



Kasbiy modellashtirish orqali matematik kompetentlikni rivojlantirishga zamonaviy ilmiy yondashuvlar integratsiyasi

Kulmirzayeva Gulrabo Abduganiyevna

V.b.dotsent Mirzo Ulugʻbek nomidagi
Samarqand davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Maqolada texnika OTMLarida matematik kompetentlikni rivojlantirishga doir kompetensiyaviy, faoliyatli, kontekstli, integrativ va refleksiv yondashuvlarning vazifalari qiyoslanadi. Tadqiqot maqsadi ularni bitta oʻquv modulida qoʻllashning mantiqiy shartlarini belgilashdir. Funksional-qiyosiy tahlil natijasida natija, faoliyat, kontekst, vosita va baholashni bogʻlaydigan loyihalash matritsasi tuzildi. Yondashuvlarning takrorlanuvchi va bir-birini toʻldiruvchi funksiyalari farqlandi. Issiqlik yoʻqotilishi boʻyicha oʻquv vaziyati integratsiyaning amaliy namunasini beradi. Natijalar yondashuvlar sonini koʻpaytirishdan koʻra ularning aniq didaktik vazifasini belgilash zarurligini asoslaydi.

Kalit soʻzlar: ilmiy yondashuv, kompetensiyaviy taʼlim, kontekstli oʻqitish, fanlararo integratsiya, kognitiv yuk, pedagogik koʻmak.

Kirish. Bir mashgʻulotni bir vaqtda muammoli, loyihaviy, kompetensiyaviy va raqamli deb nomlash uning ichki mantiqi uygʻun ekanini bildirmaydi. Maqsad modelni mustaqil qurish boʻlsa, barcha bosqichlari oldindan berilgan topshiriq bu natijani toʻliq ochmaydi. Shuningdek, guruh loyihasi bilan baholab, individual kompetentlik haqida xulosa chiqarish uchun qoʻshimcha dalil talab etiladi. Maqolada yondashuvlar nomi emas, ularning oʻquv qaroriga taʼsiri tahlil qilinadi.

Tadqiqot savoli: Turli ilmiy yondashuvlar bitta kasbiy modellashtirish modulida qanday funksiyalarni bajarishi va qaysi chegaralarda uygʻunlashtirilishi kerak?

Matematik kompetensiyalarni aniqlashtirishda Niss va Højgaardning konseptual qarashlari [1], modellashtirishni tadqiq qilish yoʻnalishlarini belgilashda Cevikbas, Kaiser va Schukajlow sharhi [2] tayanch boʻladi. Muhandislik taʼlimi bilan bogʻlanish Pepin, Biehler va Gueudet ishida [3], oʻqitish dizayni masalasi Durandt, Blum va Lindl tadqiqotida [4] yoritilgan. Ushbu manbalar maqoladagi mahalliy metodik taklifning oʻzi empirik isbotlanganini anglatmaydi.

Materiallar va metodlar. Dissertatsiyaning 1.2-paragrafidagi yondashuvlar funksional mezonlarda qayta guruhlandi. Har bir yondashuv uchun maqsad, talaba harakati, pedagogik vosita, baholash dalili va ehtimoliy cheklov qayd etildi. Qiyoslashda bir xil vazifani bajaruvchi elementlar bilan bir-birini toʻldiruvchi elementlar farqlandi. Ichki muvofiqlik tekshiruvi oʻquv natijasidan baholashgacha boʻlgan bogʻlanishni orqaga kuzatish orqali bajarildi. Tahlil natijasi yondashuvlar reytingi emas, oʻquv modulini loyihalashda foydalaniladigan qaror matritsasidir.

Maqola nazariy-metodik tadqiqot sifatida tuzildi. Taqdim etilgan dissertatsiya va sillabuslar birlamchi ishchi materiallar sifatida metodlar bo'limida tavsiflandi; quyidagi 12 nomdagi adabiyot ilmiy tayanch manbalarni tashkil etadi. Tanlash mezonlari mavzuga bevosita aloqadorlik, tushunchaviy yoki didaktik vazifa hamda xorij, MDH va O'zbekiston ilmiy qarashlarini qamrab olishdan iborat. Tahlil tizimli adabiyotlar sharhi yoki metatahlil sifatida da'vo qilinmaydi. Yangi respondentlar, tajriba guruhlari, p-qiymatlar yoki samaradorlik foizlari yaratilmagan.

