

УДК 373.5.016:51:39
 МРНТИ 14.25.09
 DOI 10.70892/cax41424

ЭТНОМАТЕМАТИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІН ЖОҒАРЫ СЫНЫПТАРДА ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ МЕН ОНЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

М. Болатбекұлы

Түркістан облыстық білім басқармасы, Бәйдібек аудандық білім бөлімінің “Гани Мұратбаев атындағы жалпы білім беретін мектеп” КММ, Түркістан обл., Қазақстан Республикасы
<https://orcid.org/0009-0004-1758-541X>

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАМ ЭТНОМАТЕМАТИКИ В СТАРШИХ КЛАССАХ И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

М. Болатбекұлы

КГУ “Общеобразовательная школа имени Гани Муратбаева” управление образования Туркестанской области, отдела образования Байдибекского района Туркестанская область, Республика Казахстан
<https://orcid.org/0009-0004-1758-541X>

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF TEACHING ETHNOMATHEMATICS ELEMENTS IN HIGH SCHOOL AND EVALUATION OF THEIR EFFECTIVENESS

M. Bolatbekuly

KSU “Gani Muratbaev secondary school” Turkestan region education department, Baidibek district education department Turkestan region, Republic of Kazakhstan
<https://orcid.org/0009-0004-1758-541X>

Аңдатпа

Бұл мақалада қазіргі математикалық білім беруді жаңғырту жағдайындағы ең өзекті және инновациялық бағыттардың бірі – оқу процесіне этноматематикалық материалдарды жүйелі түрде енгізу мәселесі кешенді түрде қарастырылады. Зерттеудің басты мақсаты – ұлттық мәдени мұра нысандарын (киіз үйдің құрылымдық архитектурасы, қазақ ою-өрнектерінің геометриялық фракталдығы мен симметриялық топтары, сондай-ақ дәстүрлі интеллектуалды ойындардың алгоритмдік сипаты) математикалық модельдеу негізінде жоғары сынып оқушыларының аналитикалық, кеңістіктік және логикалық ойлау қабілеттерін дамыту әдістемесін жасау және оның тиімділігін педагогикалық эксперимент арқылы дәлелдеу болып табылады. Мақалада қолданбалы стереометрия, топтар теориясы және комбинаторика элементтерін кіріктіре оқытудың жобалық технологиясы сипатталған. Зерттеу барысында математикалық статистиканың Стюдент критерийі қолданылып, ұсынылған әдістеменің оқушылардың сапалық көрсеткіштерін арттырудағы статистикалық маңыздылығы жоғары екені анықталды.

Аннотация

В данной статье комплексно рассматривается одно из наиболее актуальных и инновационных направлений в контексте модернизации современного математического образования – вопрос систематического внедрения этноматематических материалов в учебный процесс. Главная цель исследования заключается в разработке методики развития аналитического, пространственного и логического мышления учащихся старших классов на основе математического моделирования объектов национального культурного наследия (структурная архитектура юрты, геометрическая фрактальность и симметричные группы казахских орнаментов, а также алгоритмический характер традиционных интеллектуальных игр) и доказательстве ее эффективности посредством педагогического эксперимента. В статье описана проектная технология интегрированного обучения элементам прикладной стереометрии, теории групп и комбинаторики. В ходе исследования был применен t-критерий Стюдента, относящийся к методам математической статистики,

который выявил высокую статистическую значимость предложенной методики в повышении качественных показателей учащихся.

Annotation

This article comprehensively examines one of the most relevant and innovative trends in the modernization of modern mathematical education – the systematic introduction of ethnomathematical materials into the educational process. The main purpose of the study is to develop a methodology for developing analytical, spatial, and logical thinking of high school students based on mathematical modeling of national cultural heritage objects (yurt architectonics, geometric fractality and symmetry groups of Kazakh ornaments, algorithmic nature of traditional games) and proving its effectiveness through a pedagogical experiment. A project-based learning technology (PBL) integrating elements of applied stereometry, group theory, and combinatorics is described. In the course of the study, Student's t-test was applied, which revealed a high statistical significance ($p < 0.05$) of the proposed methodology for improving the quality indicators of students. The author offers practical and methodological recommendations and structural lesson modules for teachers.

