы көрінісі

2 – мысал. Тікбұрышты үшбұрыштың катеттерінің бірі 15 см, ал оған іштей сызылған шеңбердің радиусы 3 см тең. Берілген үшбұрыш пен шеңбердің ауданын табыңыз (3-сурет) .



3 сурет - Үшбұрышқа іштей сызылған шеңбер

Есептің аналитикалық шешу жолы:

Ең алдымен үшбұрышқа іштей сызылған шеңбердің радиусын табуға арналған формуланы қолдану қажет, яғни

$$r = \frac{a + b - c}{2}$$

$$\frac{15 + b - c}{2} = 3$$

$$b - c = -9 \rightarrow c - b = 9$$

Берілген үшбұрыш тікбұрышты болғандықтан, Пифагор теоремасы бойынша

$$a^2 + b^2 = c^2$$

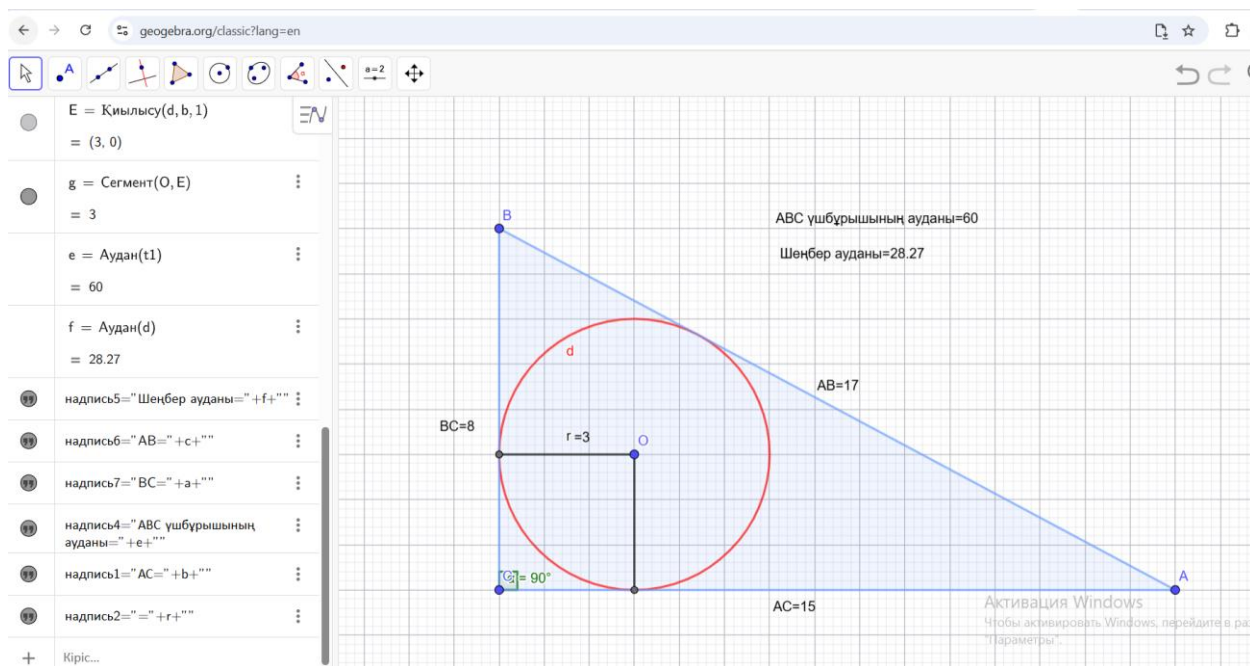
$$c^2 - b^2 = 225$$

Олай болса

$$\begin{cases} c - b = 9 \\ c^2 - b^2 = 225 \end{cases} \rightarrow c = 17, b = 8,$$

$$S = \frac{1}{2}ab = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 8 = 60 \text{ см}^2.$$

Оқушылар GeoGebra қосымшасы арқылы есепті шығарады. Алдымен есептің суретін GeoGebra арқылы төменде көрсетілгендей етіп сызып алу қажет (4-сурет). Осылайша, «ұзындықты өлшеу» командасы арқылы тікбұрышты үшбұрыштың белгісіз қабырғаларын анықтау керек. Үшбұрыштың және шеңбердің аудандарын анықтау үшін «аудан есептеу» командаларын таңдау қажет. Нәтижесінде үшбұрыштың және шеңбердің ауданын GeoGebra экран бетіне дұрыс жауабын шығарады.



