

ӘОЖ 372.851; МҒТАР 14.25.09

<https://doi.org/10.47526/2023-4/2664-0686.27>**Ж.Д. АЛИБЕКОВА**¹, **Н.К. АШИРБАЕВ**², **Г. МЕЙРБЕКОВА**³¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің PhD докторанты
(Қазақстан, Шымкент қ.), e-mail: zhasko_@mail.ru²физика-математика ғылымдарының докторы, профессор
М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті
(Қазақстан, Шымкент қ.), e-mail: ank_56@mail.ru³PhD, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің доценті м.а.
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: gulmira.meirbekova@ayu.edu.kz

ОРТА МЕКТЕПТЕ ОҚУШЫЛАРДЫ ҚОЛДАНБАЛЫ ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУҒА ОҚЫТУДАҒЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСІ

Аңдатпа. Мақалада оқушыларға қолданбалы есептерді шығаруды үйрету барысында математикалық модельдеу әдісін қолданудың өзектілігі сипатталып, математикалық модельдеу ұғымын түсіндіру мен бұл әдісті практикалық мазмұнды есептерді шығаруда пайдаланудың әртүрлі жолдары қарастырылды. Зерттеу жұмысы барысында психологиялық-педагогикалық, әдістемелік әдебиеттерге талдау, сонымен қатар ақпараттық технология және оны сабақта қолдану саласындағы отандық және шетелдік зерттеулерге шолу жасалды. Математикалық модельдеуді мектеп математика курсына оқытудың қажеттілігі теориялық тұрғыда негізделді. Күнделікті өмірде қажетті білімді шоғырландыратын математиканың бай ресурсы – практикалық мәселелерді шешуге, қоғамда және жалпы қоршаған кеңістікте бағдарлану және қарым-қатынас жасау үшін жеке тұлғаның интеллектуалды және оның кәсіби дамуында да атқаратын маңызды рөлі көрсетілді. Сондай-ақ мақалада оқушыларды математикалық модельдеу көмегімен нақты жағдайларды зерттеуге дайындаудың мақсаттылығы көрсетілген.

Авторлар компьютерлік математикалық жүйелерді қолдану негізделген деп санайды, өйткені бұл орта мектепте білім алушылардың іс-әрекетін жандандыруға, білім сапасын арттыруға, мұғалімнің кәсіби деңгейін арттыруға, білім беру үдерісіне қатысушылардың қарым-қатынас формаларын әртараптандыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар авторлар компьютерлік математикалық жүйелерді сабақта пайдалану, ақпаратты визуализациялау оқушылардың ақпаратты қабылдауы үшін үлкен артықшылық болып табылады деп есептейді.

Кілт сөздер: модель, математикалық модельдеу әдісі, ақпаратты визуализациялау, дифференциалдық есептеу, практикалық мазмұнды есеп.

*Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:

Алибекова Ж.Д., Аширбаев Н.К., Мейрбекова Г. Орта мектепте оқушыларды қолданбалы есептерді шығаруға оқытудағы математикалық модельдеу әдісі // *Ясауи университетінің хабаршысы*. – 2023. – №4 (130). – Б. 329–343. <https://doi.org/10.47526/2023-4/2664-0686.27>

*Cite us correctly:

Alibekova J.D., Ashirbaev N.K., Meirbekova G. Orta mektepte oqushylardy qoldanbaly esepтерdi shygaruga oqytudagy matematikalыq modeldeu adisi [The Method of Mathematical Modeling in Teaching Solving Applied Problems to Secondary School Students] // *Iasauı universitetinın habarshysy*. – 2023. – №4 (130). – B. 329–343. <https://doi.org/10.47526/2023-4/2664-0686.27>

Zh.D. Alibekova¹, N.K. Ashirbayev², G. Meyirbekova³

¹*PhD Doctoral Student of M. Auezov South-Kazakhstan University
(Kazakhstan, Shymkent), e-mail: zhasko_@mail.ru*

²*Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
M. Auezov South-Kazakhstan University*

(Kazakhstan, Shymkent), e-mail: ank_56@mail.ru

³*PhD, Acting Associate Professor
of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: gulmira.meirbekova@ayu.edu.kz*

The Method of Mathematical Modeling in Teaching Solving Applied Problems to Secondary School Students

Abstract. The article describes the relevance of using the method of mathematical modeling in teaching students to solve applied problems, explains the concept of mathematical modeling and considers various ways to use this method in solving problems with practical content. In the course of the research work, psychological, pedagogical, methodological literature was analyzed, as well as a review of domestic and foreign research in the field of information technology and their use in the classroom. The necessity of teaching mathematical modeling in the school course of mathematics is theoretically substantiated. It is shown that the rich resource of mathematics, concentrating the knowledge necessary in everyday life, plays an important role in the intellectual development of the individual, as well as in his professional development, for solving practical problems, orientation and communication in society and life, in the surrounding space as a whole. The article also shows the expediency of preparing students for the study of real situations using mathematical modeling.

The authors believe that the use of computer mathematical systems is justified, since it allows stimulating the activity of students in a secondary school, improving the quality of education, raising the professional level of a teacher, and diversifying the forms of communication between participants in the educational process. In addition, the authors believe that the use of computer mathematical systems in the classroom, visualization of information is a great advantage for students to receive it.

Keywords: model, the method of mathematical modeling, visualization of information, differential calculus, problem with practical content.

Ж.Д. Алибекова¹, Н.К. Аширбаев², Г. Мейрбекова³

¹*PhD докторант Южно-Казахстанского университета имени М. Ауезова
(Казахстан, г. Шымкент), e-mail: zhasko_@mail.ru*

²*доктор физико-математических наук, профессор
Южно-Казахстанский университет имени М. Ауезова*

(Казахстан, г. Шымкент), e-mail: ank_56@mail.ru

³*PhD, и.о. доцента Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: gulmira.meirbekova@ayu.edu.kz*

Метод математического моделирования в обучении решению прикладных задач учащихся средней школы

Аннотация. В статье описаны актуальность применения метода математического моделирования при обучении учащихся решению прикладных задач, рассмотрены различные способы объяснения понятия математического моделирования и использования этого метода при решении задач практического содержания. В ходе исследовательской работы был проведен анализ психолого-педагогической, методической литературы, а также проведен обзор отечественных и зарубежных исследований в области информационных

технологий и их использования на уроках. Теоретически обоснована необходимость обучения математического моделирования в школьном курсе математики. Показано, что богатый ресурс математики, концентрирующий в себе необходимые в повседневной жизни знания, играет важную роль в интеллектуальном развитии личности, а также в ее профессиональном становлении, для решения практических задач, ориентации и коммуникации в социуме и жизни, в окружающем пространстве в целом. Также в статье показана целесообразность подготовки учащихся к исследованию реальных ситуаций с помощью математического моделирования.

Авторы считают, что использование компьютерных математических систем оправдано, поскольку позволяет стимулировать активность учащихся общеобразовательной школы, повысить качество образования, повысить профессиональный уровень учителя, разнообразить формы общения участников образовательного процесса. Кроме того, авторы считают, что использование на уроках компьютерных математических систем, визуализации информации является большим преимуществом для восприятия информации учащимися.

Ключевые слова: модель, метод математического моделирования, визуализация информации, дифференциальное исчисление, задача с практическим содержанием.

Кіріспе

Математиканы оқыту үдерісінде мұғалім оқушыларда математикалық білімнің әлемдегі жалпы білімдер жүйесінде алатын орны туралы түсініктерін қалыптастырады. Білім беру жүйесі адамдарға қазіргі қоғамдағы өзгерістерге бейімделуге мүмкіндік береді. Білім оқушылар өзгермелі жағдайларға бейімделе алатындай ағымдағы және болашақ қиындықтарды шешетін перспективаларды жасауға көмектеседі [1].

