OLIY TA'LIM TALABALARINING MATEMATIK TAFAKKURINI RIVOJLANTIRISHNING INNOVATSION PEDAGOGIK METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

Yigitaliyeva Muazzas Mo'sajon qizi
Rahimov school maktabi matematika fani o'qituvchisi
doi:https://doi.org/10.5281/zenodo.23020655

ANNOTATSIYA: Mazkur maqolada oliy ta'lim talabalarining matematik tafakkurini rivojlantirishga qaratilgan innovatsion pedagogik metodikani takomillashtirishning nazariy va metodik asoslari yoritiladi. Tadqiqot integrativ adabiyotlar tahlili va konseptual modellashtirishga asoslangan bo'lib, matematik reasoning, muammoli ta'lim, faol o'qitish, metakognitiv nazorat, o'zini o'zi boshqarib o'rganish, kognitiv yukni boshqarish hamda raqamli vizualizatsiya yondashuvlarini yagona metodik siklga birlashtiradi. Xalqaro tadqiqotlar faol ta'lim va metakognitiv instruktsiyaning o'quv natijalariga ijobiy ta'sirini ko'rsatadi; shu asosda oliy ta'lim uchun besh bosqichli model: muammoli vaziyatni anglash, matematiklashtirish, strategik yechim, metakognitiv monitoring va reflektiv transfer taklif etildi. Modelda o'qituvchi tayyor algoritmni uzatuvchi emas, balki kognitiv faollikni tashkil etuvchi fasilitator sifatida qaraladi. Baholash tizimi faqat yakuniy javobni emas, balki asoslash, reprezentatsiya, strategiya tanlash, xatoni tahlil qilish va transfer qobiliyatini ham qamrab oladi. Taklif etilgan metodika matematika fanlarini o'qitishda talabaning reproduktiv faoliyatidan mustaqil, asoslangan va moslashuvchan matematik fikrlashga o'tishini ta'minlashga qaratilgan.
Kalit so'zlar: matematik tafakkur, oliy ta'lim, innovatsion pedagogika, muammoli ta'lim, metakognitsiya, faol ta'lim, matematik modellashtirish, raqamli vositalar.

АННОТАЦИЯ: В статье раскрываются теоретические и методические основы совершенствования инновационной педагогической методики развития математического мышления студентов высшей школы. Исследование основано на интегративном анализе литературы и концептуальном моделировании. В единую методическую систему объединены математическое рассуждение, проблемное и активное обучение, метакогнитивный контроль, саморегулируемое обучение, управление когнитивной нагрузкой и цифровая визуализация. На основе международных исследований предложен пятиэтапный цикл: осмысление проблемной ситуации, математизация, выбор стратегии и решение, метакогнитивный мониторинг, рефлексия и перенос. Система оценивания ориентирована не только на конечный ответ, но и на качество обоснования, выбор представлений и стратегий, анализ ошибок и перенос знаний в новые ситуации.
Ключевые слова: математическое мышление, высшее образование, инновационная педагогика, проблемное обучение, метакогниция, активное обучение, математическое моделирование.

ABSTRACT: This article examines theoretical and methodological foundations for improving an innovative pedagogical approach to the development of university students' mathematical thinking. The study uses an integrative literature analysis and conceptual modelling approach. Mathematical reasoning, problem-based learning, active learning, metacognitive monitoring, self-regulated learning, cognitive-load management and digital visualization are integrated into a single instructional cycle. Drawing on international evidence, a five-stage model is proposed: problem interpretation, mathematization and representation, strategic solution, metacognitive monitoring, and reflective transfer. The

assessment framework emphasizes not only final answers but also justification, representation, strategy selection, error analysis and the ability to transfer mathematical knowledge to unfamiliar contexts. The proposed methodology is intended to move university mathematics learning from reproductive algorithm use toward independent, reasoned and adaptive mathematical thinking.

Keywords: mathematical thinking, higher education, innovative pedagogy, problem-based learning, metacognition, active learning, mathematical modelling, digital tools.

KIRISH

Zamonaviy oliy ta’limda matematika fanini o‘qitishning asosiy vazifasi formulalar va algoritmlarni yodlatish bilan cheklanmaydi. Talaba noaniq yoki yangi vaziyatni matematik nuqtai nazardan ko‘ra olishi, muammoni strukturalashi, tegishli tushuncha va reprezentatsiyalarni tanlashi, asoslangan xulosa chiqarishi hamda natijani kontekstga qayta talqin qilishi zarur. OECD matematik savodxonlikni matematik reasoning bilan birga real vaziyatlarni formulalash, matematik vositalarni qo‘llash, natijani talqin qilish va baholash qobiliyati sifatida izohlaydi (1). Garchi PISA maktab yoshidagi o‘quvchilarni baholasa-da, undagi reasoning va modellashtirish mantig‘i oliy ta’limda ham matematik tafakkurni operatsionlashtirish uchun muhim konseptual asos bo‘lib xizmat qiladi.