4 сурет – 2-мысалдың GeoGebra-дағы көрінісі

Жоғарыда келтірілген мысалдар үшбұрыштарды оқыту барысында GeoGebra бағдарламасының қалай қолданылғанын көрсетеді. Осы оқыту әдісінің оқу жетістіктеріне тигізетін әсерін сандық бағалау мақсатында жиналған эксперименттік мәліметтерді талдап көрейік.

1-кестеден эксперименттік және бақылау топтардың зерттеуге дейінгі тест қорытындыларының орташа көрсеткіштері арасында айтарлықтай айырмашылық жоқ екенін аңғаруға болады.

1 кесте. *Зерттеуге дейінгі топтар арасындағы тест нәтижелері*

№	Топ атауы	Қатысушылар саны	Орташа балл	Стандартты ауытқу	р-мәні
1	Эксперименттік	31	13,89	2,089	0,939
2	Бақылау	28	13,99	1,946	

2-кестеде келтірілген мәліметтер бойынша, эксперименттік және бақылау топтарындағы оқушылардың үлгерімдерін салыстырғанда, эксперименттік топта елеулі айырмашылық анықталды, ал әсер мөлшері ($d=0,819$) жоғары болып шықты. Cohen ұсынған өлшемдер бойынша әсер мөлшері $d \approx 0,2$ – кіші, $d \approx 0,5$ – орта, ал $d \geq 0,8$ – жоғары (үлкен) әсер ретінде бағаланады. Осыған орай зерттеуден алынған нәтиже ($d = 0,819$) GeoGebra бағдарламасын қолдану мен оқушылардың оқу жетістіктері арасында статистикалық мәнді байланыс бар екенін көрсетеді [11]. Бұл планиметрияның үшбұрыштар тақырыбын оқытуда GeoGebra қосымшасының оқытуда тиімді құрал болып табылатынын айғақтайды.

2 кесте. Зерттеуден кейінгі топтар арасындағы тест нәтижелері

№	Топ атауы	Қатысушылар саны	Орташа балл	Стандартты ауытқу	р-мәні	Әсер мөлшері
1	Эксперименттік	31	22,13	2,31	0,02*	0,819
2	Бақылау	28	18,4	4,28		

*р-мәні<0,05 (маңызды)

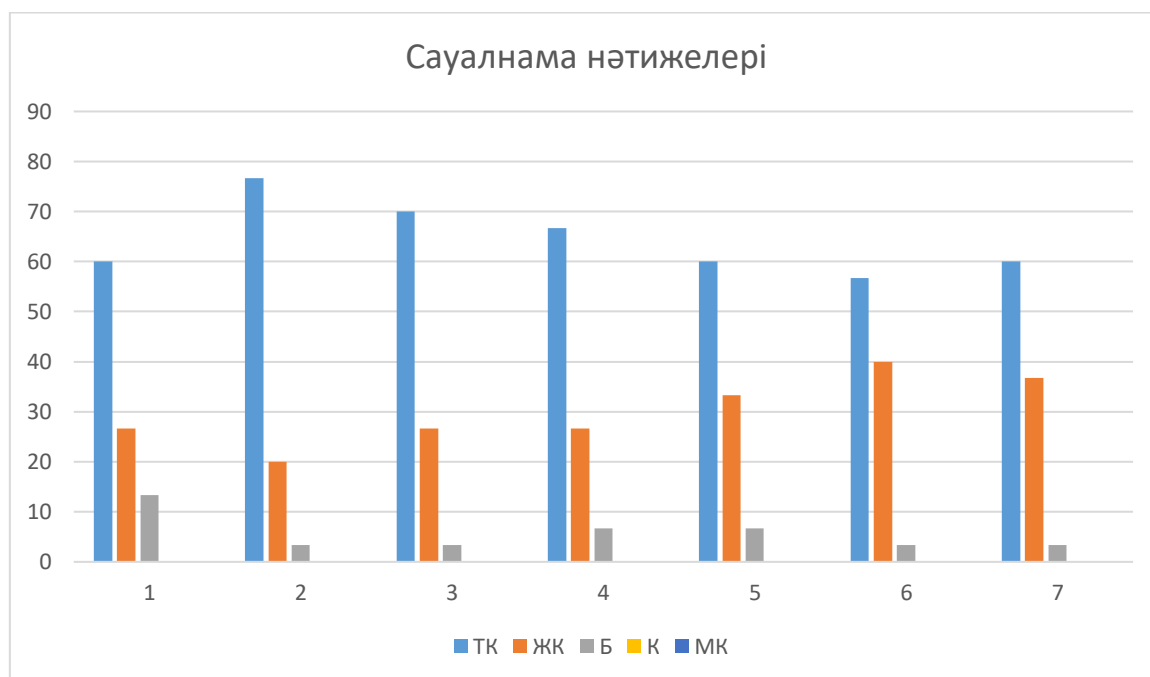
Зерттеу аяқталған соң, эксперименттік және бақылау топтарының жаңа сабақты қабылдау деңгейіне GeoGebra қосымшасының тигізген әсері бағаланды. Бұл ретте оқушылардың бағдарламаның оқу үдерісіне әсері туралы пікірлерін тереңірек зерттеу мақсатында сауалнама ұйымдастырылды. Сауалнама жеті сұрақтан тұрды, әрбір сұраққа жауаптар Ликерт шкаласы бойынша берілді. Жауап нұсқалары: 1 – «толықтай келісемін», 2 – «жартылай келісемін», 3 – «бейтарап», 4 – «келіспеймін», 5 – «мүлдем келіспеймін» [12].