Түйінді сөздер: этноматематика, математикалық модельдеу, ұлттық мұра, фракталды геометрия, топтар теориясы, жобалық технология, Стьюдент критерийі.

Ключевые слова: этноматематика, математическое моделирование, национальное наследие, фрактальная геометрия, теория групп, проектная технология, t-критерий Стьюдента.

Keywords: ethnomathematics, mathematical modeling, national heritage, fractal geometry, group theory, project-based technology, Student's t-test.

Кіріспе

Қазіргі таңда жаһандану үдерісі мен технологиялық трансформация жағдайында білім беру жүйесінің алдында тек функционалды сауатты тұлға қалыптастыру ғана емес, сонымен бірге ұлттық бірегейлікті, мәдени кодты сақтай отырып, іргелі ғылымдарды меңгерген мамандарды даярлау міндеті тұр. Математика – өзінің табиғаты тұрғысынан өте абстрактілі және әмбебап ғылым. Алайда, мектеп қабырғасында оны тек формулалар мен дайын алгоритмдер жиынтығы ретінде құрғақ оқыту оқушылардың пәнге деген ішкі уәжін (мотивациясын) төмендетіп, білімнің қолданбалы сипатын түсінуге кедергі келтіреді. Осы тұрғыда, іргелі математикалық теорияларды ұлттық мәдениетпен, тарихпен және тұрмыспен байланыстыратын этноматематикалық тәсілді енгізу ерекше өзектілікке ие.

Әдебиеттерге шолу

Этноматематика терминін алғаш рет 1970-ші жылдары бразилиялық математик және педагог Убиратан Д'Амброзио (Ubiratan D'Ambrosio) ғылыми айналымға енгізген болатын. Ол бұл бағытты «әр түрлі мәдени топтардың өз қоршаған ортасындағы есептеу, өлшеу, кодтау, классификациялау және модельдеу мәселелерін шешу барысында қолданатын математикалық тәжірибелерінің жиынтығы» деп анықтады. Халықаралық деңгейде М. Ашер (Marcia Ascher), П. Герудес (Paulus Gerdes) сияқты ғалымдар бұл бағытты дамытып, дамымаған немесе дәстүрлі қоғамдардың өзіндік терең математикалық жүйелері бар екенін дәлелдеді. Қазақстандық педагогика ғылымында да бұл мәселе зерттеу нысанына айналғанымен (Ж.Т. Қайыңбаев, А.Е. Әбілқасымова), жоғары сыныптардың күрделі математикалық курстарымен (стереометрия, математикалық талдау негіздері, комбинаторика) кіріктірілген, нақты статистикалық дәлелдемелері бар әдістемелік жүйелер әлі де болса жүйелі сипат алмаған.

Мектептегі геометрия курсының, әсіресе кеңістіктік фигураларды зерттейтін стереометрия бөлімінің оқушылар үшін ең күрделі бағыттардың бірі екені белгілі. Оқушылардың жазық сызбадан үш өлшемді нысанды көре алмауы, кеңістіктік қиялының әлсіздігі олардың логикалық әлеуетін шектейді. Осы мәселені шешу үшін мақалада қазақтың дәстүрлі баспанасы – киіз үйдің архитекtonикасын математикалық оңтайландыру (экстремум есептері) құралы ретінде, ұлттық ою-өрнектерді жазықтықтағы түрлендірулер мен топтар теориясының қолданбалы моделі ретінде, ал «Тоғызқұмалақ» ойынын

комбинаторлық және алгоритмдік ойлауды дамытудың базасы ретінде қолданудың жаңа әдістемесі ұсынылады.

Зерттеудің болжамы: егер жоғары сыныптарда математиканы оқыту процесіне этноматематикалық жобалық тапсырмалар жүйелі түрде енгізілсе, бұл оқушылардың математикалық дерексіз ұғымдарды когнитивті қабылдау деңгейін арттырып, кеңістіктік және логикалық ойлау қабілеттерін статистикалық маңызды деңгейге дейін дамытуға мүмкіндік береді.

