

UDK: 372.851:004.9

BOSHLANG'ICH SINIF MATEMATIK TA'LIMIDA STEM YONDASHUV ORQALI GEOMETRIK SHAKLLARNI O'RGATISH METODIKASI

Ergasheva Xulkaroy Shukurillo qizi

Urganch davlat pedagogika instituti, magistrant

Inoyatov Shukurillo Turg'unboyevich

Namangan davlat pedagogika instituti, dotsenti

Shinoyatov77@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada boshlang'ich sinf matematika ta'limida STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) yondashuvini qo'llash orqali geometrik shakllarni o'qitishning samarali metodik asoslari tahlil qilinadi. Tadqiqotda an'anaviy o'qitish usullari bilan STEM yondashuvini taqqoslash orqali o'quvchilarda fazoviy tafakkurni shakllantirish, mustaqil fikrlash va ijodiy yechim topish ko'nikmalarining rivojlanish darajasi o'rganildi. Maqolada xorijiy tajribalarga, xususan, AQSh, Finlyandiya va Janubiy Koreya ta'lim tizimlarida STEM integratsiyasi asosida boshlang'ich matematika darslarini tashkil etish yondashuvlariga e'tibor qaratilgan.

Kalit so'zlar: STEM yondashuvi, boshlang'ich ta'lim, matematika metodikasi, geometrik shakllar, fazoviy tafakkur, raqamli ta'lim, interaktiv metodlar, ijodiy fikrlash, modellashtirish, o'quv faoliyati.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР ПО МЕТОДУ STEM-ПОДХОДА В НАЧАЛЬНЫХ КЛАССАХ

Аннотация. В данной статье рассматриваются методические основы преподавания геометрических фигур в начальных классах на основе STEM-подхода (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Проведён сравнительный анализ традиционных методов обучения и STEM-подхода в развитии пространственного мышления, самостоятельности и творческих навыков учащихся. Особое внимание уделено зарубежному опыту — системам образования США, Финляндии и Южной Кореи, где интеграция STEM активно внедряется в процесс преподавания математики в начальной школе.

Ключевые слова: STEM-подход, начальное образование, методика преподавания математики, геометрические фигуры, пространственное мышление, цифровое обучение, интерактивные методы, творческое мышление, моделирование, учебная деятельность.

METHODOLOGY OF TEACHING GEOMETRIC SHAPES THROUGH STEM APPROACH IN PRIMARY GRADE MATHEMATICS

Abstract. This article examines the methodological foundations of teaching geometric shapes in primary school mathematics through the STEM approach (Science, Technology,

Engineering, Mathematics). A comparative analysis between traditional teaching methods and STEM-based instruction was conducted to explore their impact on the development of spatial thinking, independent learning, and creative problem-solving skills among pupils. The study highlights international practices, particularly from the education systems of the United States, Finland, and South Korea, where STEM integration has become a key component of early mathematics education.

Keywords: *STEM approach, primary education, mathematics teaching methodology, geometric shapes, spatial thinking, digital learning, interactive methods, creative thinking, modeling, educational activity.*

KIRISH

Bugungi kunda ta'lim jarayonida o'quvchilarning nazariy bilimlari bilan bir qatorda amaliy faoliyatini ham rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilmoqda [1]. Ayniqsa, boshlang'ich ta'lim bosqichida matematika fanini o'qitishda yangi texnologiyalar va metodik yondashuvlarni tatbiq etish o'quvchilarning mantiqiy fikrlash qobiliyatini oshirishda muhim o'rin tutadi. STEM yondashuvi — bu fan (Science), texnologiya (Technology), muhandislik (Engineering) va matematika (Mathematics)ni birlashtirgan integrativ ta'lim modeli bo'lib, u o'quvchini mustaqil fikrlash, muammoni tahlil qilish va amaliy yechim topishga o'rgatadi. Aynan geometrik shakllarni o'qitishda ushbu yondashuv o'quvchilarga fazoviy fikrlashni, modellashtirishni va ijodiy yechim topishni o'rgatadi [2-4].