3-кестеде келтірілген нәтижелер үшбұрыштарды оқыту барысында GeoGebra қосымшасын қолдану оқушылардың тақырыпты қабылдау деңгейінің жоғары болуына ықпал еткенін көрсетеді.

3 кесте. Сауалнама қорытындысы

№	Сұрақтар	Пайыздық көрсеткіш (%)				
		ТК	ЖК	Б	К	МК
1	Маған үшбұрыштарды GeoGebra арқылы оқыған ұнады	60	26,7	13,3	0	0
2	GeoGebra маған үшбұрыштардың мазмұнын түсінуге көмектесті	76,7	20	3,3	0	0
3	GeoGebra көмегімен үшбұрыштарды үйрену өте маңызды	70	26,7	3,3	0	0
4	GeoGebra үшбұрыштарға берілген есептерді оңай түсінуге көмектесті	66,7	26,7	6,7	0	0
5	GeoGebra көмегімен үшбұрыштарға қатысты есептерді шешуде өзіме деген сенімділігім артты	60	33,3	6,7	0	0
6	GeoGebra менің шығармашылығымды арттырды	56,7	40	3,3	0	0
7	GeoGebra көмегімен үшбұрыштарды шешу бөлімін оқыған ұнады	60	36,7	3,3	0	0
Барлық сұрақтар бойынша жиынтық нәтиже		64,3	30	5,7	0	0

Сауалнама қорытындысы 5-суретте диаграмма түрінде келтірілген. Аталған сурет GeoGebra бағдарламасын қолдану сауалнамасының нәтижелерін көрсетеді.



5 сурет – Сауалнама нәтижелері

Сауалнама бойынша оқушылардың көпшілігі GeoGebra қосымшасының тиімділігін оң бағалаған. Оқушылардың жауаптары 64,3%-ы «толықтай келісемін», 30%-ға жуығы «жартылай келісемін» және 5,7%-ы «бейтарап» нұсқасын таңдаған. «Мүлдем келіспеймін» және «келіспеймін» деген жауаптар мүлдем тіркелмеген. Алынған нәтижелерге сүйенсек, оқушылар GeoGebra бағдарламасына деген қызығушылығының жоғары екендігін, сонымен қатар бағдарламаның оқу үдерісіндегі маңыздылығын нақты көрсетеді.

Сауалнама оқу сапасын тікелей өлшеуге арналмаған, сондықтан оның нәтижелері оқу жетістіктерінің көрсеткіші ретінде қарастырылмайды. Сауалнама нәтижелері тек оқушылардың оқу үдерісіне қатысты қабылдауын, яғни сабаққа қызығушылығы, оқушының мотивациясы және өзіне деген сенімділігі секілді жанама көрсеткіштерді бағалауға мүмкіндік береді.

