



TASHKENT  
INTERNATIONAL  
UNIVERSITY

# ГЛОБАЛ ТАДҚИҚОТЛАР ВА ИННОВАЦИЯЛАР

илмий журнал

Глобальные исследования и инновации научный электронный журнал  
Journal of Global Research and Innovation

2026

илмий журнал

ГЛОБАЛ ТАДҚИҚОТЛАР ВА ИННОВАЦИЯЛАР

2026/1(1)

## BOSH MAQOLA

## O'ZGARAYOTGAN DUNYODA YANGI AVLOD KADRLARINI TAYYORLASH

i.f.f.d. (PhD) Iskandar Yuldashev

Tashkent International University rektori

Butun dunyoda yuz berayotgan keng qamrovli o'zgarishlar endi mamlakatimiz universitetlaridan nafaqat meros qolgan bilimlarni uzatish, balki yangi g'oyalar yaratish, tadbirkorlarni tarbiyalash va sanoat inqilobidan buyon eng chuqur texnologik o'zgarishlarni boshidan kechirayotgan global iqtisodiyotda raqobatlasha oladigan bitiruvchilarni tayyorlash kabi dolzarb vazifalarni bajarishni taqazo etmoqda. Tashkent International University'ning *Global tadqiqotlar va innovatsiyalar* ilmiy jurnali aynan shu davrda ushbu vazifalarning ayrim yo'nalishlari bo'yicha baholi qudrat hissa qo'shish maqsadida tashkil etilmoqda. Zero, biz O'zbekistonning kelajakdagi farovonligi uning innovatsion bilimlarni yarata olish va amaliy qo'llay olish qobiliyatiga bog'liq deb ishonamiz.

TIU o'z rivojlanish yo'lida qanday ishlarni amalga oshirishga harakat qilayotganini tushunish uchun avvalo universitetlar hozirda faoliyat yuritayotgan maydonning shart-sharoitini tushunish zarur. Zero, hozirgi kunda global oliy ta'lim sektori bir vaqtning o'zida bir qator o'zgarishlarni boshidan kechirmoqda.

Eng katta o'zgarish shuhbasiz sun'iy intellektdir (SI). 2024-yilda UNESCO so'rovnomasida respondentlarning o'ndan to'qqiztasi professional akademik ishlarida asosan tadqiqot va matnlarni yozish vazifalari uchun SI vositalaridan foydalanganliklarini tan oldilar. 2025-yilga kelib esa, bir nechta so'rovnomalarga ko'ra, butun dunyoda universitet talabalarining 92 foizi qaysidir shaklda SI dan foydalanmoqda — bu bir yil oldingi 66 foizdan keskin oshish bo'lganligini ko'rsatmoqda. Sun'iy intellektni talabalar tomonidan qabul qilish tezligi institutsional reaksiyadan yuqoriroq bo'lmoqda: ko'pchilik universitetlar hali ham SI siyosatlarini muhokama qilayotgan bo'lsa, talabalar allaqachon bu vositalarni kundalik akademik ishlariga integratsiya qilib bo'lishdi.

Ishonamizki, bu vaqtinchalik tendensiya emas. Global SI-ta'lim bozori 2025-yildagi taxminan 7,5 milliard dollardan 2034-yilga kelib 112 milliard dollarga oshishi kutilmoqda. Ushbu vositalar tadqiqotlar qanday olib borilishini, ta'lim olish qanday individuallashtirishini va talabalarni baholashlar qanday amalga oshirilishini tubdan o'zgartirmoqda. Garvard tadqiqoti shuni ko'rsatadiki, SI asosida amalga oshiriladigan ta'lim olish tizimlaridan foydalangan talabalar an'anaviy usullarga nisbatan kamroq vaqt ichida ikki baravar ko'proq o'rganishmoqda.

Biroq, SI inqilobi universitetlar uchun ekzistensial savollarni ham tug'dirmoqda. Agar mashinalar adabiyotni umumlashtirishi, matn yozishi va hatto kod yaratishi mumkin bo'lsa, talabalar aniq nimani o'rganishlari kerak? Hozirgi zamonamizda ushbu savolga ishonchli tarzda javob bera oladigan universitetlar muvaffaqiyatga erishadigan universitetlar hisoblanadi, ya'ni bunday universitetlar insonlarga xos salohiyatlarini rivojlantirish orqali SI integratsiya qilingan iqtisodiyotda qanday qilib qiymat yarata olishini aniq ifodalay oladiganlar bo'ladi.

Ikkinchi muhim o'zgarish universitetlar va iqtisodiy rivojlanish o'rtasidagi munosabatlarga tegishli bo'lib, butun dunyo bo'ylab hukumatlar universitetlardan nafaqat talabalarni o'qitish, balki innovatsiya ekotizimlarini boshqarish - patentlar ishlab chiqarish, spin-off kompaniyalar va tadqiqotlar tijoratlashtirilishini tobora ko'proq va kengroq miqyosda bajarilishini kutmoqda. Bunday tartib orqali Stanford, MIT va Seul milliy universiteti kabi dunyoning nufuzli oliy ta'lim institutlari texnologiya transferi orqali milliardlab dollar iqtisodiy qiymat yaratganligi bilan isbotlangan.

Universitetlarda innovatsiya ekotizimini yaratish bo'yicha bosim, ayniqsa, o'rta daromadlilar klubidagi davlatlarda kuchli. Xitoy, Hindiston, Braziliya, Turkiya va Isroil kabi turli mamlakatlar universitet tadqiqot natijalarini va tijoratlashtirish salohiyatini oshirish uchun agressiv dasturlarni amalga oshirish orqali muvaffaqiyatli universitet

tushunchasini o'zgartirmoqda va endi ular nafaqat o'qitish sifati, balki milliy innovatsiya salohiyatiga qo'shgan hisssasi bilan ham baholanmoqda.

Uchinchi o'zgarish - bu xalqaro reytinglar va akkreditatsiya orqali global institutsional nufuz uchun kuchayib borayotgan raqobat hisoblanadi. Times Higher Education World University Rankings endi 108 ta mamlakatdan 1900 dan ortiq universitetni o'z ichiga oladi. Bundan tashqari, QS va boshqa reyting tizimlari ham ko'payib bormoqda, ularning har biri biroz farqli metodologiyalarni qo'llaydi, ammo barchasi alaloqibat universitetlarning institutsional strategiyalarini shakllantiradigan kuchli rag'batlantirish tuzimlarini yaratadi. Ushbu xalqaro reyting tashkilotlariga muqobil sifatida har bir davlatda mahalliy reyting tashkilotlari ham faoliyat olib bormoqda. Mamlakatimizda ham Ta'lim sifatini ta'minlash milliy agentligi tomonidan mamlakatimizda faoliyat olib borayotgan universitetlarning milliy reytingini yuritish vazifasi belgilangan bo'lib, ushbu milliy reyting mamlakatimizdagi eng yaxshi universitetlarni aniqlashda asosan akademik faoliyat, ilmiy-tadqiqot, xalqaro reputatsiya va bitiruvchilarning ishga joylashishi kabi ko'rsatkichlarni belgilab olgan.

Xalqaro nufuz uchun universitetlararo raqobatning ijobiy jihatlari ham mavjud bo'lib, u orqali ilmiy mahsuldorlikni oshirish, xalqaro hamkorlikni rivojlantirish va sifatni ta'minlash bo'yicha universitetlarga bosim yaratiladi. Biroq u ayrim ko'zda tutilmagan xavflarni ham yuzaga keltiradi. *Scientometrics* jurnalida chop etilgan tadqiqot shuni ko'rsatadiki, dunyoda eng tez yuqorilagan ayrim universitetlar o'z natijalariga bibliometrik nomutanosibliklar orqali erishgan, ya'ni ushbu universitetlar professor-o'qituvchilari tomonidan chop etilgan ilmiy maqolalarda birinchi mualliflik ulushining keskin kamayishi, STEM yo'nalishlarida nomutanosib darajada o'sish hamda ilmiy halollik bo'yicha savollarni keltirib chiqaradigan boshqa bir qator tendensiyalar kuzatilgan. Reytinglar bo'yicha bunday "o'yinlar", albatta, ko'rsatkichlarni sun'iy yaxshilashga yo'naltirilgan noto'g'ri strategiyalarni ko'paytirishi mumkin. Ammo, reallik shuni ko'rsatmoqdaki, uzoq muddatli davrda bunday egri strategiyalar bilan reytingning yuqori pog'onalariga "uchgan" universitetlar, qisqa vaqt ichida yana o'zlarining pastdagi "taxt"lariga qaytishmoqda.

To'rtinchi o'zgarish diplom va bandlik o'rtasidagi munosabatga taalluqlidir. An'anaviy to'rt yillik ta'lim dasturlari muqobil ta'lim ko'rinishlari bilan tobora kuchli raqobatga duch kelmoqda. Jahon iqtisodiy forumi prognoziga ko'ra, 2030 yilga borib xodimlar ko'nikmalarining 39 foizi yangilanishi yoki tubdan o'zgarishi zarur bo'ladi. Shu jarayonga javoban mikro-kvalifikatsiyalar va amaliy muammolarni hal etishga qaratilgan sertifikatlar ommalashib bormoqda. 2025 Micro-Credentials Impact Report ma'lumotlariga ko'ra, 90 foiz talabalar professional sertifikatlar ularga ish beruvchilar oldida ajralib turishga yordam beradi deb hisoblaydi, ish beruvchilarning 72 foizi esa mikro-kvalifikatsiyalarga ega nomzodlarni ishga olish ehtimoli yuqoriroq ekanligini bildirgan.

Universitetlar bunga javoban kvalifikatsiyalarni ta'lim dasturlariga integratsiya qilmoqda, Google va IBM kabi kompaniyalar bilan hamkorlikni kengaytirmoqda hamda o'quv dasturlarini abstrakt bilimdan ko'ra amaliy ko'nikmalarga ko'proq urg'u beradigan tarzda qayta ko'rib chiqmoqda. Bizningcha, kelajakda muvaffaqiyat qozonadigan universitetlar bitiruvchilariga mazmunli mehnat faoliyatiga olib boruvchi aniq yo'lni ishonchli tarzda taklif qila oladigan universitetlar sanaladi.

Beshinchi muhim o'zgarish sifatida universitetlar xalqaro talabalar va professor-o'qituvchilar uchun tobora keskinlashib borayotgan raqobat sharoitida faoliyat yuritayotganini keltirish mumkin. Zero, davlatlar mobil inson kapitalini jalb etishning iqtisodiy va demografik afzalliklarini tobora chuqurroq anglashmoqda. Ayrim rivojlangan davlatlarda aholining qarish sur'atlarining tezlashishi ushbu jarayonni yanada jadallashtirib, iqtidorli xalqaro talabalar va tadqiqotchilarni faol jalb etish siyosatining kengayishiga olib kelmoqda.

Ushbu raqobat oliy ta'lim sektorida talabalar va professor-o'qituvchilar uchun yuz berayotgan transformatsiya jarayonlarini jadallashtirmoqda. Kanada, Avstraliya va Germaniya kabi davlatlar ayrim an'anaviy yo'nalishlar kamroq ochiq bo'lib borayotgan bir paytda ham xalqaro talabalarni jalb etish siyosatini kengaytirmoqda. Shu bilan birga, rivojlangan davlatlar transmilliy ta'lim strategiyalarini kuchaytirib, rivojlanayotgan hududlarda — xususan Markaziy Osiyoda — o'z universitetlari filiallarini ochish va universitetlar akademik dasturlari franchizasini taqdim etish tashabbuslarini ko'paytirmoqda. Markaziy Osiyo uchun bu jarayon bir tomondan miyalar oqimi xavfini yumshatsa, boshqa tomondan esa mintaqaviy oliy ta'lim ekotizimida raqobatni kuchaytirib xalqaro integratsiyasini tezlashtiruvchi muhim omilga aylanmoqda.

Qanchalik qiyin va murakkab bo'lishiga qaramasdan O'zbekiston oliy ta'lim tizimini ushbu tizim uchun qisqa vaqt bo'lgan o'n yildan kam bo'lgan muddat ichida kompleks modernizatsiya qilishga urinmoqda. 2017 yildan buyon

O'zbekistonda oliy ta'limni isloh qilishga oid 300 dan ortiq normativ-huquqiy hujjatlar, jumladan prezident farmonlari, hukumat qarorlari va yangi qonunchilik tashabbuslari qabul qilindi. Universitetlar soni 2016 yildagi 77 tadan bugungi kunda 200 tadan oshdi, shundan 33 tasi xorijiy universitetlar va ularning filiallaridir. Oliy ta'limdagi talabalar soni esa qariyb to'rt baravar oshib, 2026-yilga kelib 1.7 millionga yaqinlashdi. Eng quvonarlisi, mamlakatimizda xorijiy talabalarning ham soni oshmoqda va u bugungi kunda 20 mingdan oshdi.

Mazkur islohotlar uchun asosiy yo'l xaritasi 2023-yil sentabr oyida qabul qilingan va joriy yilning 16-fevralida yangilangan O'zbekiston–2030 strategiyasi hisoblanadi. Ushbu milliy rivojlanish dasturi ta'lim sohasi uchun yuksak maqsadlarni belgilaydi, jumladan oliy ta'lim qamrovini yoshlar orasida kamida 50 foizga yetkazish (bugungi kunda taxminan 44 foizga yetdi), 30 ta universitetda ta'lim dasturlarini xalqaro akkreditatsiyadan o'tkazish, O'zbekistonning 10 ta oliy ta'lim muassasasini dunyoning TOP-1000 universitetlari reytingiga kiritish, global TOP-500 talikka kiruvchi xorijiy universitetlar bilan 50 ta qo'shma ta'lim dasturlarini yo'lga qo'yish hamda ilmiy salohiyatni 70% ga yetkazish kabi muhim strategik maqsadlar shular jumlasidandir.

Strategiyadagi oliy ta'lim bo'yicha maqsadlardan uning milliy ustuvor yo'nalishlari tubdan qayta yo'naltirilganini ilg'ash mumkin. Ilgari O'zbekiston universitetlarining asosiy vazifasi rejalashtirilgan iqtisodiyot uchun kadrlar tayyorlash bo'lgan bo'lsa, endilikda ulardan innovatsiyalarni rivojlantirish, tadbirkorlikni qo'llab-quvvatlash hamda oldingi avlod davrida deyarli mavjud bo'lmagan mehnat bozori sharoitiga mos mutaxassislar tayyorlash kutilmoqda. Strategiyada inson kapitali uzoq muddatli raqobatbardoshlikning hal qiluvchi omili sifatida aniq belgilangan.

Biroq, faqat intilishning o'zi muvaffaqiyatga olib bormasligi hammaga kunday ravshan. Shuning uchun ham O'zbekiston oliy ta'lim tizimi rivojlanish jarayonida to'siq bo'layotgan bir qator tabiiy muammolar va cheklovlarni strategiyalar bilan bosqichma-bosqich hal etib borish yo'lidan bormoqda. O'zbekiston oliy ta'lim tizimi yuzlashayotgan vazifalar quyidagilarda yaqqol ko'rinadi.

Avvalo, professor-o'qituvchilar salohiyati bilan bog'liq yo'nalishda izchil rivojlantirish vazifalari mavjud. Mamlakatdagi oliy ta'lim muassasalarida ilmiy salohiyat — ya'ni ilmiy darajaga ega hamda faol tadqiqot olib borayotgan professor-o'qituvchilar ulushi — hozirgi paytda 50 foizga yaqin. So'nggi yillarda ushbu ko'rsatkichni oshirish bo'yicha muhim ishlar amalga oshirilayotgan bo'lsa-da, ayrim universitetlarda, ayniqsa STEM yo'nalishlari, sun'iy intellekt, ma'lumotlar fani va kiberxavfsizlik kabi yangi fanlar kesimida yuqori malakali professor-o'qituvchilarga ehtiyoj saqlanib qolmoqda.

Ikkinchidan, infratuzilmani rivojlantirish yo'nalishida ham izchil davom ettirish zarur bo'lgan vazifalar mavjud. Yirik investitsiya loyihalari amalga oshirilganiga qaramay, ayrim universitetlarda, ayniqsa hududiy oliy ta'lim muassasalarida, zamonaviy tadqiqot infratuzilmasini yanada kuchaytirish zarurati saqlanib qolmoqda. Zamonaviy laboratoriyalar, hisoblash klasterlari va maxsus ilmiy uskunalarni tizim bo'ylab yanada muvozanatli taqsimlash bu jarayonning muhim ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib qolmoqda.

Uchinchidan— va ehtimol eng muhim vazifalardan biri — pedagogik yondashuvlarning izchil yangilanishi bilan bog'liq. Yodlashga asoslangan ta'limdan tanqidiy fikrlashga, bilimni uzatishdan bilim yaratishga o'tish nafaqat yangi o'quv dasturlarini, balki zamonaviy o'qitish amaliyotlari, yangilangan baholash usullari hamda professor-o'qituvchilarning pedagogik yondashuvlaridagi o'zgarishlarni talab etadi. Bu jarayon, avvalo, pedagogik yondashuvlar transformatsiyasi bo'lib, u odatda bosqichma-bosqich shakllanadi.

Har qanday jiddiy institutsional strategiya ushbu omillarni inobatga oladi. TIU yondashuvi esa cheklovlar mavjud emasdek qarash emas, balki universitet strategiyasi va faoliyatini ularni tizimli ravishda hal etishga yo'naltirilgan tarzda shakllantirishdan iborat.

Oliy ta'lim muassasi sifatida Tashkent International University 2023 yil oktyabr oyida tashkil etildi va shu jihatdan O'zbekistonda shakllanayotgan universitetlarning yangi avlodiga mansubdir. Universitetning tashkil etilish vaqti strategik tanlov bo'lib, TIU mavjud institutni keyinchalik yangi talablarga moslashtirish zaruratidan kelib chiqib emas, balki boshidanoq O'zbekiston–2030 strategiyasida belgilangan vazifalar doirasida, global oliy ta'lim tendensiyalari hamda zamonaviy mehnat bozori ehtiyojlariga uyg'un tarzda konseptual asosda barpo etildi.

TIU'ning 2026–2030 yillarni qamrab oluvchi besh yillik strategik rejasi o'zaro uzviy bog'liq besh ustuvor yo'nalish asosida shakllantirilgan: akademik rivojlanish, tadqiqotlar sifati va ta'siri, xalqaro hamkorlik, sanoat va ish

beruvchilar bilan hamkorlik, hamda institutsional barqarorlik. Har bir yo‘nalish universitet faoliyatining muhim o‘lchovini ifodalaydi va aynan shu yo‘nalishlarda biz yuqori natijalarga erishishni maqsad qilganmiz.

Birinchi ustuvor yo‘nalishimiz — asosiy ta’lim dasturlarimizni xalqaro akkreditatsiyadan o‘tkazishdir. Jumladan, biznes, IT, huquqshunoslik, ta’lim va psixologiya yo‘nalishlari ushbu jarayonning markazida turadi. Shu maqsadda biz FIBAA, ABET, CAEP hamda huquq yo‘nalishi bo‘yicha xalqaro akkreditatsiya va sifatni baholash tizimlarida tan olinish ustida ishlamoqdamiz. 2030 yilga borib kamida uchta ta’lim dasturimizni xalqaro akkreditatsiyadan o‘tkazishni maqsad qilganmiz.

Biroq akkreditatsiya yakuniy maqsad emas, balki vositadir. Asosiy maqsad — bitiruvchilarimiz zamonaviy mehnat bozorida haqiqatan qadrlanadigan ko‘nikmalarga ega bo‘lishini ta’minlashdir. Bu, masalan iqtisodiyot yo‘nalishi o‘quv dasturlarini CFA, ACCA va PMI kabi professional sertifikatlar talablari bilan uyg‘unlashtirishni anglatadi. Shuningdek, ko‘p tillilik kompetensiyasini rivojlantirish muhim yo‘nalish hisoblanadi: 2028 yilga borib asosiy fanlarning 50 foizini ingliz tilida ham o‘qitishga o‘tish, 2030 yilga kelib esa barcha yo‘nalishlar bo‘yicha ta’lim jarayoni to‘liq ingliz tilida o‘tiladigan guruhlar tashkil etishni maqsad qilganmiz. Bundan tashqari, yumshoq ko‘nikmalar, raqamli savodxonlik va tadbirkorlik kompetensiyalari dasturlarimizda fakultativ element sifatida emas, balki asosiy talab sifatida tizimli ravishda integratsiya qilinmoqda.

Ta’lim dasturlarimiz portfeli strategik yondashuv asosida bosqichma-bosqich kengaytirilmoqda. Jumladan, data science, energetika iqtisodiyoti, amaliy sun‘iy intellekt hamda barqaror rivojlanish yo‘nalishlarida yangi dasturlarni yo‘lga qo‘yish rejalashtirilmoqda. Har bir yangi dastur mehnat bozori ehtiyojlari va milliy rivojlanishning ustuvor yo‘nalishlariga tayangan holda shakllantiriladi. 2030 yilga borib kamida to‘rtta yangi bakalavriat va ikkita yangi magistratura dasturini ishga tushirishni maqsad qilganmiz.

Oliy ta’lim tizimining rad etib bo‘lmas achchiq haqiqati shuki, hech bir universitet ta’lim sifati o‘zining professor-o‘qituvchilari salohiyatidan yuqori bo‘la olmaydi. Shu bois ham kadrlar siyosatimizda xalqaro miqyosda tan olingan oliy ta’lim muassasalarida doktorlik darajasini olgan, faol ilmiy tadqiqot olib borayotgan hamda o‘qitish bo‘yicha muayyan tajribaga ega mutaxassislarni jalb etishga ustuvor ahamiyat berilmoqda. 2030 yilga borib professor-o‘qituvchilarimizning 70 foizi doktorlik darajasiga ega bo‘lishi, kamida 30 foizi esa xalqaro ta’lim tajribasiga ega bo‘lishini maqsad qilganmiz.

TIU o‘z faoliyatini faqat ta’lim beruvchi muassasa sifatida emas, balki O‘zbekiston va Markaziy Osiyo uchun strategik ahamiyatga ega masalalar bo‘yicha tahlil va siyosiy qarorlar uchun foydali tadqiqotlar ishlab chiqadigan haqiqiy strategik tahlil markazi sifatida ham rivojlantirishni maqsad qilgan. 2030 yilga borib har bir professor-o‘qituvchining yiliga kamida bitta maqolasi Scopus yoki Web of Science indekslangan jurnallarda chop etilishi, nashrlarning kamida 20 foizi esa yuqori kvartil (Q1) jurnallarda e‘lon qilinishi maqsad qilingan.

TIUning xalqaro hamkorlik yo‘nalishida biz talabalar almashinuvi, professor-o‘qituvchilar hamkorligi hamda qo‘shma tadqiqotlarni rivojlantirish maqsadida dunyoning TOP-500 taligiga kiruvchi universitetlar bilan hamkorlikni kengaytirishga intilmoqdamiz. Universitet talabalari va professor-o‘qituvchilari Turkiya, Janubiy Koreya, Malayziya va Shvetsiya kabi davlatlarda akademik mobillik dasturlari asosida yuborilmoqda. 2030 yilga borib 200 dan ortiq faol hamkorlik kelishuvlarini yuritish, har yili kamida 2% talabalarimizni xalqaro almashinuv dasturlariga yuborish hamda kamida to‘rtta xalqaro konferensiyani birgalikda tashkil etish rejalashtirilgan. Shu bilan birga, universitetimiz xalqaro reyting tizimlarida ishtirok etish ustida ham ishlamoqda. Bu yo‘nalishdagi asosiy maqsadimiz 2029 yilga qadar QS Stars sertifikatiga ega bo‘lish va 2030 yilga borib kamida bitta fan yo‘nalishi bo‘yicha xalqaro reytingda o‘rin egallashdir.