Мұғалім оқушыларға қолжетімді деңгейде қоршаған әлем мен математиканың өзара байланыстарын көрсетуі қажет. Бұл әдістемелік мәселені шешу үшін мұғалім өзі математика шынайылықты тану ғылымы ретінде, оның басқа ғылымдармен және практикалық әрекет салаларымен байланыстары жөнінде, қолданбалы математикалық білімдердің ғылыми саласы жайында түсініктеріне ие болуы керек. Соның ішінде математиканың практикалық есептерді шығаруға байланысты даму жолдары туралы мәселе маңызды болып табылады [2].

Қазіргі қоғамға шынайы өмірге дайын, белсенді өмірлік ұстанымы бар, ұжымда жұмыс істей білетін, нарық пен әлеуметтік тәртіп талаптарына сай тез арада қайта даярлауға мүмкіндігі бар тұлғалар қажет. Білім беру ұйымдары бұл қасиеттер мен дағдыларды оқушылардың танымдық іс-әрекетінің практикалық бағыттылығына бағдарлау арқылы қалыптастыратыны сөзсіз. Өздеріңіз білетіндей, мектеп оқушыларының математикалық дайындығы теориялық білімдерді, қолданбалы, практикалық дағдылар мен біліктіліктерді қамтиды. Математиканы оқытудың қолданбалы бағыты Ю.М. Колягиннің пікірінше математиканы оқытудың мазмұны мен әдістерін оны технологияда, сабақтас ғылымдарда, кәсіптік қызметте және күнделікті өмірде қолдануға бағдарлауды білдіреді [3].

Математиканы оқыту үдерісінде практикалық мазмұнды есептерді шығаруды оқыту мәселелері жөнінде Г.О. Жетпісбаева [4], А. Нұғысова [5], А.К. Бекболғанова [6], Т.Ә. Әлдібаева [7], А. Сейтова [8], т.б. отандық ғалымдар мен И.М. Шапиро [9], В.В. Фирсов [10], Н.А. Терешин [11] және т.б. шет елдік ғалымдар өз зерттеулерінде қарастырған. Ал математикалық модельдеу бойынша бірқатар отандық ғалым-зерттеушілерінің, мәселен Б.Р. Қасқатаева [12], Б.Ш. Исимова [13] және шетелдік Ю.Б. Мельников [14], Н.Ю. Салмина [15] және т.б. зерттеулерінен көруімізге болады.

Н.Я. Виленкин математика мен шынайылық арасындағы қатынастарды келесідей сипаттайды: «Математика бұл шынайы болмысқа тән формалар туралы ілім... Осы ілім ғылымның бір саласындағы есепті шығару кезінде құрастырылған (жасалған) математикалық

әдістерді білімнің мүлдем басқа салаларына тиісті, ол есепке мүлдем ұқсамайтын есептерге қолдануға мүмкіндік береді» [16].

Математикалық әдістің бір ерекшелігі математикалық ұғымдардың абстрактілігінде болып табылады. Математик өз пайымдауында нақты нысандар мен қатынастарға бет бұрмайды, ол абстрактілі ұғымдармен жұмыс жасайды. Заманауи математика әртүрлі абстрактілі ұғымдар мен оларға амалдар орындау ережелері негізінде құрылған жүйе болып табылады. Өзінің жоғары абстрактілігінен математика ешқандай объектінің нақты өзімен де, объектілердің арасындағы қатынастардың нақты мазмұнымен де жұмыс істемейді. Ол үшін объектілердің арасындағы мүмкін болатын түрлі сандық қатынастардың құрылымы маңызды.

Бұрын шешілуі мүмкін емес деп есептелетін мәселелер математиканы қолдану барысында сәтті шығарылуда, осының нәтижесінде ғылыми танымның мүмкіндіктері кеңейеді. Заманауи математика білімнің түрлі салаларын бір ортақ жүйеге біріктірді. Бұл үдеріс мектеп тәжірибесінде шынайылықты математика көмегімен зерттеу және сипаттау идеясын жүзеге асыру түрінде, яғни математикалық теорияның практикалық қолданыстарын оқыту түрінде көрініс тапты. Ол үшін мұғалім қоршаған ортадағы қарапайым математикалық заңдылықтарды айқындап, математикалық деректерді нақты мәселелерді шешуге қолдану мүмкіндігі мен қажеттілігін бағалап, осындай әрекетке оқушыларды дайындай білуі қажет.

Математикалық модельдеу әдісінің бізді қоршаған ортаны тану үдерісіндегі, сондай-ақ практикалық қолданудағы үлкен рөлі бізге бұрыннан-ақ мәлім болған. Кез келген практикалық есептің шығарылуы оны математикалық символдар, формулалар тіліне аудару, яғни формалдау қажеттілігімен байланысты. Абстракциялау үдерісінде объектінің жеке, спецификалық ерекшеліктерін жоққа шығарып, рефлексияның сезімдік түрінен рационалды түріне ауыса отырып, тақырып туралы білімдер байытылды.

Еліміздің экономикалық даму жолдары білімдерді меңгеру тиімділігін арттыру, оқытудың қолданбалы бағытталуын одан әрі күшейту мақсатында, білім беру жүйесін жетілдіруді қажет етіп отыр. Сонымен қатар заманауи математикалық теорияларды, әдістерді, принциптер мен практикалық мазмұнды есептерді шығаруға қолдану біліктіліктерін меңгеру шығармашылық және танымдық қабілеттерді тәрбиелеу мен ғылыми-теориялық ойлауды қалыптастыруға ықпал етеді. Сондықтан алгебра және анализ бастамалары пәнін оқыту үшін математикалық модельдеудің рөлі мен орны туралы мәселелердің өзектілігі күшейе түсуде.

В.В. Фирсов математикалық білім беру оқушылардың практикалық мазмұнды есептерді шығаруда математиканы қолдану үдерісінің үш кезеңіне қатысты математикалық мәдениет элементтерін меңгеруіне алып келуі қажет деп есептейді, бұл кезеңдер: а) шешілуі қажет жағдайдан оның формальды математикалық моделіне, нақты қойылған математикалық есепке көшу кезеңі – формальдау кезеңі; ә) құрылған математикалық есепті берілген типтегі есепті шығару үшін математиканың өзінде дамыған әдістермен шығару – есепті құрылған модельдің ішінде шығару; б) математикалық есептің табылған шешімін талдау [10, 6-б.].

Математикалық модельдеу үдерісінде іске асырылатын математикалық мәдениеттің тағы бір маңызды элементі математиканың бірлігі мен тұтастығы туралы, оның әртүрлі салаларының ішкі өзара байланысының тереңдігі туралы түсініктерді дамыту болып табылады. Бұл түсініктердің елеулі әдіснамалық маңызы бар, себебі осы түсініктердің негізінде математиканың дамуы үшін оның әртүрлі салаларындағы және оның қолданысының жаңа салаларында жақсы зерттелген және тексерілген әдістерін қолдануы негіздеу үшін дұрыс математикалық модельдерді пайдаланудың маңызы зор.

Математиканы оқыту үдерісінде математикалық модельдеу туралы түсініктерді пайдалану математиканы оқыту әдістемесін жетілдіруге, формальды оқытуды болдырмауға, пәнаралық байланыстарды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар математикалық

модельдеу туралы түсініктерді пайдалану бұл түсініктің заманауи ғылым мен өндірісте кеңінен пайдаланылуына байланысты жалпы білім беру және жалпы мәдени мәнге ие болып отыр.