Әдістері мен материалдары

Зерттеудің әдістемелік негізі ретінде Жобалық оқыту технологиясы (Project-Based Learning – PBL) және Контекстік оқыту (Contextual Learning) принциптері алынды. Әдістеме үш негізгі тақырыптық-модульдік блоктан тұрады, олардың әрқайсысы мектеп бағдарламасының нақты іргелі математикалық бөлімдеріне сәйкес келеді.

1. Киіз үй архитектурникасы және стереометриялық оңтайландыру

Киіз үй – тек баспана ғылымының ғана емес, сонымен бірге инженерлік-математикалық ойдың озық үлгісі. Оның құрылымы екі негізгі геометриялық дененің комбинациясынан тұрады: төменгі бөлігі (кереге жүйесі) – радиусы R және биіктігі H_1 болатын тік дөңгелек цилиндр, ал жоғарғы бөлігі (уықтар мен шаңырақ) – биіктігі H_2 болатын қиық конус немесе сфералық сегмент (күмбез). Математикалық модельдеуді жеңілдету үшін біз жоғарғы бөлікті биіктігі H_2 болатын толық тік конус ретінде қарастырамыз.

Оқушыларға арналған қолданбалы жобалық тапсырма келесідей тұжырымдалады: «Берілген материалдың (киіздің, ағаштың) жалпы ауданы S_0 шектеулі болған жағдайда, ішкі сыйымдылығы (көлемі) максималды болатын киіз үйдің оңтайлы өлшемдерін (R, H_1, H_2) анықтаңыз». Бұл есеп математикалық талдау курсынағы экстремумды табу (оңтайландыру) тақырыбына тікелей байланысты.

Киіз үйдің жалпы көлемінің функциясы:

$$V(R, H_1, H_2) = V_{\text{цилиндр}} + V_{\text{конус}} = \pi R^2 H_1 + \frac{1}{3} \pi R^2 H_2$$

Киіз үйдің сыртқы бетінің ауданы (түбін есептемегенде, яғни туырлықтар мен үзіктердің ауданы):

$$S(R, H_1, H_2) = 2\pi R H_1 + \pi R \sqrt{R^2 + H_2^2} = S_0$$

Бұл жерден біз H_1 айнымалысын S_0 арқылы өрнектеп аламыз:

$$H_1 = \frac{1}{2\pi R} \left(S_0 - \pi R \sqrt{R^2 + H_2^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{S_0}{\pi R} - \sqrt{R^2 + H_2^2} \right) \right)$$

Табылған өрнекті көлем функциясына қою арқылы екі айнымалыға тәуелді функция аламыз:

$$V(R, H_2) = \frac{1}{2} \pi R^2 \sqrt{R^2 + H_2^2} + \frac{1}{3} \pi R^2 H_2$$

Бұл функцияның экстремумын табу үшін дербес туындылар жүйесін құрып, оларды нөлге теңестіреміз. $\frac{\partial V}{\partial H_2}$ дербес туындысы келесідей болады:

$$\frac{\partial V}{\partial H_2} = -\frac{1}{2} \pi R^2 \frac{H_2}{\sqrt{R^2 + H_2^2}} + \frac{1}{3} \pi R^2 = 0$$

Бұл теңдеуді ықшамдау арқылы уықтың көлбеулік бұрышына байланысты қатынасты

табамыз:

$$\frac{H_2}{\sqrt{R^2 + H_2^2}} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{H_2^2}{R^2 + H_2^2} = \frac{4}{9} \Rightarrow 9H_2^2 = 4R^2 + 4H_2^2 \Rightarrow 5H_2^2 = 4R^2 \Rightarrow H_2 = \frac{2}{\sqrt{5}}R$$

Бұл нәтиже уық пен кереге арасындағы нақты алтын пропорцияны көрсетеді. Оқушылар бұл есепті шығару барысында туындының қолданбалы маңызын түсініп, ата-бабаларымыздың инженерлік интуициясына математикалық дәлел табады.