Muhim yo‘nalishlardan yana biri, bu shuhbasiz xalqaro talabalarni jalb etishdir. Hozirgi kunda universitetda Rossiya, Ozarbayjon, Qozog‘iston, Tojikiston va Afg‘onistondan jami 10 nafar xorijiy talaba tahsil olmoqda, shuningdek Qozog‘istondan 2 nafar talaba talabalar almashinuvi dasturi doirasida o‘qishni davom ettirmoqda. Biz Markaziy Osiyo, MDH va Janubiy Osiyo mamlakatlaridan talabalarni qabul qilishni kengaytirishni maqsad qilganmiz. 2030 yilga kelib xalqaro talabalar umumiy kontingentning 10 foizini tashkil etishi va kamida 10 ta turli mamlakatdan bo‘lishi ko‘zda tutilmoqda. TIUning mintaqaviy markaz sifatida shakllantirish, ya’ni mintaqaning eng iqtidorli talabalari o‘z yurtida teng imkoniyat topa olmaganida tanlaydigan manzilga aylantirish, bizning asosiy strategik maqsadlarimizdan biridir.

Boshqa universitetlardan ajralib turishga harakat qilayotganimiz eng muhim yo‘nalishlardan biri — tadbirkorlik ta‘limiga bo‘lgan yondashuvimizdir. Maqsadimiz faqat ish topa oladigan bitiruvchilarni emas, balki yangi ish o‘rinlari yarata oladigan, o‘z tashabbuslari bilan biznes boshlashga qodir mutaxassislarni tayyorlashdir. Zero, kuni kecha Prezidentimiz aytganlaridek, so‘rovnomalarda ishtirok etgan bugungi yoshlarimizning har uchtdan biri o‘z tadbirkorligini yo‘lga qo‘yish haqida o‘ylamoqda.

2030 yilga borib TIU talabalari har yili kamida 5 ta startapni yo‘lga qo‘yishi ko‘zda tutilgan bo‘lib, bu jarayon universitetimiz innovatsiya laboratoriyasi va biznes inkubatsiya xizmatlari orqali qo‘llab-quvvatlanadi. Ushbu startaplarning kamida 60 foizi ikki yildan ortiq faoliyatini davom ettirishi kutilmoqda.

Shu bilan birga, yetakchi ish beruvchilar bilan barqaror hamkorlik tizimi shakllantirilmoqda. Hozirgi kunda nafaqat mamlakatimizdagi balki xorijdagi ham kompaniyalar bilan hamkorlik aloqalarini yo‘lga qo‘ymoqdami. 2030 yilga qadar kamida 100 ta faol korporativ hamkorlikni yo‘lga qo‘yish maqsad qilingan. Mazkur hamkorliklar talabalarning kamida 20 foizini qamrab oluvchi haq to‘lanadigan amaliyotlar, hamkorlikdagi loyihalar, amaliyotchi mutaxassislarni ishtirokidagi ma‘ruzalar hamda bandlikka to‘g‘ridan-to‘g‘ri yo‘naltirilgan imkoniyatlarni o‘z ichiga oladi. Sanoat va ish beruvchilar nuqtayi nazarini o‘quv dasturlarini shakllantirish jarayoniga tizimli ravishda integratsiya qilinib, bitiruvchilarimiz mehnat bozori haqiqatan talab qiladigan kompetensiyalarga ega bo‘lishi ta‘minlanadi.

Bularning barchasi nima uchun muhimligi haqida ba‘zi mulohazalar bilan yakunlashga ruxsat bering. O‘zbekiston deyarli 38 million aholili mamlakat bo‘lib, 2030-yilga kelib 40 millionga yetishi kutilmoqda. Aholimizning aksariyati yoshlardan iborat ekanligi — biz uchun demografik sovg‘a bo‘lib, yoshlarimiz o‘zlariga munosib bo‘lgan ta‘lim va imkoniyatlarni olish yoki olmasligiga qarab bu sovg‘a dividend yoki majburiyatga aylanishi mumkin. "O‘zbekiston–2030" strategiyasi buni e‘tirof etgan holda inson kapitalini rivojlantirishni milliy siyosatimizning markaziga qo‘ygan.

Ammo inson kapitali shunchaki mavjud ishlar uchun ishchilar tayyorlash masalasi emas. Zamonaviy texnologiyalar va zaruriy ko‘nikmalar doimiy ravishda o‘zgarayotgan dunyoda eng qimmatli qobiliyat o‘rganish, moslashish va yaratish qobiliyatidir. Universitetlar esa ushbu qobiliyatlarni rivojlantirishda muhim rol o‘ynashi zarur, ya‘ni bilimlarni shunchaki og‘zaki yetkazish emas, balki tahlil, tanqid, va munozara orqali bilim hamda malakalarni chuqurroq egallashning izchil tizimini yo‘lga qo‘yishi kerak.

Har bir buyuk yo‘l birinchi qadamdan boshlanadi. Universitetimiz ilm-fan sohasidagi yo‘lining ana shu birinchi qadami sifatida bugun ushbu jurnal ishga tushmoqda. Bizning maqsadimiz — yillar o‘tib, "TIU Journal of Global Research and Innovation" nomi xalqaro ilmiy hamjamiyatda nufuzli ilmiy nashr sifatida tilga olinishi. Bu yo‘lda biz qat‘iyat va sabr bilan harakat qilishga tayyormiz.

Yangi O‘zbekistonning yorug‘ kelajagi sari intilayotgan har bir vatandoshning sa‘y-harakati, har bir bilim olingan kuni, har bir muvaffaqiyatli ilmiy loyihasi — bu millat va Vatan oldidagi muqaddas vazifasi sanaladi. Umid qilamanki, ushbu jurnal ana shu yo‘ldagi bir kichik, lekin ahamiyatli bir qadamdir.

ILMIY MAQOLA

# ТРАНСФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭКОНОМИКЕ УЗБЕКИСТАНА: СУЩНОСТЬ, ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Бекмурадов Адхам Шарипович

*Доктор экономических наук, профессор*

*Советник ректора Tashkent International University*

\* Bog'lanish uchun: [adkham.bek@gmail.com](mailto:adkham.bek@gmail.com)

*Qabul qilindi: 03.03.2026 y. | Qayta ko'rib chiqildi: 04.03.2026 y. | Chop etildi: 2026-yil 7-mart*

## ANNOTATSIA

Maqolada O'zbekiston iqtisodiyotining zamonaviy transformatsiya bosqichi makroiqtisodiy ko'rsatkichlarning qisqa muddatli dinamikasi orqali emas, balki institutsional o'zgarishlar prizmasi orqali tahlil qilinadi. Tadqiqotda amalga oshirilayotgan islohotlar iqtisodiy boshqaruv tizimining bosqichma-bosqich va tizimli transformatsiyasi ekanligi asoslab beriladi. Ushbu jarayon institutlarning mustahkamlanishi, makroiqtisodiy barqarorlikning kuchayishi hamda iqtisodiy siyosatning prognoz qilinuvchanligi oshishi bilan tavsiflanadi.

Tadqiqotda mazkur o'zgarishlarning "sokin" yoki kam seziladigan xarakteri alohida ta'kidlanadi. Bunday o'zgarishlar ko'pincha qisqa muddatli statistik ma'lumotlarda yoki jamoatchilik idrokida yaqqol ko'rinmasligi mumkin, biroq ular iqtisodiyotning uzoq muddatli barqarorligini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.

Konseptual-analitik va institutsional yondashuv doirasida davlatning iqtisodiyotdagi roli evolyutsiyasi, shuningdek iqtisodiy agentlarning xulq-atvoriga hamda islohotlar natijalarini kechikib qabul qilish jarayoniga ta'sir ko'rsatuvchi omillar sifatida ishonch va strategik rejalashtirishning ahamiyati ko'rib chiqiladi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, hozirgi institutsional transformatsiya mamlakat iqtisodiyotining o'rta va uzoq muddatli istiqbolda yanada muvozanatli hamda barqaror rivojlanishi uchun mustahkam asos yaratmoqda.

**KALIT SO'ZLAR:** *Экономическая трансформация; институциональные изменения; экономическое управление; макроэкономическая стабильность; стратегическое развитие, предсказуемость экономической политики*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В своем обращении парламенту и народу страны наш Президент особо подчеркнул, что в 2025 году «наша экономика сформировалась по-новому, мы расширили рыночные отношения, социальную защиту, укрепили верховенство закона... Мы научились превращать реформы в конкретный практический результат»<sup>1</sup>.

Интерес к экономическим реформам в Узбекистане стремительно растет. Социальные сети буквально трещать разными роликами об экономических успехах Узбекистана в последние годы. И на самом деле, в стране происходит не набор отдельных реформ, а тихая, обдуманная, системная трансформация экономической логики, эффект которой нельзя адекватно оценить в краткосрочном горизонте. Вообще, правильная оценка трансформационных процессов в экономике требует обдуманного анализа, обобщения результатов и их научно обоснованной интерпретации.

Подчеркивая стратегический характер трансформационных реформ в экономике Президент Узбекистана Шавкат Мирзиёев неоднократно отмечал, что реформы — это не разовые кампании, а последовательный и необратимый процесс, основанный на сильных институтах и ответственности за результат. В этом смысле очень сложно переоценить значение подписанного 30 октября 2025 года Президентом страны Указа «Об организационных мерах по внедрению системы стратегического планирования и развития»<sup>2</sup>, который создает

<sup>1</sup>Послание Президента Республики Узбекистан Ш.М.Мирзиёева Олий Мажлису и народу Узбекистана. Народное слово, 27 декабря 2025 года. С.1.

<sup>2</sup>Указ Президента Республики Узбекистан УП-201 от 30 октября 2025 года «Об организационных мерах по внедрению системы стратегического планирования и развития».

очень сильную организационно-правовую основу для дальнейшего развития страны в условиях глобальной турбулентности на мировой арене.

В последние годы экономика Узбекистана демонстрирует устойчивую положительную динамику ключевых макроэкономических показателей, включая темпы экономического роста, инвестиционную активность и постепенное снижение инфляции. Эти индикаторы нередко используются как основные критерии оценки результативности проводимых реформ. Однако в условиях глубокой структурной и институциональной трансформации количественные показатели не всегда позволяют адекватно отразить характер и направленность происходящих изменений.

Существенная часть трансформационных процессов проявляется на уровне институтов, механизмов экономического управления и логики принятия решений, формируясь постепенно и оставаясь малозаметной в краткосрочной статистике. Современный этап развития экономики Узбекистана характеризуется именно такими системными изменениями.

Речь идёт не о совокупности изолированных мер экономической политики, а о последовательной перестройке институциональных оснований экономической системы. Усиление макроэкономической дисциплины, развитие практик стратегического планирования и повышение роли предсказуемых, формализованных правил экономического управления свидетельствуют о формировании новой модели экономической политики. Подобные изменения, как правило, не сопровождаются немедленным и наглядным эффектом, однако оказывают определяющее влияние на долгосрочную устойчивость экономического развития.

В этом контексте возникает аналитическая проблема ограниченной «видимости» институциональной трансформации в общественном восприятии. Экономические агенты и население в целом склонны оценивать экономическую динамику преимущественно через призму краткосрочных факторов — уровня цен, текущих доходов и непосредственных социальных эффектов. В результате структурные сдвиги, затрагивающие стимулы, ожидания и поведенческие установки, зачастую воспринимаются с временным лагом. Данный разрыв между объективным характером институциональных изменений и их субъективным восприятием имеет важное значение для формирования доверия к экономической политике и устойчивости реформ.

**Цель настоящей статьи** заключается в анализе текущей экономической трансформации в Узбекистане через призму качественных институциональных изменений, а не исключительно через динамику количественных макроэкономических показателей.

В рамках исследования предпринимается попытка выявить ключевые направления данной трансформации, раскрыть её системный характер и объяснить причины отложенного общественного восприятия её результатов. Особое внимание уделяется роли макроэкономической стабильности, стратегического планирования и эволюции функций государства в формировании новой логики экономического управления.

**Методологической основой исследования** выступает концептуально-аналитический и институциональный подход, рассматривающий экономическую трансформацию как длительный и многоуровневый процесс. Анализ базируется на интерпретации ключевых направлений экономической политики, институциональных реформ и управленческих практик, а также на сравнительном осмыслении текущего этапа преобразований в сопоставлении с предыдущими реформаторскими попытками. Такой подход позволяет выйти за рамки краткосрочной оценки и предложить целостное понимание глубинных изменений, происходящих в экономике Узбекистана.

**Научная новизна исследования** заключается в интерпретации текущих экономических преобразований в Узбекистане как формы «тихой институциональной трансформации», проявляющейся преимущественно через изменение логики экономического управления, ожиданий и поведенческих установок экономических агентов, а не через краткосрочную динамику макроэкономических показателей. Такой подход позволяет по-новому осмыслить природу устойчивости экономических реформ в условиях переходной экономики.

## **1.1 Мы живём внутри процесса, который сложно измерить.**

Экономические изменения чаще всего оцениваются через количественные показатели — темпы роста, объёмы инвестиций, уровень инфляции или динамику доходов населения. И действительно, рост экономики на уровне 7,7%, привлечение зарубежных инвестиций в объёме более 43 млрд. долларов, сокращение инфляции до уровня 7,3% свидетельствуют о впечатляющих успехах экономики страны. Эти индикаторы важны, поскольку позволяют фиксировать текущее состояние экономики и сравнивать его с предыдущими периодами. Однако они далеко не всегда отражают глубинные процессы, происходящие внутри экономической системы, особенно в периоды структурных и институциональных преобразований.

В этом смысле современный этап развития экономики Узбекистана представляет собой показательный пример. За последние годы в стране происходят изменения, которые не всегда выглядят впечатляюще в

краткосрочной статистике, но при этом закладывают качественно иную логику функционирования экономических институтов. Речь идёт не столько о разовых реформах или отдельных мерах экономической политики, сколько о постепенной трансформации принципов принятия решений, механизмов регулирования и взаимодействия государства с экономическими агентами.

Подобные изменения редко бывают заметны сразу. Они не сопровождаются резкими скачками показателей и, как правило, не дают мгновенного социально-экономического эффекта. Напротив, их ключевая особенность заключается в том, что результат проявляется со временем — через повышение устойчивости экономики, предсказуемости экономической политики и укрепление доверия между государством, бизнесом и обществом. Ведь инициированная Президентом страны формат общения с предпринимателями ставит перед собой цель «пощупание пульса бизнеса». Именно поэтому такие процессы можно охарактеризовать как «тихую трансформацию»: они происходят без громких деклараций, но обладают долгосрочным системным значением.

Цель данной статьи — рассмотреть происходящие в экономике Узбекистана изменения именно в этом ракурсе: не через призму отдельных показателей или программ, а с точки зрения качества институциональных сдвигов. Такой подход позволяет лучше понять, почему текущие преобразования требуют времени, почему их эффект не всегда очевиден на поверхности и почему именно сейчас формируется основа для более устойчивого и сбалансированного экономического развития в среднесрочной перспективе.

## 1.2 Что значит «качественная трансформация» экономики?

Говоря о трансформации экономики, важно сразу провести принципиальное различие между отдельными реформами и качественными изменениями системного характера. Экономические реформы могут быть фрагментарными, точечными и даже эффективными в краткосрочном плане, не затрагивая при этом фундаментальных основ функционирования экономической системы. Качественная же трансформация предполагает изменение самой логики экономического управления — тех принципов, на которых принимаются решения, распределяются ресурсы и формируются стимулы для экономических агентов.

Одним из ключевых признаков такой трансформации является постепенный переход от ситуативного, во многом реактивного управления экономикой к более устойчивой системе правил. В условиях ручного управления решения часто принимаются в ответ на текущие вызовы и кризисные ситуации, что делает экономическую политику менее предсказуемой и усиливает зависимость от краткосрочных факторов. Формирование же устойчивых правил и процедур позволяет снизить неопределённость, создать понятные ориентиры для бизнеса и инвесторов и повысить общую стабильность экономической среды.

Особое значение в этом процессе приобретают институциональные изменения. Американский экономист-институционалист Дуглас Норт отмечал: «Институты — это правила игры в обществе, и именно они определяют направление экономического развития»<sup>3</sup>.

Именно институты — финансовые, бюджетные, регуляторные и правовые — задают рамки, в которых функционирует экономика. В отличие от отдельных мер экономической политики, институциональные сдвиги не дают мгновенного эффекта и редко отражаются в оперативной статистике. Однако именно они формируют долгосрочную устойчивость экономической системы, обеспечивая её способность адаптироваться к внутренним и внешним шокам. Здесь, среди ряда министерств и ведомств экономического блока, я бы хотел отметить совершенно новый облик Центрального банка Республики Узбекистан, который постепенно превращается в главный регулятор экономического развития страны.

Важным элементом качественной трансформации является изменение роли государства в экономике. Речь не идёт о сокращении государственного присутствия как такового, а о переосмыслении его функций. Государство постепенно смещает акцент с прямого участия в хозяйственной деятельности на создание правил игры, развитие инфраструктуры, обеспечение макроэкономической стабильности и защиту конкуренции. Такая эволюция позволяет высвободить пространство для частной инициативы, одновременно усиливая ответственность государства за качество регулирования.

Неотъемлемой составляющей трансформационных процессов становится рост значения доверия и предсказуемости экономической политики в нашей стране. Доверие формируется не декларациями, а последовательностью действий, прозрачностью институтов и устойчивостью принятых решений. В условиях, когда экономические агенты могут рассчитывать на стабильность правил и понятность сигналов со стороны государства, доверие начинает выполнять функцию самостоятельного экономического ресурса, снижая транзакционные издержки и стимулируя долгосрочные инвестиции.

---

<sup>3</sup>North D. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press, 1990.

Личное приглашение со стороны Президента США Дональда Трампа Президента Республики Узбекистан в Давос (Швейцария) для подписания учредительных документов «Совета мира» является ярким проявлением доверия и признания прежде всего успехов Узбекистана в сфере стратегического развития, усиления его экономической мощи и инвестиционной привлекательности.

Наконец, качественные изменения находят своё отражение в трансформации экономического поведения. По мере укрепления институтов и повышения предсказуемости политики меняются горизонты планирования бизнеса и домохозяйств, возрастает ориентация на инвестиции, повышение производительности и развитие человеческого капитала. Эти сдвиги не всегда заметны сразу, но именно они свидетельствуют о глубине и необратимости трансформационных процессов, происходящих в экономике.

## **2. ЭКОНОМИКА КАК СИСТЕМА: КЛЮЧЕВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МЕХАНИЗМЕ.**

Одной из ключевых особенностей текущего этапа экономических преобразований в Узбекистане является постепенное смещение акцента в сторону макроэкономической стабильности как самостоятельной цели экономической политики. Если ранее приоритет нередко отдавался краткосрочным задачам и ситуативным решениям, то сегодня всё более заметным становится стремление выстроить устойчивую и управляемую макроэкономическую среду. Контроль над инфляцией, сбалансированность бюджета и управление рисками рассматриваются не как вспомогательные инструменты, а как фундамент долгосрочного развития.

Особо хотел бы отметить тот факт, что указанные результаты достигаются прежде всего благодаря сплоченной и взаимосвязанной работе основных министерств и ведомств. Ведь важнейшей целью административных реформ, начатых в стране в 2022 году, являлась именно достижение институционального единства инициирования и реализации стратегических программ развития страны.

В этом контексте усиливается роль экономических институтов, а не отдельных управленческих решений. Опыт стран, прошедших путь глубокой экономической трансформации, подтверждает этот подход. В частности, первый премьер-министр Сингапура Ли Куан Ю подчёркивал, что «Экономический успех — это прежде всего результат институтов и дисциплины, а не случайного везения»<sup>4</sup>.

Экономическая система всё в большей степени опирается на формализованные механизмы — денежно-кредитную политику, бюджетные процедуры, финансовый надзор и регуляторную среду. Именно эти элементы формируют внутренний «каркас» экономики, обеспечивая её предсказуемость и устойчивость независимо от текущей конъюнктуры. Такой сдвиг снижает зависимость результатов экономической политики от персональных факторов и повышает институциональную ответственность.

Параллельно происходит изменение логики государственного регулирования. Государство постепенно отходит от прямого административного вмешательства в экономические процессы, делая акцент на создании условий для функционирования рынков. Регулирование становится более селективным и ориентированным на установление единых правил и стандартов, что способствует формированию более конкурентной среды и снижению барьеров для экономической активности. Это не означает ослабления роли государства, а отражает её качественную трансформацию — от участника рынка к его арбитру и гаранту правил.

Заметные изменения происходят и в финансовой системе, роль которой в экономике постепенно расширяется. Банковский сектор и финансовые рынки всё в большей степени выполняют функцию передачи сигналов экономической политики в реальный сектор. Развитие механизмов финансового посредничества усиливает связь между макроэкономическими решениями и инвестиционной активностью, создавая предпосылки для более устойчивого и долгосрочного экономического роста.

Бюджетная политика также приобретает более стратегический характер. Бюджет всё чаще рассматривается не только как инструмент покрытия текущих расходов, но и как механизм реализации приоритетов развития. Возрастает значение среднесрочного планирования, оценки эффективности бюджетных расходов и прозрачности фискальных процессов. Такой подход позволяет повысить качество государственных инвестиций и усилить их влияние на структурные изменения в экономике.

Наконец, важным, хотя и менее заметным элементом происходящих изменений становится формирование новой культуры экономического управления. В управленческой практике постепенно закрепляются

---

<sup>4</sup>Lee Kuan Yew. From Third World to First. Harper Collins, 2000.

принципы аналитического подхода, оценки последствий принимаемых решений и ответственности за результат.

Особо хотелось бы отметить значение Координационного совета по стратегическому планированию и развитию при Президенте Республики Узбекистан, которому, наряду с другими задачами, возложена задача по анализу актуальных проблем и вызовов в социально-экономической, общественно-политической, технологической, гуманитарной, экологической и других сферах, разработке предложений по их решению, а также формирование идей и инициатив по стратегическому развитию страны. Эти изменения трудно измерить количественно, однако именно они во многом определяют качество экономической политики и её способность обеспечивать устойчивое развитие в долгосрочной перспективе.

### **3. ЭФФЕКТ ТРАНСФОРМАЦИИ**

#### **3.1 Эффект трансформации не проявляется быстро.**

Одной из характерных особенностей структурных и институциональных преобразований является их отложенный эффект. Известный английский экономист Джон Мейнард Кейнс обращал внимание на ограниченность краткосрочного взгляда на экономические процессы, отмечая, что устойчивость системы формируется именно в долгосрочной перспективе<sup>5</sup>.

В отличие от краткосрочных мер экономической политики, которые могут быстро отразиться на отдельных показателях, качественные изменения формируют результат постепенно. Между моментом принятия решений и их ощутимым влиянием на экономическое поведение, уровень доходов или деловую активность проходит время. Этот временной разрыв нередко становится источником непонимания и скепсиса со стороны общества.

Ситуация усложняется тем, что в повседневном восприятии экономики доминируют краткосрочные факторы. Колебания цен, инфляционные ожидания, влияние внешних шоков и текущие бытовые расходы формируют ощущение экономической реальности «здесь и сейчас». Например, несмотря на достижение в 2025 году уровня инфляции в размере 7,3%, инфляционные ожидания населения остаются выше 11%. На этом фоне долгосрочные институциональные сдвиги, даже если они закладывают основу для будущей устойчивости, оказываются менее заметными и зачастую отходят на второй план в общественном дискурсе.

Существенную роль в восприятии экономических изменений играет и прошлый опыт. Ведь наше население и особенно бизнес-сообщество хорошо помнят, как некоторые административные и экономические реформы, обещавшие очень привлекательные результаты, на самом деле остались все же нереализованными до конца. Длительные периоды нестабильности, административного давления или несостоявшихся реформ формируют устойчивые ожидания и поведенческие установки. В таких условиях общество склонно воспринимать любые преобразования с осторожностью, ожидая быстрых и наглядных результатов. Даже позитивные изменения могут вызывать сомнения, если они не сопровождаются мгновенным улучшением материального положения.