Қоғам дамуының қазіргі кезеңінің айрықша белгісі оның ақпараттануы болып табылады. Қазіргі заман талабына сай келуі үшін мектеп ақпараттық технологияны өз қажетінше пайдалана алатын түлектер дайындауы тиіс. Оқытуда ақпараттық-коммуникациялық технологияны пайдалану білім беру үдерісін белсендіруге, танымдық қызығушылықтың дамуына және сол арқылы білім сапасын арттыруға ықпал етеді, осы арқылы оқушылардың түрлі саладағы максимал нәтижелерге жетулеріне алып келеді. Ақпараттық технологиялар әртүрлі пәндік салаларда түрлі жас деңгейінде жеке тақырыптарды немесе бүтін бір пәнді оқытуда да қолданылады.

Ақпараттық технологиялар математика курсының мазмұнын жақсы меңгеру үшін, математикалық көрнекі құралдарды (графиктер, диаграммалар, кестелер, сұлбалар, т.с.с.) түсіну және пайдалану біліктілігін дамытуға арналады. Сондай-ақ Білім берудің барлық деңгейінің мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарттарында: «Математика және информатика» білім беру саласының мазмұны математика мен информатиканың әлемдегі рөлін айқындау және түсіну қабілетін қалыптастыруды; математиканы ғылымның әмбебап тілі, құбылыстар мен үдерістерді модельдеудің құралы ретінде түсінуді, бағдарламалау технологиясының және ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың теориялық негіздері бойынша базалық білім жүйесін, информатиканы және басқа да пәндерді оқу кезінде ақпараттық және телекоммуникациялық технологияларды пайдалана отырып шынайы объектілер мен процестердің модельдерін қолдану және түрлендіру біліктерін меңгеруді қамтамасыз етеді» - делінген [17]. Математика сабақтарында ақпараттық технологияларды пайдалану оқушылардың әмбебап оқу әрекеттерін қалыптастырудың да ең тиімді тәсілі болып табылады.

Орта мектепте математика пәнін оқытуға компьютерлік технологияларды қолдану мәселесімен көптеген ғалымдар, атап айтқанда Т.Ж. Байдильдинов [18], Е.Ж. Төребек [19], В.А. Далингер [20] және т.б. шет елдік ғалымдар айналысқан. Ал ақпараттық-коммуникациялық технологияларды оқу үдерісінде қолдану бойынша отандық бірқатар ғалым-зерттеушілерінің, мәселен Е.Ы. Бидайбеков [21], Б.Д. Сыдыхов [22], Р.Б. Бекмолдаева [23], Л.К. Жайдақбаева [24] және т.б. зерттеулерінен көруімізге болады.

Оқушыларды пәнге қызықтыру, оқу материалын меңгеру тиімділігін арттыру мақсатында оларды (оқу материалын) түсіндірудің жаңа және өзіндік әдістері мен тәсілдерін қолданған жөн, ал заманауи бағдарламалық қамтамасыздандыру математика сабақтарының сапасын түбегейлі өзгерте алады, сабақтар олардың көмегімен қызықты, танымды әрі серпінді бола түседі. Ғылыми зерттеулерге сүйенетін болсақ, адам жадында ол естіген ақпараттың 25%, көзімен көру арқылы 30%, ал көру және есту арқылы, яғни бейнематериалдарды көру және аудиоматериалды есту нәтижесінде ақпараттың 50% сақталады. Сонымен қатар материалды оқып-үйренуге жұмсалатын уақыт шамамен 30%-ға қысқарады [25].

Алгебра және анализ бастамалары курсы, соның ішінде туынды мен оның практикалық қолданысын оқып-үйрену кезінде көрнекілікке аса назар аударылады. Ақпараттық технологияларды пайдалану осы мәселені шешуге және сабақта оқушылардың қызығушылықтарын арттыруға мүмкіндік береді.

Оқу үдерісін дәстүрлі түрде ұйымдастыру білім, біліктер мен дағдыларды меңгерудің жоғары деңгейін қамтамасыз етуі мүмкін, алайда ол тұлғалық тұрғыда өсуге, оның мүмкіндіктерін ашуға ықпал жасамайды және тәжірибе көрсетіп отырғандай, оқушылардың математиканы оқуға деген қызығушылығының төмендеуіне алып келеді, сәйкесінше олардың танымдық белсенділіктері де төмендейді.

Адам әрекетінің күшті мотивтерінің бірі қызығушылық болып табылады. Есептердің мазмұнында оқушылардың тәжірибесі, олардың табиғат құбылыстарына қызығушылықтары, бақылауға бейімделуі барынша пайдаланылуы тиіс [26]. Мұғалімдер үнемі сабақты жандандыру жолдарын іздестіруде, ол түсіндіру мен кері байланыс формаларын әртараптандыруға тырысады. Оқытудың инновациялық әдістерін қолдану сабақты қызықты, серпінді, танымды етіп құруға мүмкіндік береді. Математиканы және сабақтас пәндерді оқытудың әртүрлі деңгейлерінде «GeoGebra» еркін таратылатын кросс-платформалық математикалық бағдарламасын пайдалану осы мүмкіндікті береді. Оны пайдалану көрнекілікті, анықтамаларды, формулаларды визуалды түрде көрсетуді, геометриялық есептерге арналған жоғары сапалы сызбаларды қамтамасыз етеді, сабақта уақытты тиімдірек пайдалануға мүмкіндік береді [27].

Бұл бағдарлама пайдалануға ыңғайлы бір пакетте геометрияны, алгебраны, кестелерді, графтар мен статистиканы, арифметиканы қамтиды және үлкен мүмкіндіктерге ие. Ең алдымен, ол көрнекі оқу модельдерін дайындауға қызмет етеді. Geogebra бағдарламасының көмегімен декарттық координаттар жүйесінде әртүрлі функциялардың графиктерін құрып, оларды түрлендіріп, параметрлі түрде берілген қисықтарды салуға, экстремумдарды табуға, түбірлерді, интегралдарды есептеуге, т.с.с. болады. Бағдарламаны Маркус Хохенвартер Java тілінде құрастырған және қазіргі кезде бағдарлама көптеген операциялық жүйелерде жұмыс істейді [27, 411-б].

GeoGebra бағдарламасының артықшылықтары оның еркін таралымда болуы, онлайн қолжетімділігі, бағдарламаның мобильді нұсқасының болуы, пайдалану интерфейсінің қарапайымдылығы, интерактивті оқу материалдарын веб-парақшалар түрінде құрастыруға мүмкіндік беретіндігі, материалдар мен тәжірибе алмасуға болатын ғаламдық пайдаланушылар қауымдастығының болуы дей аламыз [28].

Зерттеу әдістері мен материалдары

Зерттеу жұмысы барысында философиялық, психологиялық-педагогикалық және әдістемелік әдебиеттерді, зерттеу саласы бойынша ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді, оқушылардың оқу іс-әрекетін ұйымдастыру бойынша білімдерді меңгеру нәтижелерін талдау, математика пәні мұғалімдерінің алдыңғы қатарлы тәжірибесін зерделеу және талдау, оқушылармен және мұғалімдермен жүргізілген сұқбат, сауалнама нәтижелеріне талдау жасау, зерттелетін проблеманың базалық ұғымдарын айқындау мақсатында ақпараттық-ізвестіру жүйелеріндегі іздеу нәтижелерін талдау, жинақтау; жалпылау, модельдеу, графикалық интерпретация әдістері қолданылды.