Natijalar. Yondashuvlarning funksional chegaralari. Kompetentlik yondashuvi ta'lim mazmunini "o'tiladigan mavzular"dan "namoyon bo'ladigan faoliyat natijalari"ga ko'chirishni talab qiladi. Texnika OTM matematikasi uchun bu natijalar masalani matematik tilda qo'yish, model tanlash, hisoblash usulini asoslash, natijani tekshirish, raqamli vosita bilan ishlash va texnik qarorni dalillash kabi kuzatiladigan harakatlar orqali ifodalanadi. Kompetentlik yondashuvi fundamental bilimni qisqartirishni emas, uni qo'llash shartlari va kasbiy ma'nosi bilan boyitishni ko'zda tutadi. Shu nuqtai nazardan, har bir matematik mavzu uch savol asosida loyihalanadi: talaba qanday konseptual bilimni o'zlashtiradi; ushbu bilim qaysi kasbiy faoliyatda ishlatiladi; uning o'zlashtirilgani qanday kompleks mahsulot yoki xatti-harakat bilan isbotlanadi.

Faoliyatli yondashuv matematik kompetentlikni faqat tushuntirish orqali "berib bo'lmazligi", u maqsadli faoliyatda shakllanishini asoslaydi. Talaba modelni o'qituvchi ko'rsatgan tayyor namuna sifatida ko'rsa, modellashtirish haqidagi bilimni oladi; muammoni o'zi tahlil qilib, taxmin va modelni tanlasa, modellashtirish usulini egallaydi. Faoliyat tuzilmasida motiv, maqsad, harakat, operatsiya, nazorat va baholash bir-biriga bog'liq. Kasbiy vaziyat motivni, muhandislik vazifasi maqsadni, modellashtirish sikli harakatlarni, matematik hamda raqamli usullar operatsiyalarni, validatsiya nazoratni, refleksiya esa baholashni ta'minlaydi. Shu tariqa faoliyatli yondashuv kasbiy modellashtirishning ichki pedagogik mexanizmini ochib beradi.

Tizimli yondashuv matematik kompetentlikni komponentlar yig'indisi emas, o'zaro bog'langan tizim sifatida ko'radi. Tizimning maqsadli bloki kasbiy vazifalarni matematik vositalar bilan hal qilishga tayyorlikni; mazmuniy bloki fundamental matematika, muhandislik konteksti va model haqidagi bilimlarni; texnologik bloki muammoli keys, loyiha, raqamli tajriba va hamkorlikni; diagnostik bloki mezon, indikator va darajalarni; natijaviy bloki esa kompetentlik dinamikasini qamrab oladi. Bir blokda uzilish boshqa bloklar samaradorligiga ta'sir qiladi. Masalan, mazmunda kasbiy model bo'lib, baholash faqat yopiq testdan iborat bo'lsa, talaba faoliyatni emas, test strategiyasini o'zlashtiradi. Tizimli yondashuv shu nomuvofiqliklarni aniqlash va metodik aloqalarni oldindan loyihalash imkonini beradi.

Kontekstli yondashuv o'quv faoliyatida kelajak kasbning predmet va ijtimoiy mazmunini model tarzida aks ettiradi. Predmet konteksti texnik obyekt, parametr, jarayon, me'yor va ma'lumotlarda; ijtimoiy kontekst esa jamoaviy rol, buyurtmachi talabi, ekspert muhokamasi va qaror uchun mas'uliyatda namoyon bo'ladi. Matematik masala "nasos samaradorligini toping" shaklida tayyor formula bilan berilsa, u amaliy bezakli mashq bo'lib qolishi mumkin. Kontekstli topshiriqda esa talabalar muhandis, ma'lumot tahlilchisi va ekspert rollarida obyekt holatini o'rganadi, maqsad

ko'rsatkichini belgilaydi, model variantlarini baholaydi va buyurtmachiga tavsiya beradi. Natijada matematika kasbiy muloqot va qaror qabul qilish vositasiga aylanadi.

