Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ХАБАРШЫСЫ.
ISSN: 2616-7263. eISSN: 2663-1261
ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР СЕРИЯСЫ / TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY SERIES/ СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

ХҒТАР 14.35.09
https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-150-76-86
Ғылыми мақала

Дұрыс көпбұрыштарды тұрғызудағы жүйелі қателіктерді еселемеу амалы

И.О. Мульдеков[1], А.Ж. Куздеубаев*[2], К.А. Байгутов[3], У.Т. Қарымсақов[2], Д.Д. Каражанова[2]

[1]«Тараз мемлекеттік университеті» КеАҚ, Тараз, Қазақстан
[2]«Халықаралық білім беру корпорациясы» ЖШС, Алматы, Қазақстан
[3]«Абай атындағы қазақ ұлттық педагогикалық университеті» КеАҚ, Алматы, Қазақстан

*(E-mail: *akuzdeubayev08@gmail.com)*

Аңдатпа. Зерттеу дұрыс көпбұрыштардың геометриялық тұрғызуларындағы жүйелі қателіктерді еселемеу мәселесін қарастырады. Сызба құралдардың дәлсіздігінен, пайдаланушылардың тәжірибесіздігі салдарынан туындайтын шектеулерден және геометриялық тұрғызулар кезінде қателіктердің болуынан туындайтын жүйелі қателіктер геометриялық есептердің дәлдігіне айтарлықтай әсер етеді. Бұл зерттеу жоғары дәлдіктегі нәтижелерге қол жеткізу үшін аталған мәселенің оңтайлы шешімін ұсына отырып, осы қателіктерді азайту үшін геометриялық прогрессия принциптерін және қайталанатын жүйелі қателіктерді еселемеуді қамтитын жаңа амалды ұсынады.

Мақалада ұсынылып отырған әдістеме дұрыс көпбұрыштарды тұрғызудағы жүйелі қателіктерді талдауды, тұрғызулар кезеңдерін оңтайландыруды және қолмен сызу арқылы дәлелді талдауды қамтиды. Негізгі инновацияларға шеңберлерді тең бөліктерге бөлу, геометриялық тұрғызулар бойынша дәлдікті қамтамасыз ету кіреді. Сызба арқылы ұсынылған талдау әдістердің сенімділігін, теориялық мәндерден ауытқулардың азаюын растайды.

Нәтижелер жуық мәнді дұрыс көпбұрыштарды [7(3,4); 9(4,5); 13(6,7)] геометриялық жеңіл тұрғызуда ұсынылып отырған әдістің тиімділігі есептердің шешілуі жолымен көрсетіледі. Бұл әдістер әмбебап болып табылады және геометриялық тұрғызулардағы бұрыннан келе жатқан мәселелерді қайта қарастырады, сонымен бірге Әл-Фараби және Гаусс сияқты математиктердің іргелі еңбектерін кеңейтеді.

Түйін сөздер: жүйелі қателіктер, жеткілікті дәлдік, дұрыс көпбұрыштар, геометриялық тұрғызулар, шеңберлер, геометриялық прогрессия, конструктивті есептер.

Түсті 30.01.2025. Жөнделді 19.02.2025. Мақұлданды 27.02.2025. Онлайн қолжетімді 31.03.2025

[1]хат хабар үшін автор

Кіріспе

Тек қана циркуль мен сызғыш арқылы шығарылатын есептер конструктивті есептерге жатады. Олар сандар теориясымен тығыз байланысты екені мәлім. Мұндай есептерді шешу сандардың қасиеттерін зерттеуді және олардың арасындағы қатынастарды анықтауды талап етеді. Атап айтқанда, иррационал сандар мен алгебралық теңдеулердің шешімдері геометриялық тұрғызу есептерін шешуде шешуші рөл атқарады. Сонымен қатар, циркуль және сызғышпен тұрғызылатын фигуралардың белгілі бір санау жүйелерімен шектелетіндігі дәлелденді. Сондықтан, геометриялық салу есептерінің сандар жүйесінің қай тобына жататынын анықтау маңызды. Бұл туралы дәлелді мәліметтер Р.Курант пен Г.Роббинстің еңбектерінде келтірілген. Олар циркуль мен сызғыш арқылы шығарылатын геометриялық есептерді шешудің геометриялық тәсілдерін талдай отырып, бұл есептердің математикалық мәнін және геометрия мен алгебра арасындағы өзара байланысты терең түсіндіреді. Олар бұл мәселелердің тереңдігін және математикалық түсініктердің жетілуін көрсетеді, геометриялық тұрғызулардың мүмкіндіктерін сандар теориясы мен алгебралық тәсілдер арқылы толық түсінуге болатынын көрсетеді. Олар бұл құралдардың көмегімен шешілетін геометриялық есептердің нақты шекараларын айқындайды. Бұл тұрғыда дәлдік пен қателіктерді талдау мәселелері инженерлік және қолданбалы математиканың көптеген салаларында өзекті болып табылады [6]. Мысалы, циркуль мен сызғыш арқылы тек белгілі бір геометриялық фигураларды тұрғызу мүмкін екенін және олар тек белгілі бір сандармен шектелетінін атап өтеді. Мұндай есептер негізінен рационал сандар мен олардың белгілі бір комбинацияларын қамтиды. [3, 155–182 б].