Бейіндік сынып оқушыларына практикалық мазмұнды есептерді шығаруды оқытуда «Geogebra» бағдарламасын визуалды көрнекілік құралы ретінде пайдалану мен оның оқушылардың қызығушылығын арттырудағы тиімділігін анықтау мақсатында Шымкент қаласындағы Н. Ондасынов атындағы №38 мектеп-гимназиясы базасында тәжірибелік зерттеу жұмыстары жүргізілді. Педагогикалық тәжірибеге аталған мектепте оныншы сыныпта оқитын 62 оқушы қатысты. Зерттеу жұмысы барысында сапалы сипаттамалық зерттеу дизайны қолданылды. Мәліметтерді жинау сабақты түсіндіру кезінде оқушыларға ұсынылатын ақпаратты визуалдауды қолданудың тиімділігін тексеруді алдын-ала зерттеу, тестілеу үшін бақылау, сауалнама және сұхбат әдісі қолданылды, олардың көмегімен оқушылардың оқудағы өзара әрекеті, мұғалімнің оқушыларды оқытуда пайдаланған екі және үшөлшемді кескіндерді визуалдау арқылы оқу әрекеттері бақыланды.

Талдау мен нәтижелер

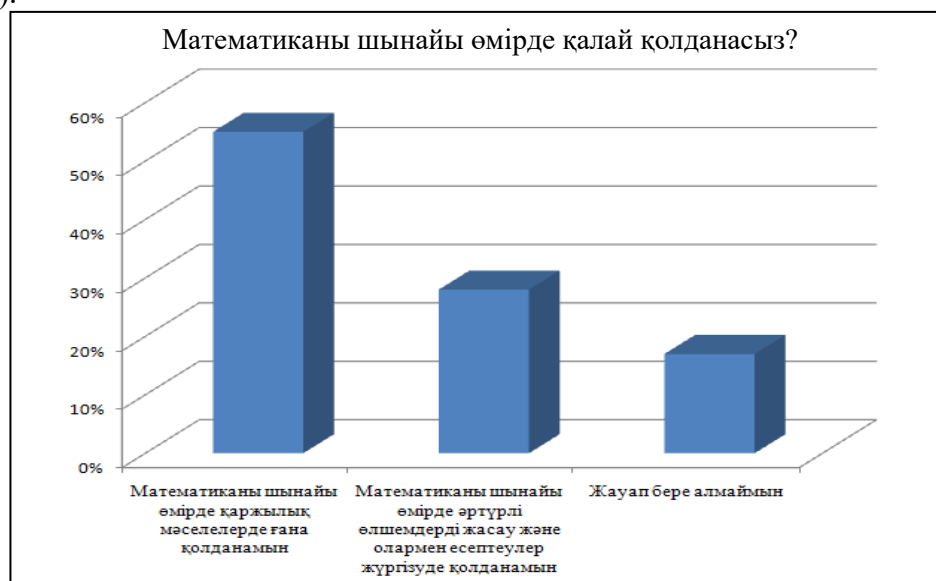
Практикалық мазмұнды есептерді математикалық модельдеу пропедевтикасы үшін жоғары сыныптарда мүмкіндіктер ұлғаяды. Бұл сыныптардағы жүргізілетін жұмыс оқытудың алдыңғы сатыларында жүргізілген дәл осындай жұмыстан ерекшеленуі тиіс: жоғары сынып оқушыларына математикалық модельдеудің үш сатылы сұлбасын айқын

түрде түсіндіріп, әрбір кезеңді жүзеге асыру кезіндегі кейбір ерекшеліктермен таныстырып отыру қажет. Бірінші кезеңнің мәнін ашуға байланысты, математикалық модельді құру кезінде зерттелініп отырған құбылыс немесе өндірістік үдеріске ықпал ететін айтарлықтай маңызды факторларды айқындауға; кез келген математикалық модельдің белгілі бір қателіктерінің бар болуы мен оларды ең қарапайым құралдарымен бағалай білудің маңыздылығына оқушылардың назарын аудару ерекше маңызды болып табылады. Екінші кезеңде бір математикалық модельден екінші математикалық модельге өту, есепті шығарудың жолын талдау, есепті шығарудың ең тиімді әдісін табу біліктілігінің маңызы зор. Үшінші кезеңде математикалық есептің шешімін дұрыс түсіндіру, дербес шешімдердің маңыздылығын айқындау, алынған шешімді тексерудің практикалық тәсілдерін табу, табылған нәтижеге талдау жүргізу біліктіліктерінің мәні үлкен.

Тәжірибелік жұмыстың негізгі мақсаты – оқушылардың мектептегі алгебра және анализ бастамалары курсына шығарылатын практикалық мазмұнды есептердің сапасын, оларды математикалық модельдеу әдісімен шығарудағы қабілеттілік деңгейін анықтау болды.

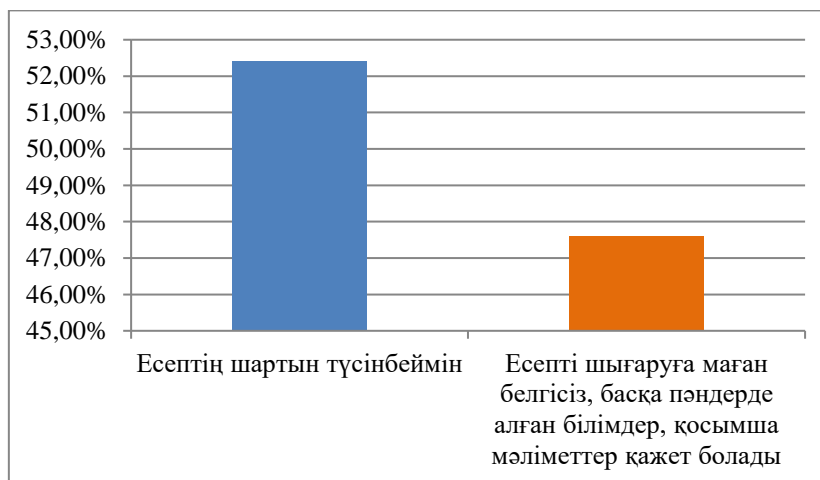
Ғылыми зерттеу жұмысының педагогикалық эксперименті келесі тәртіппен жүргізілді: айқындаушы эксперимент кезінде жүргізілген сауалнама мен әңгімелесуге оқушылардан практикалық мазмұнды есептерге байланысты сауалнама жүргізіліп, тәжірибелі мұғалімдерден сұхбат алынып, талдау жасалды, талдау нәтижелерін 1-суреттен көруімізге болады. Сонан кейінгі кезең – практикалық мазмұнды есептерді математикалық модельдеу әдісімен шығару тәсілдерін, оларға қойылатын талаптарын ескере отырып, практикалық мазмұнды есептерді шығаруда Geogebra бағдарламасын қолданып оқытудың әдістемелік мәселелеріне негізделіп, түзетуші эксперименті жүргізілді. Үшінші кезең – жұмыстың теориялық мәселелері нақтыланып, соның негізінде оқыту эксперименті жүргізілді. Нәтижелері эксперимент барысында тексеріліп, талданды.

Оқушылардың мектептегі алгебра және анализ бастамалары курсына шығарылатын практикалық мазмұнды есептерді шығарудағы қабілеттілік деңгейін анықтау мақсатында сауалнама жүргізілді. Сауалнама нәтижелері келесідей: математиканы шынайы өмірде қалай қолдандыңыз деген сауалға оқушылардың 55%-ы математиканы шынайы өмірде қаржылық мәселелерде ғана қолданғанын, ал 28%-ы тұрмыстық жағдайда әртүрлі өлшемдерді жасау және олармен есептеулер жүргізуде, ал респонденттердің 17%-ы айта алмаймын деп жауап берген (1-сурет).