Integratsiya va muammoli faoliyat. Integrativ yondashuv matematika, informatika, fizika va maxsus fanlarning mazmunini sun'iy aralashtirmasdan, umumiy kasbiy muammo atrofida funksional birlashtiradi. Integratsiyaning obyektiv asosi shundaki, real muhandislik tizimi fanlarga bo'linmaydi; uni anglash uchun turli fanlarning tushunchalari bir vaqtda safarbar etiladi. Masalan, issiqlik almashinuvi modelida fizik qonun, differensial tenglama, sonli usul, dasturlash va konstruktiv cheklov birgalikda ishlaydi. Integrativ topshiriqda har bir fan o'z metodologik vazifasini saqlaydi: fizika hodisa mexanizmini, matematika miqdoriy munosabatni, informatika algoritm va hisoblashni, maxsus fan esa texnologik mezonni ta'minlaydi.

Muammoli yondashuv talabani bilish ehtiyojini tayyor ma'lumotdan oldin yuzaga keltiradi. Kasbiy muammo mavjud bilim bilan to'liq hal etilmaydigan, biroq yo'naltiruvchi savol va hamkorlik orqali erishish mumkin bo'lgan ziddiyatli vaziyat sifatida tuziladi. Talaba muammoni sezadi, mavjud va yetishmayotgan ma'lumotni ajratadi, gipoteza ilgari suradi, model quradi va uni tekshiradi. Bu jarayonda xato "noto'g'ri javob" sifatida yopilmay, model haqidagi yangi savolga aylanadi. Muammoli o'qitishning kasbiy modellashtirish uchun afzalligi shundaki, u matematik usulni tayyor algoritm emas, muammoni tushunish va yechim yaratish vositasi sifatida ochadi.

Loyihaviy yondashuv muammoli faoliyatni uzoqroq muddat, kompleks mahsulot va jamoaviy mas'uliyat bilan boyitadi. Kasbiy modellashtirish loyihasining mahsuloti matematik model, dastur kodi yoki elektron jadval, hisoblash tajribasi, grafiklar, texnik hisobot va taqdimotdan iborat bo'lishi mumkin. Loyiha mavzusi kasbiy ahamiyatli, matematik jihatdan mazmunli va o'quv davrida bajariladigan bo'lishi kerak. Talabalarga mutlaq erkinlik berish ham, barcha qadamni belgilab qo'yish ham maqsadga muvofiq emas. Boshlang'ich bosqichda muammo va ma'lumotlar beriladi; o'rta bosqichda model tanlovi ochiq qoldiriladi; yakuniy bosqichda talabalar vazifa, ma'lumot va mezonlarni ham mustaqil aniqlaydi.

Mustaqillik va baholashning uyg'unligi. Metakognitiv yondashuv talabani modellashtirish faoliyatini rejalashtirish, kuzatish va baholashini maqsadli rivojlantiradi. Oddiy "yechimingizni tekshiring" ko'rsatmasi ko'pincha umumiy bo'lib qoladi. Metakognitiv tayanchlar aniq savollarda beriladi: muammoning maqsadi nima; qaysi ma'lumot ishonchli; qaysi taxmin natijaga eng ko'p ta'sir qiladi; modeldan kutiladigan natija diapazoni qanday; hisoblash natijasi fizik ma'noga egami; boshqa usul bilan tekshirish mumkinmi; keyingi safar qaysi strategiyani o'zgartirish kerak? Bu savollar vaqt o'tishi bilan tashqi ko'makdan ichki o'zini boshqarish vositasiga aylanadi.

Hamkorlikka asoslangan yondashuv modellashtirishning kommunikativ va ijtimoiy tabiatini ochadi. Muhandislik qarori ko'pincha individual emas, turli mutaxassislar jamoasi tomonidan qabul qilinadi. Guruhda vazifani taqsimlash, model taxminlarini muhokama qilish, qarama-qarshi natijalarni yarashtirish va umumiy xulosani himoya qilish matematik kommunikatsiyani rivojlantiradi. Biroq guruh ishi o'z-o'zidan hamkorlikni ta'minlamaydi: bir talaba barcha hisoblashni bajarib,

boshqalar kuzatuvchi bo‘lib qolishi mumkin. Shu sababli “kontekst tahlilchisi”, “matematik modelchi”, “hisoblash eksperti”, “validator” va “taqdimotchi” kabi aylanuvchi rollar, individual izoh va o‘zaro baholash qo‘llanadi.