Қателіктер теориясы бойынша жіберілетін қателіктер өрескел ℓ (грубые), кездейсоқ (случайные) және жүйелі (систематические) қателіктер (ошибки) деп аталады [5]. Тексеру арқылы өрескел және кездейсоқ қателіктерде жіберілген қателіктер анықталып, жеңіл түзетіледі, керісінше жүйелі қателіктерді анықтап түзетуге мүмкіндік болмайды. Оларды тек қана еселемеуге болады.

Сызбадағы жүйелі қателіктерге төмендегілерді жатқызуға болады:

– циркуль инесінің ұшы нүктеге дұрыс қойылмауы;

– екі түзудің қиылысу нүктесінің немесе түзу мен қисық сызықтың жанасу нүктесінің дұрыс анықталмауы;

– тұрғызу құралдарының сапасыздығы;

– тұрғызушының (чертежник) тәжірибесіздігі;

– көру нашарлығы және т.б.

Мұндай қателіктер, егер оларды болдыртпаса, барлық геометриялық тұрғызулар процесіне таралып, нәтижелерінде айтарлықтай дәлсіздіктерге әкелуі мүмкін. Классикалық мысалы ретінде Әл-Фарабидің математикалық трактатындағы берілген шеңберді теңдей жеті бөлікке бөлу есебін айтуға болады. Оған сәйкес қабырғалардың ретімен тұрғызылуы соңғы қабырғаның едәуір қысқа болып шығуына алып келеді, бұл тұрғызулардағы жүйелі қателіктердің жинақталуының айқын көрінісі болып табылады.

Бұл мәселені шешу үшін геометриялық тұрғызулардағы жүйелік қателіктердің ықпалын азайтуға, яғни еселемеуге бағытталған жаңа амал ұсынылады. Перпендикуляр биссектрисаларды нүктелерде қолдану және доғаларды жоғары дәлдікпен тең бөліктерге бөлу арқылы бұл амал тұрғызылуы барысында жүйелік қателіктердің еселенбеуіне кепілдік береді. Бұл амал дұрыс көпбұрыштармен байланысты әртүрлі есептерге [10], олардың жеті, тоғыз, он бір немесе одан да көп жақтары бар-жоғына қарамастан қолданылу әлеуетін көрсетеді.

Кең мағынасында жүйелік қателіктерді еселемеу мәселесі шеңберді тоғыз немесе он үш тең бөлікке бөлу сияқты басқа геометриялық есептерге де таралады. Мысалы, шеңберді тоғыз тең бөліктеріне бөлу кезінде ұсынылған әдіс геометриялық прогрессия принциптеріне негізделген доға өлшемдерін реттеу арқылы мінсіз дәлдікті қамтамасыз етеді. Сол сияқты, шеңберді он үш бөлікке бөлу қабырғаның ұзындығын бірнеше рет нақтылауды қажет етті, нәтижесінде теориялық мәндерден минималды ауытқу пайда болды.

Мұндай жетілдірулердің теориялық негізі геометриялық прогрессия принциптерінде және сызба құралдары мен тұрғызу әдістерді дәл қолдануда жатыр. Осы принциптерді қолдану арқылы математикалық және инженерлік салаларда практикалық қолдану үшін жеткілікті дәлдік деңгейіне қол жеткізіледі. Сонымен қатар, бұл амалды болашақта осындай жағдайларға ұқсас мәселелерді шешуге сенімді негіз бола отырып, басқа күрделі геометриялық есептерге дейін кеңейтуге болады.

Зерттеу сонымен қатар Әл-Фарабидің математикалық тәжірибесін және Гаусстың дұрыс көпбұрыштарды тұрғызу жөніндегі жұмысын қоса алғанда, алдыңғы зерттеулерді ескере отырып, осы жетістіктердің салдарын зерттейді. Тарихи білімді заманауи техникамен ұштастыра отырып, бұл зерттеу математикалық тұрғызулардың дәлдігі мен сенімділігіне баса назар аудара отырып, геометриялық есептерді шешудің кең саласына ықпал етеді. Жүйелі талдау және практикалық тексеру арқылы ұсынылған амал геометриялық сызбадағы дәлдік стандарттарын қайта анықтайды, осы саладағы болашақ инновацияларға жол ашады.