Matematik tafakkur ko‘p komponentli konstrukt bo‘lib, u konseptual tushunish, protseduraviy ravonlik, strategik kompetensiya, moslashuvchan reasoning va matematik faoliyatga nisbatan produktiv munosabatning o‘zaro bog‘liqligini talab qiladi (4). Pólya masala yechishni muammoni tushunish, reja tuzish, rejani bajarish va yechimni qayta ko‘rib chiqish ketma-ketligida tasvirlagan bo‘lsa (2), Schoenfeld samarali matematik faoliyatda bilim resurslari bilan bir qatorda evristikalar, nazorat va e’tiqodlar tizimini ham hal qiluvchi omillar sifatida ko‘rsatadi (3). Shu bois talabaning to‘g‘ri javobi uning matematik tafakkuri to‘liq shakllanganini anglatmaydi; u qanday fikrlagani, nega aynan shu strategiyani tanlagani va natijaning ishonchliligini qanday tekshirganini ham baholash zarur.

Amaliyotda esa oliy matematika mashg‘ulotlarida ma’ruza-markazli tushuntirish, namuna bo‘yicha mashq va tezkor yakuniy javobga yo‘naltirilgan nazoratning ustunligi uchraydi. Bunday model bazaviy bilimni uzatishda foydali bo‘lsa-da, talabani yangi muammoni mustaqil strukturalashga, muqobil yechimlarni solishtirishga va xatodan bilim manbai sifatida foydalanishga yetarli darajada majbur qilmasligi mumkin. NCTM samarali matematika ta’limi mazmunli matematik diskurs, reasoning, muammoli topshiriqlar va turli reprezentatsiyalar bilan faol ishlashni taqozo etishini qayd etadi (5). Hiebert va Grouws ham o‘qitishning tabiati talabalar nimani va qanday darajada o‘rganishiga bevosita ta’sir qilishini ta’kidlaydi (6).

Shuning uchun tadqiqot muammosi quyidagicha qo‘yildi: oliy ta’lim talabalarining matematik tafakkurini rivojlantirish uchun an’anaviy algoritmik mashqlarni qaysi pedagogik mexanizmlar bilan boyitish, ularni qanday ketma-ketlikda tashkil etish va natijani qanday ko‘p mezonli baholash lozim? Maqolaning maqsadi xalqaro ilmiy manbalarni tahlil qilish asosida matematik tafakkurni rivojlantirishning integrativ innovatsion metodikasini ishlab chiqish va uning tarkibiy komponentlari, didaktik bosqichlari hamda baholash mezonlarini asoslashdan iborat.

MATERIAL VA METODLAR

Tadqiqot metodologiyasi integrativ adabiyotlar tahlili va konseptual pedagogik modellashtirishga asoslandi. Tahlil uchun matematika ta’limi, STEM pedagogikasi, metakognitsiya, o‘zini o‘zi boshqarib o‘rganish, kognitiv yuk, faol ta’lim va raqamli vositalar bo‘yicha xalqaro miqyosda keng qo‘llanadigan fundamental hamda yangi manbalar tanlandi. Manbalarni tanlashda uch mezon qo‘llandi: (a) matematik tafakkur yoki muammo yechish mexanizmini izohlashi; (b) ta’lim dizayniga bevosita tatbiq etilishi; (c) oliy ta’lim yoki unga

yaqin o‘quv muhitlarida amaliy dalil berishi. Shu asosda 15 ta tayanch manba metodik sintez uchun ajratildi (1–15).

1-jadval. Matematik tafakkurning asosiy tarkibiy komponentlari va ularning kuzatiladigan indikatorlari

№	Komponent	Kuzatiladigan indikator	Mos topshiriq turi
1	Matematik reasoning	Deduktiv va induktiv xulosa, dalillash, taxminni tekshirish, natijaning mantiqiyligini baholash	Kontekstli savol, “nega?” va “qanday isbotlaysiz?” topshiriqlari
2	Konseptual tushunish	Tushunchalar orasidagi bog‘lanishni izohlash, bir g‘oyani turli shaklda ifodalash	Grafik–formula–jadval o‘rtasida o‘tish, konsept xaritasi
3	Strategik kompetensiya	Muammoni matematik modelga aylantirish, bir nechta yo‘ldan maqsadga muvofiq usulni tanlash	Ochiq masala, alternativ yechimlarni taqqoslash
4	Metakognitiv nazorat	Rejalashtirish, jarayonni kuzatish, xatoni aniqlash va tuzatish	Think-aloud, refleksiya varaqasi, xato tahlili
5	Transfer va moslashuvchanlik	O‘rganilgan g‘oyani yangi yoki real kontekstda qo‘llash	Case, loyiha, modellashtirish topshirig‘i

Tahlil birliklari sifatida quyidagi pedagogik kategoriyalar belgilandi: matematik reasoning, konseptual tushunish, strategik kompetensiya, metakognitiv monitoring, faol ishtirok, muammoli vaziyat, raqamli reprezentatsiya, kognitiv yuk va reflektiv transfer. Har bir manba ushbu kategoriyalardan qaysilarini qo‘llab-quvvatlashi nuqtai nazaridan tahlil qilindi. Keyingi bosqichda turli nazariyalardagi takrorlanuvchi mexanizmlar yagona ta’lim sikliga birlashtirildi.

Ushbu maqola yangi eksperimental guruhlar bilan o‘tkazilgan klinik yoki pedagogik sinovni da’vo qilmaydi. Natijalar bo‘limida keltirilgan miqdoriy ko‘rsatkichlar faqat nashr etilgan xalqaro tadqiqotlardan olinadi. Taklif etilgan model esa ushbu dalillar va nazariy konsepsiyalarning mualliflik integratsiyasi bo‘lib, keyingi bosqichda oliy ta’lim muassasasida kvazi-eksperimental dizayn orqali sinovdan o‘tkazilishi mumkin.