Refleksiv-baholash yondashuvi o‘qitish va baholashni ajratmaydi. Formativ baholash modellashtirish jarayonidagi qiyinchilikni erta aniqlab, keyingi harakatga axborot beradi. Analitik rubrikada mezonlar modellashtirish sikliga mos ravishda tuziladi: vaziyatni anglash; taxmin va o‘zgaruvchilar; modelning matematik asoslanganligi; yechim va raqamli vosita; interpretatsiya; validatsiya; kommunikatsiya; refleksiya. Har mezonda yuqori, yetarli, o‘rta va quyi darajaga mos kuzatiladigan deskriptor bo‘lishi lozim. Bu baholashning shaffofligini oshiradi va talabaga o‘z ishini topshirishdan oldin tekshirish imkonini beradi.

Zamonaviy yondashuvlarni amalga oshirishda bosqichli pedagogik ko‘mak alohida loyihalash obyekti bo‘lishi kerak. Ko‘makning mazmuni tayyor formulani berish emas, talabaning ayni paytdagi to‘sig‘ini bartaraf etadigan signalni tanlashdan iborat. Dastlab vaziyat sxemasi, terminlar lug‘ati, ma‘lumotlar jadvali va yo‘naltiruvchi savollar taqdim etilishi mumkin; keyingi bosqichda faqat modellashtirish sikli yoki tekshirish mezonlari eslatiladi; yakunda talaba ko‘maksiz reja tuzadi. Ko‘mak juda erta va to‘liq berilsa, faoliyat reproduktivlashadi; juda kech yoki mavhum berilsa, ortiqcha kognitiv yuk yuzaga keladi. Shuning uchun o‘qituvchi ko‘magi “kamayib boruvchi tayanch” tamoyili asosida, topshiriq murakkabligi esa talabaning mustaqilligi bilan teskari nisbatda boshqarilishi maqsadga muvofiq.

Kognitiv yukni boshqarish fundamental matematika va autentik kontekst o‘rtasidagi muvozanatni saqlaydi. Bir topshiriqqa murakkab texnik terminologiya, katta hajmdagi ma‘lumot, yangi dastur va yangi matematik usul bir vaqtda kiritilsa, talaba qaysi qiyinchilik matematik kompetentlikka tegishli ekanini ajrata olmaydi. Shu sababli dastlab kontekst tanish, matematik tuzilma yangi; keyin matematika tanish, kontekst murakkab; undan so‘ng ikkala tomon ham nisbatan ochiq bo‘lgan vazifalar berilishi mumkin. Bunday ketma-ketlik autentiklikni soddalashtirish bilan almashtirmaydi, balki uning tarkibiy qismlarini o‘rganish uchun vaqtincha ajratadi. Yakuniy kompleks keysda qismlar yana birlashtiriladi va talaba muammoni yaxlit boshqaradi.

Baholash dizayni ham zamonaviy yondashuvlar integratsiyasini tekshiradigan asosiy mezondir. Agar topshiriq kasbiy va ochiq bo‘lib, baholash kaliti bitta sonli javobdan iborat qolsa, talaba model tanlovi va qarorini dalillashga rag‘bat olmaydi. Analitik rubrikada vaziyatni anglash, taxminlarni asoslash, matematik modelning mantiqiyligi, hisoblash aniqligi, raqamli vositadan maqsadli foydalanish, interpretatsiya, validatsiya, kommunikatsiya va refleksiya alohida ko‘rsatilishi lozim. Shu bilan birga rubrika bo‘laklangan ballar ro‘yxatiga aylanmasligi uchun yakuniy “modelning kasbiy maqbulligi” mezoni ham saqlanadi. Bu yondashuv detal va yaxlitlikni birgalikda baholashga, talaba rivojini turli topshiriqlar bo‘yicha qiyoslashga imkon beradi.

Sun‘iy intellekt va avtomatik hisoblash vositalarining kengayishi raqamli-didaktik yondashuvga yangi talab qo‘ymoqda. Talaba kod, formula yoki izohni tez olishi mumkin, biroq olingan natijaning manbai, taxmini va ishonchliligini tekshirish

mas'uliyati uning zimmasida qoladi. Metodik jihatdan raqamli vosita bergan javobni muqobil usul, o'lchov birligi, chegaraviy holat va real ma'lumot bilan tekshirtirish zarur. Shuningdek, talaba qaysi qismni o'zi bajargani, qaysi qismda vositadan foydalangani va nima sabab uning natijasiga ishonganini ochiq qayd etishi kerak. Bu talab texnologiyani taqiqlamaydi; undan foydalanishni shaffof, tekshiriladigan va kasbiy etikaga mos faoliyatga aylantiradi.