Сауалнама нәтижелері оқушылардың GeoGebra бағдарламасына қатысты оң қабылдауын көрсеткенімен, бұл көрсеткіштерді оқу жетістіктерімен тікелей себеп-салдарлық тәуелділік қарастырылмайды. Себебі тест нәтижелері тек оқу жетістіктерінің өзгерісін көрсетсе, сауалнама оқушылардың субъективті қабылдау деңгейін анықтайды.

Бұл зерттеуде «оқу сапасының артуы» ұғымына мыналар кірді: оқушылардың оқу материалын саналы түрде түсінуі, үшбұрыштардың жазықтықта орналасу қабілетінің қалыптасуы, кескіндеуді қолдану дағдыларының дамуы, сонымен қатар оқу іс-әрекетіне деген ынтаның күшеюі. Бұл көрсеткіштер білім беру саласындағы зерттеулерде оқу сапасының негізін құрайтын бөліктері ретінде қарастырылады.

GeoGebra бағдарламасы сауалнама деректері бойынша оқушылардың:

- геометриялық ұғымдарды игеруіне;
- геометриялық фигураларды жазықтықта кескіндеуге;
- оқу үдерісіне белсенді қатысуына;
- өзіне деген сенімділіктің күшеюіне себеп болғандығын анықтады.

Зерттеу барысында алынған тест нәтижелері де осы тұжырымдарды растайды. Зерттеуге дейінгі өткізілген тестілеуде (pre-test) эксперименттік және бақылау тобының оқу үлгерімдері арасында айтарлықтай айырмашылық болған жоқ. Дегенмен зерттеуден кейінгі тестілеу (post-

test) нәтижелері бойынша эксперименттік топтың оқу үлгерімі бақылау тобымен салыстырғанда елеулі түрде жоғары болды. Cohen критерийі бойынша есептелген әсер мөлшері ($d = 0,819$) эксперименттік топ пен бақылау тобы арасындағы айырмашылықтың жоғары деңгейде екенін көрсетеді.

Зерттеу қорытындылары оқыту үдерісінде GeoGebra бағдарламасын пайдалану геометриялық ұғымдарды түсіндіруді жеңілдетіп қана қоймай, оқушылардың танымдық қызығушылығын арттыратынын, геометриялық фигураларды кескіндеу дағдыларын дамытатынын және жалпы білім сапасын жақсартта түсетінін көрсетті.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде көрсеткендей, цифрлық білім беру ресурстарын қолдану, атап айтқанда GeoGebra бағдарламасын қолдану арқылы білім алушыларға сабақ барысын белсенді және қызықты өткізуге, қиын геометриялық терминдерді оңай түсіндіруге болатындығын көрсетіп отыр. Қорытындылай келе, 9 сыныптың геометрияны оқып-үйренуде цифрлық технологияларды қолдану білім алушылардың сабақ барысында қызығушылықпен қатысуына, материалды жақсы түсінуіне және есте сақтауына оң әсер еткендігі анықталды. Зерттеу нәтижелері GeoGebra қосымшасын қолдану оқушылардың математикалық ұғымдарды терең түсінуіне, үлгерімінің жақсаруына, материалды көрнекі түрде қабылдауына, өзіне деген сенімінің нығаюына және шығармашылық қабілеттерінің дамуына септігін тигізді.

Зерттеу барысында жиналған мәліметтер оқыту үдерісінде GeoGebra бағдарламасын қолданып оқыту дәстүрлі оқыту әдістерімен салыстырғанда нәтижелірек екенін көрсетті. Эксперименттік топтың үлгерім көрсеткішінің айтарлықтай өсуі (Cohen's $d = 0,819$) GeoGebra қосымшасының оқыту үдерісінде тиімді қолданылуы мүмкін екенін көрсетеді. Сондай-ақ сауалнаманың нәтижелері оқушылардың математика пәніне деген қызығушылығының артқанын және GeoGebra қосымшасының оқу барысын жеңілдететінін растады.