NATIJALAR

Adabiyotlar sintezi matematik tafakkurni rivojlantirish uchun alohida bitta metod emas, balki o‘zaro kuchaytiruvchi pedagogik mexanizmlar majmuasi zarurligini ko‘rsatdi. Birinchidan, talabaga kognitiv jihatdan mazmunli muammo berilishi kerak. Kapurning “productive failure” tadqiqotlari murakkab va to‘liq strukturalanmagan muammolar bilan dastlabki kurash keyingi o‘rganish va transfer uchun produktiv bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi (7). Bu prinsipni oliy matematika mashg‘ulotida darhol tayyor formulani ko‘rsatish o‘rniga, talabani model, taxmin yoki yechim strategiyasini ishlab chiqishga jalb qilish orqali qo‘llash mumkin.

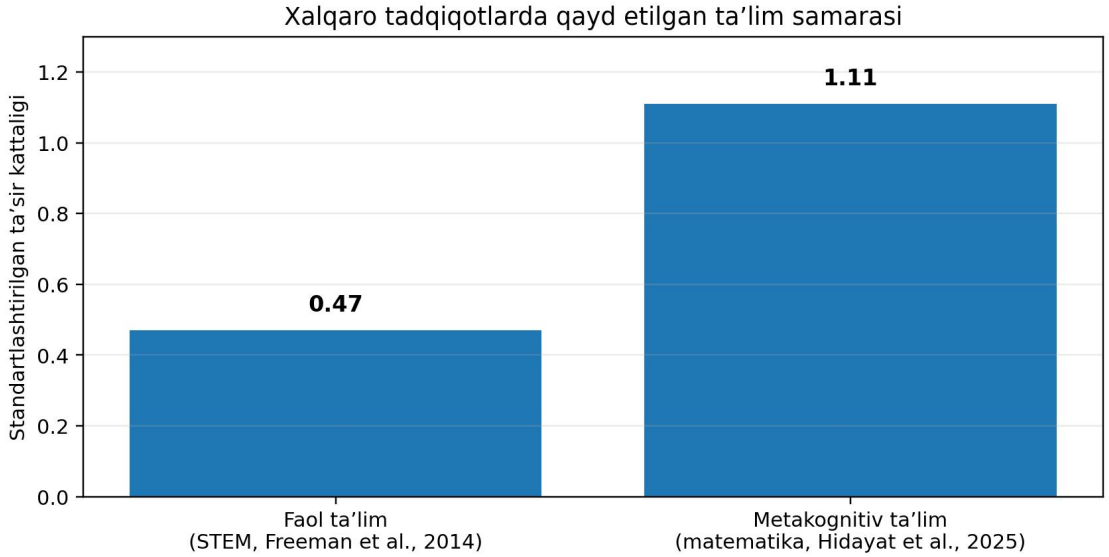
Ikkinchidan, faol ta’limning o‘zi natijalarni yaxshilashi haqida kuchli empirik dalillar mavjud. Freeman va hammualliflar 225 ta STEM tadqiqotining meta-tahlilida faol ta’lim sharoitida imtihon va konsept testlari natijasi o‘rtacha 0,47 standart og‘ishga oshganini, an’anaviy ma’ruzada esa muvaffaqiyatsizlik ehtimoli yuqoriroq bo‘lganini qayd etgan (8). Deslauriers va hammualliflar faol o‘qitishda talabalar ko‘proq o‘rgansalar ham, kognitiv zo‘riqish sabab ba’zan o‘zlarini kamroq o‘rgandek his qilishlari mumkinligini ko‘rsatadi (9). Demak, innovatsion metodika faqat topshiriqni murakkablashtirish bilan cheklanmasdan,

talabaga nega faol ishlash talab qilinayotgani va qiyinchilik o‘rganishning tabiiy qismi ekanini tushuntirishi lozim.

Uchinchidan, metakognitiv komponent matematik fikrlashni barqarorlashtiradi. Zimmerman o‘zini o‘zi boshqarib o‘rganishni maqsad qo‘yish, strategiyani tanlash, o‘z faoliyatini kuzatish va natijani baholash bilan bog‘laydi (10). 2025-yilgi meta-tahlilda matematikada metakognitiv instruktsiya o‘quv yutug‘iga katta va statistik ahamiyatli ta’sir ko‘rsatgani, umumiy ta’sir kattaligi ES=1,11 ekanligi qayd etilgan (12). Bundan tashqari, 2024-yilgi katta meta-tahlil metakognitsiya va matematika yutug‘i o‘rtasidagi bog‘liqlikni maktabgacha ta’limdan universitetgacha bo‘lgan keng spektrda ko‘rib chiqqan (13). Bu dalillar “o‘ylash haqida o‘ylash”ni qo‘shimcha faoliyat emas, balki matematik tafakkurning asosiy mexanizmi sifatida kiritish zarurligini asoslaydi.