Zamonaviy yondashuvlarning qiyosiy tahlili ularning har biri kasbiy modellashtirishning muayyan savoliga javob berishini ko'rsatadi. Kompetentlik yondashuvi — qanday natija; faoliyatli yondashuv — bu natija qaysi harakatda; kontekstli yondashuv — qaysi kasbiy vaziyatda; integrativ yondashuv — qaysi fanlar va resurslar bilan; muammoli-loyihaviy yondashuv — qanday o'quv vazifasi orqali; raqamli yondashuv — qanday vosita bilan; metakognitiv yondashuv — faoliyat qanday boshqariladi; refleksiv-baholash yondashuvi — rivojlanish qanday aniqlanadi, degan savollarni ochadi. Metodik tizimda bu savollar bitta loyihalash matritsasiga birlashtirilganda nazariya amaliy texnologiyaga aylanadi.

Yondashuvlarni modul qarorlari bilan moslashtirish

Yondashuv	Asosiy qaror	Natija dalili
Kompetensiyaviy	Qaysi faoliyat o'zlashtiriladi	Aniq o'quv natijasi
Kontekstli	Qaysi kasbiy qaror asoslanadi	Muammo va cheklov
Integrativ	Qaysi fan nimaga xizmat qiladi	Fanlararo model
Faoliyatli	Talaba nimani mustaqil bajaradi	Modelning ishchi versiyasi
Refleksiv	Qaror qanday tekshiriladi	Validatsiya va tuzatish

Manba: taqdim etilgan materiallar tahlili asosidagi mualliflik moslashtirishi. Jadval empirik guruh natijalarini ifodalamaydi.

Amaliy metodik misol. Issiqlik yo'qotilishi bo'yicha shartli modulda o'quv maqsadi devor orqali issiqlik oqimini baholash va model cheklovini ko'rsatishdan iborat. Soddalashtirilgan model $Q = UA\Delta T$ ko'rinishida olinadi. $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $A = 100 \text{ m}^2$ va $\Delta T = 20 \text{ K}$ bo'lganda $Q = 1600 \text{ W}$. $U = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bo'lgan variantda $Q = 1000 \text{ W}$. Bular faqat o'quv ssenariysi qiymatlaridir. Farq 600 W bo'lib, bazaviy oqimga nisbatan kamayish $37,5$ foizni tashkil etadi; bu o'qitish samaradorligi ko'rsatkichi emas.

Kontekstli yondashuv qaysi devor va qaysi sharoit ko'rilayotganini aniqlaydi. Fizika issiqlik uzatish mexanizmini, matematika o'zgaruvchilar bog'lanishini, raqamli vosita parametrlarni qiyoslashni ta'minlaydi. Faoliyatli yondashuvda talabalar tayyor sonni tekshirish bilan cheklanmay, U qiymatini tanlash sababi va ΔT o'zgargandagi natijani izohlaydi. Refleksiv yondashuv modelda shamollatish, issiqlik ko'priklari va vaqt bo'yicha o'zgarish hisobga olinmaganini ko'rsatishni talab qiladi. Shunday qilib, har bir yondashuv bir xil topshiriqda alohida funksiyaga ega bo'ladi.

Muhokama. Yondashuvlarni funksiyalarga ajratish metodologik eklektika xavfini kamaytiradi: har bir nazariy asos aniq dars qarori bilan bog'lanadi. Biroq matritsa barcha qarorlarni avtomatik chiqaradigan algoritm emas. Talabaning tayyorgarligi, texnik kontekst va mavjud vaqt integratsiya darajasini o'zgartiradi. Masalan, yangi matematik usul bilan yangi dastur interfeysini bir mashg'ulotda

o'rganish zarur bo'lsa, kasbiy kontekst soddalashtirilishi yoki texnik yo'riqnoma oldindan berilishi mumkin.

Yondashuvlar o'rtasida ziddiyat ham yuzaga keladi. Ochiq loyiha ko'proq mustaqillik beradi, standart baholash esa taqqoslanadigan mahsulot talab qiladi. Bu ziddiyatni vazifaning barcha qadamlarini yopish bilan emas, umumiy sifat mezonlari va individual himoya orqali hal etish ma'qul. Ushbu xulosa nazariy loyihalashdan olingan; uni tasdiqlash uchun turli ko'mak darajalarida bajarilgan talaba ishlari va vaqt sarfini solishtirish talab qilinadi.

