

SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING KORXONALARDA BIZNES JARAYONLARINI OPTIMALLASHTIRISHDAGI O'RNI

Tilavov Sherali Qudratilloevich

*Buxoro davlat universiteti Sun'iy intellekt va axborot xavfsizligi kafedrası
o'qituvchisi*

e-mail: sh.q.tilavov@buxdu.uz

Annotatsiya. *Ushbu maqolada sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining zamonaviy korxonalarda biznes jarayonlarini optimallashtirishdagi o'rni nazariy va amaliy jihatdan tahlil qilingan. Tadqiqotda ilmiy adabiyotlar va joriy bozor hisobotlarini tizimli o'rganish, biznes jarayonlarini optimallashtirishning konseptual modelini ishlab chiqish hamda samaradorlikni baholashning matematik apparati (jarayon samaradorligi, mehnat unumdorligi, navbat nazariyasi, investitsiya rentabelligi, mashinali o'qitish mezonlari) qo'llanilgan. Mashinali o'qitish, tabiiy tilni qayta ishlash, robotlashtirilgan jarayon avtomatlashtiruvi (RPA), jarayon mayningi va generativ SI kabi texnologiyalarning avtomatlashtirish, bashoratlash, aqlli qaror qabul qilish va monitoring mexanizmlari orqali jarayon ko'rsatkichlariga ta'siri ko'rsatilgan. Illyustrativ model misolida intellektual avtomatlashtirish sikl vaqtini va xatolar ulushini sezilarli kamaytirishi, mehnat unumdorligi hamda investitsiya rentabelligini oshirishi asoslangan. Natijalar SIDan real qiymat olish texnologiyaning o'zidan emas, balki jarayonlarni qayta loyihalash, ma'lumotlar sifati va inson-mashina hamkorligidan kelib chiqishini ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar: *sun'iy intellekt, biznes jarayonlari, optimallashtirish, mashinali o'qitish, robotlashtirilgan jarayon avtomatlashtiruvi (RPA), jarayon mayningi, bashoratli analitika, raqamli transformatsiya, gipeavtomatlashtirish, investitsiya rentabelligi (ROI).*

Abstract. *This article analyses, both theoretically and empirically, the role of artificial intelligence (AI) technologies in optimising business processes in modern enterprises. The study combines a systematic review of academic literature and current market reports, the development of a conceptual model of business process optimisation, and a mathematical apparatus for performance evaluation (process efficiency, labour productivity, queueing theory, return on investment, and machine-learning metrics). It demonstrates how machine learning, natural language processing, robotic process automation (RPA), process mining and generative AI influence process indicators through automation, prediction, intelligent decision-making and monitoring. Using an illustrative model case, the paper shows that intelligent automation substantially reduces cycle time and error rates while increasing labour productivity and return on investment. The findings indicate that capturing real value from AI stems not from the technology itself but from workflow redesign, data quality and human-machine collaboration.*

Keywords: *artificial intelligence, business processes, optimisation, machine learning, robotic process automation (RPA), process mining, predictive analytics, digital transformation, hyperautomation, return on investment (ROI).*

1. KIRISH

Zamonaviy iqtisodiyot raqamli transformatsiya va to'rtinchi sanoat inqilobi (Industry 4.0) sharoitida tubdan o'zgarmoqda. Ma'lumotlar yangi strategik resursga, sun'iy intellekt (SI) esa ushbu resursdan qiymat yaratuvchi umumiy maqsadli texnologiyaga aylandi [1; 2]. Korxonalar tobora murakkablashayotgan raqobat muhitida operatsion samaradorlikni oshirish, xarajatlarni kamaytirish va mijozlar ehtiyojiga tezkor moslashish zaruriyatiga duch kelmoqda. Aynan shu vaziyatda SI texnologiyalari biznes jarayonlarini optimallashtirishning eng istiqbolli vositalaridan biri sifatida namoyon bo'lmoqda.

Biznes jarayonlarini takomillashtirish g'oyasi yangi emas. XX asrning 90-yillarida M.Hammer va J.Champi taklif etgan biznes-jarayonlarni qayta qurish (BPR) konsepsiyasi, shuningdek T.Davenport va J.Short ishlari jarayonlarni tubdan qayta loyihalash orqali samaradorlikni oshirishga asos solgan edi [3; 4]. Keyinchalik biznes jarayonlarini boshqarish (BPM) yo'nalishi rivojlandi [5], W.van der Aalst esa jarayon mayningi (process mining) — tashkilotning haqiqiy jarayonlarini axborot tizimlari loglaridan qayta tiklash va tahlil qilish metodologiyasini ishlab chiqdi [6]. Bugungi kunda bu an'anaviy yondashuvlar SI bilan birlashib, jarayonlarni qo'lda qayta loyihalashdan ma'lumotlarga asoslangan, avtomatlashtirilgan va o'z-o'zini takomillashtiruvchi optimallashtirishga o'tish imkonini bermoqda.