Бұл зерттеудің бірнеше шектеулері болды. Біріншіден зерттеу тек бір білім беру ұйымында және салыстырмалы түрде шағын іріктеме негізінде ($N=59$) жүргізілді, ал бұл өз кезегінде алынған нәтижені кең ауқымда жалпылауын шектейді. Екіншіден зерттеу барысы қысқа уақыт мерзімінде іске асырылды, сол себепті GeoGebra қосымшасын қолдану ұзақ мерзімді әсері қарастырылған жоқ. Үшіншіден қолданылған өлшеу құралдарына қатысты шектеулер болды. Ол pre-test пен post-test тапсырмалары оқу бағдарламасына сәйкес әзірленгенімен, олардың толыққанды стандартталған тест түрінде валидтеу мүмкіндігі шектеулі сипатта болды. Сонымен бірге, сауалнама тек оқушылардың субъективті қабылдауын бағалауға бағытталып, оқу жетістіктерін тікелей өлшемейді. Осы шектеулер ескеріліп, болашақ зерттеулерде іріктеме санын көбейту, зерттеу мерзімін ұлғайту және өлшеу құралдарын біріңғай жүйеге келтіру ұсынылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Родионов М.А., Акимова П.В., Баландин П.А. Содержательно-методические особенности использования ИТ-технологий при изучении геометрии в профильной школе // Школьные технологии. – 2019. – №1. – С. 87–97.
- 2 Блинов В.И., Сергеев И.С., Есенина Е.Ю. Основные идеи дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения. – М.: Перо, 2019. – 24 с.
- 3 Әбілқасымова А.Е. Цифрлық білім беруді білім алушылардың интеллекті мен ұлттық бірегейлігі негізінде жаңғырту туралы // Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабарлары. Қоғамдық және гуманитарлық ғылымдар сериясы. – 2020. – Т. 332. – №4. – Б. 265–276.
- 4 Ariawan I.P.W., Ardana I.M. Initial design development of performance assessment methods in planimetry lectures // Proceedings of the First International Conference on Science, Technology, Engineering and Industrial Revolution (ICSTEIR 2020). – Atlantis Press, 2021. – P. 366–371.

- 5 Nos R.L., Sano M., Lago R.C. Using GeoGebra in generalization processes of geometrical challenging problems // Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo. – 2021. – Vol. 10. – No. 1. – P. 49–64.
- 6 Кубицкая М.С., Солощенко М.Ю. Использование программы GeoGebra в изучении планиметрии // StudNet. – 2022. – №7.
- 7 Жайдақбаева Л.К. Негізгі мектепте планиметрия курсын ақпараттық технология негізінде жетілдіру әдістемесі: дис. ... канд. пед. наук. – Алматы, 2009. – 156 б.
- 8 Утеулиев Н.С. Болашақ математика мұғалімдерін мектеп геометрия курсын оқытуда цифрлық білім беру ресурстарын қолдануға әдістемелік даярлау: PhD диссертация. – Шымкент, 2024. – 178 б.
- 9 Образовательная программа автономной организации образования «Назарбаев Интеллектуальные школы» NIS-Programme: утв. решением Правления АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы» от 16 янв. 2026 г., протокол №2. – Астана, 2026.
- 10 Агеева Г.К., Аубакиров Т.У., Есингельдинов Б.Т. и др. Математика. 2-бөлім. 9-сыныпқа арналған оқулық. – Нұр-Сұлтан: Назарбаев Зияткерлік мектептері, 2020. – 272 б.
- 11 Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. – 2nd ed. – Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. – 567 p.
- 12 Wuensch K.L. What is a Likert Scale? and How Do You Pronounce "Likert?" // East Carolina University. – 2005.