MDH pedagogikasidagi kontekstli ta'lim [5] va kompetensiyaviy natija [6] ushbu taklifning umumiy nazariy asosini tashkil etadi. Pedagogik texnologiyani loyihalash [7] hamda pedagogik va axborot texnologiyalarini uyg'unlashtirish [8] masalalari vosita tanlashni maqsadga bo'ysundirishga yordam beradi. Mazkur klassik asarlar texnika OTMLaridagi hozirgi holatning statistik tavsifi sifatida ishlatilmaydi.

O'zbekiston ilmiy-metodik kontekstida Axadovning informatika va modellashtirishga oid ishi [9], Ruzimurodovning dasturiy injiniringdagi matematik kompetentlik haqidagi maqolasi [10], Qayumova, Raxmonov va Norovanning mustaqil ta'limga doir tadqiqoti [11] hamda Muslimov va hammualliflarning ta'lim texnologiyalari qo'llanmasi [12] mavzuga mos tayanchdir. Ularning ahamiyati mahalliy o'quv sharoitiga doir metodik yo'nalishlarni berishidir. Taklif etilgan yechimni boshqa texnika yo'nalishiga ko'chirishda kasbiy vazifa, tayanch bilim va baholash dalili qayta moslashtirilishi kerak.

Xulosa. Zamonaviy yondashuvlar kasbiy modellashtirish modulida natija, faoliyat, kontekst, fanlararo mazmun va baholash vazifalariga ko'ra uyg'unlashtiriladi. Asosiy mezon yondashuvning nomi emas, talabaning mustaqil matematik qaroriga qo'shadigan hissasidir. Funksional matritsa maqsad va topshiriq orasidagi nomuvofiqliklarni oldindan aniqlash imkonini beradi. Amaliy tatbiqda kognitiv yuk, ko'mak miqdori va individual baholashning izchilligi nazorat qilinishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Niss M., Højgaard T. Mathematical competencies revisited // *Educational Studies in Mathematics*. — 2019. — Vol. 102. — P. 9–28. — <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9>.

2. Cevikbas M., Kaiser G., Schukajlow S. A systematic literature review of the current discussion on mathematical modelling competencies: state-of-the-art developments in conceptualizing, measuring, and fostering // *Educational Studies in Mathematics*. — 2022. — Vol. 109. — P. 205–236. — <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10104-6>.

3. Pepin B., Biehler R., Gueudet G. Mathematics in engineering education: a review of the recent literature with a view towards innovative practices // *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*. — 2021. — Vol. 7. — P. 163–188. — <https://doi.org/10.1007/s40753-021-00139-8>.

4. Durandt R., Blum W., Lindl A. Fostering mathematical modelling competency of South African engineering students: which influence does the teaching design have? // *Educational Studies in Mathematics*. — 2022. — Vol. 109. — P. 361–381. — <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10068-7>.

5. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. — Москва: Высшая школа, 1991. — 207 с.
6. Зимняя И. А. Ключевые компетенции — новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. — 2003. — № 5. — С. 34–42.
7. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. — Москва: Педагогика, 1989. — 192 с.
8. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. — 3-е изд. — Москва: Академия, 2010. — 368 с.
9. Axadova K. S. Raqamlashtirish davrida informatika va matematik modellash tirish bo'lajak muhandislarning kasbiy faoliyati uchun asos sifatida // Современные тенденции инновационного развития науки и образования в глобальном мире. — 2023. — № 1(3). — В. 74–77. — <https://inlibrary.uz/index.php/development-science-education/article/view/17799>.
10. Ruzimurodov I. Dasturiy injiniring bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalarini o'qitishda matematik kompetentligini rivojlantirish metodlari // Jamiyat va innovatsiyalar. — 2023. — J. 4, № 10/S. — В. 57–61. — DOI: 10.47689/2181-1415-vol4-iss10/S-pp57-61.
11. Qayumova G. A., Raxmonov B. N., Norova S. Y. Mustaqil ta'limda talabalarni matematik kompetentligini rivojlantirish // International Journal of Science. — 2025. — J. 2, № 3. — В. 17–24. — DOI: 10.71337/inlibrary.uz.ijsci.102532.
12. Muslimov N. A., Usmonboyeva M. H., Sayfurov D. M., To'rayev A. B. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. — Toshkent: Sano-standart, 2015. — 208 b.