Zamonaviy ta'lim sharoitida o'quvchilarning nazariy bilimlari bilan bir qatorda amaliy faoliyat va muammolarni hal etish qobiliyatini shakllantirish ustuvor vazifaga aylangan. Ayniqsa boshlang'ich ta'lim bosqichida matematikani — xususan, geometrik shakllar mavzusini — faqat yodda saqlash emas, balki hayotiy kontekstda qo'llash, modellashtirish va konstruktiv faoliyat orqali o'rgatish zarurati ortib bormoqda. Shu nuqtai nazardan, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) yondashuvi interfaol va integratsiyalashgan ta'lim vositasi sifatida keng e'tirof etilmoqda [5]. Xalqaro miqyosda so'nggi yillarda STEM-ta'limga qaratilgan jiddiy tashabbus va investitsiyalar ko'paydi. UNESCO va xususiylar hamkorlar 2024-yilda Yevropada STEM-kompetensiyalarni rivojlantirishga qaratilgan milliy va mintaqaviy loyihalarni boshladi, shu jumladan ta'lim muassasalarida innovatsion o'quv yechimlarini joriy etish bo'yicha hamkorlik

dasturlari ishga tushirildi. Shuningdek, xalqaro moliyaviy tashkilotlar va donorlar ham boshlang'ich ta'limda raqamli infratuzilma va o'qituvchilarni qayta tayyorlashga investitsiya qilmoqda. Masalan, Jahon banki tomonidan qo'llab-quvvatlangan dasturlar doirasida 2023/24 o'quv yilida bir qator maktablar modellari amaliyotga joriy etilib, o'qituvchilarni malaka oshirish, infratuzilma va pedagogik materiallar bilan ta'minlash orqali o'quv jarayonini modernizatsiya qilishga qaratilgan choralar ko'rildi. Xalqaro ta'lim statistikasi va baholashlari ham STEM hamda matematik- ilmiy ko'nikmalarning muhimligini tasdiqlaydi [6]. OECDning ta'limga oid hisobotlari hamda xalqaro baholov testlari (PISA, TIMSS) natijalari mamlakatlararo ta'lim siyosatida yangilanishlarga sabab bo'lmoqda: ba'zi mamlakatlarda boshlang'ich bosqichdagi matematika va fan ko'rsatkichlari yaxshilanishi kuzatilsa, boshqa joylarda pandemiya oqibatida o'quv natijalari pasayishi aniqlangan — bu esa boshlang'ich ta'limdagi sifat va o'qituvchilarning professional rivojlanishini ta'minlash zaruratini oshiradi [7]. Ayrim davlatlar va tashkilotlar STEM ta'limini milliy strategiyalarga kiritib, o'qituvchilarning kasbiy rivojlanishini, inklyuzivlikni va qizlarni STEMga jalb qilishni qo'llab-quvvatlashga alohida e'tibor qaratmoqda. Masalan, AQSH Milliy fan jamg'armasining STEM-ta'limi bo'yicha yo'nalmalari ham K–12 darajasida tadqiqot va metodik vositalarni qo'llab-quvvatlashga yo'naltirilgan [8-11].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Ta'lim sohasida yangicha yondashuvlar, innovatsion metodlar va texnologiyalarni o'quv jarayoniga tatbiq etish dolzarb masalalardan biridir. Shulardan biri — STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) yondashuvidir. Bu yondashuv o'quvchilarning bilimlarini fanlararo integratsiya orqali mustahkamlaydi, ularda amaliy fikrlash, muammoni hal etish, kreativlik va tanqidiy tahlil qilish ko'nikmalarini shakllantiradi. Xorijiy tajribalarga murojaat qiladigan bo'lsak, AQSh, Finlyandiya, Yaponiya, Janubiy Koreya kabi ilg'or ta'lim tizimlariga ega mamlakatlarda STEM o'qitish modeli boshlang'ich ta'lim bosqichidan joriy etilgan [4,5-9].

Masalan, AQShda "Next Generation Science Standards" (NGSS) dasturi asosida o'quvchilarga ilmiy-texnik tafakkurni shakllantirish uchun matematika,

texnologiya va muhandislik fanlari o'zaro bog'langan holda o'qitiladi [7-8]. Finlyandiya ta'lim tizimida esa "Phenomenon-based learning" yondashuvi orqali o'quvchilar real hayotdagi hodisalar asosida bilim oladilar. Bu jarayonda geometrik shakllar atrofdagi obyektlar bilan bog'lab o'rgatiladi, masalan: uyning tomi — uchburchak, deraza — to'rtburchak, to'p — shar shaklida.