References

- 1 Rodionov M.A., Akimova P.V., Balandin P.A. Soderzhatel'no-metodicheskie osobennosti ispol'zovaniya IT-tehnologii pri izuchenii geometrii v profil'noi shkole [Content and methodological features of using IT technologies in teaching geometry in specialized schools] // Shkol'nye tekhnologii. - 2019. - №1. - S. 87–97. (In Russian)
- 2 Blinov V.I., Sergeev I.S., Esenina E.Yu. Osnovnye idei didakticheskoi kontseptsii tsifrovogo professional'nogo obrazovaniya i obucheniya [Main ideas of the didactic concept of digital vocational education and training] . – M.: Pero, 2019. – 24 s. (In Russian)
- 3 Abylkasymova A.E. Tsifryk bilim berudi bilim alushylardyn intellekti men ulttyk biregeiligi negizinde zhagyrtu turaly [On the Modernization of Digital Education Based on the Intelligence and National Identity of Students] // Kazakhstan Respublikasy Ulttyk gylым akademiasynyn Habarlary. Kogamdyk zhane gumanitarlyk gylымdar seriasy. – 2020. – Tom 332. – № 4. – B. 265-276. (In Kazakh)
- 4 Ariawan, P.W., Ardana, I.M. Initial Design Development of Performance Assessment Methods in Planimetry Lectures: Proceedings of the First International Conference on Science, Technology, Engineering and Industrial Revolution (ICSTEIR 2020) 366-371
- 5 Nos, R.L., Sano, M., Lago, R.C. Using GeoGebra in generalization processes of geometrical challenging problems: Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo, v. 10, n. 1, 49-64, 2021 - ISSN 2237-9657
- 6 Kubitskaya M. S., Soloshchenko M. Yu. Ispol'zovanie programmy GeoGebra v izuchenii planimetrii [Use of the GeoGebra software in studying planimetry]. Nauchno-obrazovatel'nyy zhurnal dlya studentov i prepodavateley "StudNet" №7/2022. (In Russian)
- 7 Zhaidaqbaeva L.K. Negizgi mektepte planimetriya kursyn akparattyk tekhnologiya negizinde zhetildiru adistemesi [Methods of improving the planimetry course in primary school based on information technology]: ped. gyl. kand. ... dis.: 13.00.02. – Almaty, 2009. – 156 b. (In Kazakh)
- 8 Uteuliyev N.S. Bolashak matematika mugalimderin mektep geometriya kursyn okytyda tsifryk bilim beru resurstaryn koldanuga adistemelik dayarlau. [Methodological preparation of future mathematics teachers for the use of digital educational resources in teaching the school geometry course]: 8D01510-Matematika // Filosofiya doktory (PhD) darezhesin alu ushyn dayyndalghan dissertatsiya. – Shymkent, 2024. – 178 b. (In Kazakh)

- 9 Autonomous Organization of Education «Nazarbayev Intellectual Schools». (2026). Obrazovatel'naja programma avtonomnoj organizacii obrazovanija «Nazarbayev Intellektual'nye školy» NIS-Programme [Unpublished manuscript]. (In Russian)
- 10 Ageeva G.K., Aubakirov T.U., Yesingeldinov B.T. zhane t.b. Matematika. 2-bolim. 9-synypka arnalgan okylyk [Mathematics. Part 2. Textbook for 9th grade]. – Nur-Sultan: «Nazarbaev Ziyatkerlik mektepteri» DBBU, 2020. – 272 b. (In Kazakh)
- 11 Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. – 2nd ed. – Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. – 567 p.
- 12 Wuensch K.L. What is a Likert Scale? and How Do You Pronounce "Likert?" // East Carolina University. – 2005.

Жайдакбаева Ляззат¹, Шеримова Раушан^{1}, Попова Юлия²*

¹Южно-Казахстанский исследовательский университет имени Мухтара Ауэзова, Шымкент, Казахстан

²Назарбаев Интеллектуальная школа естественно-математического направления района Каратау, Шымкент, Казахстан

*e-mail: raushan.sherimova@gmail.com

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ GEOGEBRA В ОБУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИИ

Аннотация. Процесс цифровизации в современном образовательном пространстве требует обновления педагогических технологий и дидактических средств. В статье экспериментально исследуется эффективность использования цифровых технологий в решении задач планиметрии. Актуальность исследования обусловлена необходимостью полного использования потенциала этих технологий в процессе обучения геометрии, поскольку традиционных средств недостаточно, а использование цифровых инструментов зачастую ограничивается лишь функцией наглядности. Цель исследования заключается в изучении возможностей интерактивной геометрической среды GeoGebra в процессе решения задач планиметрии и экспериментальном определении её влияния на качество знаний учащихся. В ходе исследования были разработаны интерактивные рабочие листы на базе программы GeoGebra. Методология исследования включает теоретический анализ и наблюдение, построение динамических моделей и педагогический эксперимент. Полученные результаты показали эффективность использования приложения GeoGebra при расчете площади плоских фигур в разделе планиметрии на уроках математики. Проведенный педагогический эксперимент (среди учащихся 9-х классов НИШ города Шымкент) показал эффективность использования GeoGebra по сравнению с традиционными методами обучения в повышении качества знаний. Кроме того, результаты анкетирования показали, что подавляющее большинство учащихся положительно восприняли работу с приложением GeoGebra. То есть цифровые технологии, в частности GeoGebra, не только повышают наглядность при решении задач по планиметрии, но и позволяют развивать логическое и пространственное мышление учащихся, их познавательную культуру, а также повышать мотивацию к обучению.