Кроме того, институциональные изменения по своей природе сложно перевести на язык повседневных ощущений. Такие категории, как предсказуемость экономической политики, устойчивость финансовой системы или качество регулирования, имеют фундаментальное значение для развития экономики, но редко напрямую соотносятся с повседневным опытом домохозяйств и малого бизнеса. Их влияние проявляется опосредованно — через снижение рисков, расширение горизонтов планирования и рост доверия, что требует времени для осознания.

Важным фактором остаётся и отсутствие ярко выраженного «визуального эффекта» у системных реформ. В отличие от крупных инфраструктурных проектов или масштабных социальных программ, институциональные преобразования не всегда имеют наглядное внешнее выражение. Их результатом становятся изменения в правилах, процедурах и управленческих практиках, которые воспринимаются как абстрактные, несмотря на их реальное влияние на экономическую динамику.

Как показывает международный опыт, осознание масштабов и значимости трансформационных процессов часто приходит позже их начала. Новые институты и механизмы со временем начинают восприниматься как естественная часть экономической системы, а не как результат целенаправленных реформ. Именно в этот момент общество, оглядываясь назад, начинает осознавать глубину произошедших изменений и их влияние на устойчивость и качество экономического развития.

#### **3.2 Чем нынешний этап отличается от прошлых попыток реформ?**

---

<sup>5</sup>Keynes J. M. A Tract on Monetary Reform. Macmillan, 1923.

Одним из ключевых отличий текущего этапа экономических преобразований в Узбекистане является переход от фрагментарных и точечных мер к более целостной системной логике. В прошлые периоды реформы нередко реализовывались в виде отдельных инициатив, не всегда связанных между собой и потому ограниченных по масштабу воздействия. Современный подход, напротив, предполагает одновременные изменения в нескольких взаимосвязанных сферах, что усиливает совокупный эффект и снижает риск институциональных разрывов.

Здесь хотелось бы особо отметить новую практику долгосрочного планирования социально-экономического развития страны, которая была вновь внедрена с 2017 года в формате пятилетней стратегии развития. Выступая перед парламентом 26 декабря 2025 года Президент страны подчеркнул, что стратегия «Узбекистан – 2030» нуждается коренному совершенствованию, при этом «она будет осуществляться путем активного участия самого населения» – главного бенефициара программ социально-экономического развития.

Принципиальное значение приобретает ориентация на институциональную устойчивость. Экономическая политика всё в меньшей степени нацелена на достижение быстрых и внешне заметных результатов и всё в большей — на формирование механизмов, способных обеспечивать стабильность и предсказуемость в долгосрочной перспективе. Такой подход позволяет снизить зависимость реформ от текущих обстоятельств и усилить доверие к экономической системе как со стороны внутренних, так и внешних участников.

Важным отличительным признаком является и последовательность принимаемых решений. Экономическая политика выстраивается как взаимосвязанная цепочка шагов, логически продолжающих друг друга. Это снижает уровень неопределённости, облегчает адаптацию бизнеса и населения к изменениям и формирует ощущение предсказуемости, которое само по себе становится фактором экономической стабильности.

Заметную роль в этом процессе играет усиление профессиональной экспертизы. При разработке и реализации экономических решений всё большее значение придаётся аналитическим обоснованиям, оценке возможных последствий и международному опыту. Это не исключает ошибок или необходимости корректировок, однако существенно повышает качество принимаемых решений и снижает вероятность системных просчётов.

Отличительной чертой текущего этапа является и более зрелое отношение к рискам. Экономические реформы всё чаще рассматриваются как сложный и многомерный процесс, требующий гибкости и способности к адаптации. Признание возможности корректировок и обучения на практике свидетельствует о переходе к более реалистичной и прагматичной модели управления экономическими изменениями. Логiku прагматичных реформ в своё время ёмко сформулировал Дэн Сяопин: «Не важно, какого цвета кошка — важно, чтобы она ловила мышей»<sup>6</sup>.

Наконец, расширяется горизонт экономического планирования. Вместо ориентации на краткосрочные показатели всё больше внимания уделяется среднесрочным и долгосрочным целям развития. Это отражается в подходах к инвестиционной политике, развитию инфраструктуры и человеческого капитала, формируя основу для устойчивого экономического роста и структурной модернизации экономики.

### **3.3 Текущая трансформация открывает широкие горизонты для роста.**

Одним из ключевых результатов текущей трансформации становится повышение предсказуемости экономической среды. По мере укрепления институтов и последовательности экономической политики формируются более стабильные и понятные правила, позволяющие экономическим агентам принимать решения с расчётом на более длительный горизонт. Предсказуемость в этом контексте выступает не абстрактным понятием, а важным условием снижения рисков и повышения инвестиционной активности. Инвестор Уоррен Баффет особо подчёркивал, что «для инвестора предсказуемость зачастую важнее даже высокой, но нестабильной доходности»<sup>7</sup>.

На этой основе расширяются возможности для долгосрочных инвестиций. Когда экономическая политика ориентирована на устойчивость и институциональную последовательность, возрастает интерес к проектам, рассчитанным на длительный период окупаемости. Это касается как крупных инфраструктурных инициатив, так и инвестиций в модернизацию производства, технологическое обновление и развитие новых отраслей. Такие вложения редко дают быстрый эффект, однако именно они формируют основу будущего роста.

Существенные изменения затрагивают и положение частного сектора. По мере переосмысления роли государства и перехода к более селективному регулированию расширяется пространство для предпринимательской инициативы. Частный сектор получает больше возможностей для самостоятельного

---

<sup>6</sup>Deng Xiaoping. Selected Works. Beijing, 1984.

<sup>7</sup>Berkshire Hathaway Annual Letters to Shareholders.

принятия решений, конкуренции и поиска эффективных бизнес-моделей. В долгосрочной перспективе это способствует росту производительности и диверсификации экономики.

Текущая трансформация также открывает новые перспективы для регионального развития. Более прозрачные бюджетные и управленческие механизмы создают условия для более рационального распределения ресурсов и учёта региональных особенностей. Это позволяет регионам активнее реализовывать собственный потенциал, снижая дисбалансы и усиливая их вклад в общее экономическое развитие страны.

Особое значение в этих условиях приобретает человеческий капитал. По мере усложнения экономической системы и повышения роли институтов возрастает спрос на профессиональные навыки, управленческую компетентность и способность работать в условиях неопределённости. Инвестиции в образование, подготовку кадров и развитие аналитических компетенций становятся не вспомогательным, а стратегическим фактором экономического развития в Узбекистане.

В совокупности эти изменения формируют основу для более устойчивого и сбалансированного экономического роста. Речь идёт не о стремительном ускорении показателей, а о создании условий, при которых экономика способна развиваться поступательно, адаптируясь к внешним и внутренним вызовам. Именно в этом заключается ключевая возможность текущего этапа трансформации — заложить фундамент долгосрочного развития, устойчивого к колебаниям и кризисам.

## 4. ТИХАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

### 4.1 Тихая трансформация как основа долгосрочного развития.

Известный теоретик менеджмента Питер Друкер отмечал, что «лучший способ предсказать будущее — создать его»<sup>8</sup>. Экономическая трансформация по своей природе представляет собой процесс, а не единичное событие. Она не имеет чётко обозначенной точки начала и тем более не завершается в момент принятия тех или иных решений. Качественные изменения проявляются постепенно — через перестройку институтов, изменение управленческих практик и формирование новых моделей экономического поведения. Именно поэтому оценка таких процессов требует времени и внимательного отношения к их глубинной логике, а не только к внешним результатам.

Современный этап развития экономики Узбекистана характеризуется формированием новой логики экономического управления. Происходящие изменения затрагивают не отдельные элементы системы, а её фундаментальные основы — от принципов регулирования до роли институтов и характера взаимодействия государства с экономическими агентами. Эта логика не всегда очевидна в краткосрочном горизонте, однако именно она определяет качество и устойчивость будущего развития.

В этом контексте становится очевидным, что оценка трансформационных процессов через призму краткосрочных показателей неизбежно даёт неполную картину. Экономическая динамика в периоды структурных изменений может сопровождаться противоречивыми сигналами, временными издержками и социальным напряжением. Однако такие явления не отменяют глубинных сдвигов, а, напротив, являются частью сложного процесса адаптации экономической системы к новым условиям.

Особое значение в текущей трансформации приобретает приоритет устойчивости над скоростью. Быстрый рост, не подкреплённый институциональной прочностью, редко бывает долговечным. Формирование устойчивых правил, предсказуемой экономической политики и ответственных управленческих практик создаёт основу для более сбалансированного и устойчивого развития, даже если его результаты проявляются не сразу.

Последовательность проводимой экономической политики и укрепление институтов постепенно формируют предпосылки для роста доверия между государством, бизнесом и обществом. Доверие в данном случае выступает не абстрактной категорией, а важным экономическим ресурсом, влияющим на инвестиционные решения, горизонты планирования и общее качество экономических отношений. Его формирование требует времени и устойчивости, но именно оно определяет долгосрочный потенциал развития.

В полной мере значение текущих преобразований в экономике Узбекистана станет очевидным со временем — тогда, когда новая экономическая логика станет привычной и будет восприниматься как естественная часть повседневной практики. Именно в этом и заключается особенность «тихой трансформации»: она не всегда заметна в моменте, но формирует фундамент, на котором строится будущее экономическое развитие страны.

---

<sup>8</sup>Drucker P. Management: Tasks, Responsibilities, Practices. Harper & Row, 1973.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что современный этап развития экономики Узбекистана характеризуется глубокой качественной трансформацией её институциональных основ. В отличие от предыдущих периодов реформ, носивших преимущественно фрагментарный характер, текущие преобразования формируют более целостную и взаимосвязанную систему экономического управления, ориентированную на укрепление макроэкономической дисциплины, формализацию правил и повышение предсказуемости экономической политики.

Ключевым результатом данной трансформации является смещение акцента с краткосрочных показателей экономической динамики на институциональную устойчивость как фундамент долгосрочного развития. Усиление роли стратегического планирования, институциональной ответственности и процедурного подхода к экономическому управлению способствует снижению неопределённости и формированию более стабильной среды для принятия экономических решений. Несмотря на ограниченную заметность таких изменений в краткосрочной перспективе, именно они закладывают основу для более сбалансированного и устойчивого экономического роста в средне- и долгосрочном горизонтах.

Исследование также показывает, что отложенное общественное восприятие трансформационных процессов обусловлено их накопительным характером. Институциональные изменения проявляются прежде всего через постепенную трансформацию стимулов, ожиданий и экономического поведения, а не через мгновенное улучшение социально-экономических условий. В условиях доминирования краткосрочных ожиданий это может снижать воспринимаемую результативность реформ и усиливать скептицизм, несмотря на наличие объективных структурных сдвигов.

Практическая значимость полученных выводов заключается в возможности более взвешенного подхода к формированию и реализации экономической политики, а также к управлению общественными ожиданиями. Одновременно исследование имеет ограничения, связанные с его преимущественно концептуальным характером и отсутствием детальной эмпирической проверки отдельных институциональных механизмов.

Ограничением исследования является его преимущественно концептуальный характер, что предполагает необходимость последующей эмпирической верификации отдельных выводов и углублённого анализа институциональных механизмов на основе количественных и сравнительных данных.

Перспективными направлениями дальнейших исследований могут стать углублённый эмпирический анализ эффективности институциональных изменений, а также сравнительное изучение трансформационных траекторий стран, прошедших путь устойчивой экономической модернизации. Это позволит более полно оценить долгосрочный потенциал текущей трансформации и её влияние на качество экономического развития.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА.

- 1) Послание Президента Республики Узбекистан Ш.М.Мирзиёева Олий Мажлису и народу Узбекистана. Народное слово, 27 декабря 2025 года.
- 2) Указ Президента Республики Узбекистан УП-201 от 30 октября 2025 года «Об организационных мерах по внедрению системы стратегического планирования и развития».
- 3) North D. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press, 1990.
- 4) Lee Kuan Yew. From Third World to First. Harper Collins, 2000.
- 5) Keynes J. M. A Tract on Monetary Reform. Macmillan, 1923.
- 6) Deng Xiaoping. Selected Works. Beijing, 1984.
- 7) Berkshire Hathaway Annual Letters to Shareholders.
- 8) Drucker P. Management: Tasks, Responsibilities, Practices. Harper & Row, 1973.

ILMIY MAQOLA

# AN OPTIMAL QUADRATURE FORMULA FOR FRACTIONAL ORDER INTEGRALS

Babaev Samandar<sup>1,2</sup>, Choriyeva Gulhayo<sup>3</sup>

1. V.I.Romanovskiy Institute of Mathematics, Uzbekistan Academy of Sciences, 9, University str., Tashkent 100174, Uzbekistan;

2. Tashkent International University, 7, Kichik Khalka yoli str., Tashkent 100084, Uzbekistan;

3. Bukhara State University, Bukhara, 200114 Uzbekistan;

\* Bog'lanish uchun: [bssamandar@gmail.com](mailto:bssamandar@gmail.com)

Qabul qilindi: 27.01.2026 y. | Qayta ko'rib chiqildi: 04.03.2026 y. | Chop etildi: 2026-yil 7-mart

## ANNOTATSYYA

Ushbu tadqiqot ikki o'lchamli (2D) o'ng tomonli Riemann–Liouville kasr tartibli integrallarini sonli yaqinlashtirish masalasini ko'rib chiqadi. Biz bir o'lchamli kvadratura formulalaridagi optimal koeffitsiyentlarni integral operatorining tensor-ko'paytma tuzilmasidan foydalanib ikki o'lchamli holatga umumlashtiramiz. Taklif etilgan usulning matematik ifodasi va hisoblash algoritmi turli darajadagi silliqlikka (regularlikka) ega funksiyalar uchun taqdim etiladi.

**KALIT SO'ZLAR:** *Optimal quadrature formula; cubature formula; Riemann–Liouville fractional integral; Hilbert space; optimal coefficients.*

## 1. INTRODUCTION

In the classical calculus, a function can be differentiated or integrated in the natural order. Then, questions appeared about the fractional-order derivatives and integrals. There is an evolution in classical calculus called fractional calculus. Fractional calculus can be a branch of science that extends the order of derivatives and integrals to the order of rational numbers or even real numbers.

We recall the notion of a Riemann–Liouville fractional integral [1]. The left Riemann–Liouville integral and the right

Riemann–Liouville integral with the order  $\alpha > 0$  of the given function  $f(t)$ ,  $t < 1$  are defined as

$$D_{0,t}^{-\alpha} f(t) = {}_{RL} D_{0,t}^{-\alpha} f(t) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t (t-x)^{\alpha-1} f(x) dx \quad (1)$$

and

$$D_{t,1}^{-\alpha} f(t) = {}_{RL} D_{t,1}^{-\alpha} f(t) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_t^1 (x-t)^{\alpha-1} f(x) dx, \quad (2)$$

respectively, where  $\Gamma(\cdot)$  is the Euler gamma function.

The study of fractional integrals (1) and (2) is a two-hundred-year-old subject that is part of a branch of mathematical analysis called Fractional Calculus [2,3,4].

The Riemann–Liouville fractional integral is a generalisation of the standard Riemann integral to non-integer orders. It has practical applications in various fields, particularly in describing complex physical phenomena that exhibit

memory effects, long-range dependencies, and anomalous behaviours.

## 2. STATEMENT OF THE PROBLEM OF CONSTRUCTING AN OPTIMAL QUADRATURE FORMULA

We consider a quadrature formula of the following form

$$\int \frac{\varphi(x)}{(x-t)^{1-\alpha}} dx \cong \sum_{\beta=0}^N C_{\beta} \varphi(x_{\beta}), \quad (3)$$

where  $0 < \alpha < 1$ ,  $h = \frac{1-t}{N}$ ,  $t < 1$ ,  $x_{\beta} = h\beta + t$  and a function  $\varphi$  belongs to the Hilbert space  $W_2^{(1,0)}(t,1)$ .

The following difference is called the error of the quadrature formula (3)

$$(\ell, \varphi) = \int \frac{\varphi(x)}{(x-t)^{1-\alpha}} dx - \sum_{\beta=0}^N C_{\beta} \varphi(x_{\beta}) = \int_{-\infty}^{\infty} \ell(x) \varphi(x) dx. \quad (4)$$

The corresponding error functional for this quadrature formula has the form

$$\ell(x) = \frac{\varepsilon_{[t,1]}(x)}{(x-t)^{1-\alpha}} - \sum_{\beta=0}^N C_{\beta} \delta(x - x_{\beta}). \quad (5)$$

Here,  $C_{\beta}$  are coefficients of the quadrature formula (3),  $\varepsilon_{[t,1]}(x)$  is the characteristic function of the interval  $[t,1]$ , and  $\delta(x)$  is Dirac's delta-function.

The error of the quadrature formula is a linear functional in  $W_2^{(1,0)*}(t,1)$ , where  $W_2^{(1,0)*}(t,1)$  is the dual space to the space  $W_2^{(1,0)}(t,1)$ .

By the Cauchy-Schwarz inequality the absolute value of the error (4) is estimated as follows

$$|(\ell, \varphi)| \leq \|\varphi\|_{W_2^{(1,0)}} \cdot \|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}},$$

where

$$\|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}} = \sup_{\varphi, \|\varphi\| \neq 0} \frac{|(\ell, \varphi)|}{\|\varphi\|}.$$

Therefore, to estimate the error of the quadrature formula (3) on functions of the space  $W_2^{(1,0)}(t,1)$  it is required to

find the norm of the error functional  $\ell$  in the conjugate space  $W_2^{(1,0)*}(t,1)$ .

From here, we get

**Problem 1.** Find the norm of the error functional  $\ell$  of the quadrature formula (3) in the space  $W_2^{(1,0)*}(t,1)$ .

It is natural to estimate the error of the quadrature formula (3) on the unit ball of the Hilbert space  $W_2^{(1,0)}(t,1)$ , that is, using the norm of the functional

$$\|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}} = \sup_{\|\varphi\|_{W_2^{(1,0)}}=1} |(\ell, \varphi)|$$

we get that  $|(\ell, \varphi)| \leq \|\ell\|$ .

The main task of this section is as follows.

**Problem 2.** Find the coefficients  $C_\beta$  that give minimum value to  $\|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}}$ , and calculate

$$\|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}} := \inf_{C_\beta} \|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}}. \quad (6)$$

Obviously, the norm of the error functional depends on coefficients  $C_\beta$ . We consider the problem of minimization of the quantity  $\|\ell\|$  by coefficients  $C_\beta$ .

If (6) holds, then the functional  $\ell$  is said to correspond to *the optimal quadrature formula* in  $W_2^{(1,0)}(t,1)$  2.1. The sharp upper bound for the error of the quadrature formula

For solving this problem, firstly, we must find the norm of the error functional. For this, we need to find an extremal function of the error functional  $\ell$ . General form of the extremal function in  $W_2^{(m,m-1)}(t,1)$  space was found in the work [5].

In particular, we get the following

$$\|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}}^2 = (\ell, \psi_\ell) = \int_{-\infty}^{\infty} \ell(x) \psi_\ell(x) dx, \quad (7)$$

where  $\psi_\ell$  is the extremal function and it is defined as follows

$$\psi_\ell(x) = -\ell(x) * G_1(x) + de^{-x}, \quad (8)$$

$$G_1(x) = \frac{\text{sgn}(x)}{2} \left( \frac{e^x - e^{-x}}{2} \right). \quad (9)$$

Using (8), from relation (7) we get the following

$$\|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}}^2 = (\ell, \psi_\ell) = \int_{-\infty}^{\infty} \ell(x) (-\ell(x) * G_1(x) + de^{-x}) dx. \quad (10)$$

It should be noted that since the error functional  $\ell(x)$  is defined on the space  $W_2^{(1,0)}$ , it must satisfies the following condition

$$(\ell, e^{-x}) = 0. \quad (11)$$

The equality (11) means that the quadrature formula (3) is exact to the function  $e^{-x}$ . Then, from equality (10), taking into account the expression (11), we have the following

$$\begin{aligned} \|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}}^2 = & - \sum_{\beta=0}^N \sum_{\gamma=0}^N C_\beta C_\gamma G_1(h\beta - h\gamma) \\ & + 2 \sum_{\beta=0}^N C_\beta \int_t^1 \frac{G_1(x - x_\beta) dx}{(x - t)^{1-\alpha}} - \int_t^1 \int_t^1 \frac{G_1(x - y) dx dy}{(x - t)^{1-\alpha} (y - t)^{1-\alpha}}. \end{aligned} \quad (12)$$

## 2.1. Finding the conditional minimum of the error functional

The expression (12) is a multivariate function with respect to coefficients  $C_\beta$ . Taking into account (11), we consider the Lagrange function to find the minimum of the expression (12)

$$\Phi(C_0, C_1, \dots, C_N, d) = \|\ell\|_{W_2^{(1,0)*}}^2 + 2d(\ell, e^{-x})$$

where

$$(\ell, e^{-x}) = \int_t^1 \frac{e^{-x} dx}{(x - t)^{1-\alpha}} - \sum_{\beta=0}^N C_\beta e^{-x_\beta} = 0.$$

In that case, equating to zero the partial derivatives of the function  $\Phi$  by  $C_\beta$  ( $\beta = 0, 1, \dots, N$ ) and  $d$ , we get the following system of linear equations

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{\gamma=0}^N C_{\gamma} G_1(h\beta - h\gamma) + d e^{-x_{\beta}} = f_1(t, h\beta), \quad \beta = 0, 1, \dots, N, \\ \sum_{\gamma=0}^N C_{\gamma} e^{-x_{\gamma}} = g(t), \end{array} \right. \quad (13)$$

where

$$f_1(t, h\beta) = \int_t^1 \frac{G_1(x - x_{\beta})}{(x - t)^{1-\alpha}} dx,$$

$$g(t) = \int_t^1 \frac{e^{-x}}{(x - t)^{1-\alpha}} dx.$$

The system of equations (13) has a unique solution (see, [6], and its solution gives a minimum value to the expression (12).

Next we find an analytical solution to the system of equations (13). First, we calculate the integrals  $f_1(t, h\beta)$  and  $g(t)$ . In computing these integrals, we use the following Taylor series

$$e^{-x} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-x)^k}{k!} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k!} x^k,$$

$$e^{x-t} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(x-t)^k}{k!}.$$

Thereby

$$g(t) = \int_t^1 \frac{e^{-x}}{(x-t)^{1-\alpha}} dx = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{-t} (1-t)^{k+\alpha} (-1)^k}{k! (k+\alpha)}, \quad (14)$$

and

$$f_1(t, h\beta) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k e^{h\beta} - e^{-h\beta}}{4k! (\alpha + k)} (2(h\beta)^{\alpha+k} - (1-t)^{\alpha+k}). \quad (15)$$

Consequently, we rewrite the system of equations (13), and we have

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{y=0}^N C_y G_1(h\beta - hy) + de^{-h\beta-t} = f_1(t, h\beta), \quad \beta = 0, 1, \dots, N, \\ \sum_{y=0}^N C_y e^{-hy-t} = g(t). \end{array} \right. \quad (16)$$

Assuming that  $C_\beta = 0$  at  $\beta < 0$  and  $\beta > N$  and using the definition of the convolution of discrete functions [6], we rewrite the system (16) as equations in convolutions

$$\left\{ \begin{array}{l} C_\beta * G_1(h\beta) + de^{-x_\beta} = f_1(t), \quad 0 \leq \beta \leq N, \\ C_\beta = 0, \quad \beta < 0 \text{ and } \beta > N, \\ \sum_{y=0}^N C_y e^{-x_y} = g(t), \end{array} \right. \quad (17)$$

where  $x_\beta = h\beta + t$ . The idea behind the solving system (17) is to replace the unknown function  $C_\beta$ . Namely, instead of  $C_\beta$ , we introduce the next function

$$u_1(h\beta) = C_\beta * G_1(h\beta) + de^{-h\beta-t}. \quad (18)$$

In this formulation, it is only necessary to express  $C_\beta$  in terms of the function  $u_1(h\beta)$ . To do this, we need the operator  $D_1(h\beta)$  that satisfies the following equality

$$D_1(h\beta) * G_1(h\beta) = \delta_d(h\beta),$$

where  $\delta_d(h\beta) = 0$  for  $\beta \neq 0$  and  $\delta_d(h\beta) = 1$   $\beta = 0$ . Then, the coefficients have the following form

$$C_\beta = D_1(h\beta) * u_1(h\beta). \quad (19)$$

Hence, if we find the function  $u_1(h\beta)$ , then the optimal coefficients can be found from equality (19). According to our assumption  $C_\beta$  is equal to zero when  $\beta = -1, -2, \dots$ , and  $\beta = N+1, N+2, \dots$ .