To‘rtinchidan, innovatsion metodika kognitiv yukni ham boshqarishi kerak. Sweller, van Merriënboer va Paas murakkab vazifalarda ishchi xotira cheklanganligini va ta’lim dizayni keraksiz kognitiv yukni kamaytirib, foydali sxemalar qurilishini qo‘llab-quvvatlashi kerakligini ko‘rsatadi (11). Shuning uchun muammoli ta’lim “talabani yolg‘iz tashlab qo‘yish” degani emas. Dastlab o‘qituvchi reprezentatsiya, qisman tayanch savollar, yechimni rejalashtirish shabloni yoki grafik vosita bilan scaffolding beradi; kompetensiya oshgani sari bu tayanchlar bosqichma-bosqich kamaytiriladi.

Beshinchidan, raqamli vosita matematik fikrlashni vizual va iterativ shaklda qo‘llab-quvvatlashi mumkin. 2026-yildagi sistematik sharh GeoGebra kabi raqamli vositalar dinamik vizualizatsiya, tezkor feedback va qayta tekshirish orqali metakognitiv monitoringni qo‘llab-quvvatlashini ko‘rsatadi (14). Universitet matematikasida bu grafik, geometrik, statistik va modellashtirish topshiriqlarini “javob chiqaruvchi dastur” sifatida emas, taxmin yaratish va tekshirish muhiti sifatida tashkil etishni anglatadi. Xuddi shuningdek, 2026-yilgi mapping review loyiha asosidagi matematika ta’limida tanqidiy fikrlashni rivojlantirish uchun faol, kontekstli va hamkorlikdagi topshiriqlarning istiqbolini ko‘rsatadi (15).

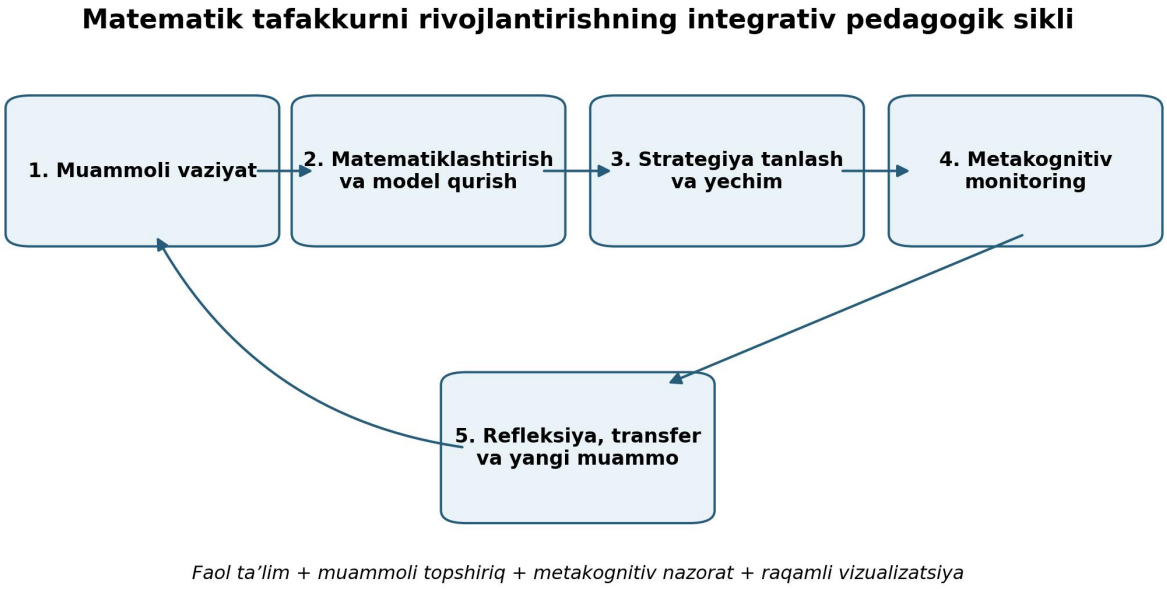


Eslatma: tadqiqotlar turli dizayn va populyatsiyalarga ega; ko‘rsatkichlar bevosita reyting sifatida solishtirilmaydi.

1-rasm. Faol va metakognitiv ta’lim bo‘yicha ayrim meta-analitik natijalar (8,12). Ko‘rsatkichlar turli tadqiqot dizaynlaridan olingani sababli bevosita “qaysi biri kuchliroq” reytingi sifatida talqin qilinmaydi.

Sintez natijasida oliy ta’lim matematikasi uchun besh bosqichli integrativ metodik sikl ishlab chiqildi. Uning mantiqi Pólya va Schoenfelddagi masala yechish bosqichlarini (2,3), OECDdagi formulalash–qo‘llash–talqin qilish jarayonini (1), matematik proficiency tarkiblarini (4), faol ta’lim va metakognitiv instruktsiya dalillarini (8,12) yagona didaktik

ketma-ketlikda birlashtiradi. Bu sikl bir martalik algoritm emas; talabalar yangi ma’lumot yoki xatoga duch kelganda oldingi bosqichga qaytishi mumkin.