Әдіснама

Осы зерттеуде сипатталған амал циркуль мен сызғыштың көмегімен геометриялық тұрғызулардағы жүйелі қателіктерді еселемеуге бағытталған. Құралдар дәлдікті қамтамасыз ету үшін мұқият іріктеліп, дайындалады және бақылау нәтижелерінің өзгермелілігін азайту үшін барлық тұрғызулар сызушымен бақыланатын жағдайларда орындалды.

Теориялық негізге геометриялық прогрессия мен қателіктерді талдау кіреді. Әрбір дұрыс көпбұрыш үшін орталық бұрыштар мен бүйірлік ұзындықтар сияқты негізгі параметрлер анықталды және қабырғаның берілуіндегі дәлсіздіктер мен сәйкессіздіктер сияқты ықтимал қателіктер көздері анықталды. Геометриялық модельдеу кезінде дәлдік пен қателіктерді бағалау заманауи зерттеулердің маңызды бағыттарының бірі болып саналады [7]. Бұл қателіктердің таралуын еселемеу үшін тұрғызылуы қадамдарын оңтайландыруға негіз болды.

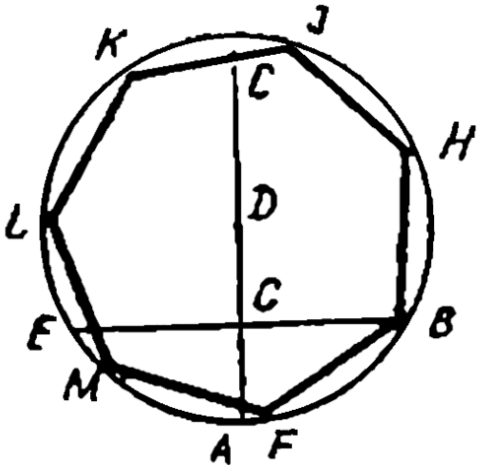
ISSN: 2616-7263. eISSN: 2663-1261

Тұрғызылу әдісінің дәлдігін қамтамасыз ету үшін итеративті процесс қолданылды. Көпбұрыштың қабырғаларын анықтау үшін шеңбер тең доғаларға бөлінді. Бастапқы қабырғалар ауытқуларды еселемеу үшін геометриялық прогрессия әдістерін қолдана отырып, перпендикуляр биссектрисалар мен қайталанатын доға биссектрисаларының көмегімен тұрғызылды және жетілдірілді.

Бұл инновациялар геометриялық сызбадағы бұрыннан келе жатқан мәселелерді шешіп қана қоймай, сонымен қатар теориялық және қолданбалы геометриядағы болашақ жетістіктердің негізін қалайды.

Нәтижелер және талқылау

Сызба жұмыстарында жүйелі қателіктердің еселенбеуі ескерілмесе дұрыс нәтиже шықпайды. Жүйелі қателіктердің еселенуі дегеніміз – бір қателік бірнеше рет қайталанып, нәтижесінде бастапқы қателік үлкейіп кетеді. Әл-Фарабидің математикалық трактатында [1, 126 б] дұрыс жеті (7) бұрыштың кері есебінің, яғни шеңберді теңдей жетіге бөлу есебінің сызбасы келтірілген (сур. 1). Онда: бірінші (BF) қабырға тұрғызылған соң, оның оң жағына тізбектеліп үш (FM, ML және LK) кесінді, ал сол жағына екі (BH, HJ) тұрғызылған. Нәтижесінде соңғы (JK) жетінші қабырға бәрінен қысқа болып шыққан. Сондықтан, жүйелі қателіктер еселеніп кеткен. Бұл қателіктің түпкі себебі — жүйелі қателіктердің қалыптасуы, яғни алғашқы қателік барлық кейінгі есептеулер мен тұрғызуларда қайталанып, нәтижеге ықпал етеді. Мұндай жағдайлар геометриялық тұрғызуларда жиі кездеседі, әсіресе әрбір қадамда дәлдік сақталмаса.