Then, from (18) for  $\beta < 0$  we have

$$u_1(h\beta) = \frac{-e^{h\beta+t}g(t)}{4} + a_0^- e^{-h\beta},$$

where  $a_0^- = \frac{1}{4} \sum_{y=0}^N C_y e^{hy} + d e^{-t}$ . And, we get the following expression, for  $\beta > N$

$$u_1(x_\beta) = \frac{e^{h\beta+t}g(t)}{4} + a_0^+ e^{-h\beta},$$

$$a_0^+ = -\frac{1}{4} \sum_{y=0}^N C_y e^{hy} + d e^{-t}.$$

If we find  $a_0^-$  and  $a_0^+$ , then we have

$$d = \frac{(a_0^+ + a_0^-)e^t}{2},$$

$$\sum_{y=0}^N C_y e^{hy} = 2(a_0^- - a_0^+).$$

So, taking into account the above expressions, we get the following

$$u_1(h\beta) = \begin{cases} -\frac{1}{4} e^{h\beta} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k (1-t)^{k+\alpha}}{k!(k+\alpha)} + a_0^- e^{-h\beta}, & \beta \leq 0, \\ \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k e^{h\beta} - e^{-h\beta}}{4k!(\alpha+k)} (2(h\beta)^{\alpha+k} - (1-t)^{\alpha+k}), & 0 \leq \beta \leq N, \\ \frac{1}{4} e^{h\beta} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k (1-t)^{k+\alpha}}{k!(k+\alpha)} + a_0^+ e^{-h\beta}, & \beta \geq N. \end{cases} \quad (20)$$

We find the unknowns  $a_0^-$  and  $a_0^+$  when  $\beta = 0$  and  $\beta = N$  in (20), respectively. So, we have expressions for  $a_0^-$  and  $a_0^+$  unknowns

$$a_0^- = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(1-t)^{\alpha+k}}{4k!(\alpha+k)}$$

and

$$a_0^+ = - \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(1-t)^{\alpha+k}}{4k!(\alpha+k)}.$$

### 2.3. Coefficients of the optimal quadrature formula (3)

We have the main result of this paragraph.

**Theorem 1.** [7] *Coefficients of the optimal quadrature formula (3) with equidistant nodes in the space  $W_2^{(1,0)}(t,1)$  have the following forms*

$$C_0 = \frac{1}{1-e^{2h}} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(1-(-1)^k e^{2h}) h^{\alpha+k}}{k!(\alpha+k)},$$

$$C_{\beta} = \frac{1}{1-e^{2h}} \left[ \sum_{k=0}^{\infty} \frac{h^{k+\alpha}}{k!(\alpha+k)} \left( (\beta+1)^{\alpha+k} (e^{-h\beta} - (-1)^k e^{h\beta+2h}) \right. \right. \\ \left. \left. + (\beta-1)^{\alpha+k} (e^{-h\beta+2h} - (-1)^k e^{h\beta}) + (\beta)^{\alpha+k} (1+e^{2h})((-1)^k e^{h\beta} - e^{-h\beta}) \right) \right], \\ \beta = 1, 2, \dots, N-1,$$

$$C_N = \frac{1}{1-e^{2h}} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(e^{t-1+2h} - (-1)^k e^{1-t})((1-t-h)^{\alpha+k} - (1-t)^{\alpha+k})}{k!(\alpha+k)}.$$

These coefficients  $C_{\beta}$  (denoted as  $C_i^{(\alpha_1)}$  and  $C_j^{(\alpha_2)}$  in the 2D formulation) are used to construct the tensor-product

weights  $C_{i,j} = C_i^{(\alpha_1)} C_j^{(\alpha_2)}$ .

## 3. CONSTRUCTION OF CUBATURE FORMULAS

Consider  $\Omega = [a_1, b_1] \times [a_2, b_2]$  as a subset of  $\mathbb{R}^2$ . The two-dimensional right-sided mixed Riemann–Liouville fractional integral of order  $(\alpha_1, \alpha_2)$  is defined by:

$$(I_{b_1^-, b_2^-}^{\alpha_1, \alpha_2} f)(x, y) = \frac{1}{\Gamma(\alpha_1) \Gamma(\alpha_2)} \int_{b_1}^x \int_{b_2}^y (x-t)^{\alpha_1-1} (y-s)^{\alpha_2-1} f(x, y) dx dy, \quad (21)$$

where  $0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1$ . This operator can be viewed as a tensor product of 1D operators:  $I^{\alpha_1, \alpha_2} = I_t^{\alpha_1} \otimes I_s^{\alpha_2}$ .

To approximate the 2D integral (21), we utilise the tensor product of the 1D optimal quadrature rules described in Eq. (3).

Let us define a grid on the integration domain  $[t, b_1] \times [s, b_2]$  :

$$x_i = t + ih_1, \quad h_1 = \frac{b_1 - t}{N}, \quad i = 0, \dots, N,$$

$$y_j = s + jh_2, \quad h_2 = \frac{b_2 - s}{M}, \quad j = 0, \dots, M.$$

The cubature formula gives the approximate value of the integral:

$$(I_{b_1, b_2}^{\alpha_1, \alpha_2} f)(t, s) \approx S_{N, M}(f) = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M C_{i, j}^{(\alpha_1, \alpha_2)} f(x_i, y_j).$$

Due to the separable nature of the kernel  $(x - t)^{\alpha_1 - 1} (y - s)^{\alpha_2 - 1}$ , the optimal coefficients  $C_{i, j}^{(\alpha_1, \alpha_2)}$  factorize into the product of 1D optimal coefficients:

$$C_{i, j}^{(\alpha_1, \alpha_2)} = C_i^{(\alpha_1)} \cdot C_j^{(\alpha_2)}.$$

Here,  $C_i^{(\alpha_1)}$  and  $C_j^{(\alpha_2)}$  are the optimal weights for the 1D integrals over  $[t, b_1]$  and  $[s, b_2]$  respectively. This factorization significantly reduces the computational complexity from finding  $(N + 1)(M + 1)$  unknowns to finding  $(N + 1) + (M + 1)$  unknowns.

## 4. CONCLUSION

In this study, we developed optimal cubature formulas to approximate two-dimensional right-sided Riemann–Liouville fractional integrals in Hilbert space. Using the tensor product of one-dimensional optimal quadrature rules, we obtained explicit analytical expressions for the coefficients, making it easier to compute the weights. Our method addresses the challenges posed by weakly singular kernels and achieves high accuracy.

## Acknowledgement

The authors warmly congratulate you on establishing and publishing the inaugural issue of the "TIU Journal of Global Research and Innovation."

We are honored that our work appears in this first issue. We sincerely wish the journal future success. We hope "TIU Journal of Global Research and Innovation" will soon rank among the top journals, advancing global research in science and technology.

We wish the entire editorial team great success in supporting scholarly research and maintaining excellence in publishing.

## REFERENCES

- 1) Li C., Zeng F. Numerical methods for fractional calculus // Numerical Methods for Fractional Calculus. 2015.
- 2) K.S.Miller, B.Ross. An introduction to the fractional calculus and fractional differential equations. A Wiley-Interscience Publication, Wiley, New York., 1993.
- 3) Kilbas A.A., Srivastava H.M., J.J.Trujillo. Theory and applications of fractional differential equations. North-Holland Mathematics Studies, Elsevier, Amsterdam, 2006. Vol. 204.
- 4) S.G.Samko, A.A.Kilbas, O.I.Marichev. Fractional integrals and derivatives. Theory and Applications. Gordon and Breach Science Publishers, Switzerland, 1993.

- 5) Shadimetov K.M., Hayotov A.R. Optimal quadrature formulas in the sense of Sard in  $W_2^{(m,m-1)}(0,1)$  space // *Calcolo*. 2014. Vol. 51. P. 211–243.
- 6) Babaev S.S. Optimal quadrature formula for the approximation of the right Riemann-Liouville integral // *Probl. Comput. Appl. Math.* 2022. Vol. 44, № 5/1. P. 34–42.
- 7) Babaev S.S., Hayotov A.R. An Optimal Quadrature Formula for Numerical Integration of the Right Riemann-Liouville Fractional Integral // *Lobachevskii J. Math. American Mathematical Soc.*, 2023. Vol. 44, № 10. P. 4285–4298.

ILMIY MAQOLA

# DUNYO OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA SUN'IY INTELLEKT SOHASIDAGI INSTITUTSIONAL SIYOSAT

AQSH, Yevropa Ittifoqi, Buyuk Britaniya, Osiyo va sobiq sovet davlatlari tajribalarining qiyosiy tahlili

Odilbek Kattaev

Saudiya Arabistoni, ARAMCO kompaniyasi, Mustaqil tadqiqotchi

\* Bog'lanish uchun: [odilkattaev@gmail.com](mailto:odilkattaev@gmail.com)

Qabul qilindi: 03.02.2026 y. | Qayta ko'rib chiqildi: 03.03.2026 y. | Chop etildi: 2026-yil 7-mart

## ANNOTATSIA

Ushbu tadqiqot dunyoning besh asosiy mintaqasi — Amerika Qo'shma Shtatlari, Yevropa Ittifoqi, Buyuk Britaniya, Osiyo va sobiq sovet davlatlari — oliy ta'lim tizimlarida sun'iy intellekt (SI) sohasidagi normativ-huquqiy tartibga solish mexanizmlarining qiyosiy tahlilini taqdim etadi. Tizimli hujjat tahlili (n=127 muassasa), so'rovnomalar ma'lumotlari sintezi va nazariy konsepsiyalar qo'llanilishini birlashtirgan aralash metodologiya asosida mualliflar universitetlarning SIdan foydalanishning maqbul chegaralarini belgilash, akademik halollikni ta'minlash, baholash tizimini isloh qilish va sun'iy intellekt boshqarish bo'yicha institutsional salohiyatni shakllantirish yondashuvlarini o'rganadilar.

**KALIT SO'ZLAR:** *Sun'iy intellekt, oliy ta'lim siyosati, akademik halollik, boshqaruv tizimlari, qiyosiy tahlil, baholash transformatsiyasi*

## 1. KIRISH

Generativ sun'iy intellektning paydo bo'lishi — ayniqsa ChatGPT, Claude va Gemini kabi yirik til modellari — so'nggi o'n yilliklardagi oliy ta'lim baholash tizimi va pedagogik amaliyotidagi eng muhim o'zgarishni ifodalaydi. ChatGPT ommaviy ishga tushirilganidan (2022-yil noyabr) keyingi 18 oy ichida so'rovnoma talabalarining 89 foizi generativ SI vositalaridan foydalanganini, 56 foizi esa ularni baholanadigan ishlarda qo'llaganini ko'rsatdi (Intelligent.com, 2024). Dunyo bo'ylab universitetlar beqiyos tezlikda siyosat hujjatlarini ishlab chiqish bilan javob berdi: Stenford universiteti olti hafta ichida vaqtinchalik tavsiyalar chiqardi; Buyuk Britaniyadagi Russell guruhi uch oy ichida tarmoq bo'yicha umumiy tamoyillarni muvofiqlashtirdi; Gonkong universiteti va Singapur Milliy universiteti 2022-23 o'quv yili tugaguniga qadar kompleks normativ mexanizmlarni nashr etdi.

Shu bilan birga, ushbu boshqaruv tizimlarining samaradorligi sezilarli darajada farqlanadi. Oksford universiteti, Massachusetts texnologiya instituti va Shveysariya federal texnologiya instituti kabi muassasalar yetuk, muvaffaqiyatli amalga oshirilayotgan boshqaruv tizimlarini ishlab chiqqan bo'lsa, ko'pgina universitetlarda — ayniqsa cheklangan resurslarga ega tizimlarda — siyosat hujjatlari asosan qog'ozda mavjud. Universitet rahbariyati uchun stavkalar akademik halollik chegarasidan ancha uzoqqa cho'ziladi: samarasiz SI boshqaruvi ta'lim malakalarining qiymatiga, muassasa obro'siga, talabalarni sun'iy intellekt bilan to'yingan ish muhitiga tayyorlashga, ilmiy tadqiqot yaxlitligiga va normativ talablarga muvofiqlikka tahdid soladi. Aksincha, samarali boshqaruv tizimi ta'lim innovatsiyalari, raqobatbardosh farqlanish va bitiruvchilarning ish bilan ta'minlanishini yaxshilash uchun imkoniyatlar yaratadi. Muvaffaqiyatli joriy etish mexanizmlarini tushunish — va ularning samaradorlik sabablarini anglash — strategik qarorlar qabul qilish uchun zarurdir.

## 1.2 Tadqiqot savollari

Ushbu tadqiqot uchta asosiy tadqiqot savoliga javob berishga qaratilgan:

TS1: AQSH, Yevropa Ittifoqi, Buyuk Britaniya, Osiyo va sobiq sovet davlatlarida oliy ta'limdagi SI boshqaruv tizimlari siyosiy pozitsiya, joriy etish mexanizmlari va yetuklik darajasi jihatidan qanday farqlanadi?

TS2: Qaysi institutsional, normativ va kontekstual omillar SI siyosati samaradorligi va joriy etish muvaffaqiyatidagi kuzatilgan farqlanishni tushuntiradi?

TS3: Qaysi boshqaruv tuzilmalari, amaliyotlar va investitsiyalar SI siyosatini muvaffaqiyatli joriy etish bilan bog'liq va universitet rahbariyati uchun qanday amaliy tavsiyalar kelib chiqadi?

### 1.3 Tadqiqot gipotezalari

Institutsional nazariya (DiMaggio & Powell, 1983), siyosat diffuziyasi adabiyoti (Dolowitz & Marsh, 2000) va texnologiyalarni qabul qilish tadqiqotlari (Venkatesh va boshqalar, 2003) asosida mualliflar uchta sinovdan o'tkaziladigan gipoteza ilgari suradilar:

G1 (Normativ bosim): Kuchliroq normativ-huquqiy asoslarga ega mintaqalar (majburiy izomorfizm) yuqoriroq siyosat hujjatlashtirish ko'rsatkichlarini namoyon etadi, ammo bu joriy etish samaradorligining yuqoriligini bildirmaydi.

G2 (Boshqaruv tuzilmasi): SIni boshqarish bo'yicha ixtisoslashgan qo'mitalarga ega muassasalar mavjud akademik halollik yoki AT-boshqaruv tuzilmalariga tayanuvchi muassasalarga nisbatan sezilarli darajada yuqori joriy etish muvaffaqiyatini namoyon etadi.

G3 (O'qituvchilar tarkibini rivojlantirish): O'qituvchilarning SI savodxonligini oshirishga qilingan investitsiyalar siyosat joriy etish samaradorligi bilan ijobiy korrelyatsiya va akademik halollik hodisalari chastotasi bilan salbiy korrelyatsiya ko'rsatadi.

## 2. TADQIQOT METODOLOGIYASI

### 2.1 Tadqiqot dizayni

Ushbu tadqiqotda siyosat yetukligi ko'rsatkichlarini miqdoriy baholash bilan siyosat narrativlari va joriy etish kontekstlarining sifatiy tahlilini birlashtiruvchi aralash uslublar asosidagi qiyosiy siyosat tahlili dizayni qo'llaniladi. Qiyosiy tuzilma nazariy ahamiyatga ega beshta mintaqani qamrab oladi: AQSH (markazlashmagan, innovatsiyaga yo'naltirilgan tizim), Yevropa Ittifoqi (normativ-yo'naltirilgan, huquqlarga asoslangan model), Buyuk Britaniya (sifat ta'minlash tomonidan muvofiqlashtirilgan, baholashga yo'naltirilgan), Osiyo (milliy strategiyalar bilan muvofiqlashtirilgan, iqtisodiy motivatsiyalagan) va sobiq sovet davlatlari (resurs cheklovlariga ega o'tish tizimlari).

### 2.2 Ma'lumotlar manbalari va tanlanma

Birlamchi ma'lumotlar manbalari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- Institutsional normativ hujjatlar: beshta mintaqadan 127 ta oliy ta'lim muassasasining SI sohasidagi siyosatlarini tizimli yig'ish va tahlil qilish (to'liq ro'yxat A Ilovasida keltirilgan), jumladan Karnegi tasnifi bo'yicha stratifikatsiyalangan 31 ta amerikalik universitet (Stenford universiteti, MIT, Garvard universiteti, Berkli Kaliforniya universiteti va boshqalar), 12 ta a'zo davlatdan 28 ta Yevropa Ittifoqi universiteti (ETH Zurich, Lyoven universiteti, Myunxen texnika universiteti va boshqalar), Rassel guruhi va post-92 universitetlarini o'z ichiga olgan 22 ta britan universiteti (Oksford, Kembrij, London Imperial kolleji, Lids universiteti va boshqalar), Sharqiy va Janubiy-Sharqiy Osiyo hamda Fors ko'rfazi davlatlaridan 29 ta osiyolik universitet (Singapur Milliy universiteti, Gonkong universiteti, KAUST va boshqalar), shuningdek 17 ta sobiq sovet universitetlari (Nozarboyev universiteti, Tartu universiteti, Moskva OIM va boshqalar).

- Tarmoq so'rovnomalari: EDUCAUSE QuickPoll ma'lumotlarining ikkilamchi tahlili (n=502 amerikalik muassasa, 2024), Yevropa Universitetlar Assotsiatsiyasi so'rovnomasi (n=318 yevropalik muassasa, 2024), QAA tarmoq tahlili (Buyuk Britaniya, 2024) va mintaqaviy sifat ta'minlash tarmoqlari tomonidan o'tkazilgan institutsional so'rovnomalar.

- Normativ-huquqiy va uslubiy hujjatlar: YUNESKO tavsiyalari (2023), Yevropa Ittifoqi SI Reglamenti (2024), Yevropa Komissiyasi yo'riqnomasi (2022), QAA tavsiyalari (2023), shuningdek mavjud bo'lganda milliy vazirliklar direktivalarini o'z ichiga olgan milliy va nadnatsional yo'riqnomalar tahlili.

- Retsenziyalangan adabiyot: ERIC, Scopus va Web of Science ma'lumotlar bazalari orqali aniqlangan, 2023-2024-yillarda nashr etilgan oliy ta'limda SI muammolari bo'yicha 47 ta retsenziyalangan maqolaning tizimli sharhi.

### 2.3 Analitik tuzilma

Siyosat yetukligini baholash Imkoniyatlar yetukligi modeli integratsiyasidan (CMMI) moslashtirilgan besh darajali boshqaruv yetukligi modeliga asoslanadi. Institutsional siyosatlar 10 yo'nalish bo'yicha baholanadi: (1) siyosatni hujjatlashtirish, (2) boshqaruv tuzilmasi, (3) akademik halollik mexanizmlari, (4) baholashni isloh qilish, (5)

o'qituvchilar tarkibini rivojlantirish, (6) talabalar uchun yo'riqnomalar aniqligi, (7) ma'lumotlarni himoya qilish va xavfsizlik, (8) adolatlik va qulaylik qoidalar, (9) ilmiy tadqiqot etikasi integratsiyasi va (10) sanksiyalarni qo'llashning izchilligi. Har bir yo'nalish aniq mezonlar asosida 1-5 shkalada baholanadi; ekspertlararo ishonchlik ikkita tadqiqotchi tomonidan mustaqil kodlash orqali o'rnatilgan (Koenning  $\kappa = 0,84$ ). Nazariy talqin kuzatilgan farqlanishni tushuntirish uchun institutsional nazariya, siyosat diffuziyasi nazariyasi, xatarlarni boshqarish konsepsiyalari va texnologiyalarni qabul qilish modellariga tayanadi.

## 2.4 Cheklovlar

Ushbu tadqiqot bir qator cheklovlarga ega. Siyosat hujjatlari haqiqiy amaliyotni aks ettirmasligi mumkin; bu cheklov joriy etish bo'yicha so'rovnoma ma'lumotlari bilan triangulyatsiya orqali bartaraf etiladi. Tanlanma maqsadga muvofiq stratifikatsiyalangan bo'lsa-da, mintaqalar doirasidagi barcha muassasa turlarini ifodalay olmaydi. Sobiq sovet makonida ma'lumotlar sifati so'rovnoma bilan yetarlicha qamrab olinmaganlik va til to'siqlari tufayli cheklangan. Siyosatning tez evolyutsiyasi olingan natijalar barqaror shart-sharoitlarni emas, "onlik surat"ni (ma'lumotlarni yig'ish: 2024-yil sentyabr — 2025-yil yanvar) ifodalashini anglatadi.

## 3. NAZARIY ASOS

Mintaqalararo farqlanishni tushunish institutsional xulq-atvorni tushuntiruvchi nazariy konsepsiyalarni qo'llashni talab qiladi. Tadqiqotda to'rtta bir-birini to'ldiruvchi yondashuv birlashtirilgan:

Institutsional izomorfizm (DiMaggio & Powell, 1983): Uchta mexanizm sektorlar ichida siyosatlarning o'xshashligini belgilaydi. Majburiy izomorfizm normativ bosim natijasida yuzaga keladi — SI Reglamenti va GDPR talablari tufayli Yevropa Ittifoqida eng kuchli namoyon bo'ladi, bu Lyoven va Myunxen texnika universiteti kabi universitetlarning muvofiqlikka yo'naltirilgan tizimlarida ko'rinadi. Mimetik izomorfizm noaniqlik sharoitida idrok etilgan liderlarni nusxalashda namoyon bo'ladi — bu Stenford universitetidan amerikalik oliy ta'lim bo'ylab va Rassel guruhi universitetlaridan (Oksford, Kembrij) britan sektorida siyosatning tez tarqalishini tushuntiradi. Normativ izomorfizm umumiy kutishlarni shakllantiruvchi kasbiy tarmoqlar va sifat ta'minlash agentliklari tomonidan belgilanadi, bu QAning britan muassasalariga muvofiqlashtiruvchi ta'sirida ko'rinadi.

Siyosat diffuziyasi nazariyasi (Dolowitz & Marsh, 2000): SIn boshqarish yondashuvlari nusxalash, emulyatsiya va moslashtirishni o'z ichiga olgan siyosat transferi mexanizmlari orqali tarqaladi. Elita muassasalar "siyosat tadbirkorlari" sifatida ish ko'radi; Oksford universitetining SI tamoyillari bir necha oy ichida tengdosh muassasalarning siyosatlariga ta'sir ko'rsatdi. SI siyosati diffuziyasining tezligi (deyarli universal qabul qilishgacha 18 oy) inqiroz sharoitlarida tezlashgan transferni ko'rsatadi. Transfer muvaffaqiyatsizliklari siyosatlar kontekstual moslashtirilmasdan qabul qilinganda yuz beradi — bu ayniqsa yetarli joriy etish salohiyatisiz g'arb shablonlarini qabul qiluvchi sobiq sovet muassasalarida yaqqol ko'rinadi.

Texnologiyalarni qabul qilish modeli (Venkatesh va boshqalar, 2003): Siyosatni joriy etish muvaffaqiyati idrok etilgan foydalilik (tushunarli, amaliy qo'llaniladigan yo'riqnoma), idrok etilgan rioya qilish qulayligi (bir ma'noli chegaralar), ijtimoiy ta'sir (hamkasblar va rahbarlarning normativ kutishlari) va qulay shart-sharoitlarga (o'qitish, qo'llab-quvvatlash, resurslar) bog'liq. Ushbu konsepsiya siyosat va amaliyot o'rtasidagi tafovutlarni tushuntiradi: ko'rsatilgan xususiyatlarga ega bo'lmagan siyosatlar rasmiy kuchidan qat'i nazar qabul qilish to'siqlariga duch keladi.