2. Ою-өрнектердің алгебралық құрылымы және симметриялық топтар

Қазақ ою-өрнектері («қошқармүйіз», «сыңармүйіз», «тұмарша», «орта гүл») – жазықтықтағы геометриялық түрлендірулердің асқан шеберлікпен орындалған математикалық жүйесі. Декарттық координаттар жүйесінде кез келген ою-өрнектің құрылуын изометриялар (дистанцияны сақтайтын түрлендірулер) арқылы сипаттауға болады. Изометриялар тобы келесі негізгі операторлардан тұрады:

- Параллель көшіру (Трансляция) операторы:

$$T_v(x, y) = (x + v_x, y + v_y)$$

- Осьтік симметрия (Рефлексия) операторлары:

$$R_x(x, y) = (x, -y), R_y(x, y) = (-x, y)$$

- Орталық бұру (Ротация) операторы (θ бұрышына):

$$R_\theta(x, y) = (x \cos \theta - y \sin \theta, x \sin \theta + y \cos \theta)$$

Мақала аясында оқушыларға геометриялық оюларды математикалық классификациялау үшін кристаллографиялық фризальдік топтар (Frieze groups) теориясы берілді. Жазықтықтағы бір бағытта шексіз қайталанатын таспалық оюлар (мысалы, алашаның немесе кілемнің жиектері) математикалық тұрғыдан дәл 7 фризальдік топтың біріне жатады. Оқушылар GeoGebra бағдарламасында негізгі элементті (генераторды) матрицалық түрлендірулер арқылы көбейту арқылы күрделі композициялар тұрғызады.

3. «Тоғызқұмалақ» ойынының комбинаторлық және алгоритмдік талдауы

«Тоғызқұмалақ» – логикалық ойлау мен комбинаторлық қабілетті ұштайтын ежелгі вербалды емес алгоритмдік ойын. Математикалық модельдеу тұрғысынан бұл ойын – толық ақпаратты, нөлдік сомалы детерминистік ойындар тобына жатады (шахмат, го сияқты). Ойынның дискретті математикалық моделі графтар теориясымен және комбинаторлық есептеулермен сипатталады.

Ойынның әрбір позициясы 20 компонентті вектор ретінде сипатталады:

$$S = (a_1, a_2, \dots, a_9, m_A, b_1, b_2, \dots, b_9, m_B)$$

мұндағы a_i – А ойыншысының отауларындағы құмалақтар саны, m_A – оның қазанындағы құмалақтар, b_i және m_B – Б ойыншысының сәйкес көрсеткіштері. Оқушылар комбинаторика сабағында жүрістердің комбинация сану, ықтимал позициялардың тармақталу коэффициентін есептейді және минимакс (Minimax) алгоритмі негізінде ең тиімді стратегиялық қадамдарды таңдаудың логикалық матрицасын құрады.

Нәтижелер және оларды талқылау

ПРАКТИКАДА ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТТІК НӘТИЖЕЛЕР

Аталған этноматематикалық әдістеме 2025-2026 оқу жылында Түркістан облысы, Бәйдібек ауданы, Ғани Мұратбаев атындағы жалпы білім беретін мектептің 10-11 сынып оқушыларының базасында тәжірибелік-педагогикалық сынақтан өткізілді. Экспериментке жалпы саны 64 оқушы қатысты. Олар екі топқа бөлінді: бақылау тобы (32 оқушы) – дәстүрлі стандартты бағдарламамен оқытылды, және эксперименттік топ (32 оқушы) – жоғарыда

сипатталған этноматематикалық модульдерді қолдану арқылы жобалық форматта білім алды.

Педагогикалық эксперименттің тиімділігін нақты бағалау мақсатында зерттеудің басында (анықтаушы кезең) және соңында (қалыптастырушы кезең) екі топтан да бірдей деңгейдегі бақылау-қима жұмыстары (тесттер, стереометриялық және логикалық қолданбалы тапсырмалар) алынды. Бағалау 100 баллдық шкаламен жүргізілді.

Эксперимент нәтижелерінің статистикалық сенімділігін тексеру үшін тәуелсіз таңдамаларға арналған Стьюденттің t-критерийі қолданылды. Екі топтың орташа мәндері ($\bar{X}$), стандартты ауытқулары (σ) және дисперсиялары есептелді. Формуласы:

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Мұндағы $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ – екі топтың орташа балдары, s_1^2, s_2^2 – түзетілген таңдамалы дисперсиялар, ал n_1, n_2 – оқушылар саны ($n_1 = n_2 = 32$).