Yaponiyada esa boshlang'ich maktab o'quvchilari STEM o'quv dasturlari doirasida "matematika + san'at + texnologiya" integratsiyasida dars olib borishadi. Bu orqali bolalar nafaqat shaklni taniydilar, balki uni yasash, modellashtirish, o'lchash, va hatto o'yinlar orqali qo'llashni o'rganadilar.

O'zbekistonda ham so'nggi yillarda STEM ta'limi bosqichma-bosqich joriy qilinmoqda. "Raqamli ta'lim", "STEAM laboratoriyalar", "Innovatsion ta'lim texnologiyalari" kabi tashabbuslar boshlang'ich sinflarda matematika fanini yanada qiziqarli, amaliy va samarali o'qitish imkonini bermoqda. STEM yondashuvining asosiy maqsadi — o'quvchilarda nazariy bilim bilan birga amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish, ilmiy fikrlashni shakllantirish hamda real hayotdagi muammolarni yechishda matematik bilimlardan foydalanishni o'rgatishdir. Shu sababli, geometrik shakllarni STEM asosida o'qitish boshlang'ich bosqichda katta ahamiyat kasb etadi. Boshlang'ich sinf matematika kursida o'quvchilarga quyidagi asosiy geometrik shakllar o'rgatiladi:

1-sinfda

Mavzular: To'g'ri chiziq, nuqta, kesma, kvadrat, to'rtburchak, aylana, uchburchak.

O'qitish usullari:

- Rangli kartonlardan shakllar yasash.
- "Shaklni top" o'yini.
- Chizmachilik mashqlari (chiziq, burchak chizish).

Maqsad: Shakllarni farqlash, ularning nomini va xususiyatlarini bilish.

2-sinfda

Mavzular: Dumaloq, uchburchak, to'rtburchak, trapetsiya, parallelogramma, romb.

O'qitish usullari:

- Shakllarni taqqoslash va o'lchash.
- Raqamli chizmalar (kompyuter yoki planshetda).

- 2D modellar yasash.

Maqsad: Shakllar orasidagi farqni tushunish, o'lchov bilan bog'lash.

3-sinfda

Mavzular: Hajmli shakllar — kub, to'g'ri burchakli parallelepiped, shar, silindr, konus.

O'qitish usullari:

- Plastilindan modellar yasash.
- Qurilish konstruktori yordamida shakllar tuzish.
- 3D ko'rgazmali modellarni tahlil qilish.

Maqsad: Fazoviy tasavvurni rivojlantirish.

Bu yondashuv yordamida o'quvchilar shakllarni nafaqat rasmda, balki real hayotdagi obyekt sifatida ko'ra oladilar, fanlararo integratsiya orqali texnologiya, san'at va muhandislik asoslarini o'rganadilar, ijodiy fikrlash va muammoli vaziyatlarni hal etish ko'nikmalariga ega bo'ladilar [2-3]. Shunday qilib, STEM asosida geometrik shakllarni o'rgatish — zamonaviy ta'limning muhim metodik yo'nalishlaridan biridir va uni boshlang'ich sinf matematik ta'limida keng joriy etish zamon talabi hisoblanadi. Yuqoridagi xalqaro tendensiyalar va dasturlar boshlang'ich sinflarda geometrik shakllarni o'rgatish metodikasiga quyidagi amaliy xulosalarni beradi:

1. pedagoglarning doimiy malaka oshirishi (STEM metodikasi va raqamli vositalardan foydalanish bo'yicha);
2. ko'rgazmali va amaliy mashg'ulotlarning o'quv dasturiga integratsiyasi (model yasash, 3D modellashtirish, loyihaviy ishlanmalar);
3. inklyuziv yondashuv (turli qobiliyatdagi o'quvchilarni jalb qilish, jinsiy va ijtimoiy tenglikni ta'minlash); va
4. raqamli infratuzilma va o'quv resurslarini qo'llash orqali nazariy bilimlarni amaliy mashqlar bilan bog'lash. Ushbu qadriyatlar xalqaro amaliyotda muvaffaqiyatli deb topilgan loyihalar asosida ishlab chiqilmoqda.