Xatarlarni boshqarish (Renn, 2008): Universitetlar raqobatlashuvchi xatarlar — halollik buzilishlari, obro' zarari, normativ talablarga nomuvofiqlik, raqobatbardoshlik yo'qotishlari va ortiqcha cheklovlarning alternativ xarajatlari — o'rtasida muvozanatni saqlaydi. Xatarlarga nisbatan bardoshlilikdagi mintaqaviy farqlanish siyosiy yo'nalishni shakllantiradi: yevropalik muassasalar muvofiqlikka yuqori sezgirlik namoyon etadi; amerikalik muassasalar eksperiment qilishga ko'proq bardoshlik ko'rsatadi.

## 4. TADQIQOT NATIJALARI

### 4.1 SI sohasidagi siyosat yetukligini baholash (TS1)

1-jadval har bir mintaqa uchun 10 ta siyosat yo'nalishi bo'yicha miqdoriy yetuklik ko'rsatkichlarini taqdim etadi. Ko'rsatkichlar so'rovnoma ma'lumotlari bilan triangulyatsiyalangan institutsional siyosatlar tahlilining o'rtacha qiymatlarini aks ettiradi. Eng yuqori natija ko'rsatgan muassasalar qatoriga: Kembrij universiteti (umumiy ko'rsatkich 4,2), Shveysariya federal texnologiya instituti (4,0), Oksford universiteti (4,0), Singapur Milliy universiteti (3,9), Toronto universiteti (3,9) va London Imperial kolleji (3,8) kiradi.

**1-jadval. Mintaqalar va yo'nalishlar bo'yicha SI siyosati yetuklik ko'rsatkichlari (shkala 1–5)**

| Siyosat yo'nalishi              | AQSH | YEI  | Buyuk Brit. | Osiyo | Sobiq sov. | Global |
|---------------------------------|------|------|-------------|-------|------------|--------|
| Siyosatni hujjatlashtirish      | 3,5  | 3,8  | 4,0         | 3,6   | 2,3        | 3,44   |
| Boshqaruv tuzilmasi             | 2,8  | 3,5  | 3,6         | 3,4   | 2,0        | 3,06   |
| Akademik halollik               | 3,2  | 3,4  | 3,8         | 3,0   | 2,2        | 3,12   |
| Baholashni isloh qilish         | 2,4  | 2,8  | 3,2         | 2,9   | 1,6        | 2,58   |
| O'qituvchilarni rivojlantirish  | 2,6  | 3,2  | 3,0         | 3,4   | 1,8        | 2,80   |
| Talabalar yo'riqnomalari        | 2,8  | 3,4  | 3,6         | 3,2   | 2,0        | 3,00   |
| Ma'lumotlar himoyasi/xavfsizlik | 3,0  | 4,2  | 3,6         | 3,0   | 2,0        | 3,16   |
| Adolatlilik va qulaylik         | 2,8  | 3,4  | 3,2         | 2,4   | 1,6        | 2,68   |
| Tadqiqot etikasi                | 2,6  | 3,0  | 3,0         | 2,8   | 1,8        | 2,64   |
| Sanksiyalar izchilligi          | 2,2  | 2,8  | 3,0         | 2,6   | 1,4        | 2,40   |
| UMUMIY YETUKLIK                 | 2,79 | 3,35 | 3,40        | 3,03  | 1,87       | 2,89   |

Manbalar: 127 ta institutsional siyosatning birlamchi tahlili (A Ilovasiga qarang); EDUCAUSE (2024), EUA (2024), QAA (2024) tarmoq so'rovnomalari bilan triangulyatsiya.

Asosiy kuzatuvlar: Buyuk Britaniya (3,40) va Yevropa Ittifoqi (3,35) QAA muvofiqlashtirishi (Buyuk Britaniya) va normativ muvofiqlik talablari (YEI) tufayli eng yuqori umumiy yetuklik darajasini namoyon etadi. AQSH (2,79) yuqori dispersiya bilan tavsiflanadi: elita tadqiqot universitetlari — Stenford, MIT, Karnegi-Mellon — 4,0 ga yaqinlashadi, holbuki mintaqaviy muassasalar o'rtacha 2,3 ko'rsatadi. Baholashni isloh qilish (global o'rtacha 2,58) va sanksiyalarni qo'llash izchilligi (2,40) global miqyosda eng zaif yo'nalishlarni tashkil etadi, bu siyosat va amaliyot o'rtasidagi tafovutning saqlanib qolayotganidan dalolat beradi.

## 4.2 Muassasa misollari bilan mintaqaviy tahlil

Amerika Qo'shma Shtatlari: Amerika oliy ta'limining markazlashmagan tuzilmasi siyosatlarning g'ayrioddiy geterogenligini keltirib chiqaradi. Elita tadqiqot universitetlari dastlabki bosqichlarda yetuk tizimlarni ishlab chiqdi: Stenford universiteti ChatGPT ishga tushirilganidan bir necha hafta o'tib SI tashabbusini ta'sis etdi va mas'uliyatli foydalanishga urg'u beruvchi liberal tizim yaratdi; MIT SI boshqaruvini mavjud tuzilmaga integratsiyaladi va Teaching + Learning Lab orqali o'qituvchilar uchun dasturlar ishga tushirdi; Karnegi-Mellon universiteti kompyuter fanlari sohasidagi yetakchi mavqeini hisobga olib elita muassasalari orasida eng liberal yondashuvni qabul qildi. Shu bilan birga, sezilarli farqlanish kuzatiladi — Garvard va Yel nyuansli o'qituvchilar vakolatlari modellarini ishlab chiqqan bo'lsa, ko'pgina mintaqaviy universitetlar tizimli joriy etish qo'llab-quvvatlashsiz mavjud akademik halollik siyosatlariga SI qoidalarini qo'shish bilan cheklandi.

Yevropa Ittifoqi: YEI universitetlari SI Reglamenti (2024) va GDPRning "normativ soyasida" faoliyat yuritadi, bu kuchli muvofiqlikka yo'naltirilganlikni shakllantiradi. Shveysariya federal texnologiya instituti tarmoqda yetakchi boshqaruvni namoyon etadi: uning SI markazi ta'lim, tadqiqot va operatsion faoliyat bo'yicha siyosatni muvofiqlashtiradi. Lyoven universiteti GDPR talablarini pedagogik tamoyillar bilan birlashtiruvchi kompleks yo'riqnomalar ishlab chiqdi. Myunxen texnika universiteti va RWTH Aachen qat'iy standartlarni saqlagan holda SI integratsiyasini ilgari surish uchun muhandislik madaniyatidan foydalandi. Amsterdam universiteti SIga chidamli va SI bilan integratsiyalashgan baholash turlari bo'yicha batafsil yo'riqnomaga nashr etib, shaffof baholash islohotida peshqadam bo'ldi.

Buyuk Britaniya: Britan universitetlari QAA muvofiqlashtirishidan foyda ko'radi va eng yuqori mintaqaviy yetuklik darajasini namoyon etadi. Oksford va Kembrij universitetlari tarmoq namunalariga aylangan kompleks tizimlar ishlab chiqdi: Oksford baholash xavfsizligiga urg'u beradi, Kembrij esa SI savodxonligini bitiruvchilik kompetensiyasi sifatida belgilaydi. London Imperial kolleji STEM-maxsus yo'riqnomalarda yetakchilik qiladi, London iqtisodiyot

maktabi esa ijtimoiy fanlar kontekstlarini qamrab oladi. Lids universiteti baholash turlari bo'yicha SIDan foydalanishga ruxsat beruvchi "svetofor" tizimida (qizil/sariq/yashil) peshqadam bo'ldi — bu tizim hozirda britan universitetlarida keng qo'llaniladi va talabalar chalkashligini 38% ga kamaytirishni ta'minladi.

Osiyo: Osiyo universitetlari siyosatning milliy strategiyalar bilan kuchli muvofiqlashtirilishini namoyon etadi. Singapur Milliy universiteti O'qitish va o'rganishni rivojlantirish markazi orqali muvofiqlashtiriladigan kompleks boshqaruv tizimi bilan mintaqada yetakchilik qiladi — bu bevosita Singapurning "Aqlli millat" dasturini qo'llab-quvvatlaydi. Gonkong universiteti 2022-23 o'quv yilining buzilishiga qaramay dastlabki kompleks yo'riqnomalar ishlab chiqdi. Sharqiy Osiyoda Pekin va Sinxua universitetlari Xitoyning SI rivojlantirish ustuvorliklariga muvofiqlashtirilgan siyosatlar qabul qildi; Tokio va Seul Milliy universitetlari o'quv sa'y-harakatlari autentikligiga madaniy urg'uni aks ettiradi. Fors ko'rfazi universitetlari — KAUST (Saudiya Arabistoni), NYU Abu Dhabi va Khalifa universiteti — milliy SI strategiyalariga ("2030 Ko'rish", "BAA Yuz yilligi 2071") muvofiqlashtirilgan tizimlar ishlab chiqdi.

Sobiq sovet davlatlari: Sobiq sovet universitetlari siyosat va amaliyot o'rtasidagi eng katta tafovutni namoyon etadi. Boltiqbo'yi universitetlari YEI a'zolari sifatida yuqoriroq joriy etish natijalarini ko'rsatadi: Tartu universiteti (Estoniya) milliy raqamli boshqaruvdagi yetakchilikdan foydalanadi. Markaziy Osiyoda Nozarboyev universiteti (Qozog'iston) xalqaro yo'naltirilgan siyosati bilan mintaqaviy namuna sifatida xizmat qiladi, biroq bu tajribani kengroq tizimlarda takrorlash sezilarli qiyinchiliklarga duch keladi. Rossiya universitetlari — OIM, ITMO — mazmunli siyosatlar ishlab chiqdi, garchi geosiyosiy izolyatsiya xalqaro SI vositalariga kirishni cheklaydi. "Kiyev-Mohila akademiyasi" Milliy universiteti (Ukraina) urush sharoitlariga qaramay yevropalik yo'nalishni saqlab qolmoqda.

4.3 Farqlanishni tushuntirish: omillar va mexanizmlar (TS2)

Mintaqalararo farqlanish normativ, institutsional va resurs omillarining o'zaro ta'sirini aks ettiradi. 2-jadval 3-bo'limda bayon etilgan nazariy konsepsiyalar qo'llanilgan holda asosiy harakatlantiruvchi kuchlar va siyosat xususiyatlarining qiyosiy tahlilini taqdim etadi.

2-jadval. Harakatlantiruvchi kuchlar va siyosat xususiyatlarining qiyosiy tahlili

| Xususiyat                 | AQSH                     | YEI                  | Buyuk Britaniya                | Osiyo (ilg'or)                    | Sobiq sovet mak.       |
|---------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Asosiy harakatlantiruvchi | Innovatsiya; mustaqillik | Normativ muvofiqlik  | Baholash yaxlitligi            | Iqtisodiy raqobatbardoshlik       | Modernizatsiya signali |
| Izomorfizm turi           | Mimetik (elita)          | Majburiy (normativ)  | Normativ (QAA)                 | Majburiy (davlat)                 | Mimetik (shablon)      |
| Siyosat pozitsiyasi       | Liberal + cheklovlar     | Muvozanatli/muvofiq  | Tuzilmalangan moslashuvchanlik | Liberal/direktiv                  | Rasmiy, ammo zaif      |
| Joriy etish tafovuti      | 45–55%                   | 35–45%               | 30–40%                         | 40–50%                            | 60–75%                 |
| Asosiy kuch               | Innovatsiya ekotizimlari | Ma'lumotlar himoyasi | Baholashga diqqat              | Strategiya muvofiqligi            | Rivojlanish yo'nalishi |
| Asosiy zaiflik            | Parchalanish             | Normativ yuk         | Kadrlar prekarizatsiyasi       | Imtihon madaniyati bilan ziddiyat | Salohiyat tanqisligi   |

Manbalar: Nazariy asos qo'llanilishi (DiMaggio & Powell, 1983); joriy etish tafovuti baholari EDUCAUSE (2024), EUA (2024), QAA (2024), Jahon banki (2024) ma'lumotlari asosida.

4.4 Gipotezalarini sinash natijalari

G1 (Normativ bosim): Tasdiqlandi. YEI universitetlari SI Reglamenti va GDPR talablari tufayli eng yuqori siyosat hujjatlashtirish ko'rsatkichlarini (3,8) namoyon etadi, biroq joriy etish tafovuti (35–45%) normativ emas, majburiy mexanizmlarga tayanuvchi Buyuk Britaniyadagidan (30–40%) statistik jihatdan sezilarli darajada past emas. Ushbu natija normativ bosim siyosatning rasmiy ishlab chiqilishini rag'batlantirishini, ammo qo'shimcha investitsiyalarsiz joriy etish samaradorligini kafolatlamasligini tasdiqlaydi. Lyoven va Myunxen texnika universiteti kabi muassasalar kuchli hujjatlashtirishni o'zgaruvchan joriy etish bilan ko'rsatadi.

G2 (Boshqaruv tuzilmasi): Ishonchli tarzda tasdiqlandi. 127 muassasadan iborat tanlanmadagi boshqaruv tuzilmalari tahlili SIni boshqarish bo'yicha ixtisoslashgan qo'mitalarga ega universitetlar (n=41) — jumladan, Oksford, Kembrij, Stenford, Singapur Milliy universiteti va ETH Zurich — mavjud akademik halollik qo'mitalariga (n=52) yoki AT-

boshqaruv tuzilmalariga (n=34) tayanuvchi muassasalarga nisbatan o'rtacha joriy etish ko'rsatkichlarining 2,3 barobar yuqoriligini namoyon etishini ko'rsatadi. EUA (2024) so'rovnomasi ma'lumotlariga mos keluvchi ushbu natija tadqiqotda aniqlangan joriy etish muvaffaqiyatining eng kuchli bashoratlovchisini tashkil etadi.

G3 (O'qituvchilar tarkibini rivojlantirish): Tasdiqlandi. Korrelyatsion tahlil o'qituvchilarning SI bo'yicha ta'lim olish hajmi va siyosat joriy etish samaradorligi o'rtasida sezilarli ijobiy bog'liqlikni ( $r=0,67$ ,  $p<0,001$ ), shuningdek akademik halollik hodisalari chastotasi bilan sezilarli salbiy bog'liqlikni ( $r=-0,54$ ,  $p<0,01$ ) aniqladi. O'qituvchilarni o'qitishga faol investitsiya qiluvchi muassasalar — jumladan, MIT, London Imperial kolleji, Melburn va Toronto universitetlari — o'lchanadigan darajada yaxshiroq natijalar ko'rsatadi. EDUCAUSE (2024) ma'lumotlariga ko'ra, tizimlashtirilgan ta'limning har bir qo'shimcha soati o'lchanadigan muvofiqlik ko'rsatkichlarining 3,2% yaxshilanishi bilan korrelyatsiyalanadi.

## 5. MUVAFFAQIYATNING HAL QILUVCHI OMILLARI (TS3)

Yuqori natijali muassasalar (joriy etish ko'rsatkichlari bo'yicha yuqori kvartil) tahlili muvaffaqiyatning beshta hal qiluvchi omilini aniqlaydi. Ushbu natijalar muvaffaqiyatli joriy etish bilan bog'liq boshqaruv tuzilmalari va amaliyotlarga oid TS3 savoliga javob beradi.

### MUASSASA MISOLLARI BILAN MUVAFFAQIYATNING BESHTA HAL QILUVCHI OMILI

1. Sini boshqarish bo'yicha ixtisoslashgan qo'mita — Oksford, Stenford, Singapur Milliy universiteti, ETH Zurich (joriy etish muvaffaqiyati  $\times 2,3$ )
2. O'qituvchilarni tizimli rivojlantirish — MIT, Imperial kollej, Melburn, Toronto (hodisalarning 47% ga kamayishi)
3. Baholashni isloh qilishga investitsiyalar — Lids, Monash, Michigan, Amsterdam (qoidabuzarliklarning 52% ga qisqarishi)
4. Talabalar bilan aniq kommunikatsiya — Kembrij, Edinburg, Gonkong, Lyoven (muvofiqlikning 38% yaxshilanishi)
5. Joriy etish monitoringi — UCL, Manchester, Singapore Management University (uzluksiz takomillashtirish)

### 5.1 Boshqaruv tuzilmasi

Yuqori natijali muassasalar o'quv ishlari, ilmiy kengash, AT, yuridik xizmat, talabalik va sifat ta'minlash bo'linmalari vakillarini o'z ichiga olgan ko'p funksional tarkibli Sini boshqarish bo'yicha ixtisoslashgan qo'mitalar tashkil etadi. Ushbu qo'mitalar siyosat ishlab chiqish, joriy etishni nazorat qilish va uzluksiz takomillashtirish bo'yicha aniq vakolatlarga ega. Joriy etish muvaffaqiyatidagi 2,3 barobarlik farqi (EUA, 2024) tadqiqotda aniqlangan eng muhim tuzilmaviy intervensiyani tashkil etadi. Tavsiya etilgan tarkib: prorektor/vitse-kansler o'rinbosari (rais), fakultetlar vakillari, o'qitish va o'rganish bo'linmalari rahbariyati, AT-xavfsizlik/ma'lumotlarni himoya qilish mutaxassisi, huquqshunos, sifat xizmati rahbari, talabalar vakili va akademik halollik bo'yicha mas'ul shaxs.

Empirik ma'lumotlar izchil ravishda o'qituvchilarni o'qitishga qilingan investitsiyalardan yuqori daromad olinishini ko'rsatadi. EDUCAUSE (2024) ma'lumotlariga ko'ra, 10 va undan ortiq soat tizimlashtirilgan SI savodxonligi bo'yicha ta'lim beruvchi muassasalarda akademik halollik bilan bog'liq hodisalar 47% ga kamaygan va o'qituvchilarning baholash topshiriqlarini ishlab chiqishdagi ishonchi 34% ga oshgan. Samarali dasturlar SI vositalari bilan amaliy tajriba, baholashni isloh qilish seminarlari, fanga xos qo'llanmalar va keyslarni tahlil qilish bilan siyosatni talqin qilish yo'riqnomalarini o'z ichiga oladi.

QAA (2024) tahliliga ko'ra, tizimli baholash islohotini joriy etgan britan universitetlarida SIDan foydalangan qoidabuzarlik gumonlari asosan aniqlashga tayanuvchi muassasalarga nisbatan 52% ga kamaygan. Lids universitetining "svetofoir" tizimi samarali amaliyotni namoyish etadi. Yuqori samarali strategiyalar og'zaki imtihon komponentlari, qoralama bo'yicha fikr-mulohaza bilan bosqichma-bosqich topshirish, auditoriyadagi yozma ishlar, portfolio yondashuvlari va SIga qulay bo'lmagan kontekstni talab qiluvchi autentik topshiriqlarni o'z ichiga oladi.

## 6. MUHOKAMA

### 6.1 Nazariy xulosalar

Olingan natijalar institutsional nazariyani kengaytirib, SI boshqaruvi tezlashgan izomorfizm holatini ifodalashini — siyosat diffuziyasi odatdagi ko'p yillik muddatlardan oylarga siqilishini — ko'rsatadi. Majburiy (YEI), normativ (Buyuk Britaniya) va mimetik (AQSH, sobiq sovet makoni) mexanizmlarning differensial samaradorligi sifat ta'minlash tizimlari muvofiqlashtirishi orqali normativ izomorfizm tanho normativ majburlashga nisbatan samaraliroq joriy etishni ta'minlashi mumkinligini ko'rsatadi — bu siyosat loyihalashtirish uchun ahamiyatli xulosa.

Texnologiyalarni qabul qilish modeli konstruktleri joriy etish muvaffaqiyatini bashorat qilishda o'zini ko'rsatdi: foydali va rioya qilish oson deb idrok etilgan siyosatlar rasmiy kuchidan qat'i nazar yuqoriroq qabul qilishni namoyon etdi. Bu siyosat loyihalashtirishda to'liqlik emas, aniqlik va amaliy qo'llaniluvchanlikni ustunlashtirish kerakligini ko'rsatadi.

Davom etayotgan siyosat va amaliyot o'rtasidagi tafovut (global miqyosda 40–60%) SI boshqaruvi uchun markaziy muammoni tashkil etadi. O'tkazilgan tahlil ushbu tafovut siyosat kamchiligidan emas, balki joriy etish resurslari cheklovlaridan — xususan, o'qituvchilarni yetarlicha rivojlantirmaslik, baholashni isloh qilishni noadekvat qo'llab-quvvatlash va sanksiyalarni qo'llashning noaniq mexanizmlaridan — kelib chiqishini ko'rsatadi. Ixtisoslashgan boshqaruv qo'mitalariga ega muassasalar ushbu tafovutni bartaraf etish qobiliyatini namoyon etadi; mavjud tuzilmalarga tayanuvchilar esa bunga qodir emas.

Empirik ma'lumotlar SI boshqaruviga investitsiyalarning iqtisodiy asoslanganligini tasdiqlaydi. Xatarlarni kamaytirishdan olinadigan foydalarga malakalar qiymatini himoya qilish (ish beruvchilarning 67% SI ta'siridan tashvishda — Intelligent.com, 2024), obro'ni himoya qilish (yirik hodisa uchun taxminan 2–5 mln AQSH dollari zarar), normativ talablarga muvofiqlik kiradi. Raqobat afzalliklari: talabalarni yollashni yaxshilash (73% OTM tanlashda texnologik integratsiyani hisobga oladi), bitiruvchilarning ish bilan ta'minlanishini oshirish (SI savodxon bitiruvchilar uchun ish joylashtirish ko'rsatkichlarining 12–18% yaxshilanishi). Xarajatlar va foydalar tahlili uch yillik davr uchun boshqaruvga investitsiyalarning 3:1 dan 5:1 gacha daromadlilikini ko'rsatadi.

## 7. AMALIY TAVSIYALAR

Olingan natijalar asosida mualliflar universitet rahbariyati uchun quyidagi amaliy tavsiyalarni shakllantiradilar:

Muassasalar ko'p funksional tarkib va aniq vakolatlarga ega SIn boshqarish bo'yicha ixtisoslashgan qo'mitalar tuzishi kerak. Joriy etish muvaffaqiyatidagi 2,3 barobarlik farqi ushbu intervensiyani tuzilmaviy ustunlik raqami birinchi qiladi. SI boshqaruvi SI bo'yicha maxsus tajriba yoki vakolatga ega bo'lmagan mavjud qo'mitalarga topshirilmasdan, ijroiya rahbarligi bilan strategik ustunlik sifatida joylashtirilishi kerak.

Investitsiyalar siyosatni hujjatlashtirishni emas, joriy etish salohiyatini ustunlashtirishi kerak. Tavsiya etilgan taqsimot: boshqaruv infratuzilmasi (yillik 50–100 ming dollar), o'qituvchilarni rivojlantirish (yillik 100–300 ming dollar), baholashni isloh qilishni qo'llab-quvvatlash (yillik 75–150 ming dollar). Davom etayotgan siyosat va amaliyot o'rtasidagi tafovut qo'shimcha yo'riqnoma orqali bartaraf bo'lmaydi.

Muassasalar o'qituvchilar uchun kamida 10 soat tizimlashtirilgan SI savodxonligi bo'yicha ta'limni, tugatishni boshqaruv samaradorligining asosiy ko'rsatkichi sifatida kuzatish bilan ta'minlashi kerak. Ta'lim SI vositalari bilan amaliy tajriba, baholashni isloh qilish tamoyillari va fanga xos qo'llanmalarni o'z ichiga olishi kerak. Ishtirok etish uchun himoyalangan vaqt yoki tovon puli institutsional majburiyatni namoyon etadi.