1-сурет – Практикалық мазмұнды есептермен жұмыс істеу қабілеттіліктерін анықтауға арналған сауалнама нәтижесі

Сонымен қатар сауалнама жүргізу арқылы практикалық мазмұнды есептерді шығару кезінде қандай қиындықтарға тап болдыңыз деген сұраққа оқушылардың 52,4% есептің шартын түсінбеймін деп жауап берсе, 47,6% есепті шығаруға маған белгісіз, басқа пәндерде алған білімдер, қосымша мәліметтер қажет болады деп жауап берген (2-сурет).



2-сурет – Практикалық мазмұнды есептерді шығаруда кездесетін қиындықтары туралы сұрақтың нәтижесі

Эксперимент барысында оқушылардан жеке алынған сұхбаттан олардың жартысынан көбі математиканы шынайы өмірде қолданбайды деп қарайтындығы, олардың математикалық модельдеуге қызығушылығы одан да төмен екендігі анықталды. Оқушылардың көпшілігі қолданбалы есептерді білгенімен, оларды шығаруда математикалық модельдеудің кезеңдерін мүлде білмейтіндігі және практикалық мазмұнды есептерді жиі шығармайтындығы, оларды шығару қабілеттілік деңгейі төмен екендігі анықталды.

Алгебра және анализ бастамалары пәнінде өтілетін туынды ұғымын, оның қолданысын пайдалана отырып қолданбалы есептерді шығаруда Geogebra бағдарламасы көмегімен оқыту үшін қалыптастырушы эксперимент жүргізілді.

Дифференциалдық және интегралдық есептеу элементтерін оқып-үйрену кезіндегі, геометриялық есептерді шығару кезінде практикалық мазмұнды есептерді математикалық модельдеу пропедевтикасы үшін ерекше мүмкіндіктер бар. Бұл кезде мектеп оқулықтарындағы, негізінен пәнаралық сипатқа ие есептерді, дербес жағдайларда есептердің шарттарын өзгерте отырып пайдаланған дұрыс.

Осы аталған әдістемелік ұсыныстарды бірқатар есептерді шығару арқылы жүзеге асыруға мысалдар келтірейік. Сонымен қатар есептердің шешілуінің графикалық бейнесін визуализациялау мақсатында оқушыларға ақпараттық компьютерлік технологияның, атап айтқанда Geogebra бағдарламасының сүйемелдеуімен көрсетіліп отырады. Есептердің барлығы дәл математикалық сипаттауға келе бермейді әрі олардың барлығы үшін қарапайым шешімдер табылмаған. Алайда олардың бір бөлігін, соның ішінде функцияның ең үлкен және ең кіші мәнін табуға келтіруге болатын практикалық мазмұнды есептерді математикалық талдау әдістерінің көмегімен, соның ішінде туындыны пайдалана отырып зерттеуге болады. Есептерді шығару кезінде математикалық модельдеу әдісін пайдаландық.

Оқушыларға туындының физикалық және геометриялық мағыналарына берілген есептерді ұсынамыз, олар кез келген ізденімпаз оқушыны қызықтыра алатыны белгілі. Бұл есептердің шешімдері туындының көмегімен функцияның ең үлкен және ең кіші мәндерін табуға келтіріледі.

Оқушыларға сабақ жүргізу кезінде «Туындының қолданылуы» тарауын Geogebra бағдарламасын қолдана отырып, өту барысында жүргізілген бірнеше тапсырмалар мен олардың Geogebra бағдарламасында орындалу үлгілері ұсынылып отыр.

Есеп 1. Жанартау атқылауы кезінде тау жыныстары жоғары қарай перпендикуляр ұшады, олардың бастапқы жылдамдығы $v_0 = 120$ м/с. Желдің кедергісін ескермейтін болсақ, бұл тастардың ең үлкен биіктігі қандай болады?

Шешуі.

1-кезең. Осы құбылыстың математикалық моделі ретінде физика курсынан белгілі формулаларды алатын боламыз. Зат перпендикуляр жоғары ұшты. Тастың ұшу биіктігі h , ол уақыттан тәуелді функция ретінде: $h(t) = v_0 \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$ болады (h – метрмен, t – секундпен өлшенді).

2-кезең. $h(t)$ функциясының экстремумын табу үшін оның туындысын табамыз: $h'(t) = v(t) = v_0 - gt$ болады. Тас өзінің ең биік нүктесіне жеткенде оның жылдамдығы 0 тең болады: $v(t) = 0$. Физика курсынан оқушыларға $g = 9,8$ м/с² екені белгілі. Демек, $v_0 - gt = 0$ немесе $120 - 9,8t = 0$ осыдан t мәнін табатын болсақ, $t \approx 13$ с. Яғни ең биік нүктеге жету уақыты 13 секунд. Олай болса биіктік: $h(13) = 120 \cdot 13 - \frac{1}{2}9,8 \cdot 13^2 = 745$

3-кезең. Функцияның ең үлкен мәнін табу арқылы біз тау жыныстарындағы тастардың жанартаудан бастап есептегенде 745 м биіктікке жететінін анықтадық.



3-сурет – Geogebra интерактивті бағдарламасында орындалған график

Бұл есепті шығару барысында математикалық модельдеу әдісі қолданылып, шешімі оқушыларға көрнекі түрде көрсетілді. Ол үшін Geogebra бағдарламасының құралдары, атап айтқанда оның график салудағы мүмкіншіліктері пайдаланылды. Осы тұста оқушыларға есептің математикалық моделі квадраттық функция екені ескеріліп, оның графигі парабола болатыны көрсетілді. Мұнда тау жыныстарының ең жоғары биіктікке жетуі олардың лақтырылған бастапқы жылдамдықтарына байланысты болатыны визуалды түрде көрсетілді, мәселен бастапқы жылдамдық $v_0=90$ м/с болғанда, максимал биіктік $h=413$ м, ал $v_0=120$ м/с болғанда, максимал биіктік $h=745$ м, $v_0=150$ м/с болғанда, максимал биіктік $h=1148$ м

болатынын графикпен де көрсетсек, оқушының түсінуі жеңілдейді. Оқушыларға бастапқы жылдамдық қаншалықты үлкен болған сайын, биіктік те соншалықты ұлғаятындығын, алайда биіктік неғұрлым жоғарылаған сайын оған жұмсалатын уақыттың да ұлғаятындығын көрсетуге болады.

Есеп 2. Дөңгелек бөренеден тіктөртбұрышты балканы қалдықтары барынша аз қалатындай етіп кесіп алу қажет.