Shu sababli maqolaning asosiy maqsadi — boshlang'ich sinf matematika darslarida geometrik shakllarni o'rgatishda STEM yondashuvining nazariy asoslarini aniqlash, xalqaro tajribani hisobga olgan holda amaliy metodik tavsiyalar

ishlab chiqish va ularni mahalliy ta'lim muhitiga moslashtirish yo'llarini taklif etishdir. Keyingi bo'limlarda biz aynan shu xalqaro tajriba va so'nggi yangiliklarning boshlang'ich sinf sharoitida qanday tatbiq etilishi mumkinligini batafsil ko'rib chiqamiz. Geometrik shakllarni o'rgatishning ahamiyatini sezish uchun boshlang'ich sinflarda geometrik shakllar bo'limi o'quvchilarning tasavvurini kengaytirish, fazoviy fikrlash va o'lchash ko'nikmalarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. O'quvchilar "doira", "kvadrat", "to'rtburchak", "uchburchak" kabi shakllarni nafaqat nomlab, balki ularni atrofdagi predmetlar bilan bog'lay olishlari kerak [1]. An'anaviy o'qitish jarayonida geometrik shakllar faqat doskada chizish yoki rasm orqali ko'rsatish bilan cheklanadi. Biroq STEM yondashuvi bu jarayonni jonlantiradi — o'quvchilar o'z qo'llari bilan shakllar yasaydi, modellar tuzadi, tajriba o'tkazadi va o'zlari xulosa chiqaradi.

STEM yondashuvining mohiyati: STEM ta'limi o'quvchini passiv tinglovchi emas, balki faol ishtirokchiga aylantiradi. Ushbu yondashuvda:

- S (Science) — geometrik shakllarning fizik va tabiiy jihatlarini tahlil qilish (masalan, kub yoki silindr hajmini aniqlash);
- T (Technology) — raqamli texnologiyalar yordamida shakl modellarini yaratish;
- E (Engineering) — shakllarni konstruktsiya qilish va sinovdan o'tkazish;
- M (Mathematics) — o'lchov, hisoblash va tahlil qilishni amalga oshirish jarayonlarini o'z ichiga oladi.

Masalan, o'quvchilar plastilindan yoki LEGO detalchalardan shakl yasab, ularning hajmi va sirtini o'lchash orqali geometrik tushunchani amaliy faoliyat bilan bog'lashadi [10].

Geometrik shakllarni STEM asosida o'rgatish bosqichlari:

1. Motivatsiya bosqichi. O'quvchilarga hayotiy misol keltiriladi: "Uy qurish uchun qanday shakllar kerak bo'ladi?", "Sharcha nega yumaloq?".
2. Tadqiqot bosqichi. O'quvchilar shakllarning xususiyatlarini tajriba orqali o'rganadilar. Masalan, turli shakllarning og'irlik markazini topish yoki ularning yuzasini taqqoslash.

3. Loyihalash bosqichi. O'quvchilar guruhda ishlaydi, shakllardan foydalangan holda oddiy maketlar yaratadilar (masalan, ko'prik yoki minoraning modeli).
4. Natijani tahlil qilish. O'quvchilar o'z ishlarini taqdim etadi, natijalarni solishtiradi va xulosa chiqaradi.

Bu jarayon o'quvchilarning mustaqil fikrlash, muloqot qilish va jamoada ishlash ko'nikmalarini rivojlantiradi [11]. O'qituvchi bu jarayonda yo'l boshchi sifatida faoliyat yuritadi. U o'quvchilarga savollar beradi, yo'naltiruvchi topshiriqlar beradi va muammoli vaziyatlar yaratadi. O'qituvchi uchun muhim jihat — har bir mashg'ulotni o'quvchilarning yoshiga, bilim darajasiga va qiziqishlariga moslashtirishdir.

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Boshlang'ich sinf matematika fanida geometrik shakllarni o'rgatishda STEM yondashuvi samaradorligini aniqlash maqsadida tajriba-sinov ishlari o'tkazildi. Tajriba Xorazm viloyatidagi 2 ta maktabning 1,2,3-sinf o'quvchilari orasida olib borildi. Bitta sinfda an'anaviy dars o'tish metodikasi, ikkinchi sinfda esa STEM yondashuvi asosida dars tashkil etildi. Tadqiqot davomida boshlang'ich sinflarda geometrik shakllarni o'qitishda STEM yondashuvi asosida tashkil etilgan tajriba-sinov ishlari o'tkazildi. Unda 1–3-sinflarda o'quvchilarning o'zlashtirish ko'rsatkichlari va fanlarga bo'lgan qiziqishlari an'anaviy metod bilan taqqoslab o'rganildi.