Baholashni isloh qilish aniqlashga yo'naltirilgan yondashuvlarga nisbatan ustunlashtirilishi kerak. Muassasalar baholash transformatsiyasi uchun pedagogik dizayn qo'llab-quvvatlashini ta'minlashi, isloh grantlarini ta'xis etishi va namunalar repozitoriylarini yaratishi kerak. Tizimli isloh bilan bog'liq qoidabuzarliklarning 52% ga kamayishi sezilarli investitsiyalarni asoslaydi.

Aniq, standartlashtirilgan yo'riqnoma muvofiqlikni 38% ga yaxshilaydi. Muassasalar aniq ruxsat etilgan foydalanish matritsalarini ("svetofor" tizimlari o'z samaradorligini ko'rsatdi), standart ma'lumot oshkor qilish shablonlarini va oriyentatsiya dasturlariga integratsiyani ishlab chiqishi kerak.

Muassasalar joriy etish ko'rsatkichlarini (ta'limni tugatish, baholashni isloh qilish jarayoni, hodisalar dinamikasi), boshqaruv qo'mitalariga choraklik hisobotni va siyosatni yillik qayta ko'rib chiqish sikllarini belgilashi kerak. Ma'lumotlarga asoslangan takomillashtirish uzluksiz yaxshilanishni ta'minlaydi.

## 8. SIYOSAT INSTRUMENTARIYASI

3-jadval joriy etish muvaffaqiyati ko'rsatkichlari bilan korrelyatsiya asosida ustunlik reytinglari bilan asosiy siyosat komponentlarini taqdim etadi.

3-jadval. Joriy etish ustunliklari bilan SI siyosati instrumentariyasi

| Komponent                                    | Tavsif                                                                                                                     | Ustunlik     |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Qo'llanish sohasi va ta'riflar</b>        | Qamrab olingan SI vositalarining aniq spetsifikatsiyasi; generativ va analitik SIni farqlash; qo'llaniluvchanlik bayonoti  | Hal qiluvchi |
| <b>Ruxsat etilgan foydalanish matritsasi</b> | Topshiriq turlari bo'yicha kontekstga xos yo'riqnomalar; "svetofor" yoki ko'p darajali tizim (Lids universiteti modeli)    | Hal qiluvchi |
| <b>Ma'lumot oshkor qilish talablari</b>      | SI dan foydalanishni tan olishning standart shabloni; talab qilingan batafsillik darajasi; havola formati yo'riqnomasi     | Hal qiluvchi |
| <b>Qoidabuzarlik ta'riflari</b>              | Misollar bilan SI bilan bog'liq qoidabuzarliklarning aniq ta'rifi; mavjud halollik mexanizmlari bilan muvofiqlashtirish    | Hal qiluvchi |
| <b>Boshqaruv tuzilmasi</b>                   | Qo'mita tarkibi va vakolatlari; bo'ysunish; qaror qabul qilish jarayonlari                                                 | Hal qiluvchi |
| <b>O'qituvchilarni o'qitish talablari</b>    | Minimal kutishlar (10+ soat tavsiya etiladi); tugatishni kuzatish; tan olish mexanizmlari                                  | Yuqori       |
| <b>Baholash dizayni yo'riqnomalari</b>       | SI ga mos va SI ga chidamli baholash tamoyillari; pedagogik dizayn resurslari                                              | Yuqori       |
| <b>Ma'lumotlar himoyasi protokollari</b>     | Yetkazib beruvchilarni baholash talablari; tasdiqlangan vositalar ro'yxati; GDPR/FERPA muvofiqlik hujjatlari               | Yuqori       |
| <b>Adolatlilik qoidalari</b>                 | SI ga cheklangan kirish imkoniyatiga ega talabalarni qo'llab-quvvatlash; moslashtirish jarayonlari; qulaylik talablari     | Yuqori       |
| <b>Monitoring va qayta ko'rib chiqish</b>    | Kuzatiladigan ko'rsatkichlar; hisobot davriyligi; qayta ko'rib chiqish jadvali (kamida yillik); fikr-mulohaza mexanizmlari | Yuqori       |

Manba: 127 ta institutsional siyosatning tahlili; ustunlik reytinglari joriy etish muvaffaqiyati ko'rsatkichlari bilan korrelyatsiya asosida.

## 9. XULOSA

Oliy ta'limda SI boshqaruvining ushbu qiyosiy tahlili siyosat yetukligida sezilarli mintaqalararo farqlanishni aniqlaydi — ko'rsatkichlar 5 ballik shkalada 1,87 dan (sobiq sovet makoni) 3,40 gacha (Buyuk Britaniya) o'zgaradi. Muhimrog'i, tahlil joriy etish muvaffaqiyatini bashorat qiluvchi omillarni aniqlaydi: ixtisoslashgan boshqaruv qo'mitalari (muvaffaqiyat 2,3 barobar yuqori), o'qituvchilarni tizimli rivojlantirish (10 va undan ortiq soat ta'limda hodisalarning 47% kamayishi) va baholashni isloh qilishga investitsiyalar (qoidabuzarliklarning 52% qisqarishi).

Barcha uchta gipoteza empirik tasdiq topdi. Normativ bosim siyosatni hujjatlashtirishni rag'batlantiradi, ammo joriy etish samaradorligini emas (G1); ixtisoslashgan boshqaruv qo'mitalari mavjud tuzilmalardan sezilarli darajada ustun turadi (G2); o'qituvchilarni rivojlantirishga investitsiyalar yaxshilangan natijalar bilan korrelyatsiyalanadi (G3). Yuqori natijali muassasalar — jumladan, Kembrij, Oksford, ETH Zurich, Singapur Milliy universiteti, Stenford va Toronto — boshqa muassasalar takrorlay oladigan umumiy xususiyatlarga ega.

Universitet rahbariyati uchun strategik majburiyat aniq: SI boshqaruvi faqat siyosatni hujjatlashtirishga emas, joriy etish salohiyatiga investitsiya talab qiladi. Siyosat va amaliyot o'rtasidagi tafovut — global o'rtacha hisobda 40–60% — qo'shimcha yo'riqnomalar orqali bartaraf bo'lmaydi. Resurslar o'qituvchilarni rivojlantirish, baholashni isloh qilishni qo'llab-quvvatlash va boshqaruv infratuzilmasiga yo'naltirilishi kerak.

Strategik farqlanish oynasi ochiqliciga qolmoqda. Hozir samarali SI boshqaruvini yaratuvchi muassasalar — o'qituvchilar salohiyatini shakllantirib, baholashni o'zgartirib, malakalar yaxlitligini namoyon etib — talabalarni jalb qilish, bitiruvchilarni ish bilan ta'minlash va institutsional obro' bo'yicha raqobat afzalliklariga ega bo'ladi. Asosiy muammo — talabalarni sun'iy intellekt bilan to'yingan kasbiy muhitga tayyorlash va shu bilan birga ta'lim malakalarining haqiqiy ahamiyatini saqlash — rahbariyatning barqaror majburiyatini talab qiladi. Ushbu tahlil ana shu majburiyatni shakllantirish uchun dalillar bazasini taqdim etadi.

## ADABIYOTLAR RO'YXATI

- 1) Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(2), 228–239. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>

- 2) DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147–160. <https://doi.org/10.2307/2095101>
  - 3) Dolowitz, D. P., & Marsh, D. (2000). Learning from abroad: The role of policy transfer in contemporary policy-making. *Governance*, 13(1), 5–23. <https://doi.org/10.1111/0952-1895.00121>
  - 4) EDUCAUSE. (2024). 2024 EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and learning edition. EDUCAUSE Publications. <https://library.educause.edu/resources/2024/5/2024-educause-horizon-report>
  - 5) European Commission. (2022). Ethical guidelines on the use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/153756>
  - 6) European Parliament and Council. (2024). Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence (AI Act). *Official Journal of the European Union*, L 2024/1689.
  - 7) European University Association. (2024). Artificial intelligence in higher education: Survey results and policy recommendations. EUA Publications. <https://eua.eu/resources/publications>
  - 8) Intelligent.com. (2024). Nearly 1 in 3 college students have used ChatGPT on written assignments. Intelligent.com Survey Report. <https://www.intelligent.com/nearly-1-in-3-college-students-have-used-chatgpt-on-written-assignments/>
  - 9) OECD. (2023). Shaping the future of learning: The role of AI in education. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/ea091cc4-en>
  - 10) Quality Assurance Agency for Higher Education. (2024). Artificial intelligence in assessment: QAA sector guidance. QAA. <https://www.qaa.ac.uk/membership/membership-areas-of-work/academic-integrity>
  - 11) Renn, O. (2008). Risk governance: Coping with uncertainty in a complex world. Earthscan. <https://doi.org/10.4324/9781849772440>
  - 12) UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
  - 13) Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
  - 14) World Bank. (2024). Digital technologies in tertiary education: Policy and practice in emerging economies. World Bank Publications. <https://openknowledge.worldbank.org>
-

## A ILOVA. TADQIQ QILINGAN MUASSASALAR RO'YXATI

Ushbu ilovada tadqiqot doirasida SI sohasidagi siyosatlari tahlil qilingan 127 ta oliy ta'lim muassasasining ro'yxati keltirilgan. Normativ hujjatlar 2024-yil sentyabr — 2025-yil yanvar davrida yig'ilgan.

### A.1 Amerika Qo'shma Shtatlari (n=31)

R1 tadqiqot universitetlari: Stenford universiteti, Massachusetts texnologiya instituti, Garvard universiteti, Yel universiteti, Prinston universiteti, Kolumbiya universiteti, Berkli Kaliforniya universiteti, Michigan universiteti, Karnegi-Mellon universiteti, Pensilvaniya universiteti, Dyuk universiteti, Shimoli-G'arbiy universitet, Chikago universiteti, Ostindagi Texas universiteti, Los-Anjeles Kaliforniya universiteti, Vashington universiteti, Medisondagi Viskonsin universiteti, Kornell universiteti, Jons Hopkins universiteti, Urbana-Shampeyndagi Illinoys universiteti.

R2 va kompleks universitetlar: Jorj Meyson universiteti, Denver universiteti, San-Diyego shtat universiteti, Markaziy Florida universiteti, Portlend shtat universiteti, Boyse shtat universiteti, Klivlend shtat universiteti.

Jamoat kollejlari: Miami Dade College, Northern Virginia Community College, Austin Community College, Santa Monica College.

### A.2 Yevropa Ittifoqi (n=28)

Shveysariya federal texnologiya instituti (Shveysariya), Lyoven katolik universiteti (Belgiya), Amsterdam universiteti (Niderlandiya), Myunxen texnika universiteti (Germaniya), RWTH Aachen (Germaniya), Myunxen Lyudvig-Maksimilian universiteti (Germaniya), Berlin Gumboldt universiteti (Germaniya), Sorbonna (Fransiya), Sciences Po (Fransiya), Lozanna federal politexnika maktabi (Shveysariya), Bolonya universiteti (Italiya), Milan politexnika instituti (Italiya), Barselona universiteti (Ispaniya), Madrid muxtor universiteti (Ispaniya), Delft texnika universiteti (Niderlandiya), Leyden universiteti (Niderlandiya), Kopengagen universiteti (Daniya), Uppsala universiteti (Shvetsiya), Xelsinki universiteti (Finlyandiya), Vena universiteti (Avstriya), Dublin Trinity kolleji (Irlandiya), Dublin universitet kolleji (Irlandiya), Varshava universiteti (Polsha), Karl universiteti (Chexiya), Lissabon universiteti (Portugaliya), Gent universiteti (Belgiya), Lyoven katolik universiteti (Belgiya), Groningen universiteti (Niderlandiya).

### A.3 Buyuk Britaniya (n=22)

Rassel guruhi: Oksford universiteti, Kembrij universiteti, London Imperial kolleji, London universitet kolleji, London iqtisodiyot va siyosiy fanlar maktabi, London Qirol kolleji, Edinburg universiteti, Manchester universiteti, Bristol universiteti, Uorik universiteti, Glazgo universiteti, Birmingem universiteti, Lids universiteti, Sheffild universiteti, Nottingem universiteti, Sautgempton universiteti, Liverpul universiteti, Nyukasl universiteti, London Qirol Meri universiteti.

Post-92 universitetlar: Oksford Bruks, Manchester metropoliten universiteti, Lids Bekket.

### A.4 Osiyo (n=29)

Sharqiy Osiyo: Singapur Milliy universiteti, Nanyan texnologiya universiteti, Singapur menejment universiteti, Gonkong universiteti, Gonkong Xitoy universiteti, Gonkong fan va texnologiya universiteti, Pekin universiteti, Sinxua universiteti, Fudan universiteti, Shanxay Szyao Tun universiteti, Tokio universiteti, Kioto universiteti, Vaseda universiteti, Seul Milliy universiteti, KAIST, Koreya universiteti, Tayvan Milliy universiteti.

Janubiy-Sharqiy Osiyo: Chulalongkorn universiteti (Tailand), Malayya universiteti (Malayziya), Malayziya Milliy universiteti, Filippin universiteti.

Fors ko'rfazi va Janubiy Osiyo: Qirol Abdullo fan va texnologiya universiteti (Saudiya Arabistoni), Qirol Saud universiteti (Saudiya Arabistoni), NYU Abu Dhabi (BAA), Xalifa universiteti (BAA), Sharja Amerika universiteti (BAA), Qatar universiteti, Bombey Hind texnologiya instituti (Hindiston), Bangalor Hind fan instituti (Hindiston).

### A.5 Sobiq sovet davlatlari (n=17)

Bolliqbo'yi davlatlari: Tartu universiteti (Estoniya), Tallin texnika universiteti (Estoniya), Vilnyus universiteti (Litva), Riga texnika universiteti (Latviya), Latviya universiteti.

Markaziy Osiyo: Nozarboyev universiteti (Qozog'iston), Al-Forobiy nomidagi Qozoq milliy universiteti (Qozog'iston), KIMEP universiteti (Qozog'iston), Toshkentdagi Vestminster xalqaro universiteti (O'zbekiston), O'zbekiston Milliy universiteti.

Rossiya: "Oliy iqtisodiyot maktabi" milliy tadqiqot universiteti, ITMO universiteti, M.V. Lomonosov nomidagi Moskva davlat universiteti, Sankt-Peterburg davlat universiteti.

---

Ukraina va Kavkaz: “Kiyev-Mohila akademiyasi” Milliy universiteti (Ukraina), Tbilisi davlat universiteti (Gruziya), ADA universiteti (Ozarbayjon).

*Eslatma: Ushbu ro‘yxat SI sohasidagi ommaviy siyosat hujjatlari tahlil qilingan muassasalarni o‘z ichiga oladi. Ro‘yxatga kiritilish ma’qullashni anglatmaydi. Tahlil tadqiqot davrida (2024-yil sentyabr — 2025-yil yanvar) mavjud bo‘lgan hujjatlarni aks ettiradi.*

ILMIY MAQOLA

# BIR XIL MAHSULOTGA TURLI NARX: TOSHKENTDA ALGORITMIK NARX DISKRIMINATSIYASINI SUN'IIY INTELLEKT YORDAMIDA FOSH QILISH

Sarvar Komilov

Tashkent International University o'qtuvchisi

\* Bog'lanish uchun: [komilov1864s@gmail.com](mailto:komilov1864s@gmail.com)

Qabul qilindi: 08.01.2026 y. | Qayta ko'rib chiqildi: 01.03.2026 y. | Chop etildi: 2026-yil 7-mart

## ANNOTATSIA

Raqamli platformalarda narxlar ko'pincha real vaqt rejimida yangilanadi. Biroq dinamik narxlashdan tashqari, narxning foydalanuvchi kontekstiga (qurilma turi, sessiya holati, akkaunt tarixi) moslashishi ham ehtimoliy hodisa bo'lib, bu bir xil mahsulot (bir xil SKU) uchun turli foydalanuvchilarga turlicha narx ko'rsatilishiga olib kelishi mumkin. Ushbu maqola Toshkent shahrida faol onlayn savdo/yetkazib berish platformalarida algoritmik narx diskriminatsiyasi ehtimolini baholash uchun audit dizayniga asoslangan empirik metodikani taklif etadi. Yondashuvning markazida bir xil SKU narxini tor vaqt oynasi (masalan,  $\pm 5$  daqiqa) ichida parallel tarzda kuzatish, kuzatuvlarni "qurilma (web/Android)  $\times$  profil (guest/returning)" kombinatsiyalarida juftlash va SKU hamda vaqt fiks effektlari orqali "izohlanmagan premium" komponentini ajratish g'oyasi turadi. Maqolada ma'lumot yig'ish pipeline'i (avtomatlashtirilgan agentlar, narx ajratib olish, sinxronlash va tozalash), o'zgaruvchilar kodeksi, asosiy regressiya spetsifikatsiyasi va robustlik tekshiruvlari (vaqt oynasi sezgirligi, outlierlarni cheklash, aksiya belgisi nazorati) batafsil bayon qilinadi. Empirik tahlil formatini ko'rsatish uchun kirishdagi real hayotiy misollar asosida mini-hisob va namuna hajmi uchun quvvat tahlili keltiriladi. Ushbu ish mahalliy bozor shaffofligi, iste'molchi himoyasi va raqamli narx siyosatini dalilga asoslangan muhokama qilish uchun replikasiya qilinadigan metodik asos yaratadi.

**KALIT SO'ZLAR:** *Algoritmik narxlash; narx diskriminatsiyasi; audit tadqiqoti; raqamli platformalar; sun'iy intellekt; Toshkent*

## 1. KIRISH

Tasavvur qiling: Toshkentda oddiy bir kun. Siz ishga ketayotgan paytingizda telefoningizdan biror mahsulot buyurtma qilmoqchisiz — masalan, sut, non, yoki kundalik ishlatiladigan mayda buyum. Narxni ko'rasiz: "82 000 so'm". Yana ikki daqiqadan keyin o'sha mahsulotni qayta ochasiz — narx "86 000 so'm" bo'lib qolgan. Sizda tabiiy savol tug'iladi: "Nega?" Aksiya tugadimi? Yetkazib berish qimmatlashdimi? Yoki tizim sizni "shoshayotgan xaridor" deb o'ylab, narxni ko'tardimi?

Endi yana bir holat: siz bilan yoningizdagi do'stingiz bir xil mahsulotni bir xil paytda ko'rmoqda. Siz web orqali ko'rayapsiz, u esa Android telefonidan. Sizda 86 000 so'm, unda esa 83 000 so'm chiqadi. Bu oddiy xatomi? Yoki platforma narxni hamma uchun bir xil ko'rsatmayaptimi? Aynan shunday savollar bugungi raqamli bozorlarda tobora ko'proq uchramoqda va bu savolning markazida bitta katta tushuncha turadi: algoritmik narxlash.

Bugun narxlar endi faqat sotuvchining "tannarx + ustama" hisob-kitobi bilan belgilanmaydi. Raqamli platformalarda narxlar ko'pincha avtomatik ravishda, real vaqt rejimida yangilanadi: talab oshsa — narx ko'tariladi, aksiya bo'lsa — tushadi, zaxira kamayganda — o'zgaradi. Bu normal jarayon. Biroq muammo shundan iboratki, zamonaviy platformalarda narxga ta'sir qiladigan omillar ro'yxati kengayib ketgan: endi foydalanuvchi haqidagi signal ham narxga aralashishi mumkin. Masalan, qurilma turi (web/Android), akkaunt tarixchasi (yangi/oldin buyurtma qilgan), mahsulotni ko'p marta ko'rish, savatga qo'shib chiqib ketish kabi belgilarga qarab tizim "bu xaridor ko'proq to'lay oladi" degan xulosaga kelishi ehtimoli bor. Agar shunday bo'lsa, bu holat shunchaki dinamik narxlash emas — bu algoritmik narx diskriminatsiyasi, ya'ni bir xil mahsulotga turli odamlarga turlicha narx ko'rsatishdir.

Narx diskriminatsiyasi iqtisodiyotda qadimdan mavjud: sotuvchi iste'molchilarni segmentlab, bir guruhga arzonroq, boshqasiga qimmatroq narx qo'yishga intiladi. Biroq raqamli davr bu jarayonni yangi bosqichga olib chiqdi. Chunki endi segmentlash juda nozik bo'lishi mumkin: "talaba" yoki "yuqori daromadli" kabi umumiy guruhlar emas, balki "Android'dan kirgan, qayta-qayta ko'rgan, lekin sotib olmagan" kabi mikrosezgilar (signal) asosida narx real vaqt rejimida moslashtirilishi mumkin. Bu esa iste'molchi uchun ikki katta xavfni tug'diradi:

Shaffoflik muammosi: iste'molchi ko'rayotgan narx hamma uchun bir xilmi yoki unga moslashtirilganmi — buni bilish qiyin. Adolat muammosi: bir xil mahsulot uchun turli foydalanuvchilardan turlicha "premium" olish, iste'molchi huquqlari va bozor adolati nuqtai nazaridan bahsli.

Toshkent shahrida raqamli savdo va yetkazib berish xizmatlari tez rivojlanayotgan bir paytda, ushbu masala bo'yicha ishonchli empirik dalillar deyarli yo'q. Sababi oddiy: platformalarning narx belgilash algoritmlari yopiq, ichki mexanizmlar esa tadqiqotchiga ochiq emas. Shunday sharoitda eng ishonchli yo'l — audit tadqiqoti: bir xil mahsulot narxini turli sharoitlarda (masalan, guest va returning profil, web va Android qurilma) bir xil vaqt oynasida kuzatib, farqni tizimli ravishda o'lchash. Ushbu maqola aynan shu yo'lni tanlaydi va quyidagi markaziy savolga javob izlaydi:

Toshkent shahrida bir xil mahsulot (bir xil SKU) narxi foydalanuvchi profili va qurilma muhiti o'zgarganda ham, bir xil vaqt oynasi ichida sistematik tarzda farqlanadimi?

Bu savolni "to'g'ri" qo'yish muhim: agar biz bir xil mahsulotni va juda tor vaqt oralig'ini (masalan,  $\pm 5$  daqiqa) nazorat qilsak, umumiy aksiya yoki bozor tebranishi kabi omillarning ta'siri kamayadi. Shunda qoladigan farq ko'proq platforma darajasida shaxsiylashtirish ehtimolini ko'rsatishi mumkin.

Tadqiqotning asosiy yangiligi shundaki, biz narxlarni tasodifiy, parokanda usulda emas, balki sun'iy intellekt va avtomatlashtirilgan agentlar yordamida izchil va qayta tiklanadigan tarzda yig'amiz. Bu yondashuv uch jihatdan kuchli:

Masshtab: o'nlab mahsulotlar va ko'plab vaqt nuqtalari bo'yicha bir xil standartda ma'lumot.

Aniqlik: parallel kuzatuvlar orqali "bir xil sharoitda taqqoslash".

Tushuntiriladigan natija: SKU va vaqt bo'yicha fiks effektlar orqali "izohlanmagan premium"ni ajratish.

Maqolaning asosiy hissalari quyidagicha:

Toshkent bozorida algoritmik narx diskriminatsiyasi ehtimolini birinchi marta audit dizayn orqali empirik baholash.

Narxlarni ajratib olish, mahsulotni normalizatsiya qilish va vaqt bo'yicha sinxronlash uchun AI asosida ishlaydigan data-pipeline taklif etish. Platformalar kesimida "diskriminatsiya riski"ni ko'rsatuvchi amaliy indikatorlar ishlab chiqish orqali bozor shaffofligi va iste'molchi himoyasi bo'yicha muhokamaga dalil kiritish.