Кесте 1. Педагогикалық эксперименттің динамикалық көрсеткіштері мен нәтижелері

Топ атауы	Экспериментке дейінгі көрсеткіш (Орташа балл $\bar{X}$)	Экспериментке дейінгі (Стандартты ауытқу σ)	Эксперименттен кейінгі көрсеткіш (Орташа балл $\bar{X}$)	Эксперименттен кейінгі (Стандартты ауытқу σ)	Өсім көрсеткіші (%)
Бақылау тобы (нәтижесі)	62.4	8.5	65.8	7.9	+5.4%
Эксперименттік топ (нәтижесі)	61.8	9.1	84.6	6.2	+36.8%

Алынған деректер негізінде есептелген Стьюденттің эмпирикалық мәні: $t_{\text{эм}} = 10,56$ құрады. Еркіндік дәрежесі $f = n_1 + n_2 - 2 = 62$ және мәнділік деңгейі $\alpha = 0.05$ болғандағы критикалық мән $t_{\text{крит}} = 2,00$ тең. $t_{\text{эм}} > t_{\text{крит}}$ ($10.56 > 2.00$) болғандықтан, алынған нәтиженің кездейсоқ еместігі, яғни ұсынылған этноматематикалық әдістеменің жоғары тиімділігі толықтай математикалық тұрғыдан дәлелденді.

Әдістеменің негізгі артықшылықтары: Оқушылардың дерексіз математикалық формулаларды өмірмен және ұлттық мәдениетпен байланыстыра білу дағдысы қалыптасты; Кеңістіктік геометриялық есептерді GeoGebra сияқты заманауи АКТ құралдарымен модельдеу арқылы визуалды ойлау деңгейі өсті; Интеграцияланған жобалар оқушылардың зерттеушілік құзыреттілігін арттырды.

Кемшіліктері мен шектеулері: мұғалімдердің бұндай пәнаралық терең материалдармен жұмыс істеуге дайындығының жеткілікті еместігі және сабаққа дайындалу уақытының көп жұмсалуды.

ҰСЫНЫСТАР

Зерттеу барысында жинақталған тәжірибе негізінде мектеп мұғалімдері мен әдіскерлерге келесі практикалық ұсыныстар беріледі:

1. Оқу бағдарламасына кіріктіру: Этноматематикалық материалдарды жеке пән

ретінде емес, қолданыстағы математика, геометрия сабақтарының тиісті тақырыптарына («Симметрия», «Көпжақтар және айналу денелері», «Ықтималдықтар теориясы және комбинаторика») қысқа мерзімді 15-20 минуттық модульдік блоктар немесе үйге берілетін шағын зерттеу жобалары ретінде енгізу тиімді.

2. Динамикалық бағдарламалық ортаны қолдану: Ою-өрнектердің симметрия топтарын өткен кезде оқушыларға тек қағаз бетінде сурет салдырмай, GeoGebra немесе Desmos бағдарламалық орталарында координаттар мен матрицалық түрлендірулер операторларын жазғызу қажет. Бұл математика мен информатика пәндерінің шынайы кірігуін қамтамасыз етеді.

3. Бағалау жүйесін жаңарту: Этноматематикалық жобаларды бағалау кезінде тек соңғы арифметикалық жауапқа ғана емес, оқушының тарихи немесе мәдени нысаннан математикалық модельді бөліп алу (абстракциялау) қабілетіне, логикалық дәлелдемелері мен шығармашылық ізденісіне баса назар аудару ұсынылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе, этноматематикалық тәсіл – заманауи математикалық білім беруді ізгілендіру мен ұлттық бірегейлікті сақтаудың маңызды педагогикалық құралы болып табылады. Зерттеу барысында дәстүрлі мәдени мұра элементтерін нақты ғылыми концепциялармен ұштастырудың дидактикалық әлеуеті мен теориялық негіздері толықтай дәлелденді. Атап айтқанда, киіз үй құрылымын стереометриялық оңтайландыру есептері арқылы оқушылардың кеңістіктік ойлауын дамыту, қазақ ою-өрнектерін топтар теориясы тұрғысынан фризалық жіктеу және ұлттық интеллектуалды ойындарды комбинаторлық модельдеу білім алушылардың қолданбалы математикалық білімін тереңдетіп, олардың танымдық белсенділігін едәуір арттырады.