2-rasm. Matematik tafakkurni rivojlantirishning integrativ pedagogik modeli (mualliflik sintezi)

2-jadval. Innovatsion metodikaning asosiy pedagogik vositalari

Vosita	Amaliy ko‘rinish	Kutiladigan kognitiv natija	Manba
Muammoli topshiriq	Tayyor algoritm emas, qaror talab qiluvchi savol	Muammoni strukturalash va matematiklashtirish	(2,3,7)
Faol ta’lim	Think–pair–share, mini-debat, doskada yechimni himoya qilish	Reasoningni tashqi nutqqa chiqarish, xatoni tez aniqlash	(5,8,9)
Metakognitiv prompt	“Nimani bilaman?”, “Qaysi strategiya?”, “Natija mantiqiymi?”	Rejalashtirish, monitoring, o‘zini baholash	(10,12,13)
Ko‘p reprezentatsiya	Formula, grafik, jadval, diagramma, verbal izoh	Konseptual bog‘lanish va fleksibil fikrlash	(1,4,5)
Raqamli vizualizatsiya	GeoGebra/CAS/dinamik grafikni taxmin va tekshiruv uchun ishlatish	Vizual feedback va iterativ tekshirish	(14)
Loyiha/case	Real ma’lumot, iqtisodiy, texnik yoki ijtimoiy kontekst	Transfer, modellashtirish va argumentatsiya	(1,15)

MUHOKAMA

Taklif etilayotgan metodikaning asosiy yangiligi matematik tafakkurni faqat “murakkab masala yecha olish” bilan tenglashtirmasligidadir. Mazkur modelda tafakkur jarayoni muammoni ko‘rishdan boshlanadi va yechimdan keyingi refleksiya hamda transfer bilan yakunlanadi. Shu sababli mashg‘ulotning didaktik markazi “o‘qituvchi qaysi formulani

tushuntiradi?” savolidan “talaba qaysi intellektual harakatlarni bajaradi?” savoliga ko‘chadi. Bu yondashuv matematik proficiency haqidagi besh komponentli qarash bilan mos keladi (4).

Modelning birinchi bosqichi – muammoli vaziyatni anglash. O‘qituvchi mavzuni tayyor ta’rif yoki teorema bilan emas, kognitiv ziddiyat tug‘diradigan vaziyat bilan boshlashi mumkin. Masalan, hosila mavzusida faqat formulani berish o‘rniga turli tezlikda o‘zgaruvchi jarayonning “aynan shu nuqtadagi” o‘zgarish tezligini qanday aniqlash masalasi qo‘yiladi. Talaba mavjud bilim bilan vaziyatni tushuntirishga uringach, yangi tushuncha zarurati paydo bo‘ladi. Bu motivatsion va konseptual “bo‘shliq” productive failure mantig‘iga yaqin (7).

Ikkinchi bosqich – matematiklashtirish va reprezentatsiya. Talaba real yoki verbal vaziyatdan o‘zgaruvchilarni ajratadi, farazlarni belgilaydi, chizma, jadval, grafik yoki formulaga o‘tadi. OECD matematik reasoningni aynan muammoli kontekst bilan matematika orasidagi aloqani qurishning markaziy mexanizmi sifatida ko‘rsatadi (1). Oliy ta’limda bu bosqich ayniqsa differensial tenglamalar, ehtimollar nazariyasi, optimallashtirish, chiziqli algebra va statistik modellashtirishda muhim.

Uchinchi bosqich – strategiyani tanlash va yechimni qurish. Bu yerda talaba birinchi kelgan algoritmni avtomatik qo‘llash emas, qaysi yo‘l samaraliroq ekanini asoslashga o‘rgatiladi. Masalan, integralni hisoblashda almashtirish, bo‘laklab integrallash yoki simmetriyadan foydalanish yo‘llari taqqoslanishi mumkin. Schoenfeldning “control” komponenti aynan qachon strategiyani davom ettirish, qachon uni almashtirish va qachon orqaga qaytishni bilishga taalluqlidir (3).

To‘rtinchi bosqich – metakognitiv monitoring. Talaba yechim davomida “men nimani isbotlamoqchiman?”, “qaysi qadamda taxmin ishlatyapman?”, “natija o‘lchov, ishora yoki chegaraviy holat bo‘yicha mantiqiymi?” kabi promptlardan foydalanadi. Bu bosqichda o‘qituvchi refleksiya savollarini muntazam takrorlashi muhim; aks holda talabalar ularni ortiqcha yozma ish sifatida qabul qilishi mumkin. 2025-yilgi meta-tahlil metakognitiv instruktsiyaning matematik yutuqqa sezilarli ta’sirini ko‘rsatgani bu komponentni metodikaning markaziy qismiga aylantiradi (12).

Beshinchi bosqich – refleksiya va transfer. Talaba faqat yechimni tekshirib qo‘ymaydi, balki “bu usul qachon ishlamaydi?”, “qaysi shart o‘zgarsa strategiya almashadi?”, “shu g‘oyani boshqa fan yoki real muammoga qanday ko‘chirish mumkin?” savollarini ko‘rib chiqadi. Transfer uchun muammolar yuzaki belgilar bo‘yicha emas, chuqur matematik struktura bo‘yicha o‘xshash qilib tanlanishi kerak. Shu tariqa talaba formulani taniydigan emas, strukturani taniydigan subyektga aylanadi.