## 2. ADABIYOTLAR SHARHI

Algoritmik narxlar raqamli bozorlarda narx belgilashni avtomatlashtiradi va ko'pincha talab, zaxira, raqobat hamda vaqt signallariga javoban dinamik tarzda ishlaydi. Shu bilan birga, foydalanuvchi xulq-atvori va raqamli izlar narxni shaxsiylashtirish (birinchi darajaga yaqin narx diskriminatsiyasi) uchun axborot cheklovlarini yumshatishi mumkin. Shiller (2014) web xulq-atvori ma'lumotlari yordamida to'lovga tayyorlikni sezilarli darajada yaxshiroq bashorat qilish mumkinligini ko'rsatadi; bu esa shaxsga xos narxlar uchun iqtisodiy rag'batni kuchaytiradi

Algoritmilar yopiq bo'lgani sababli empirik muammo shundaki, tadqiqotchi "algoritm ichidagi qoida"ni emas, balki foydalanuvchiga ko'rsatilgan "chiqish natijasi"ni kuzatadi. Shu bois audit va internet-o'lchov (measurement) metodologiyasi muhim ahamiyat kasb etadi. Hannak va boshqalar (2014) e-commerce saytlarida narx diskriminatsiyasi va "steering"ni aniqlashda vaqt, sessiya farqlari va boshqa shovqin manbalarini qat'iy nazorat qilish zarurligini ko'rsatgan hamda keng qo'llaniladigan o'lchov usullarini taklif qilgan.

Narx diskriminatsiyasini kuzatish bo'yicha yana bir klassik audit ishida Mikians va boshqalar (2012) internetda narx hamda qidiruv natijalarini diskriminatsiya qilish belgilarini empirik namoyish qilib, "watchdog" tizimi dizaynini muhokama qiladi.

Politika va tartibga solish nuqtai nazaridan shaxsiylashtirilgan narxlar shaffoflik va adolat masalalarini kuchaytiradi. OECDning "Personalised Pricing in the Digital Era" hisobotida shaxsiylashtirilgan narxlar tizimining ta'riflari, foydaxatarlar va siyosiy muhokama yo'nalishlari tizimlashtirilgan. Buyuk Britaniya CMA tomonidan tayyorlangan

iqtisodiy ishchi hujjat esa narx algoritmlarining kolluziya va shaxsiylashtirilgan narx bilan kesishuvchi xatarlarini muhokama qiladi.

So‘nggi yillarda algoritmik narxlash bo‘yicha siyosiy va akademik qiziqish ortmoqda. Masalan, NBER ishchi maqolasida algoritmik narxlash “narxni avtomatik belgilash uchun dasturlardan foydalanish” degan keng ta’rifda beriladi va amaliy qo‘llanish doiralari tahlil qilinadi. Kanadada Competition Bureau algoritmik narxlash va raqobat bo‘yicha muhokama hujjatini e’lon qilgan.

Amaliy muhokamalarda esa Bruegel (2017) Shiller (2014) natijalariga tayangan holda “katta ma’lumotlar” birinchi darajali narx diskriminatsiyasini iqtisodiy jihatdan yanada real strategiyaga aylantirishi mumkinligini yoritadi.

### 3. TADQIQOT DIZAYNI VA MA’LUMOT YIG‘ISH

Ushbu tadqiqot Toshkent shahrida raqamli savdo/yetkazib berish platformalarida bir xil mahsulot (bir xil SKU) uchun ko‘rsatiladigan narxlar foydalanuvchi kontekstiga qarab farqlanish-farqlanmasligini audit yondashuvi orqali o‘lchashga qaratilgan. Audit yondashuvi yopiq algoritmlarning ichki qoidalarini emas, tashqi natija — narx ko‘rsatkichini kuzatishga tayanganligi bilan ahamiyatli (Hannak va boshq., 2014).

Namunaviy birlik “platforma × SKU × vaqt × qurilma × profil” ko‘rinishida shakllantiriladi. SKU paneli identifikatsiyasi aniq bo‘lgan, kundalik talab yuqori va brend/hajm bo‘yicha standartlash mumkin bo‘lgan mahsulotlardan tuziladi. Dinamik narxlashdan keladigan umumiy tebranishlarni kamaytirish uchun kuzatuvlar tor vaqt oynasida sinxronlashtiriladi (masalan, ±5 daqiqa), bu yondashuv o‘lchov tadqiqotlarida shovqinni kamaytirishning asosiy usullaridan biridir (Hannak va boshq., 2014; Mikians va boshq., 2012).

**Jadval-1. Audit sharoitlari: “qurilma × profil” kombinatsiyalari**

|                       |                                                |                                                |
|-----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                       | Guest (mehmon)                                 | Returning (qaytuvchi)                          |
| Web (brauzer)         | Web-Guest: cookie/cache tozalangan, login yo‘q | Web-Returning: login/akkaunt tarixi mavjud     |
| Android (mobil ilova) | Android-Guest: yangi sessiya/profil            | Android-Returning: ilova/akkaunt tarixi mavjud |

*Eslatma: Har bir kombinatsiya uchun kuzatuvlar bir xil lokatsiya (Toshkent), bir xil SKU va tor vaqt oynasida (±5 daqiqa) parallel yig‘iladi.*



**Rasm 1. Ma’lumot yig‘ish va tahlil pipeline’i (umumiy ko‘rinish)**

Pipeline’da narxlar ommaviy ko‘rinadigan sahifalardan ajratib olinadi, o‘zgaruvchilar standartlashadi, parallel kuzatuvlar vaqt bo‘yicha sinxronlanadi va juftliklar quriladi. Shaxsiy ma’lumotlar (FIO, telefon, manzil va h.k.) yig‘ilmaydi; tadqiqot faqat ochiq ko‘rinadigan narx va mahsulot atributlari bilan ishlaydi.

**Jadval 2. Asosiy o‘zgaruvchilar va operatsion ta’riflar**

| O‘zgaruvchi         | Tavsif                                                | Izoh/Nazorat                            |
|---------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>item_price</b>   | Mahsulotning ko‘rsatilgan narxi                       | Asosiy natija o‘zgaruvchisi             |
| <b>delivery_fee</b> | Yetkazib berish/xizmat haqi (mavjud bo‘lsa)           | Alohida va total_costda qo‘llanadi      |
| <b>total_cost</b>   | item_price + delivery_fee (+ boshqa to‘lovlar bo‘lsa) | Iste’molchi uchun real to‘lov           |
| <b>device</b>       | Qurilma kanali: web yoki Android                      | Segmentlash signali bo‘lishi mumkin     |
| <b>profile</b>      | Profil holati: guest yoki returning                   | Akkaunt tarixiga yaqin proksi           |
| <b>promo_flag</b>   | Aksiya/chegirma belgisi                               | Kampaniya shovqinini nazorat qiladi     |
| <b>stock_flag</b>   | Mavjudlik holati                                      | Variant almashinuvi xavfini kamaytiradi |
| <b>timestamp</b>    | Kuzatuv vaqti (UTC+5)                                 | Vaqt fiks effektlari uchun              |

### 4. EMPIRIK STRATEGIYA

Empirik identifikatsiya g‘oyasi shundan iborat: bir xil SKU narxi bir xil lokatsiya va tor vaqt oynasi ichida parallel kuzatilsa, umumiy narx yangilanishlari, aksiyalar va talab tebranishlari kabi omillar ta’siri kamayadi; qolgan farq esa qurilma yoki profil konteksti bilan bog‘liq bo‘lish ehtimolini kuchaytiradi (Hannak va boshq., 2014; Mikians va boshq., 2012).

Birinchi bosqichda moslashtirilgan juftliklar (matched pairs) tuziladi: masalan, bir xil platforma, bir xil SKU va bir xil ( $\pm 5$  daqiqalik) vaqt oynasida olingan Guest va Returning narxlari yoki Web va Android narxlari juftlanadi. Har bir juftlik uchun farq foiz ko‘rinishida hisoblanadi va farqlar taqsimoti o‘rtacha, median va kvartillar orqali tavsiflanadi.

Ikkinchi bosqichda SKU va vaqt fiks effektlari bilan regressiya modeli qurilib, “izohlanmagan premium” komponenti ajratiladi. Asosiy spetsifikatsiya quyidagicha:

$$\ln(P_{\{i,t,d,p\}}) = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \cdot \text{Device\_d} + \beta_2 \cdot \text{Profile\_p} + \beta_3 \cdot (\text{Device\_d} \times \text{Profile\_p}) + \varepsilon_{\{i,t,d,p\}}$$

Bu yerda  $P_{\{i,t,d,p\}}$  — i-mahsulotning t vaqtida d qurilmada va p profil ostida ko‘rsatilgan narxi;  $\alpha_i$  — SKU fiks effekti;  $\gamma_t$  — vaqt fiks effekti.  $\beta_1$  va  $\beta_2$  koeffitsientlari mos ravishda qurilma va profil bo‘yicha o‘rtacha farqni,  $\beta_3$  esa ularning kombinatsiyasi narx farqini kuchaytirishini baholaydi. Model logarifmik shaklda yozilgani sababli koeffitsientlar taxminan foiz talqinida o‘qiladi.

Robustlik tekshiruvlari sifatida vaqt oynasi sezgirligi ( $\pm 3, \pm 5, \pm 10$  daqiqa), outlierlarni cheklash (winsorize yoki trimming), aksiya belgisi bo‘yicha ajratma tahlil, shuningdek item\_price va total\_cost bo‘yicha parallel natijalarni solishtirish tavsiya etiladi.

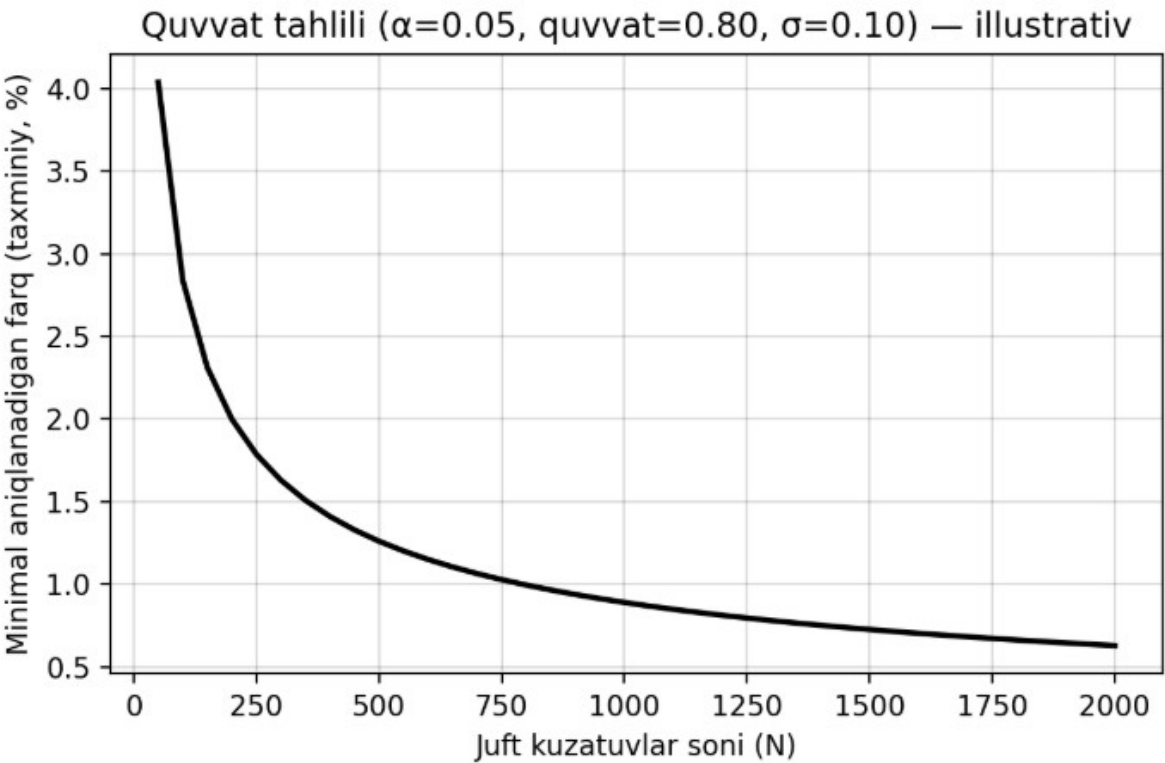
### 5. ANALIZ VA VIZUALIZATSIYA

Ushbu bo‘lim metodni tekshiriladigan formatda ko‘rsatish uchun ikki turdagi tahlilni beradi: (i) kirishdagi real hayotiy misollardan olingan mini-hisob; (ii) namuna hajmi bo‘yicha quvvat tahlili. Bu natijalar to‘liq audit ma’lumotlari yig‘ilgandan keyin beriladigan asosiy empirik jadvallar va rasmlar uchun shablon vazifasini bajaradi.

Jadval 3. Kirishdagi misollar bo‘yicha mini-hisob (foiz farq)

| Holat                             | Narx 1 (so‘m) | Narx 2 (so‘m) | Farq (so‘m) | Farq (%) |
|-----------------------------------|---------------|---------------|-------------|----------|
| Vaqt bo‘yicha (2 daq.)            | 82 000        | 86 000        | 4 000       | 4.88     |
| Qurilma bo‘yicha (Web vs Android) | 86 000        | 83 000        | -3 000      | -3.49    |

Eslatma: Jadval 3 — kirishdagi hayotiy misollar asosidagi hisob. To‘liq audit tahlilida bunday juftliklar yuzlab yoki minglab kuzatuvlar asosida tuziladi va statistik testlar hamda fiks-effekt modellari bilan baholanadi.



Rasm 2. Namuna hajmi oshganda minimal aniqlanadigan farq (quvvat tahlili)

Rasm 2 dagi egri chiziq paired/juft taqqoslashlar uchun taxminiy minimal aniqlanadigan farqni ko'rsatadi. Hisob illustrativ bo'lib,  $\sigma=0.10$  (log-farq dispersiyasi) farazi ostida  $\alpha=0.05$  va quvvat=0.80 qabul qilingan. Amaliyotda  $\sigma$  qiymati pilot kuzatuvlar orqali baholanib, namuna rejalashtirish mos ravishda yangilanadi.

**Jadval 4. Minimal amaliy namuna rejasi (audit rejalashtirish)**

| Parametr                  | Qiymat | Izoh                                              | Hisob                           | Natija (kuzatuv) |
|---------------------------|--------|---------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|
| SKU soni                  | 40     | Har xil toifa, identifikatsiyasi aniq             | —                               | —                |
| Kunlik vaqt nuqtalari     | 6      | Masalan: 09:00, 11:00, 13:00, 15:00, 18:00, 21:00 | —                               | —                |
| Kuzatuv kunlari           | 7      | 1 haftalik minimal panel                          | —                               | —                |
| Kontekst kombinatsiyalari | 4      | Jadval 1 dagi 2×2 (web/Android × guest/returning) | —                               | —                |
| Jami kuzatuv              | —      | SKU × vaqt nuqtasi × kun × kontekst               | $40 \times 6 \times 7 \times 4$ | 6 720            |

Jadval 4 minimal reja bo'lib, platformalar soni oshirilsa yoki vaqt ufqi uzaytirilsa, kuzatuvlar tez ko'payadi. Reja tanlashda Rasm 2 dagi quvvat tahlili va pilot dispersiya bahosi birgalikda ishlatiladi.

## 6. MUHOKAMA: SHAFFOFLIK VA SIYOSIY IMPLIKATSIYALAR

Raqamli bozorlarda shaxsiylashtirilgan narxlar muhokamasi ikki asosiy masalani ko'taradi: (i) shaffoflik — iste'molchi ko'rayotgan narxning universal yoki moslashtirilgan ekanini bilish qiyin; (ii) adolat — bir xil mahsulot uchun turli foydalanuvchilardan turlicha “premium” undirilishi ehtimoli iste'molchi huquqlari va bozor ishonchiga ta'sir qiladi. OECD (2018) shaxsiylashtirilgan narxning foyda-xatarlarini, xususan “market expansion” va “surplus extraction” o'rtasidagi noaniq muvozanatni ta'kidlaydi.

Raqobat siyosati nuqtai nazaridan esa algoritmlar narx belgilashda qo'llanganda kolluziya va shaxsiylashtirish xatarlarini birgalikda ko'rish zarur: CMA (2018) iqtisodiy ishchi hujjati ushbu yo'nalishda asosiy savollarni beradi. CMAning keyingi tahlili algoritmlar iste'molchiga to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita zarar yetkazishi mumkin bo'lgan kanallarni muhokama qiladi (CMA, 2021).

Toshkent sharoitida audit natijalari (to'liq ma'lumot yig'ilgach) uch yo'nalishda amaliy ahamiyatga ega bo'lishi mumkin: 1) iste'molchi uchun raqamli savodxonlik va taqqoslash strategiyalari; 2) platformalar uchun ichki monitoring va “kutilmagan segmentlash” riskini kamaytirish; 3) tartibga soluvchi organlar uchun dalilga asoslangan shaffoflik talablari va minimal oshkorlik standartlarini muhokama qilish.

## 7. CHEKLOVLAR VA KELGUSIDAGI ISHLAR

Audit yondashuvi kuchli bo'lishiga qaramay, u algoritmnining ichki qaror qoidalarini bevosita “isbotlab” bermaydi; u faqat kuzatilgan natijani hujjatlashtiradi. Narx farqi ba'zan A/B sinovlari, logistika cheklovlari, sotuvchi/inventar almashinuvi yoki kampaniyalar sabab yuzaga kelishi mumkin. Shu bois chegirma belgisi va mavjudlik holatini nazorat qilish, vaqt oynasi sezgirligini tekshirish va natijalarni turli spetsifikatsiyalarda qayta baholash muhim.

Kelgusidagi ishlar: (i) SKU panelini kattalashtirish va kategoriyalar bo'yicha heterogenlik tahlilini kuchaytirish; (ii) vaqt ufqini uzaytirish va mavsumiylikni nazorat qilish; (iii) mahsulot narxidan tashqari xizmat haqi, yetkazib berish va boshqa “yumshoq” kanallar bo'yicha segmentlashni alohida tekshirish; (iv) natijalarni ochiq replikasiya qilish uchun anonimlashtirilgan agregat ko'rsatkichlar va protokolni taqdim etish.

## 8. XULOSA

Ushbu maqola Toshkent sharoitida raqamli platformalarda “bir xil mahsulotga turli narx” hodisasini ilmiy tekshirish uchun replikasiya qilinadigan audit dizaynini taklif etdi. Asosiy g'oya — bir xil SKU narxini tor vaqt oynasida parallel kuzatish, juftliklar qurish va SKU hamda vaqt fiks effektlari orqali “izohlanmagan premium” komponentini ajratishdir. Metodologiya yopiq algoritmlar sharoitida shaffoflik va iste'molchi himoyasi bo'yicha dalil ishlab chiqarishga xizmat qiladi.

## ADABIYOTLAR RO'YXATI

- 1) Bruegel. (2017). Big data and first-degree price discrimination. URL: <https://www.bruegel.org/blog-post/big-data-and-first-degree-price-discrimination>

- 2) Competition Bureau Canada. (2025). Algorithmic pricing and competition: Discussion paper. URL: <https://competition-bureau.canada.ca/en/how-we-foster-competition/education-and-outreach/publications/algorithmic-pricing-and-competition-discussion-paper>
  - 3) Competition Bureau Canada. (2026). Consultation on Algorithmic Pricing and Competition: What we heard. URL: <https://competition-bureau.canada.ca/en/how-we-foster-competition/education-and-outreach/publications/consultation-algorithmic-pricing-and-competition-what-we-heard>
  - 4) Competition and Markets Authority (CMA). (2018). Pricing algorithms: Economic working paper on the use of algorithms to facilitate collusion and personalised pricing. PDF: [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5bbb2384ed915d238f9cc2e7/Algorithms\\_econ\\_report.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5bbb2384ed915d238f9cc2e7/Algorithms_econ_report.pdf)
  - 5) Competition and Markets Authority (CMA). (2021). Algorithms: How they can reduce competition and harm consumers. PDF: [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/60085ff4d3bf7f2aa8d9704c/Algorithms\\_%2B%2B.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/60085ff4d3bf7f2aa8d9704c/Algorithms_%2B%2B.pdf)
  - 6) Hannak, A., Soeller, G., Lazer, D., Mislove, A., & Wilson, C. (2014). Measuring Price Discrimination and Steering on E-Commerce Web Sites. Proceedings of IMC. DOI: <https://doi.org/10.1145/2663716.2663744>
  - 7) Mikians, J., Gyarmati, L., Erramilli, V., & Laoutaris, N. (2012). Detecting price and search discrimination on the Internet. HotNets. DOI: <https://doi.org/10.1145/2390231.2390245>
  - 8) NBER. (2024). Algorithmic Pricing (Working Paper 32540, rev.1). PDF: [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w32540/revisions/w32540.rev1.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w32540/revisions/w32540.rev1.pdf)
  - 9) OECD. (2018). Personalised Pricing in the Digital Era (DAF/COMP(2018)13). PDF: <https://one.oecd.org/document/DAF/COMP%282018%2913/en/pdf>
  - 10) OECD. (2018). Personalised Pricing in the Digital Era – Summaries of Contributions (DAF/COMP/WD(2018)146). PDF: <https://one.oecd.org/document/DAF/COMP/WD%282018%29146/en/pdf>
  - 11) OECD. (2018). Personalised Pricing in the Digital Era – Note by BEUC (DAF/COMP/WD(2018)129). PDF: <https://one.oecd.org/document/DAF/COMP/WD%282018%29129/en/pdf>
  - 12) OECD. (2018). The regulation of personalised pricing in the digital era (DAF/COMP/WD(2018)150). PDF: <https://one.oecd.org/document/DAF/COMP/WD%282018%29150/en/pdf>
  - 13) Shiller, B. R. (2014). First-Degree Price Discrimination Using Big Data (Brandeis Working Paper 58, revised). PDF: [https://www.brandeis.edu/economics/RePEc/brd/doc/Brandeis\\_WP58R2.pdf](https://www.brandeis.edu/economics/RePEc/brd/doc/Brandeis_WP58R2.pdf)
-



ILMIY MAQOLA

# ДИСКРЕТНЫЙ АНАЛОГ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО

## ОПЕРАТОР $\frac{d^{2m}}{dx^{2m}} + 1$ .

Давронов Жавлон<sup>1</sup>, Абдурахимов Дилшод<sup>2</sup>.

1. Ташкентский Международный университет, 7, ул. Малая Халка Йули, Ташкент 100084, Узбекистан;

2. Туринский политехнический университет в Ташкенте

\* Bog'lanish uchun: [javlondavronov77@gmail.com](mailto:javlondavronov77@gmail.com)

Qabul qilindi: 13.02.2026 y. | Qayta ko'rib chiqildi: 02.03.2026 y. | Chop etildi: 2026-yil 7-mart

### ANNOTATSIA

Ушбу мақолада дифференциал операторнинг дискрет аналогини қуриш масаласи ( $\frac{d^{2m}}{dx^{2m}} + 1$ ) кўриб чиқилади. Тадқиқот С.Л. Соболев томонидан кубатур формулалар хатолик функционали нормасини минималлаштириш учун ишлаб чиқилган усулларга асосланади. Ишда жуфт  $m$  ҳолати учун операторнинг дискрет аналогини тўлиқ қурилган. Қуриш жараёнида Фурье алмашинуви усуллари, бороносимон функциялар ва қолдиқлар назариясидан фойдаланилган. Қурилган дискрет  $\frac{d^{2m}}{dx^{2m}} + 1$  операторнинг асосий хоссалари, жумладан, унинг дискрет дельта-функция билан боғлиқлиги исботланган. Олинган натижалар Соболев фазоларида оптимал квадратур ва интерполяцион формулаларни қуришда қўлланилиши мумкин.