Шешуі. 1-кезең. Бөрененің радиусын R деп алайық. Қалдықтың мөлшері бөрененің тіктөртбұрышқа кірмей қалған қимасының ауданымен анықталады. Сондықтан есепті келесі түрде түрлендіріп алуымызға болады: радиусы R дөңгелекке ауданы ең үлкен болатын тіктөртбұрышты іштей сызу қажет. Егер x және y – тіктөртбұрыштың қабырғалары болса, S – тіктөртбұрыштың ауданы болса, $S=xy$. Егер тіктөртбұрыш шеңберге іштей сызылса, онда $x^2 + y^2 = 4R^2$. Демек, $S(x) = x\sqrt{4R^2 - x^2}$, $x > 0$. $S'(x)$ туындысын табамыз:

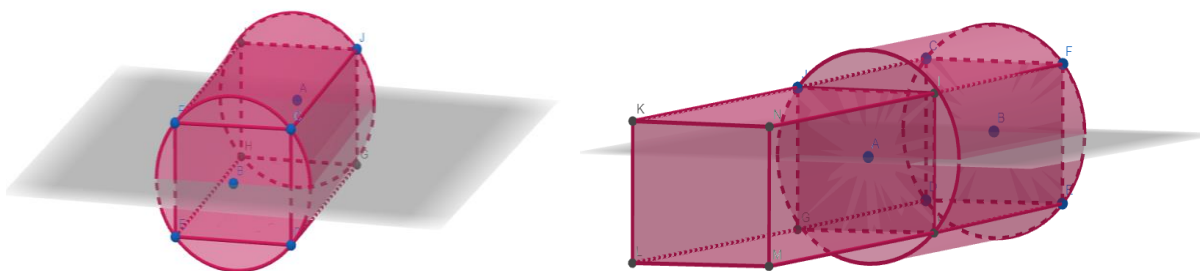
$$S'(x) = \frac{4R^2 - 2x^2}{\sqrt{4R^2 - x^2}}.$$

Табылған туынды $x = \sqrt{2}R$ нүктесінде нольге айналады, әрі қарай функцияны осы нүктеде экстремумға зерттейміз, ол үшін екінші ретті туындыны тауып, оның осы кризистік нүктедегі таңбасын анықтаймыз:

$$S''(x) = \frac{-12R^2x + 2x^3}{\sqrt{(4R^2 - x^2)^3}},$$

$S''(\sqrt{2}R) < 0$. Демек кризистік нүкте функцияның максимум нүктесі болады.

3-кезең. Егер $x = \sqrt{2}R$ болса, онда $y = \sqrt{2}R$ деген сөз, ал бұл дөңгелек бөрененің ішінен ойып алынатын тіктөртбұрыш қимасы шаршы болады деген сөз. Яғни егер дөңгелек бөренеден қимасы шаршы болатын балканы қиып алатын болсақ, шығын ең аз көлемде жұмсалады (4-сурет).



4-сурет – Geogebra интерактивті бағдарламасындағы кескін

Оқушылар бұл тапсырманы орындау барысында сызбалардың 3D нұсқасын Geogebra бағдарламасын қолдану арқылы цилиндр тәріздес бөренеден төртбұрышты призманы қиып алуды визуалды түрде көріп танысады.

Бұл тапсырмада Geogebra бағдарламасын қолдану арқылы есептің шығарылуы үшін оны визуалды түрде көріп, сол арқылы салынған кеңістік фигураларын әртүрлі қырынан бұрып қарап-көру негізінде талдау жасалып, осы арқылы оқушыларға жай тақтаға немесе дәптерде сызғанда көріне қоймайтын тұстары көрсетіледі және фигуралардың кескініне қойылатын талаптар бойынша түсіндірме жұмыстары жүргізіледі. Атап айтқанда, қай қырынан қарағанда кескін көрнекі болып көрінетіндігі талданады.

Эксперимент соңында, яғни туынды тақырыбы аяқталғаннан кейін оқушылардан қайта сауалнама алынды. Сауалнама барысында оқушылардың сабақта Geogebra бағдарламасын қолданып оқыту тиімді ме деген сұраққа аса қызығушылық танытып, оң көзқарас білдірді. Сауалнама оқушылардан сабақта Geogebra бағдарламасын қолданып оқыту қажет пе, аталған бағдарламаның көмегімен сабақ өту қызықты және пайдалы болады ма деген сұрақтарды қамтыды. Олардың ойынша, Geogebra бағдарламасын қолдану оларға – функцияның графигін, геометриялық фигураларды тақтаға, дәптерге кескіндеу кезінде жіберілетін кателердің себептерін түсінуіне мүмкіндік береді.



5-сурет – Оқушылардың Geogebra бағдарламасын қолданып сабақты оқыту туралы пікірлері

Сабақты Geogebra динамикалық бағдарламасы көмегімен оқыту қаншалықты қажет, қызық және пайдалы екендігіне сауалнамаға қатысушылардан алынған жауаптарға талдау жүргіздік, ол келесідей нәтижелерді көрсетті: Оқушылардың 17-і (27,41%) қажетті деген жауапты таңдаса, оқушылардың ең көп бөлігі, яғни 24-і (38,71%) сабақты Geogebra интерактивті бағдарламасымен оқыту қызықты деп жауап берді, ал олардың 21-і (33,87%) сабақты оқытуға қажет деген жауапты таңдады және барлық оқушы Geogebra интерактивті бағдарламасымен оқып-үйренуге қарсы емеспін деген жауапты таңдады (5-сурет).

Қорытынды

Мектеп математика курсының оқытудың ерте кезеңдерінен-ақ модель және модельдеу, математикалық модельдеудің ең қарапайым біліктіліктерін қалыптастыруды енгізу тұлғаның толық дамуында маңызды рөл атқарады. Математикалық модель ұғымы мен оған байланысты кейбір жалпы ережелер оқытудың бүкіл мерзімінде белгілі дәрежеде жалғасын табуы қажет.

Осылайша, туындыны қолдануға алып келетін геометриялық және физикалық мазмұнды есептерді шығару негізінде математикалық модельдеуді оқыту осы әдісті құрайтын ең маңызды элементтерді меңгеріп қана қоймай, сонымен қатар оқушылардың білімдерінің тереңдетілуіне және бекітілуіне ықпал етеді, ал бұл өз кезегінде формальды емес, мағыналы, терең және берік білімдерге алып келеді.

Математика сабақтарында ақпаратты визуализациялау оқыту үдерісінің ажырамас бөлігі. Сабақ барысында визуализация көмегімен педагог қажетті құралдардың көмегімен мұғалім әдетте көрсете алмайтын тұстарын демонстрациялай алады. Оқушылар үшін визуалды ақпаратты қабылдау үлкен артықшылық болып табылады.

Жүргізілген зерттеу барысында заманауи ақпараттық технология құралдары көрнекі ақпараттың сапасын анағұрлым арттырып, соның нәтижесінде ақпарат жарқын, түрлі-түсті