Innovatsion metodikani joriy etishda muhim ehtiyot chorasi ham mavjud: faol va muammoli o‘qitish ortiqcha kognitiv yuk keltirib chiqarishi mumkin. Shuning uchun topshiriq murakkabligi talabaning tayyorgarlik darajasiga moslashtiriladi, yangi boshlovchilarga ishlangan misol, qisman to‘ldirilgan model yoki yo‘naltiruvchi savollar beriladi, yuqori kompetensiyada esa scaffolding kamaytiriladi (11). Bu prinsip “qiyinroq topshiriq doimo yaxshiroq” degan soddalashtirilgan qarashdan saqlaydi.

Baholash ham metodika bilan mos bo‘lishi zarur. Agar darsda reasoning va model qurish talab qilinib, imtihonda faqat standart algoritmik misol berilsa, talabalar chuqur fikrlashdan ko‘ra tezkor protsedurani optimallashtiradi. Shu sababli yakuniy baholashda kamida to‘rtta blok bo‘lishi maqsadga muvofiq: konseptual savol, standart protsedura, ochiq muammo va reflektiv/xato tahlili. Bunda to‘g‘ri javobdan tashqari yechimning asoslanganligi va kommunikatsiya sifati ham baholanadi.

3-jadval. Matematik tafakkurni baholash uchun tavsiya etiladigan analitik rubrika

Mezon	**Ball**	**3 ball darajasining tavsifi**
Muammoni tushunish va matematiklashtirish	0–3	O‘zgaruvchilar, shartlar va maqsadni ajratadi; matematik modelni asoslaydi

Mezon	Ball	3 ball darajasining tavsifi
Strategiya tanlash	0–3	Mos usulni tanlaydi, alternativani ko‘ra oladi va tanlovini izohlaydi
Reasoning va dalillash	0–3	Qadamlar mantiqiy, xulosa dalil bilan bog‘langan, taxminlar ochiq ko‘rsatilgan
Reprezentatsiya	0–3	Grafik, formula, jadval yoki geometrik ko‘rinishlar o‘rtasida mos o‘tadi
Metakognitiv nazorat	0–3	Xatoni tekshiradi, natija mantiqiyligini baholaydi, zarur bo‘lsa strategiyani o‘zgartiradi
Transfer va refleksiya	0–3	Usulning qo‘llanish chegarasini aytadi va yangi vaziyatga ko‘chira oladi

Taklif etilgan rubrika diagnostik, formativ va summativ baholashda qo‘llanishi mumkin. Ballar universitetning kredit-modul tizimiga mos ravishda og‘irliklanadi. Muhimi, rubrika talabaga oldindan berilishi va har bir mezon dars jarayonida ham mashq qilinishi lozim. Shunda baholash yashirin talablar majmui emas, matematik fikrlashni boshqaruvchi pedagogik vositaga aylanadi.

METODIKANI AMALIY JORIY ETISH ALGORITMI

1-bosqich. Diagnostika. Semestr boshida 3–5 ta qisqa topshiriq orqali talabaning konseptual tushunishi, standart protsedurani bajarishi, ochiq muammo yechishi va o‘z yechimini izohlashi alohida baholanadi. Diagnostika natijasi guruhga bir xil murakkablikdagi topshiriq bermasdan, differensial scaffolding rejasini tuzish uchun ishlatiladi.

2-bosqich. Har bir mavzu uchun “tayanch muammo” dizayni. Tayanch muammo kamida ikki reprezentatsiyani talab qilishi, bitta tayyor algoritm bilan darhol yechilmasligi va talabaning avvalgi bilimini yangi g‘oya bilan bog‘lashi kerak. Masalan, matritsalar mavzusida faqat determinant hisoblash emas, balki real tizimning yechimlar soni parametrga qarab qanday o‘zgarishini tushuntirish vazifasi berilishi mumkin.

3-bosqich. Faol muhokama va metakognitiv promptlar. Talabalar avval individual taxmin qiladi, keyin juftlik yoki kichik guruhda solishtiradi, so‘ng yechimni himoya qiladi. O‘qituvchi “qaysi dalil sizni ishontirdi?”, “qaysi joyda xato qilish ehtimoli yuqori?”, “boshqa reprezentatsiya nima beradi?” kabi savollar bilan reasoningni yuzaga chiqaradi (5,8,10).

4-bosqich. Raqamli tekshiruv. GeoGebra, CAS yoki boshqa vosita yechimning o‘rnini bosmaydi; u taxminni tekshirish, parametr ta’sirini ko‘rish, grafik va algebraik reprezentatsiyalar o‘rtasidagi bog‘lanishni aniqlash uchun qo‘llanadi (14). Talaba dastur natijasini qabul qilishdan oldin uning matematik ma’nosini izohlaydi.

5-bosqich. Refleksiya va transfer. Mashg‘ulot oxirida 3–5 daqiqalik “exit ticket” orqali talaba bugungi asosiy g‘oya, eng muhim xato yoki qiyinchilik va yangi vaziyatga ko‘chirilishi mumkin bo‘lgan strategiyani yozadi. Keyingi darsda bir qisqa transfer savoli bilan shu refleksiya qayta faollashtiriladi.