1. Tajriba-sinovning asosiy ko'rsatkichlari

Guruh nomi	O'quvchilar soni	Dastlabki test (o'rtacha %)	Yakuniy test (o'rtacha %)	O'sish (%)
Tajriba guruhi (STEM yondashuvi)	25	62	88	+26
Nazorat guruhi (an'anaviy metod)	25	61	73	+12

Ko'rinib turibdiki, STEM yondashuvi qo'llanilgan tajriba guruhida o'quvchilarning o'zlashtirish ko'rsatkichi 26% ga oshgan, bu esa an'anaviy metoddagi o'sishdan taxminan ikki barobar yuqori. Bu natijalar STEM metodikasi

o'quvchilarning geometrik shakllar haqidagi tushunchalarini amaliy tajriba, kuzatish va modellashtirish orqali mustahkamlashini tasdiqlaydi.

2. O'quvchilarning fanlarga qiziqish darajasi (so'rovnoma asosida)

Savollar	STEM guruhi (%)	Nazorat guruhi (%)
Geometrik shakllarni o'rganish menga yoqadi	92	68
Darsda amaliy ishlar qilishni xohlayman	96	70
Darsda texnologiyadan foydalanish qiziqarli	90	55

O'quvchilardan dars jarayonidagi ishtirok, qiziqish va amaliy topshiriqlarga munosabati bo'yicha so'rovnoma o'tkazildi. Natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan. Bunga ko'ra tajribada so'rovnoma natijalariga ko'ra, STEM yondashuvi asosida o'tilgan darslarda o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqish darajasi 20–35% ga yuqori bo'ldi. Bu esa darslarda ko'rgazmalilik, texnologik vositalar va o'yinli metodlar qo'llanishining samarali ekanini ko'rsatadi. Aytaylik, o'quvchilar kub, konus va silindr kabi shakllarni plastilindan yasash, 3D model orqali tahlil qilish yoki real hayotdagi shakllarni aniqlash orqali o'z bilimlarini mustahkamladilar.

3. O'quvchilarning fazoviy tafakkur rivojlanishi natijalari

Baholash mezonlari	STEM guruhi (%)	Nazorat guruhi (%)
Fazoviy tasavvurni qo'llay oladi	87	64
Hajmli shakllarni farqlay oladi	90	69
Shakllar o'lchamlarini taqqoslay oladi	85	66

STEM yondashuvi asosida o'qitilgan o'quvchilarda fazoviy tafakkur, kuzatish va tahlil qilish ko'nikmalari ancha rivojlandi. Ayniqsa, 3D modellar bilan ishlash ularning "ko'rish orqali o'rganish" qobiliyatini kuchaytirdi.

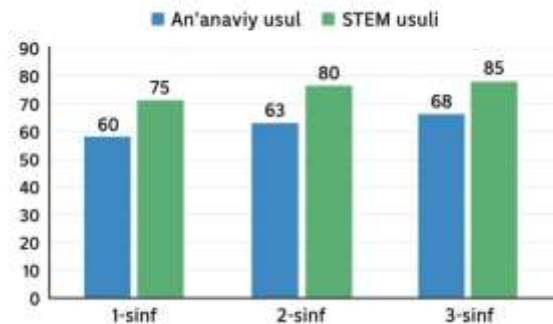
4. Grafik ko'rinishda natijalar tahlili

O'QUVCHILAR QIZIQISH DARAJASI



1- Grafik

STEM USULI SAMARADORLIGI



2- Grafik

1-Grafik STEM va an'anaviy guruhlarining o'zlashtirish natijalari X o'qi: Guruhlar (Tajriba, Nazorat), Y o'qi: O'rtacha foiz natijalari. Har bir guruhda "Dastlabki test" va "Yakuniy test" ustunlari. Natijada STEM guruhi ustunlari ancha baland chiqadi, bu esa yondashuvning samaradorligini yaqqol ko'rsatadi.

2-Grafik O'quvchilarning qiziqish darajasi Doira diagrammasida STEM guruhi (90% atrofida) va Nazorat guruhi (60% atrofida) taqqoslanadi. Natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, bunga ko'ra STEM asosidagi o'qitish jarayonida o'quvchilar faol ishtirok etadi, mustaqil izlanadi va ijodiy fikrlaydi. Amaliy faoliyat, modellashtirish va tajriba orqali o'rganish ularning fazoviy tafakkurini rivojlantiradi. Darslarda axborot texnologiyalari, qurilish modellar, 3D ko'rgazmalardan foydalanish o'quvchilarda real hayot bilan bog'liq o'rganish muhiti yaratadi. Nazorat guruhi bilan solishtirganda, STEM darslarida o'quvchilar matematika faniga bo'lgan ijobiy munosabatni shakllantirgan.