әрі динамикалық бола түседі де, оқу материалын игеру үдерісі жеңілдейді деген пікірге тоқталдық. Сонымен қатар заманауи ақпараттық технологияларды пайдалану кезінде көрнекі ақпаратты қалыптастырудың тәсілдері де өзгереді, «көрнекі абстракцияны», яғни түрлі құбылыстар мен үдерістердің модельдерін құру мүмкін бола бастайды. Сонымен қатар компьютерлік бағдарламаны пайдалану оқушылардың танымдық және есептеу дағдыларына оң әсерін тигізеді де, мектеп математика курсына әдеттегіден тыс оқып-үйрену барысында оқушылардың оқыту үдерісіне қызығушылығы артады және оқу үдерісіне ден қояды. Білім беру үдерісі тиімді жүреді әрі оқушы, мұғалім үшін де қызықты бола түседі. Алайда бұл ақпараттық компьютерлік технологиялар мұғалімді алмастыра алады дегенді білдірмейді, ақпаратты визуалдау оқушылардың жады мен түйсігін дамытуға ықпал етеді және оны пайдалану математика мұғалімдері үшін заман талабы деп айтуға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Das K. Role of ICT for Better Mathematics Teaching // Shanlax International Journal of Education. – 2019. – Т. 7. – №4. – Р. 19–28.
2. Приютко О.Н., Берник В.И. Практико-ориентированные задачи в контексте изменения программ школьного курса математики. [Электронный ресурс]. URL: <http://Matem/praktiko-orientzadachi/izmen/progr/matematika> (қаралған күні 05.03.2023)
3. Егупова М.В. Практико-ориентированное обучение математике в школе как предмет методической подготовки учителя: Монография. – М.: МПГУ, 2014. – 284 с.
4. Жетпісбаева Г.О. Бастауыш мектеп математика курсына практикалық мазмұнды есептер шығару: пед. ғыл. канд. ... дисс. – Шымкент, 2007. – 137 б.
5. Нұғысова А. Практикалық мазмұнды есептер. – Алматы: РБК, 1996. – 66 б.
6. Бекболганова А.К., Туралық М.Б. Модельдеуді пайдалану – оқытудың қолданбалығын күшейтудің негізгі бір шарты // Абай атындағы ҚазҰПУ хабаршысы, “Физика-математика ғылымдары” сериясы. – 2018. – №1 (61). – Б. 33–37.
7. Әлдібаева Т.Ә. 5–6 сынып математика курсына мазмұнды есептер жүйесінің әдістемелік ерекшеліктері: пед. ғыл. канд. ... автореф. – Алматы, 2000. – 24 б.
8. Сейітова С. Математиканы оқытудағы қолданбалы есептердің орны // Математика және физика. – 2005. – №3. – Б. 29–36.
9. Шапиро И.М. Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики: Книга для учителя. – М.: Просвещение, 1990. – 96 с.
10. Фирсов В.В. О прикладной ориентации курса математики // Математика в школе. – 2006 – №6. – С. 2–9.
11. Терешин Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1990. – 95 с.
12. Қасқатаева Б.Р., Кокажаева А.Б., Қазыбек Ж. Математикалық модельдеу оқушылардың математикалық сауаттылығын арттыру құралы ретінде // Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің Хабаршысы. – 2021. – №1(85). – Б. 58–67.
13. Исимова Б.Ш., Авдолхан А., Искакова А.Б. Модельдеу үдерісі және оның кезеңдері // ПМУ хабаршысы, Физика-математикалық сериясы. – 2015. – №4. – Б. 57–61.
14. Мельников Ю.Б. Алгебраический подход к математическому моделированию и обучению математической и «предматематической» деятельности // Ярославский педагогический вестник. Физико-математические и естественные науки. – 2010. – №3. – С. 19–24.
15. Салмина Н.Ю. Моделирование систем: Учебное пособие (Часть 1). – Томск: ТУСУР, 2013. – 118 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.tusur.ru/publications/5198> (қаралған күні 05.03.2023)
16. Виленкин Н.Я. Основные этапы развития математики. В кн.: «Математика»: Хрестоматия по истории, методологии, дидактике / Сост. Г.Д. Глейзер. – М.: Изд-во УРАО, 2001. – 384 с.
17. Білім берудің барлық деңгейінің мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарттарын бекіту туралы. Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2018 жылғы 31 қазандағы №604

- бұйрығы. [Электронный ресурс]. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=35393491 (қаралған күні 05.07.2022)
18. Байдильдинов Т.Ж., Байгожанова Д.С., Байдильдинов Д.Т., Сахипов А.А. Компьютерная поддержка учебной деятельности старшеклассников при изучении алгебры и начал анализа в средней школе // Қазақ білім академиясының баяндамалары. Жалпы педагогика. Педагогика және білім тарихы. Этнопедагогика. – 2020. – №4. – Б. 177–185
 19. Төребек Е.Ж. Мектеп геометриясын білім берудің компьютерлік ресурстарын қолданып оқытудың теориясы мен практикасы: Философия докторы (PhD) ... дисс. – Шымкент, 2019. – 168 б.
 20. Далингер В.А. Избранные вопросы информатизации школьного математического образования: монография / Под ред. М.П. Лапчик. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2010. – 150 с.
 21. Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В., Камалова Г.Б. К подготовке учителей по использованию средств информатизации для профильного обучения математике // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2016. – Т.12. – №4. – С. 190–196. [Электронный ресурс]. URL: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/159> (дата обращения 03.09.2023)
 22. Сыдықов Б.Д. Болашақ мұғалімдерді ақпараттық-компьютерлік және математикалық модельдеу негізінде кәсіби дайындау жүйесі: пед. ғыл. док. ... автореф. – Түркістан, 2008. – 36 б.
 23. Бекмолдаева Р.Б. Жаратылыстану-математикалық бағдарлы мектептерде туынды тақырыбын компьютерлік технологияны қолданып оқыту: пед. ғыл. канд. ... дисс. – Шымкент, 2006. – 128 б.
 24. Жайдақбаева Л.Қ. Негізгі мектепте планиметрия курсы оқытуды ақпараттық технология негізінде жетілдіру әдістемесі: пед. ғыл. канд. ... дисс. – Астана, 2009. – 170 б.
 25. Ткачева Е.В. Geogebra как средство визуализации решения задач по теме «построение сечений» на уроках геометрии в 10 классе // Преподавание математики и информатики в школах и вузах: проблемы содержания, технологии и методики. Сборник научных и научно-практических статей VII Всероссийской научно-практической конференции. – Глазов, 2022. – С. 262–268.
 26. Алибекова Ж.Д., Мейрбекова Г.П., Қошанова Г.Д. Математикалық модельдеу әдісін қолдану арқылы оқушылардың математикалық ойлау қабілетін қалыптастыру // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2022. – №4 (126). – Б. 212–224. <https://doi.org/10.47526/2022-4/2664-0686.18>
 27. Резникова А.А. Использование программы «geogebra» на уроках математики как средство повышения качества образования в условиях реализации ФГОС // Формирование гуманитарной среды в вузе: инновационные образовательные технологии. Компетентностный подход. – 2019. – Т. 1. – С. 409–414.
 28. Бойко Л.В., Лобанова Е.М., Терехова М.Д. Использование программы geogebra на уроках математики // Символ науки. – 2021. – №3. – С. 112–113.

REFERENCES

1. Das K. Role of ICT for Better Mathematics Teaching // Shanlax International Journal of Education. – 2019. – Т. 7. – №4. – P. 19–28.
2. Priutko O.N., Bernik V.I. Praktiko-orientirovannye zadachi v kontekste izmeneniya programm shkolnogo kursa matematiki. [Electronic resource]. URL: <http://Matem/praktiko-orientzadachi/izmen/progr/matematika> (date of access 05.03.2023) [in Russian]
3. Egupova M.V. Praktiko-orientirovannoe obuchenie matematike v shkole kak predmet metodicheskoi podgotovki uchitelia [Practice-oriented teaching of mathematics at school as a subject of methodological teacher training]: Monografia. – M.: MPGU, 2014. – 284 s. [in Russian]
4. Jetpisbaeva G.O. Bastauysh mектеп kursynda praktikalyq mazmundy esepтер shygaru [Solving problems with practical content in the elementary school mathematics course]: ped. gyl. kand. ... diss. – Shymkent, 2007. – 137 b. [in Kazakh]
5. Nugysova A. Praktikalыq mazmundy esepтер [Problems with practical content]. –Almaty: RBK, 1996. – 66 b. [in Kazakh]
6. Bekbolganova A.K., Turalyq M.B. Modeldeudi paidalanu – oqitudyn qoldanbalygyn kusheitudin negizgi bir sharty [The use of modeling is one of the main ways to strengthen the application of