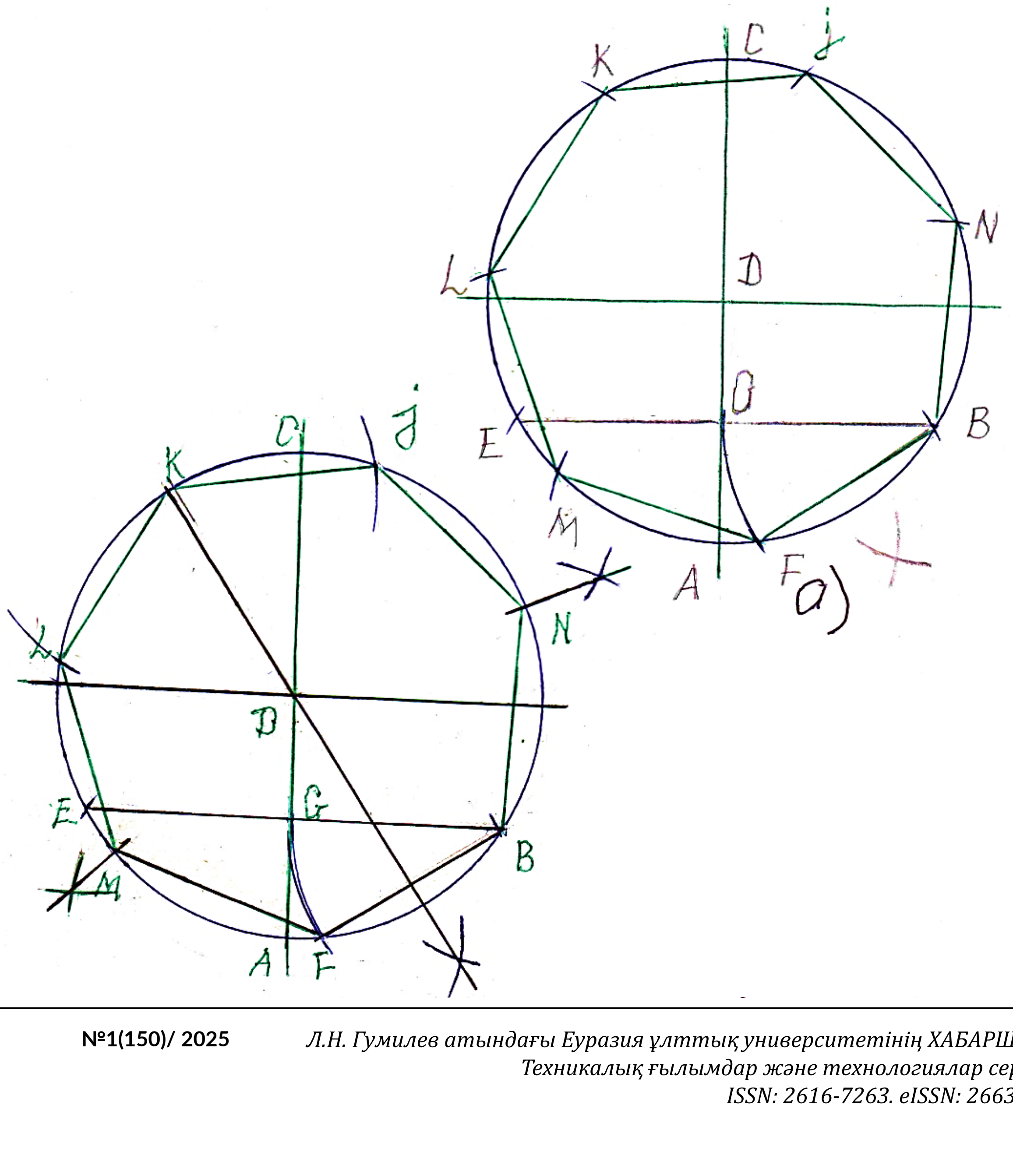
1-сурет. Шеңберді теңдей жетіге бөлу мысалы

Шеңберді жетіге бөлу. Дұрыс нәтиже алу үшін шеңберді жетіге (7 бөлікке) бөлуде ұсынылатын амалды қарастырайық: бірінші (BF) қабырғасының ортасынан өтетін перпендикуляр арқылы (φ=360:7) доғасын екіге бөлетін (К) төбесі тұрғызылады (сур. 2 а, ә). Осы (К) нүктенің екі жағына жеті бұрыштың қабырғалары (KL, KJ) салынып, екі жағында қалған доғалар екіге бөлінеді (сур. 2 б).

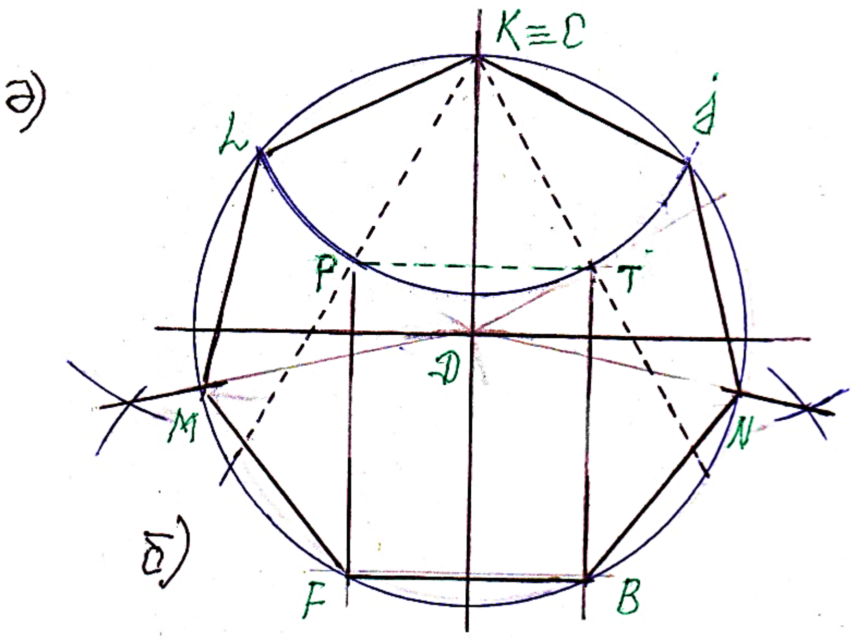
Бұл әдіс шеңберді жетіге бөлудің дәл әрі дұрыс нәтижесін береді, себебі әрбір қадамда перпендикуляр және басқа геометриялық қатынастарды пайдалану арқылы жүйелі қателіктердің еселенуі болдырылмайды. Әрбір қабырға мен бұрыштың дәлдігі мұқият бақылауда болады, нәтижесінде шеңбердің бөлінісі дұрыс әрі біркелкі шығады.