XULOSA

Tajriba natijalaridan kelib chiqib aytish mumkinki, STEM yondashuvi asosida geometrik shakllarni o'rgatish - boshlang'ich sinf matematika ta'limida samaradorlikni oshiruvchi va ijodiy fikrlashni rivojlantiruvchi muhim metodik yo'nalishdir. Bu yondashuv orqali o'quvchilar: matematik tushunchalarni amaliyot bilan bog'laydi, ilmiy va texnik fikrlashni o'zlashtiradi, o'z bilimlarini mustaqil tatbiq eta oladi. STEM yondashuvi boshlang'ich ta'limda, ayniqsa, geometrik shakllarni o'rgatishda o'quvchilarning mustaqil fikrlash, kuzatish, tahlil qilish va ijodkorlik ko'nikmalarini rivojlantiradi. Mazkur metodika orqali o'quvchilar geometrik

shakllarni nafaqat eslab qoladilar, balki ularni real hayotdagi jarayonlar bilan bog'lashni o'rganadilar. bu yondashuvi asosida boshlang'ich sinf o'quvchilariga geometrik shakllarni o'rgatish — ularning matematika faniga bo'lgan qiziqishini kuchaytiradi, fazoviy tafakkurni rivojlantiradi va amaliy fikrlashni shakllantiradi. Natijada o'qitish jarayoni yanada qiziqarli, mazmunli va samarali bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Navruzova N. S. Ko'p xonali sonlarda geometrik shakllarni o'rgatish metodikasi. – Samarqand: PEDAGOG, 2023. – bet. 1-8.
2. Radjabov B. S., Mirjamolova M. A. Maktab geometriya kursida aylanish jismlarining hajmini hisoblash formulalarini keltirib chiqarish metodikasi. – Qarshi: Modern Problems and Prospects of Applied Mathematics, 2024. – bet. 12-20.
3. Barakayev M., Shamshiyev A., G'oyibnazarova G. Matematika o'qitish metodikasi. – Toshkent: O'zbekiston Faylasuflari Milliy Jamiyati Nashriyoti, 2019. – bet. 160.
4. Wang T.-L., Yang D.-C. A Comparative Study of Geometry in Elementary School Mathematics Textbooks from Five Countries. – Europe: European Journal of STEM Education, 2016. – bet. 58.
5. Greca I. M., Fernández-Hawrylak M. Teacher Perspectives on Teaching the STEM Approach to Educational Coding and Robotics in Primary Education. – Spain: Educ. Sci., 2021. – bet. 64. [MDPI](#)
6. Semenikhina O. V., Drushlyak M. G., Shishenko I. V. STEM PROJECT AS A MEANS OF LEARNING MODELING FOR PRE-SERVICE MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE TEACHERS. – Ukraine: Information Technologies and Learning Tools, 2022. – bet. 4. [journal.iitta.gov.ua](#)
7. Le Trung Hieu, Le Thi Thu Ha, Quan Thi Duong. STUDY ON STEM EDUCATION MODELS AND ORIENTATION TEACHING IN ELEMENTARY. – Vietnam: Scientific Journal of Tan Trao University, 2023. – bet. 912. [tckh.daihoctantrao.edu.vn](#)
8. (Anonymous/collective) Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. – Germany: ZDM – Mathematics Education, 2023. – bet. 1199-1217. [SpringerLink](#)
9. Abylkassymova A., Yessetov Y., Tuyakov Y., Ardabayeva A. Teaching geometry in school: Digital resources to develop students' spatial thinking. – Kazakhstan: International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, 2025. – bet. 439-450. [ijirss.com](#)
10. Shmigirilova I. B., Rvanova A. S., Tadzhigitov A. A., Beloshistova Y. S. Advancing future mathematics teachers' geometric thinking through a Van Hiele-based elementary geometry course. – Russia/Kazakhstan: Journal on Mathematics Education, 2021. – bet. 799-818. [jme.ejournal.unsri.ac.id](#)
11. (Cunha C., Moreira A., Coelho S., Mendonça V., Gomes J. P.) Empowering the Teaching and Learning of Geometry in Basic Education by Combining Extended Reality and Machine Learning. – Portugal/International: (arXiv preprint) 2025. – bet. (not paginated). [arXiv](#)