- teaching] // Abay atyndagy QazUPU Habarshysy. “Fizika-matematika gylymdary” seriasy. – 2018. – №1 (61). – B. 33–37. [in Kazakh]
7. Aldibaeva T.A. 5–6-synyp matematika kursyndagy mazmundy esepter juiesinin adistemelik erekshelikteri [Methodological features of the system of meaningful problems in the 5–6 grade mathematics course]: ped. gyl. kand. ... diss. – Shymkent, 2007. – 137 b. [in Kazakh]
 8. Seyitova S. Matematikany oqytudagy qoldanbaly esepterdin orny [The place of applied problems in teaching mathematics] // Matematika jane fizika. – 2005. – №3. – B. 29–36. [in Kazakh]
 9. Shapiro I.M. Ispolzovanie zadach s prakticheskim sodержaniem v prepodavanii matematiki: Kniga dlia uchitelia [Using tasks with practical content in teaching mathematics: A book for the teacher]. – M.: Prosvetshenie, 1990. – 96 s. [in Russian]
 10. Firsov V.V. O prikladnoi orientacii kursa matematiki [About the applied orientation of the mathematics course] // Matematika v shkole. – 2006. – №6. – S. 2–9. [in Russian]
 11. Tereshin N.A. Prikladnaia napravlennost shkolnogo kursa matematiki: Kn. dlia uchitelia [Applied orientation of the school mathematics course: A book for the teacher]. – M.: Prosvetshenie, 1990. – 95 s. [in Russian]
 12. Qasqataeva B.R., Kokajaeva A.B., Qazybek J. Matematikalyq modeldeu oqushylardin matematikalyq sauattylygyn arttyru quraly retinde [Mathematical modeling as a means of improving students’ mathematical literacy] // Qazaq ulttyq qyzdar pedagogikalyq univertetin habarshysy. – 2017. – №1(85). – B. 58–67. [in Kazakh]
 13. Isimova B.Sh., Avdolhan A., Iskakova A.B. Modeldeu uderysy jane onyn kezenderi [Modelling process and its periods] // PMU habarshysy, Fizika-matematikalyq seriasy. – 2015. – №4. – B. 57–61. [in Kazakh]
 14. Melnikov U.B. Algebraicheski podhod k matematicheskomu modelirovaniu i obucheniu matematicheskoi i predmatematicheskoi deiatelnosti [Algebraic approach to mathematical modeling and teaching of mathematical and “pre-mathematical” activities] // Iaroslavski pedagogicheski vestnik. Fiziko-matematicheskije i estestvennyye nauki. – 2010. – №3. – S. 19–24. [in Russian]
 15. Salmina N.I. Modelirovanie system: Uchebnoe posobie (Chast 1) [Modeling Systems: A Tutorial (Part 1)]. – Tomsk: TUSUR, 2013. – 118 c. [Electronic resource]. URL: <https://edu.tusur.ru/publications/5198> [in Russian]
 16. Vilenkin N.Ia. Osnovnye etapy razvitiia matematiki [The main stages in the development of mathematics]. V kn. «Matematika»: Hrestomatia po istorii, metodologii, didaktike / sost. G.D. Gleiser. – M.: Izd-vo URAO, 2001. – 384 s. [in Russian]
 17. Bilim berudin barlyq dengeinin memlekettik jalpyga mindetti bilim beru standarttaryn bekitu turaly. Qazaqstan Respublikasy Bilim jane gylm ministrinin 2018 jylgy 31 qazandagy №604 buirygy [Order of the Minister of Education and Science of the Republic of Kazakhstan dated October 31, 2018 No. 604 “On approval of State mandatory standards of education at all levels of education”]. [Electronic resource]. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=35393491 (date of access 05.07.2022) [in Kazakh]
 18. Baydildinov T.J., Baigojanova D.S., Baydildinov D.T., Sahipov A.A. Kompiuternaia podderjka uchebnoi deiatelnosti starsheklassnikov pri izuchenii algebrы i nachal analiza v srednei shkole [Computer support for the educational activities of high school students in the study of algebra and the beginning of analysis at secondary school] // Kazakh bilim akademiasinin baiandamalary. Jalpy pedagogika. Pedagogika jane bilim tarihy. Etnopedagogika. – 2020. – №4. – B. 177–185. [in Russian]
 19. Torebek E.J. Mektep geometriyasyn bilim berudin kompiuterlik resurstaryn qoldanyp oqytudyn teoriiasy men praktikasy [Theory and practice of teaching school geometry using computer resources]: Filosofia doktory (PhD) ... diss. – Shymkent, 2019. – 168 b. [in Kazakh]
 20. Dalinger V.A. Izbrannye voprosy informatizacii shkolnogo matematicheskogo obrazovania [Selected issues of informatization of school mathematics education]: monografia / pod red. M.P. Lapchik. – Omsk: Izd-vo OmGPU, 2010. – 150 s. [in Russian]
 21. Bidaibekov E.Y., Grinshkun V.V., Kamalova G.B. K podgotovke uchitelei po ispolzovaniiu sredstv informatizacii dlia profilnogo obucheniia matematike [Preparing teachers for the use of informatization tools for professional mathematics training] // Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-

- obrazovanie – 2016. – Т. 12. – №4. – С. 190–196. [Electronic resource]. URL: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/159> (date of access 03.09.2023) [in Russian]
22. Sydykov B.D. Bolashaq mugalimderdi aqparattyq-kompiuterlik jane matematikalyq modeldeu negizinde kasibi dayindau juiesi: ped. gyl. dok. ... avtoref. – Turkistan, 2008. – 36 b. [in Kazakh]
 23. Bekmoldaeva R.B. Jaratylystanu-matematikalyq bagdarly mektepterde tuyndy taqyrybyn kompiuterlik tehnologiany qoldanyp oqytu [Teaching the theme of derivative using computer technology in science-mathematical schools]: ped. gyl. kand. ... diss. – Shymkent, 2006. – 128 b. [in Kazakh]
 24. Jaidaqbaeva L.Q. Negizgi mektepte planimetriya kursyn oqytudy aqparattyq tehnologia negizinde jetildiru adistemesi [Methodology of improving the teaching of the planimetry course in the primary school based on information technology]: ped. gyl. kand. ... diss. – Astana, 2009. – 170 b. [in Kazakh]
 25. Tkacheva E.V. Geogebra kak sredstvo vizualizatsii reshenia zadach po teme «postroyeniye secheni» na urokah geometrii v 10 klasse [Geogebra as a visualization tool for solving problems on the topic “construction of sections” at geometry lessons in grade 10] // Prepodavanie matematiki i informatiki v shkolah i vuzah: problemy sodержaniya, tehnologii i metodiki. Sbornik nauchnyh i nauchno-prakticheskikh stateo VII Vserossiskoi konferencii. – Glazov, 2022. – S. 262–268. [in Russian]
 26. Alibekova J.D., Meirbekova G.P., Qoshanova G.D. Matematikalyq modeldeu adisin qoldanu arqyly oqushylardyn matematikalyq oilau qabiletin qalyptastyru [Formation of Mathematical Thinking in Students Using the Method of Mathematical Modeling] // Iasau universitetinin habarshysy. – 2022. – №4 (126). – B. 212–224. <https://doi.org/10.47526/2022-4/2664-0686.18> [in Kazakh]
 27. Reznikova A.A. Ispolzovanie programmy geogebra na urokah matematiki kak sredstvo povysheniya kachestva obrazovaniya v usloviyah realizatsii FGOS [The use of the “geogebra” program in mathematics lessons as a means of improving the quality of education in the context of the implementation of the Federal State Educational Standard] // Formirovaniye gumanitarnoi sredy v vuze: innovatsionnye obrazovatelnye tehnologii. Kompetentnostnyi podhod. – 2019. – T. 1. – S. 409–414. [in Russian]
 28. Boyko L.V., Lobanova E.M., Terehova M.D. Ispolzovanie programmy geogebra na urokah matematiki [Using the geogebra program in mathematics lessons] // Simvol nauki. – 2021. – №3. – S. 112–113. [in Russian]