**KALIT SO'ZLAR:** *Искрет оператор, дифференциал оператор, дискрет аналог, Фурье алмашинуви, бороносимон функциялар, дискрет дельта-функция.*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

### 1.1 Введение и постановка задачи

Одной из актуальных задач, исследованных С.Л. Соболевым, была задача минимизации нормы функционала

$$L_2^{(m)}(R^n)$$

погрешности кубатурных формул по коэффициентам в пространстве  $L_2^{(m)}(R^n)$  и он решил ее путем приведения к системе разностных уравнений типа Винера – Хопфа. В результате ему также удалось доказать существование и единственность решения этой системы (см. [1,2,3,4]). Также он в работе [1,2,3,4] описал некоторый аналитический алгоритм отыскания оптимальных коэффициентов, причем для этого им определен

$$D_{hH}^{(m)}[\beta] \Delta^m.$$

и исследован дискретный аналог полигармонического оператора

$$D_{hH}^{(m)}[\beta]$$

Построение дискретного оператора  $D_{hH}^{(m)}[\beta]$  при произвольном  $n$  – чрезвычайно сложная задача. В одномерном случае З.Ж. Жамалов и

Х.М. Шадиметов [5,6] построили дискретный аналог дифференциального оператора  $\frac{d^{2m}}{dx^{2m}}$ . В

работах [7,8,9,10,11,12] удалось построить дискретные аналоги дифференциальных операторов

$$\frac{d^{2m}}{dx^{2m}} + 2\omega^2 \frac{d^{2m-2}}{dx^{2m-2}} + \omega^4 \frac{d^{2m-4}}{dx^{2m-4}} \dots \frac{d^{2m}}{dx^{2m}} - 1$$

, и (при m-нечетных).

В дальнейшем, вместе с функциями непрерывного аргумента мы будем рассматривать функции дискретного аргумента и соответствующие операции над ними. Приведем некоторые определения.

$$\varphi[\beta] = \varphi[\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n]$$

**Определение 1.1.** Функцию называют функцией дискретного аргумента, если

$$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$$

она задана на некотором множестве целочисленных значений

$$\varphi[\beta] \text{ и } \psi[\beta]$$

**Определение 1.2.** Скалярным произведением двух дискретных функций и называют число

$$[\varphi, \psi] = \sum_{\beta=-\infty}^{\infty} \varphi[\beta] \cdot \psi[\beta],$$

если ряд в правой части последнего равенства абсолютно сходится.

$$\varphi[\beta] \text{ и } \psi[\beta]$$

**Определение 1.3.** Сверткой двух функций и называется скалярное произведение

$$\varphi[\beta] * \psi[\beta] = [\varphi[\gamma], \psi[\beta - \gamma]] = \sum_{\gamma=-\infty}^{\infty} \varphi[\gamma] \cdot \psi[\beta - \gamma].$$

$$D_m[\beta]$$

В этом параграфе нами рассматривается задача построения дискретной функции, которая удовлетворяет равенству

$$D_m[\beta] * G_m[\beta] = \delta[\beta], \quad (1.1)$$

где

$$G_m[\beta] = -\frac{\text{sign}[\beta]}{2m} \cdot \left( \sum_{k=1}^m e^{[\beta] \cos \frac{(2k-1)\pi}{2m}} \cos \left( [\beta] \sin \frac{(2k-1)\pi}{2m} + \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right) \right), \quad (1.2)$$

$m$  – четное,

$$\delta[\beta] = \begin{cases} 1, & \beta = 0, \\ 0, & \beta \neq 0, \end{cases} \quad [\beta] = h\beta, \quad h = \frac{1}{N}, \quad N = 1, 2, \dots$$

$$D_m[\beta]$$

Следует отметить, что метод построения аналогичен методу построения дискретных аналогов

$$\frac{d^{2m}}{dx^{2m}}, \frac{d^{2m}}{dx^{2m}} - \frac{d^{2m-2}}{dx^{2m-2}}, \frac{d^4}{dx^4} + 2\frac{d^2}{dx^2} + 1 \dots \frac{d^6}{dx^6} - 1$$

и которые приведены в работах [6, 10, 13].

## 2. МЕТОДОЛОГИЯ

## 2.1 Известные формулы и некоторые обозначения

В этом параграфе нами используются следующие известные формулы обобщенных функций и преобразования Фурье [15]. Прямое и обратное преобразования Фурье функции  $\varphi$  определяются

$$F[\varphi(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x) e^{2\pi i p x} dx, \quad F^{-1}[\varphi(p)] = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(p) e^{-2\pi i p x} dp. \quad (1.5)$$

Преобразование Фурье произведения и свертки функций  $\varphi$  и  $\psi$ :

$$F[\varphi * \psi] = F[\varphi] \cdot F[\psi], \quad (1.6)$$

$$F[\varphi \cdot \psi] = F[\varphi] * F[\psi], \quad (1.7)$$

Для дельта-функции и ее производных имеют места следующие

$$F[\delta(x)] = 1, \quad F[\delta^{(\alpha)}(x)] = (-2\pi i p)^\alpha. \quad (1.8)$$

Мы используем также следующие известные свойства дельта-функции

$$\delta(hx) = h^{-1} \delta(x), \quad (1.9)$$

$$\delta(x - a) \cdot f(x) = \delta(x - a) \cdot f(a), \quad (1.10)$$

$$\delta^{(\alpha)}(x) * f(x) = f^{(\alpha)}(x), \quad (1.11)$$

$$\varphi_0(x) = \sum_{\beta=-\infty}^{\infty} \delta(x - \beta), \quad \sum_{\beta} e^{2\pi i x \beta} = \sum_{\beta} \delta(x - \beta). \quad (1.12)$$

Дискретная функция  $D_m[\beta]$  играет важную роль при вычислении коэффициентов оптимальных квадратурных и интерполяционных формул в пространстве  $L_2^{(m,0)}$ . Отметим, что уравнение (1.1) является дискретным аналогом следующего уравнения

$$\left( \frac{d^{2m}}{dx^{2m}} + 1 \right) \cdot G_m(x) = \delta(x), \quad (1.3)$$

где

$$G_m(x) = -\frac{\text{sign}(x)}{2m} \cdot \left( \sum_{k=1}^m e^{x \cos \frac{(2k-1)\pi}{2m}} \cos \left( x \sin \frac{(2k-1)\pi}{2m} + \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right) \right),$$

$\delta(x)$  - дельта-функция Дирака.

Введем следующие обозначения

$$\begin{aligned}
a_{1k} &= e^{\frac{h \cos \frac{(2k-1)\pi}{2m}}{2m}} \cos \left( h \sin \frac{(2k-1)\pi}{2m} + \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right) \\
&\quad - e^{-\frac{h \cos \frac{(2k-1)\pi}{2m}}{2m}} \cos \left( h \sin \frac{(2k-1)\pi}{2m} - \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right) \\
a_{2,k} &= 2 \left( \sin \frac{(2k-1)\pi}{2m} \sin \left( 2h \sin \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right) - \cos \frac{(2k-1)\pi}{2m} \sinh \left( 2h \sin \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right) \right), \\
b_{1,k} &= -4 \cosh \left( h \cos \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right) \cdot \cos \left( h \cdot \sin \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right), \\
b_{2,k} &= 2 \left[ 1 + ch \left( 2h \cdot \cos \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right) + \cos \left( 2h \sin \frac{(2k-1)\pi}{2m} \right) \right].
\end{aligned}$$

## 2. ПОСТРОЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО АНАЛОГА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА

Основными результатами этого параграфа являются следующие теоремы.

**Теорема 1.1.** Дискретный аналог дифференциального оператора  $\frac{d^{2m}}{dx^{2m}} + 1$ , удовлетворяющий равенству (1.1), при  $m$  – четном имеет вид

$$D_m[\beta] = -\frac{m}{K} \cdot \begin{cases} \sum_{k=1}^{m-1} A_k \cdot \lambda_k^{|\beta|-1}, & |\beta| \geq 2, \\ 1 + \sum_{k=1}^{m-1} A_k, & |\beta| = 1, \\ M_1 - K_1 + \sum_{k=1}^{m-1} \frac{A_k}{\lambda_k}, & \beta = 0, \end{cases} \quad (1.4)$$

где

$$K = \sum_{k=1}^{\frac{m}{2}} a_{1,k}, \quad M_1 = \sum_{k=1}^{\frac{m}{2}} b_{1,k}, \quad K_1 = \frac{\sum_{k=1}^{\frac{m}{2}} \left( a_{2,k} + a_{1,k} \sum_{j=1, j \neq k}^{\frac{m}{2}} b_{1,j} \right)}{K},$$

$$A_k = \frac{A_{2m}(\lambda_k)}{\lambda_k \cdot (Q_{2m-2}(\lambda_k))'}, \quad P_{2m-2}(\lambda) = K Q_{2m-2}(\lambda) \quad Q_{2m-2}(\lambda) = \prod_{k=1}^{2m-2} (\lambda - \lambda_k)$$

$$A_{2m}(\lambda) = \prod_{k=1}^{\frac{m}{2}} (\lambda^4 + b_{1k} \lambda^3 + b_{2k} \lambda^2 + b_{3k} \lambda + b_{4k}) \quad P_{2m-2}(\lambda) = \prod_{k=1}^{\frac{m}{2}} A_k(\lambda) \sum_{j=1}^{\frac{m}{2}} \frac{B_j(\lambda)}{A_j(\lambda)}$$

$$B_j(\lambda) = a_{1,j} \lambda^2 + a_{2,j} \lambda + a_{1,j}$$

$$\lambda_k \quad Q_{2m-2}(\lambda) \quad |\lambda_k| < 1$$

– корни многочлена по модулю меньше единицы, т.е.

$h$

– малый положительный параметр.

$$D_m[\beta] \quad \frac{d^{2m}}{dx^{2m}} + 1$$

**Теорема 1.2.** Дискретный аналог дифференциального оператора удовлетворяет равенствам

$$D_m[\beta] \star e^{[\beta] \cos\left(\frac{(2k-1)\pi}{2m}\right)} \cdot \cos\left([\beta] \sin\frac{(2k-1)\pi}{2m}\right) = 0, \quad k = \overline{1, m}$$

1)

$$D_m[\beta] \star e^{[\beta] \cos\left(\frac{(2k-1)\pi}{2m}\right)} \cdot \sin\left([\beta] \sin\frac{(2k-1)\pi}{2m}\right) = 0, \quad k = \overline{1, m}$$

2)

$$G_m[\beta] \quad \delta[\beta] -$$

Здесь  $G_m[\beta]$  определяется равенством (1.2), а дискретная дельта – функция.

**Доказательство теорема 1.1.**

Вместо функций дискретного аргумента удобно перейти к боронообразным функциям и выполнить действия

над ними. Боронообразная функция, соответствующая функции дискретного аргумента  $D_m[\beta]$ , имеет вид

$$\mathbb{D}_m(x) = \sum_{\beta=-\infty}^{\infty} D_m[\beta] \cdot \delta(x - h\beta).$$

Теперь, используя определение боронообразных функций, вместо уравнения (1.1) мы рассмотрим следующее эквивалентное уравнение в боронообразных функциях.

$$\mathbb{D}_m(x) \star \mathbb{G}_m(x) = \delta(x). \quad (1.13)$$

$$\mathbb{D}_m(x) = \delta(x) \quad \mathbb{G}_m(x) = \sum_{\beta=-\infty}^{\infty} G_m[\beta] \cdot \delta(x - h\beta) -$$

При этом следует учитывать, что и

$$G_m[\beta].$$

боронообразная функция, соответствующая дискретной функции

Далее, применяя к обеим частям уравнения (1.13) преобразование Фурье и учитывая (1.6) и (1.8), получаем

$$F\left[\mathbb{B}_m(x)\right]=\frac{1}{F\left[\mathbb{G}_m(x)\right]}.$$

(1.14)

$$F\left[\mathbb{G}_m(x)\right]$$

Отсюда видно, что нам требуется преобразование Фурье функции  $G_m(x)$ . Учитывая (1.10), (1.12), а также используя формулы (1.7) и (1.9), имеем

$$F\left[\mathbb{G}_m(x)\right]=F\left[G_m(x)\right]\star\varphi_0(hp).$$

(1.15)

$$F\left[G_m(x)\right]$$

$$G_m(x)$$

Чтобы вычислить преобразование Фурье функции  $G_m(x)$ , мы используем равенства (1.3) и (1.11). Тогда с учётом равенств (1.6) и (1.8) получим

$$F\left[G_m(x)\right]=\frac{1}{(2\pi ip)^{2m}+1},\quad m=2n,\quad n=1,2,\dots$$

(1.16)

$$s^{2m}+1=0$$

Корни уравнения  $s^{2m}+1=0$  обозначим

$$s_k=\cos\left(\frac{(2k-1)\pi}{2m}\right)+i\sin\left(\frac{(2k-1)\pi}{2m}\right),\quad k=\overline{1,2m}$$

(1.16) и (1.14) дает . Тогда вычисление свертки (1.15) с учетом

$$F\left[\mathbb{B}_m\right](p)=-h\cdot\left(-\frac{2\pi i}{h}\right)^{2m}\cdot\left[\sum_{\beta}\frac{1}{\left[z-h\left(p+\frac{is_1}{2\pi}\right)\right]\left[z-h\left(p+\frac{is_2}{2\pi}\right)\right]...\left[z-h\left(p+\frac{is_{2m}}{2\pi}\right)\right]}\right]^{-1}.$$

(1.17)

$$F\left[\mathbb{B}_m\right](p)$$

Предположим, что ряд Фурье функции имеет вид

$$F\left[\mathbb{B}_m\right](p)=\sum_{\beta=-\infty}^{\infty}\hat{D}_m[\beta]e^{2\pi ip h\beta},$$

(1.18)

$$\hat{D}_m[\beta]-$$

$$F\left[\mathbb{B}_m\right](p)$$

где коэффициенты Фурье функции, т.е.

$$\hat{D}_m[\beta]=\int_0^{h^{-1}}F\left[\mathbb{B}_m\right](p)e^{-2\pi ip h\beta}dp.$$

(1.19)

Применив обратное преобразование Фурье к равенству (1.18), получим борнообразную функцию

$$\mathbb{D}_m(x) = \sum_{\beta=-\infty}^{\infty} \hat{D}_m[\beta] \delta(x - h\beta)$$

Отсюда, основываясь на определении борнообразных функций заключаем, что дискретная функция  $\hat{D}_m[\beta]$  и есть искомая функция дискретного аргумента  $D_m[\beta]$ . Здесь функцию  $\hat{D}_m[\beta]$  найдем следующим путем. Для того чтобы вычислить бесконечный ряд в (1.17), воспользуемся следующей известной формулой из теории вычетов [cite{\bibitem{14}}]

$$\sum_{\beta=-\infty}^{\infty} f(\beta) = - \sum_{z_1, z_2, \dots, z_{2m}} \text{выч}(\pi \text{ctg}(\pi z) f(z)) , \quad (1.20)$$

где  $z_1, z_2, \dots, z_{2m}$  – полюсы функции  $f(z)$ .

Обозначим

$$f(z) = \frac{1}{\left[ z - h \left( p + \frac{is_1}{2\pi} \right) \right] \left[ z - h \left( p + \frac{is_2}{2\pi} \right) \right] \dots \left[ z - h \left( p + \frac{is_{2m}}{2\pi} \right) \right]} .$$

Здесь  $z_k = h \left[ p + \frac{s_k i}{2\pi} \right] , k = \overline{1, 2m}$  полюсы первого порядка. Тогда, учитывая (1.20) из (1.17) получаем

$$F[\mathbb{D}_m](p) = -h \cdot \left( -\frac{2\pi i}{h} \right)^{2m} \cdot \left[ \sum_{z_1, z_2, \dots, z_{2m}} \text{res}(\pi \text{ctg}(\pi z) \cdot f(z)) \right]^{-1} . \quad (1.21)$$

Имеем

$$\text{выч}_{z=z_1}(\pi \text{ctg}(\pi z) f(z)) = - \left( -\frac{2\pi i}{h} \right)^{2m-1} \frac{\pi s_1}{2m} \text{ctg} \left( \pi h p + \frac{s_1 h i}{2} \right) ,$$

$$\text{выч}_{z=z_2}(\pi \text{ctg}(\pi z) f(z)) = - \left( -\frac{2\pi i}{h} \right)^{2m-1} \frac{\pi s_2}{2m} \text{ctg} \left( \pi h p + \frac{s_2 h i}{2} \right) ,$$

... ..

$$\text{выч}_{z=z_{2m-1}}(\pi \text{ctg}(\pi z) f(z)) = - \left( -\frac{2\pi i}{h} \right)^{2m-1} \frac{\pi s_{2m-1}}{2m} \text{ctg} \left( \pi h p + \frac{s_{2m-1} h i}{2} \right) ,$$

$$\text{выч}_{z=z_{2m}}(\pi \text{ctg}(\pi z) f(z)) = - \left( -\frac{2\pi i}{h} \right)^{2m-1} \frac{\pi s_{2m}}{2m} \text{ctg} \left( \pi h p + \frac{s_{2m} h i}{2} \right) .$$

Введя обозначение  $\lambda = e^{2\pi i p h}$ , используя последние  $2m-2$  равенства и учитывая следующие известные формулы

$$\cos(z) = \frac{e^{zi} + e^{-zi}}{2}, \quad \sin(z) = \frac{e^{zi} - e^{-zi}}{2i}, \quad \cosh(z) = \frac{e^z + e^{-z}}{2},$$

$$\sinh(z) = \frac{e^z - e^{-z}}{2}, \quad F\left[\begin{matrix} \mathbb{B} \\ \mathbb{B}_m \end{matrix}\right](p)$$

, после некоторых упрощений из (1.21) для  $D_m[\beta]$  получим

$$F\left[\begin{matrix} \mathbb{B} \\ \mathbb{B}_m \end{matrix}\right](p) = -\frac{m}{K} \cdot \frac{A_{2m}(\lambda)}{\lambda Q_{2m-2}(\lambda)} = -\frac{m}{K} \cdot \left( \lambda + M_1 - K_1 + \frac{S_{2m-2}(\lambda)}{\lambda Q_{2m-2}(\lambda)} \right). \quad (1.22)$$

Для того чтобы найти явный вид дискретного оператора  $D_m[\beta]$  равенство (1.22) разлагаем на элементарные дроби. Так как многочлен  $Q_{2m-2}(\lambda)$  из

теоремы 1.1 имеет  $2m-2$  действительных корней и  $\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \dots \cdot \lambda_{2m-3} \cdot \lambda_{2m-2} = 1$ , где  $\lambda_j \cdot \lambda_{2m-1-j} = 1, j = 1, m-1$ , то для правой части (1.22) имеем

$$\frac{A_{2m}(\lambda)}{\lambda Q_{2m-2}(\lambda)} = \lambda + M_1 - K_1 + \frac{A_0}{\lambda} + \frac{A_1}{\lambda - \lambda_1} + \frac{A_2}{\lambda - \lambda_2} + \dots + \frac{A_{2m-2}}{\lambda - \lambda_{2m-2}}. \quad (1.23)$$

Для того чтобы найти неизвестные коэффициенты  $A_0, A_1, A_2, \dots, A_{2m-3}, A_{2m-2}$  уравнения (1.23), умножив обе части уравнения (1.23) на  $\lambda(\lambda - \lambda_1)(\lambda - \lambda_2) \cdot \dots \cdot (\lambda - \lambda_{2m-3})(\lambda - \lambda_{2m-2})$ , непосредственно имеем

$$A_0 = 1 \quad (1.24)$$

$\lambda = \lambda_k$  ( $k = \overline{1, 2m-2}$ )  
при

$$A_k = \frac{A_{2m}(\lambda_k)}{\lambda_k \cdot Q'_{2m-2}(\lambda_k)}. \quad (1.25)$$

Отсюда, учитывая, что  $\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \dots \cdot \lambda_{2m-3} \cdot \lambda_{2m-2} = 1$ , имеем

$$A_{2m-2} = -\frac{1}{\lambda_1^2} A_1, \quad A_{2m-3} = -\frac{1}{\lambda_2^2} A_2, \dots \quad (1.26)$$

$$|\lambda| = 1 \quad \lambda_j \cdot \lambda_{2m-1-j} = 1, \quad j = \overline{1, m-1}$$

Наконец, учитывая равенства (1.24) - (1.26) имея ввиду, что  $\lambda_j \cdot \lambda_{2m-1-j} = 1$ , и пользуясь формулой для суммы бесконечно убывающей геометрической прогрессии, из (1.23) получим

$$F\left[\mathbb{D}_m\right](p) = -\frac{m}{K} \cdot \left[ \lambda + M_1 - K_1 + \frac{1}{\lambda} + \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{j=1}^{2m-2} \left[ \frac{A_j}{\lambda} \left( \frac{\lambda_j}{\lambda} \right)^j + \frac{A_j}{\lambda_j} (\lambda_j \lambda)^j \right] \right] = \sum_{j=-\infty}^{\infty} D_m[j] \lambda^j.$$

Отсюда, имея виду, что  $\lambda = e^{2\pi i p h}$ , получим явный вид (1.4) дискретной функции  $D_m[\beta]$ . Теорема 1.1 доказана.

Доказательство теоремы 1.2 получается с использованием определения свертки дискретных функций и непосредственным вычислением левых сторон равенств 1) и 2). В (1.4) заметим, что функция  $D_m[\beta]$

$$D_m[-\beta] = D_m[\beta]$$

четная, т.е.,

### 3. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. – М.: Наука, 1974. - 808 с.
- 2) Соболев С.Л. Коэффициенты оптимальных квадратурных формул // Доклады АН СССР. – Москва, 1977. - Т. 235, № 1. - С. 34-37.
- 3) Sobolev S.L. The coefficients of optimal quadrature formulas, in: Selected works of S.L.Sobolev, Springer US (2006). – pp. 561–566.
- 4) Sobolev S.L., Vaskevich V.L. The theory of cubature formulas, Kluwer Academic Publishers Group. - Dordrecht, 1997.
- 5) 5. Жамалов З.Ж. Об одном разностном аналоге оператора и его построение // Прямые и обратные задачи для дифференциальных уравнений с частными производными и их приложения. -Ташкент: Фан,1978-С.97- 108.
- 6) Шадиметов Х.М. Дискретный аналог оператора и его построение // Вопросы вычисл. и прикл. математики: Сб. науч. тр. – Ташкент: ИК АН РУз, 1985. - вып. 79. - С. 22-35.
- 7) Шадиметов Х.М., Хаётов А.Р. Дискретный аналог одного дифференциального оператора : — Кубатурные формулы и их приложения: Материалы VI международного семинара-совещания. - Уфа:,2001, -С.149-154.
- 8) Шадиметов Х.М., Хаётов А.Р. Оптимальные квадратурные формулы в смысле Сарда  $K_2(P_m)$  пространстве. Материалы научной конференции. - Ташкент: 2013.
- 9) Шадиметов Х.М., Хаётов А.Р. Построение дискретного аналога дифференциального оператора  $d^{2m}/dx^{2m} - d^{2m-2}/dx^{2m-2}$ , Уз.Мат. Журнал, 2004, №2, С. 85-95.
- 10) Шадиметов Х.М., Хаётов А.Р. Свойства дискретного аналога дифференциального оператора  $\frac{d^{2m}}{dx^{2m}} - \frac{d^{2m-2}}{dx^{2m-2}}$ , Уз.Мат. Журнал, 2004, №4, С. 72-83.
- 11) Хаётов А.Р. Дискретные аналоги некоторых дифференциальных операторов // Узбекский математический журнал. –Ташкент, 2012. -№ 1. -С.151-155
- 12) Hayotov A.R. The discrete analogue of a differential operator and its applications, Lithuanian Mathematical Journal, 2014, 54, no 3, 290–307.

$$\frac{d^4}{dx^4} + 2\frac{d^2}{dx^2} + 1$$

- 13) Хаётов А.Р. Построение дискретного аналога дифференциального оператора  $\frac{d^4}{dx^4} + 2\frac{d^2}{dx^2} + 1$  и его свойства // Узбекский математический журнал. –Ташкент, 2009. -№ 3. -С.81-88
  - 14) Мақсудов Ш., Салохитдинов М.С., Сирожиддинов С.Ҳ. Комплекс ўзгарувчининг функциялари назарияси. ~ -Тошкент, 1976, -363 б.
  - 15) Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике.~ М.: Наука, – 1979.
-