Бұл тәсілдер дұрыс көпбұрыштарды тұрғызу кезінде қателіктердің еселенуін болдырмайды және бөлудің дәлдігін қамтамасыз етеді.

Шынымен де, шеңберді дұрыс көпбұрыштарға бөлу кезінде көпбұрыштардың қабырғаларының саны қанша болғанына қарамастан, оларды n және n+1 етіп бөлу тиімді әдіс болып табылады. Мысалы, (7, 9, 11, 13, 17, 19) көпбұрыштар үшін оларды n және n+1 [7(3,4); 9(4,5); 11(5.6); 13(6,7); 17(8.9); 19(9.10)] етіп бөліп тұрғызу тиімді амал екенін көрсетеді. Бұл тәсіл дұрыс көпбұрыштарды тұрғызу кезінде қателіктердің еселенуін болдырмайды және бөлудің дәлдігін қамтамасыз етеді. Сондықтан, шеңбердің центрлік бұрышын, геометриялық прогрессия заңдылықтарына сай етіп жеткілікті дәлділікпен бөлшектеуге болады [4].



ISSN: 2616-7263. eISSN: 2663-1261



2-сурет. Шеңберді дұрыс жеті бөлікке бөлуде жүйелі қателіктер еселемеу амалы

Бұл секілді тұрғызуларды Гаусс та растайды, оның теоремасы бойынша шеңберді дұрыс *n* бұрышқа бөлу мүмкіндігі тек белгілі бір шарттарды орындағанда ғана болады. Яғни, дұрыс көпбұрыштарды циркуль мен сызғыш арқылы тұрғызу үшін *n*-нің мәні арнайы сандық қасиеттерге ие болуы тиіс. Бұл теоремада былай делінген: дұрыс көпбұрышты циркуль мен сызғыш арқылы тұрғызу мүмкін болады, егер *n*-нің мәні келесі түрде жазылса:

$$n=2^k p_1 p_2 \ldots p_m,$$

мұндағы $p_1, p_2, \ldots, p_m$ – Фермнің қарапайым сандары, яғни p_i сандары түрінде болатын қарапайым сандар, ал k – бүтін сан. Бұл теорема бойынша, дұрыс көпбұрыштарды тұрғызу үшін n-нің мәні осы қасиеттерге сай болуы керек. Егер *n*-нің мәні осы формада болса, онда шеңберді дұрыс n-бұрышқа бөлуге болады (мұндағы m=0 жағдайы n=2k-ға сәйкес келеді) [2]. Бұл теорема шеңберді дұрыс көпбұрыштарға бөлу мәселесіне арналған және геометриялық тұрғызу теориясында өте маңызды. Бұл теорема арқылы біз дұрыс көпбұрыштарды тұрғызудың мүмкіндігі тек белгілі бір сандық қасиеттерді қанағаттандыратын жағдайларда ғана болатынын түсінеміз. Сонымен қатар, инженерлік және қолданбалы геометрияда дискретті дифференциалдық геометрия әдістері дәлдік тұрғызуларды жетілдіру үшін кеңінен қолданылады [8].

Жуық мәнді дұрыс көпбұрыштарды, геометриялық прогрессия заңдылығына сай тұрғызу әдісі 30°-тың бұрышты бөлшектеуге, $30^\circ\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2^2}+\cdots+\frac{1}{2^n}\right) = (15 + 7{,}5 + 3{,}75 + \ldots + 0{,}46875 + \ldots)$ негізделген. Циркуль мен сызғыш арқылы бөлшектеудің $30^\circ \frac{1}{2^6}$ дейінгі бөлшектерді тұрғызуға болады, ал басқа бөлшектерді тұрғызуға мүмкіндік жоқ [2].