METODIKANI EMPIRIK SINOVDAN O‘TKAZISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN DIZAYN

Taklif etilgan modelni PhD tadqiqoti doirasida tekshirish uchun kvazi-eksperimental pretest–posttest dizayni maqsadga muvofiq. Kamida ikki taqqoslanadigan akademik guruh tanlanadi: nazorat guruhida odatiy tushuntirish–namuna–mashq modeli, tajriba guruhida esa mazkur maqolada tavsiya etilgan besh bosqichli metodika qo‘llanadi. Guruhlar boshlang‘ich matematika tayyorgarligi, kurs bosqichi va o‘quv yuklamasi jihatidan imkon qadar ekvivalent bo‘lishi kerak. Agar randomizatsiya tashkiliy jihatdan imkonsiz bo‘lsa, pretest natijalari

kovariat sifatida nazorat qilinishi yoki guruhlar boshlang‘ich ko‘rsatkichlar bo‘yicha moslashtirilishi mumkin.

Eksperiment uchun bitta semestr yoki kamida 8–12 haftalik modul tavsiya etiladi. Qisqa muddatli bir-ikki darslik ta’sir matematik tafakkur kabi kompleks kompetensiyaning barqaror o‘zgarishini ko‘rsatish uchun yetarli bo‘lmasligi mumkin. Har bir mavzuda tajriba guruhi uchun tayanch muammo, ko‘p reprezentatsiyali topshiriq, metakognitiv prompt va reflektiv transfer savoli oldindan loyihalanadi. O‘qituvchi ta’sirini kamaytirish uchun dars ssenariysi, vaqt taqsimoti va asosiy tushunchalar ikki guruhda bir xil saqlanadi; farq pedagogik ishlov berish usulida bo‘ladi.

Asosiy natija ko‘rsatkichi sifatida faqat yakuniy test balli emas, matematik tafakkurning alohida komponentlari bo‘yicha analitik ballardan foydalanish tavsiya etiladi. Masalan, pretest va posttestda bir xil matematik strukturani turli kontekstda talab qiluvchi parallel topshiriqlar beriladi. Har bir ish 3-jadvaldagi rubrika bo‘yicha kamida ikki baholovchi tomonidan tekshirilsa, interrater ishonchlilikni baholash mumkin. Bundan tashqari, 10–15 nafar talabadan think-aloud protokollari yoki yarim tuzilgan intervyular olish kvantitativ ballar ortidagi strategik o‘zgarishni chuqurroq tushuntiradi.

Statistik tahlilda avvalo taqsimot xususiyatlari, guruhlarning boshlang‘ich ekvivalentligi va o‘lchov vositasining ishonchliligi tekshiriladi. So‘ngra pretest–posttest farqi, guruhlararo o‘zgarish va ta’sir kattaligi hisoblanadi. Faqat p-qiymatga tayanish o‘rniga effekt o‘lchami va ishonch oralig‘ini berish pedagogik ahamiyatni yaxshiroq ko‘rsatadi. Agar namuna yetarli bo‘lsa, reasoning, metakognitiv nazorat va transfer kabi subshkalalar bo‘yicha alohida tahlil o‘tkazish mumkin. Bunday dizayn metodikaning “umumiy ballni oshirdi” degan xulosadan tashqari aynan qaysi kognitiv komponentlarga kuchliroq ta’sir qilganini aniqlashga imkon beradi.

Tadqiqotning sifat komponenti ham muhim. Talabaning xato bilan ishlash usuli, yechimni qayta rejalashtirishi, grafik va algebraik reprezentatsiyalar o‘rtasida o‘tishi hamda o‘z strategiyasini verbal asoslay olishi matematik tafakkurning chuqur belgilaridir. Shu sababli ayrim yozma ishlar jarayon tahlili uchun kodlanadi: strategiya soni, o‘z-o‘zini tuzatish, asoslash turi, reprezentatsiya almashinuvi va transfer urinishlari qayd etiladi. Bunday mixed-method yondashuv PhD tadqiqotining nazariy modelini empirik dalillar bilan yanada ishonchli bog‘laydi.

Etik nuqtai nazardan ishtirokchilar tadqiqot maqsadi, ma’lumotlardan foydalanish va maxfiylik haqida xabardor qilinishi, baholash natijalari esa talabaning rasmiy bahosiga zarar yetkazmaydigan tarzda tashkil etilishi kerak. Nazorat guruhiga ham tadqiqot yakunida samarali deb topilgan metodik materiallar berilishi mumkin. Shu tariqa tadqiqot dizayni ilmiy aniqlik bilan birga pedagogik adolat tamoyillarini ham saqlaydi.

4-jadval. Kelgusidagi pedagogik eksperiment uchun operatsionlashtirish modeli

O‘zgaruvchi	**Operatsion ta’rif**	**O‘lchov vositasi**	**Tahlildagi vazifasi**
Mustaqil o‘zgaruvchi	Innovatsion 5 bosqichli metodika	Dars ssenariysi va metodik chek-list	Tajriba / nazorat guruhini farqlash
Asosiy natija	Matematik tafakkur umumiy bali	Parallel pretest–posttest va rubrika	Guruhlararo o‘sishni aniqlash
Subnatijalar	Reasoning, strategiya, metakognitsiya, transfer	Analitik subshkalalar	Qaysi komponent ko‘proq o‘zgarganini aniqlash