Жүргізілген педагогикалық эксперимент нәтижелері мен Стьюденттің t-критерийі арқылы жасалған математикалық-статистикалық талдау ($t = 10.56$, $p < 0.05$) ұсынылған әдістеменің дәстүрлі оқыту жүйесіне қарағанда тиімділігі айтарлықтай жоғары екенін нақты көрсетті. Бұл алынған көрсеткіштер эксперименттік топтардағы оқу үлгерімі мен пәнге деген қызығушылықтың кездейсоқ емес, жүйелі әдістемелік жұмыстың тікелей нәтижесінде өскенін айғақтайды.

Этноматематикалық интеграция процесі абстрактілі формулаларды өмірлік жағдаяттармен байланыстыра отырып, білім алушылардың функционалдық сауаттылығын арттыруға жаңа мүмкіндіктер ашады. Мұндай кешенді тәсіл оқушылардың бойында тек іргелі білім дағдыларын ғылыми деңгейде қалыптастырып қоймайды, сонымен бірге туған халқының мәдени коды мен ұлттық құндылықтарына деген құрметті сезімді оятады. Нәтижесінде, мектеп қабырғасында дүниетанымы кең, тарихи тамырын ұлықтайтын және заманауи ғылыми көзқарасы қалыптасқан бәсекеге қабілетті тұлға тәрбиелеудің инновациялық траекториясы айқындалды. Осы зерттеу нәтижелерін жалпы білім беретін мектептердің оқу бағдарламалары мен әдістемелік құралдарына кеңінен енгізу отандық білім беру жүйесінің сапасы мен мазмұнын жаңа деңгейге көтеруге септігін тигізеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қайыңбаев, Ж. Т. Математика және ұлттық таным: оқу-әдістемелік құрал. – Алматы: Білім, 2020. – 215 б.
2. Әбілқасымова, А. Е., т.б. Математиканы оқыту теориясы мен әдістемесі: Жоғары оқу орындарына арналған оқулық. – Алматы: Мектеп, 2018. – 320 б.
3. D'Ambrosio, U. (2001). Ethnomathematics: Link between Traditions and Modernity. Unicamp, 45-52.
4. Ascher, M. (1991). Ethnomathematics: A Multicultural View of Mathematical Ideas. Pacific Grove, Calif.: Brooks/Cole Publishing.
5. Gerdes, P. (1999). Geometry from Africa: Mathematical and Educational Explorations. Washington, DC: Mathematical Association of America.

6. Rosa, M., & Orey, D. C. (2011). Ethnomathematics: the cultural aspects of mathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 4(2), 32-54.

7. Нұрлыбаева, А. К. Мектепте геометрияны оқытудағы ұлттық құндылықтар // Педагогика және психология. – 2022. – №3 (52). – Б. 84-91.

8. Ермеков, Т. С. Тоғызқұмалақ ойынының математикалық логикасы мен алгоритмдері. – Астана: Ғылым, 2019. – 180 б.

REFERENCES

1. Qaiyngbaev, Zh. T. (2020). *Mathematics and National Understanding: A Teaching and Methodological Guide*. Almaty: Bilim. 215 p.

2. Äbilqassymova, A. E., et al. (2018). *Theory and Methodology of Teaching Mathematics: A Textbook for Higher Education Institutions*. Almaty: Mektep. 320 p.

3. D'Ambrosio, U. (2001). *Ethnomathematics: Link between Traditions and Modernity*. Unicamp. P. 45–52.

4. Ascher, M. (1991). *Ethnomathematics: A Multicultural View of Mathematical Ideas*. Pacific Grove, Calif.: Brooks/Cole Publishing.

5. Gerdes, P. (1999). *Geometry from Africa: Mathematical and Educational Explorations*. Washington, DC: Mathematical Association of America.

6. Rosa, M., & Orey, D. C. (2011). Ethnomathematics: The cultural aspects of mathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 4(2), 32–54.

7. Nūrlybaeva, A. K. (2022). National values in teaching geometry at school. *Pedagogy and Psychology*, No. 3 (52), 84–91.

8. Ermekov, T. S. (2019). *Mathematical Logic and Algorithms of the Toguz Kumalak Game*. Astana: Gylym. 180 p.