Шеңберді тоғызға бөлу. Шеңберді тоғызға (9 бөлікке) бөлу үшін, оның 5φ (φ = 360°:9=40°) үлкен бөлігі (h=4φ, h+1=5φ) алынады. Демек, бұл 5φ=200° нақты өлшеміне жуық мәнді 5φ'=200,15625°, яғни: 210–30° $(\frac{1}{2^2}+\frac{1}{2^4}+\frac{1}{2^6}=200{,}15625^\circ$. Демек, 5Δφ= 5(φ'-φ) = 0,156250-қа тең. Сонда Δφ5=0,031250=0001'52,5''-ке тең болып шығады. Бұл көрсеткіш шеңберді 9 бөлікке бөлген кезде, алынған мәннің жеткілікті дәл екенін білдіреді. Бұл қателік өте кіші, яғни геометриялық тұрғызулар мен көпбұрыштарды анықтауда бұның әсері айтарлықтай болмайды.

Шеңберді он үшке бөлу. Шеңберді он үшке (13 бөлікке) бөлудің есебі төмендегідей ұсынылады:

φ=360:13=27,692308

7φ=193,846156°; 7φ'=193,59625°

7Δφ=7(φ- φ') =0,252406°

Δφ7=0,036058°=0°02'10''

6φ=166,153848°

6φ'=166,40625°

6Δφ=6(φ'- φ) =0,252402°

Δφ6=0,042067°=0°02'31''

Бұл есепте: 7φ>7φ', демек 6φ <6φ'

Қалған бөліктерінің жуық мәндері, егер 4Δφ=4(φ- φ') = 0,15625° болса, онда Δφ4=0,03906°=0° 02'20''-ке тең. Демек, Δφ5 пен Δφ4 шамалас мәнді болғандықтан, көпбұрыш қабырғаларының ұзындықтарына тұрғызылуына әсер етпейді. Бұл жағдайда: 5φ>5φ', демек 4φ <4φ' болады.

Басқа жуық мәнді дұрыс көпбұрыштар да [17(9+8), 19(10+9), 21(11+10) және т.б.] осы әдіспен жеңіл тұрғызылады.

Қорытынды

Бұл зерттеу геометриялық тұрғызулардағы жүйелі қателіктерді еселемеудің инновациялық амалын ұсынады, әсіресе циркуль және сызғышпен тұрғызылатын дұрыс көпбұрыштар үшін берілген амал өте ұтымды болып табылады. Геометриялық прогрессия және итеративті қателіктерді түзету принциптерін біріктіре отырып, зерттеу қателіктердің таралуын тиімді түрде азайтады және қолмен тұрғызуда жоғары дәлдікке қол жеткізеді. Бұл нәтижелер геометрияның теориялық негіздеріне айтарлықтай үлес қосады, сонымен бірге әртүрлі салаларда практикалық қолдануды ұсынады.

Негізгі жетістік болып шеңберлерді бөлуде және әр түрлі қабырғалары бар дұрыс көпбұрыштарды салуда ерекше дәлдікке мүмкіндік беретін дәстүрлі әдістерді жетілдіру үшін геометриялық прогрессияны қолдану табылады. Дәлсіздіктерге әкелуі мүмкін әдеттегі тәсілдерден айырмашылығы, бұл зерттеу негізгі сызба құралдарының көмегімен нақты нәтижелерге қол жеткізу үшін сенімді негіз болып табылады. Ол Әл-Фараби мен Гаусстың іргелі еңбектеріне негізделген, олардың принциптерін тұрақты практикалық міндеттерді шешуде кеңейте түседі. Осындай әдістемелік тәсілдер инженерлік білім беру саласында да математикалық ойлауды дамытуда маңызды рөл атқарады [9].

ISSN: 2616-7263. eISSN: 2663-1261

Авторлардың қосқан үлесі:

И.О. Мульдеков, А.Ж. Куздеубаев, У.Т. Қарымсақов – тұжырымдама, әдістеме, мәліметтер жинау.

К.А. Байгутов, Д.Д. Каражанова – талдау, ресурстар, интерпретация.