O‘zgaruvchi	Operatsion ta’rif	O‘lchov vositasi	Tahlildagi vazifasi
Jarayon ko‘rsatkichi	Xato tahlili, strategiya almashtirish, reprezentatsiya	Yozma ishlar, think-aloud, intervyu	Kognitiv mexanizmni izohlash
Nazorat omillari	Boshlang‘ich tayyorgarlik, kurs bosqichi, o‘qituvchi	Pretest va tashkiliy ma’lumot	Muqobil izohlarni kamaytirish

TADQIQOTNING CHEKLOVLARI

Mazkur ish integrativ nazariy-metodik tadqiqot bo‘lib, yangi eksperimental tanlanma bo‘yicha natija bermaydi. Shuning uchun taklif etilgan modelning lokal oliy ta’lim muhitidagi samaradorligi kelgusida empirik tekshiruvni talab qiladi. Bundan tashqari, foydalanilgan xalqaro dalillarning bir qismi maktab yoki umumiy STEM kontekstida olingan; ularni universitet matematikasiga ko‘chirishda fan mazmuni, talabalar tayyorgarligi va o‘qituvchi kompetensiyasi hisobga olinishi kerak. Shu cheklovlar modelning qiymatini kamaytirmaydi, balki uni sinash uchun aniq ilmiy savollarni shakllantiradi: qaysi bosqich eng katta qo‘shimcha samara beradi, qaysi talabalar ko‘proq foyda ko‘radi va raqamli hamda metakognitiv komponentlarning optimal kombinatsiyasi qanday bo‘lishi kerak?

XULOSA

Oliy ta’limda matematik tafakkurni rivojlantirish tayyor algoritmlarni ko‘paytirishdan ko‘ra talabaning intellektual faoliyatini qayta dizayn qilishni talab etadi. Xalqaro nazariy va empirik manbalar matematik reasoning, muammoli vaziyat, faol ta’lim, metakognitiv monitoring, o‘zini o‘zi boshqarish va ko‘p reprezentatsiyali ishlashning o‘zaro bog‘liqligini ko‘rsatadi (1–15). Shu asosda taklif etilgan besh bosqichli model muammoni anglashdan reflektiv transfergacha bo‘lgan yaxlit siklni tashkil etadi.

Metodikaning pedagogik samaradorligi uch shartga bog‘liq: birinchidan, topshiriqlar talabaning mavjud darajasiga nisbatan optimal kognitiv qiyinchilik yaratishi; ikkinchidan, o‘qituvchi tayyor javobni berish o‘rniga strategik va metakognitiv savollar bilan fikrlashni boshqarishi; uchinchidan, baholash yakuniy natija bilan cheklanmay, reasoning, reprezentatsiya, strategiya, xato tahlili va transferni ham qamrab olishi kerak. Raqamli vositalar esa faqat hisoblashni tezlashtirish uchun emas, matematik obyektlar o‘rtasidagi munosabatni ko‘rish va gipotezani tekshirish uchun ishlatilganda pedagogik qiymatga ega bo‘ladi.

Kelgusida mazkur modelni oliy ta’limning aniq matematik kurslarida kvazi-eksperimental dizayn asosida sinash, tajriba va nazorat guruhlari uchun bir xil diagnostik va yakuniy topshiriqlar ishlab chiqish, matematik tafakkurning alohida komponentlari bo‘yicha o‘sishni statistik tahlil qilish maqsadga muvofiq. Bu yo‘nalish metodikaning nafaqat nazariy asoslanganligini, balki lokal oliy ta’lim sharoitidagi real samaradorligini ham aniqlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. OECD. (2023). PISA 2022 Assessment and Analytical Framework. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en
2. Pólya, G. (1945). How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method. Princeton, NJ: Princeton University Press.
3. Schoenfeld, A. H. (1985). Mathematical Problem Solving. Orlando, FL: Academic Press.
4. National Research Council. (2001). Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. J. Kilpatrick, J. Swafford, & B. Findell (Eds.). Washington, DC: National Academy Press. https://doi.org/10.17226/9822

5. National Council of Teachers of Mathematics. (2014). Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All. Reston, VA: NCTM.
6. Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. In F. K. Lester Jr. (Ed.), Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (pp. 371–404). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
7. Kapur, M. (2008). Productive failure. Cognition and Instruction, 26(3), 379–424. https://doi.org/10.1080/07370000802212669
8. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111
9. Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(39), 19251–19257. https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116
10. Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. Theory Into Practice, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/S15430421TIP4102_2
11. Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. Educational Psychology Review, 31, 261–292. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5
12. Hidayat, R., Mohd Saad, M. R., & Wewed, M. (2025). A meta-analysis of the effect of metacognitive instruction on mathematics achievement. Cogent Education, 12(1), 2517510. https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2517510
13. Xie, Y., Zeng, F., & Yang, Y. (2024). A meta-analysis of the relationship between metacognition and academic achievement in mathematics: From preschool to university. Acta Psychologica, 249, 104486. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104486
14. Mannan, A. M. K., Bajuri, M. R., Abdul Rahim, S. S., & Abdullah, N. A. (2026). How do digital tools support metacognition in mathematics learning? A systematic review of research on GeoGebra and problem-solving. Educational Research Review, 52, 100827. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2026.100827
15. Barragán Moreno, S. P., & Aya Corredor, O. (2026). Enhancing critical thinking in university mathematics courses through project-based learning: A mapping review. European Journal of Science and Mathematics Education, 14(2), 283–294. https://doi.org/10.30935/scimath/18252