Ключевые слова: геометрия, планиметрия, интерактивная геометрическая среда, цифровая технология, методика обучения, GeoGebra

Zhaidakhbayeva Lyazzat¹, Sherimova Raushan^{1}, Popova Yuliya²*

¹M. Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

²Nazarbayev Intellectual school of Science and Mathematics in Karatau district, Shymkent, Kazakhstan

*e-mail: raushan.sherimova@gmail.com

THE EFFECTIVENESS OF USING GEOGEBRA SOFTWARE IN TEACHING GEOMETRY

Abstract. The process of digitalization in the modern educational space requires updating pedagogical technologies and didactic tools. The article experimentally investigates the effectiveness of using digital technologies in solving planimetry problems. The relevance of the study is determined by the need for the full utilization of the potential of these technologies in teaching geometry, as traditional tools are insufficient, and the use of digital instruments is often limited only to the function of visualization. The aim of the research is to study the capabilities of the GeoGebra interactive geometric environment in the process of solving planimetry problems and to experimentally determine its impact on the quality of students' knowledge. Interactive worksheets based on the GeoGebra program were developed during the research. The research methodology includes theoretical analysis and observation, construction of dynamic models, and a pedagogical experiment. The results obtained demonstrated the effectiveness of using the GeoGebra application for calculating the area of plane figures in the planimetry section during mathematics lessons. The conducted pedagogical experiment (among 9th-grade students of the Nazarbayev Intellectual School in Shymkent) demonstrated the effectiveness of using GeoGebra compared to traditional teaching methods in improving the quality of knowledge. Furthermore, the survey results showed that the vast majority of students had a positive perception of working with the GeoGebra application. This means that digital technologies, particularly GeoGebra, not only enhance visualization when solving planimetry problems but also help develop students' logical and spatial thinking, their cognitive culture, and increase their motivation to learn.

Keywords: geometry, planimetry, interactive geometric environment, digital technology, teaching methodology, GeoGebra

Келін түсті 20 Ақпан 2026

Авторлар туралы мәлімет

Жайдакбаева Ляззат Куандыковна – компьютерлік ғылымдар кафедрасының меңгерушісі, педагогика ғылымдарының кандидаты, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: luizca18@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0097-5214>

Шеримова Раушан Бахтияровна- PhD докторанты, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: sherimova.raushan@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4426-3330>

Попова Юлия Игоревна - Назарбаев Зияткерлік мектебінің жаратылыстану-математикалық бағыты, Қаратау ауданы, Шымкент, Қазақстан, e-mail: yuliyapopovanis@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2249-5003>

Информация об авторах

Жайдакбаева Ляззат Куандыковна – заведующая кафедрой компьютерных наук, кандидат педагогических наук, Южно-Казахстанский исследовательский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахста, e-mail: luizca18@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0097-5214>

Шеримова Раушан Бахтияровна- PhD докторант, Южно-Казахстанский исследовательский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: sherimova.raushan@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4426-3330>

Попова Юлия Игоревна- Назарбаев Интеллектуальная школа естественно-математического направления района Каратау, Шымкент, Казахстан, e-mail: yuliyapopovanis@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2249-5003>

Information about the authors

Zhaidakbayeva Lyazzat- Head of the Department of computer science, Candidate of Pedagogical Sciences, M. Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: luizca18@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0097-5214>

Sherimova Raushan - PhD student, M. Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: sherimova.raushan@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4426-3330>

Popova Yuliya - Nazarbayev Intellectual school of Science and Mathematics in Karatau district, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: yuliyapopovanis@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2249-5003>