Әдебиеттер тізімі

1. Аль-Фараби. Математические трактаты. – Алма-Ата: Изд. «Наука» Казахской ССР, 1972. – 321 с.
2. Гаусс, К.Ф. Правильный семнадцатиугольник. https://tito0107.livejournal.com/832164.html
3. Курант, Р., Роббинс, Г. Что такое математика? – 3-е изд., испр. и доп. – М.: МЦНМО, 2001. – 568 с.
4. Мөлдеков, И.О., Муратова, Г.И. Әл-Фарабидың математикалық практикасындағы дұрыс көпбұрыштардың тура және кері есептері. – Тараз, 2023. – 41 б.
5. Мазмишвили А.И. Теория ошибок и метод наименьших квадратов. - Москва, Недра, 1978, – 311 с.
6. Benjamin Vaissier, Jean-Philippe Pernot, Laurent Chougrani, Philippe Véron. Lightweight Mesh File Format Using Repetition Pattern Encoding for Additive Manufacturing. Computer-Aided Design. Volume 129, December 2020, 102914. https://doi.org/10.1016/j.cad.2020.102914
7. Griffiths, P., & Harris, J. (2011). Principles of algebraic geometry. Wiley Classics Library. Wiley. https://doi.org/10.1002/9781118032527
8. Bobenko, A.I., & Suris, Y.B. (2009). Discrete differential geometry: Integrable structure. Graduate Studies in Mathematics, 98. American Mathematical Society. https://doi.org/10.1090/gsm/098
9. Alpers, B. (2011). Mathematical thinking and mathematics in engineering. Mathematics in Engineering, Science and Aerospace, 2(1), 9-22. https://doi.org/10.3934/mesa.2011.2.9
10. Octavio A. González-Estrada, Sundararajan Natarajan, Juan José Ródenas, Stéphane P.A. Bordas. Error estimation for the polygonal finite element method for smooth and singular linear elasticity. Computers & Mathematics with Applications. Volume 92, 15 June 2021, Pages 109-119. https://doi.org/10.1016/j.camwa.2021.03.017

И.О.Мульдеков[1], А.Ж.Куздеубаев*[2], К.А.Байгутов[3], У.Т.Карымсаков[2], Д.Д.Каражанова[2]

[1]НАО «Таразский государственный университет», Тараз, Казахстан

[2]ТОО «Международная образовательная корпорация», Алматы, Казахстан

[3]НАО «Казахский национальный педагогический университет имени Абая», Алматы, Казахстан

Метод сокращения систематических ошибок при построении правильных многоугольников

Аннотация. В исследовании рассматривается проблема некратности систематических ошибок в геометрических построениях правильных многоугольников. Систематические ошибки, возникающие из-за неточности чертежных инструментов, ограничений, возникающих из-за неопытности пользователей, и наличия погрешностей при геометрических построениях, существенно влияют на точность геометрических задач. Это исследование предлагает новый подход, который включает в себя принципы геометрической прогрессии для уменьшения этих

ошибок и не умножать повторяющиеся систематические ошибки, предлагая оптимальное решение указанной проблемы для достижения высокоточных результатов.

Методология, предлагаемая в статье, включает анализ систематических ошибок при построении правильных многоугольников, оптимизацию этапов возведения и аргументированный анализ с помощью ручного рисования. Основные нововведения включают разделение кругов на равные части, обеспечение точности геометрических построений. Анализ, представленный схемой, подтверждает надежность методов, уменьшение отклонений от теоретических значений.

Результаты показывают приближенное значение правильных многоугольников [7(3,4); 9(4,5); 13(6,7)]. Эффективность предлагаемого метода в геометрическом легком возведении выражается путем решения задач. Эти методы универсальны и пересматривают давние проблемы геометрических построений, а также расширяют фундаментальные работы таких математиков, как аль-Фараби и Гаусс.

Ключевые слова: систематические ошибки, достаточная точность, правильные многоугольники, геометрические построения, круги, геометрическая прогрессия, конструктивные задачи.

I.Muldekov[1], A.Kuzdeubayev*[2], K.Baigutov[3], U.Karymsakov[2], D.Karazhanova[2]

[1]Taraz University, Taraz, Kazakhstan

[2]International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan

[3]Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan

Method of increasing systematic errors in constructing correct polygons

Abstract. The study examines the problem of non-multiplicity of systematic errors in geometric constructions of regular polygons. Systematic errors resulting from the inaccuracy of drawing tools, limitations arising from user inexperience, and the presence of errors in geometric constructions significantly affect the accuracy of geometric tasks. This study suggests a new approach that includes the principles of geometric progression to reduce these errors and avoid multiplying repetitive systematic errors, offering an optimal solution to this problem to achieve highly accurate results.

The methodology proposed in the article includes an analysis of systematic errors in the construction of regular polygons, optimization of the construction stages, and reasoned analysis using manual drawing. The main innovations include dividing circles into equal parts, ensuring the accuracy of geometric constructions. The analysis presented by the scheme confirms the reliability of the methods, reducing deviations from theoretical values.

The results show an approximate value of the regular polygons [7(3,4); 9(4,5); 13(6,7)] The effectiveness of the proposed method in geometric light construction is expressed by solving problems. These methods are universal and redefine long-standing problems of geometric constructions, as well as expand the fundamental work of mathematicians such as Al-Farabi and Gauss.

Keywords: systematic errors, sufficient accuracy, regular polygons, geometric constructions, circles, geometric progression, constructive tasks.

References

1. Al-Farabi. Mathematical treatises. Alma Ata: Publishing house "Science" of the Kazakh SSR, 1972. 321 p.

2. Gauss, K.F. The regular hexagon. https://tito0107.livejournal.com/832164.html

3. Courant, R., Robbins, G. What is mathematics? — 3rd ed., ispr. and add. — M.: ICNMO, 2001. — 568 p.

4. Moldekov, I.O., Muratova, G.I. Al-Farabidyn matematikalyk praktikasyndagy durys kopburyshtardyn tura zhane keri yesepteri. – Taraz, 2023. – 41 b.

5. Mazmishvili A.I. Error theory and the least squares method. - Moscow, Nedra, 1978, - 311 p.

6. Benjamin Vaisier, Jean-Philippe Pernod, Laurent Shugrani, Philippe Veron. A simplified Mesh file format using coding of repeating patterns for additive manufacturing. Computer-aided design. Volume 129, December 2020, 102914. https://doi.org/10.1016/j.cad.2020.102914

7. Griffiths P., Harris J. (2011). Principles of algebraic geometry. Wiley Classical Library. Wiley. https://doi.org/10.1002/9781118032527

8. Bobenko A.I., Suris Yu.B. (2009). Discrete differential geometry: an integrated structure. Graduate School in Mathematics, 98. American Mathematical Society. https://doi.org/10.1090/gsm/098

9. Alpers, B. (2011). Mathematical thinking and mathematics in engineering. Mathematics in Engineering, Science and Aerospace, 2 (1), 9-22. https://doi.org/10.3934/mesa.2011 .2.9

10. Octavio A. Gonzalez-Estrada, Sundararayan Natarayan, Juan Jose Rodenas, Stefan P.A. Bordas. Estimation of the error of the polygonal finite element method for determining smooth and singular linear elasticity. Computers and mathematics with applications. Volume 92, June 15, 2021, pages 109-119. https://doi.org/10.1016/j.camwa.2021.03.017

Авторлар туралы мәлімет:

И.О.Мульдеков **–** М.Х.Дулати атындағы Тараз университеті КеАҚ, техника ғылымдарының докторы, «Музыка және көркем білім» кафедрасының профессоры, Ы.Сүлейменов көшесі, 7, 080012, Тараз. Қазақстан.

А.Ж.Куздеубаев **–** хат-хабар үшін автор, Халықаралық білім беру корпорациясы ЖШС профессор ассистенті, Қ.Рысқұлбеков көшесі, 28, 050043, Алматы, Қазақстан.

У.Т.Қарымсақов **–** техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық білім беру корпорациясы ЖШС қауымдастырылған профессоры, Қ.Рысқұлбеков көшесі, 28, 050043, Алматы, Қазақстан.

К.А.Байгутов **–** PhD, Абай атындағы қазақ ұлттық педагогикалық университеті КеАҚ, «Көркем білім» кафедрасының аға оқытушысы, Достық даңғылы, 13, 050010, Алматы, Қазақстан.

Д.Д.Каражанова **–** педагогика ғылымдарының кандидаты, Халықаралық білім беру корпорациясы ЖШС қауымдастырылған профессоры, Қ.Рысқұлбеков көшесі, 28, 050043, Алматы, Қазақстан.

И.О.Мулдеков **–** доктор технических наук, профессор кафедры «Музыка и художественное образование», НАО Таразского университета им.М.Х.Дулати, ул. Ы.Сулейменова, 7, 080012, Тараз. Казахстан.

А.Ж.Куздеубаев **–** автор для корреспонденции, ассистент профессора ТОО «Международная образовательная корпорация», ул. К. Рыскулбекова, 28, 050043, Алматы, Казахстан.

У.Т.Карымсаков **–** кандидат технических наук, ассоциированный профессор ТОО «Международная образовательная корпорация», ул. К. Рыскулбекова, 28, 050043, Алматы, Казахстан.

К.А.Байгутов **–** PhD, старший преподаватель кафедры «Художественное образование», НАО «Казахский национальный педагогический университет имени Абая», пр. Достык, 13, 050010, Алматы, Казахстан.

Д.Д.Каражанова **–** кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор ТОО «Международная образовательная корпорация», ул. К. Рыскулбекова, 28, 050043, Алматы, Казахстан.

I.Muldekov **–** doctor of technical sciences, professor of the department of Music and Art Education, M.H.Dulati Taraz university, Y.Suleimenov str., 7, 080012, Taraz. Kazakhstan.

A.Kuzdeubayev **–** author of correspondence, assistant professor, International Educational Corporation LLP, K. Ryskulbekov str., 28, 050043, Almaty, Kazakhstan.

U.Karymsakov **–** candidate of technical sciences, associate professor, International Educational Corporation LLP, K. Ryskulbekov str., 28, 050043, Almaty, Kazakhstan.

K.Baigutov – PhD, senior lecturer, department of Art Education, Abai Kazakh national pedagogical university, Dostyk Ave., 13, 050010, Almaty, Kazakhstan.

D.Karazhanova **–** candidate of pedagogical sciences, associate professor, International Educational Corporation LLP, K. Ryskulbekov str., 28, 050043, Almaty,

ISSN: 2616-7263. eISSN: 2663-1261