Bu jarayonning miqyosi bozor ko'rsatkichlarida yaqqol aks etadi. Sanoat hisobotlariga ko'ra, global biznes jarayonlarini avtomatlashtirish bozori 2025-yilda taxminan 19,85 mlrd AQSh dollarini tashkil etgan bo'lib, 2034-yilga borib 56,68 mlrd dollarga yetishi va yillik o'rtacha 12,4% atrofida o'sishi prognoz qilinmoqda [7]. Intellektual jarayon avtomatlashtiruvi (IPA), gipeavtomatlashtirish va RPA segmentlari undan ham tezroq sur'atlarda kengaymoqda, jarayon mayningi bozori esa so'nggi yillarda 30%dan ortiq o'sgan [7; 8]. Korxonalar darajasida ham SIni qo'llash keng tarqaldi: yetakchi konsalting tashkilotining 2025-yilgi tadqiqotiga ko'ra, tashkilotlarning qariyb 78% kamida bitta biznes funksiyasida SIdan foydalanmoqda [10]. Shu bilan birga, tashkilotlarning atigi 23% SI agentlarini biror funksiyada ko'lamli joriy etgan, bu esa qo'llash va real qiymat olish o'rtasidagi farqni ko'rsatadi [10].

O'zbekistonda ham raqamli rivojlanish va SIni joriy etish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishiga aylangan. «Raqamli O'zbekiston — 2030» strategiyasi (O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni) raqamli infratuzilma va elektron xizmatlar uchun asos yaratdi [14]. 2024-yilda «Sun'iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasi» tasdiqlandi (PQ-358-son qarori) — unda iqtisodiyot tarmoqlari va davlat boshqaruvida

SI ni jadal joriy etish, malakali kadrlar tayyorlash va «katta ma'lumotlar» tizimini shakllantirish vazifalari belgilandi [15]. Yangilangan «O'zbekiston — 2030» strategiyasida raqamli texnologiyalar va SI rivoji 444 ta o'lchanadigan samaradorlik ko'rsatkichi orqali qamrab olingan [16]. Bu hujjatlar mahalliy korxonalar uchun SI asosida biznes jarayonlarini optimallashtirishni dolzarb vazifaga aylantiradi.

Shunga qaramay, mavjud tadqiqotlarda muhim bo'shliq saqlanib qolmoqda. Birinchidan, amaliyotda SI ni keng joriy etish hali real iqtisodiy qiymatga to'liq aylanmayapti: yuqorida tilga olingan tadqiqotga ko'ra, korxonalarning faqat kichik qismigina (taxminan 6%) SI dan korxona darajasidagi sezilarli foydaga erishgan, ko'pchilik uchun ta'sir 5%dan kam bo'lib qolmoqda [9; 10]. Ikkinchidan, SI texnologiyalarini biznes jarayonlarining o'lchanadigan ko'rsatkichlari bilan tizimli bog'laydigan, formulalar va vizual modellar bilan ifodalangan o'zbek tilidagi ilmiy-uslubiy ishlanmalar yetarli emas. Mazkur maqola ana shu bo'shliqni qisman to'ldirishga qaratilgan.

Tadqiqotning maqsadi — sun'iy intellekt texnologiyalarining korxonalarda biznes jarayonlarini optimallashtirishdagi o'rnini nazariy jihatdan asoslash hamda samaradorlikni baholovchi konseptual model va matematik apparatni ishlab chiqishdan iborat.

Maqsaddan kelib chiqib quyidagi **vazifalar** belgilandi: (1) biznes jarayonlarini optimallashtirishda qo'llaniladigan asosiy SI texnologiyalarini tasniflash va ularning biznes funksiyalari bilan bog'liqligini aniqlash; (2) SI asosida jarayonlarni optimallashtirishning konseptual modelini ishlab chiqish; (3) jarayon va iqtisodiy samaradorlikni baholashning matematik apparatini tizimlashtirish; (4) intellektual avtomatlashtirishning kutilayotgan ta'sirini illyustrativ model misolida ko'rsatish; (5) SI ni joriy etishning muvaffaqiyat omillari, to'siqlari va O'zbekiston uchun amaliy tavsiyalarini ishlab chiqish.

2. MATERIALLAR VA USULLAR

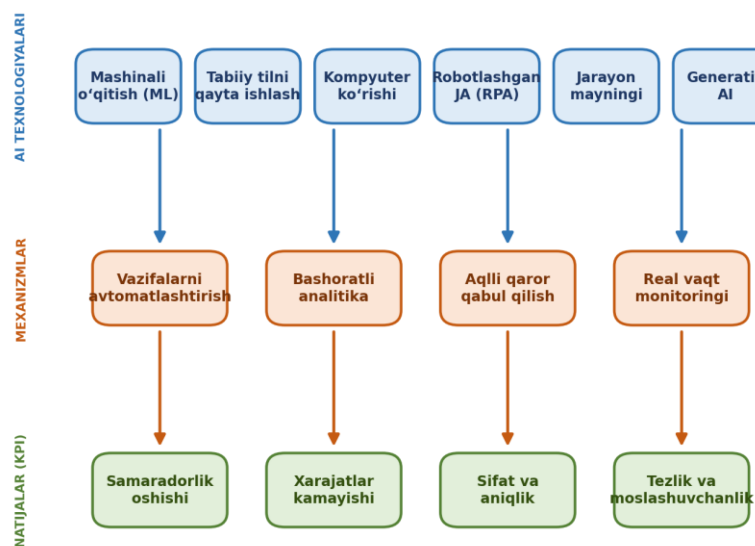
Tadqiqot konseptual-analitik xarakterga ega bo'lib, bir necha o'zaro bog'liq usuldan tarkib topgan. Birinchidan, mavzuga oid ilmiy adabiyotlar (monografiyalar, ilmiy maqolalar) hamda yetakchi tahliliy tashkilotlarning joriy bozor hisobotlari tizimli ravishda o'rganildi. Ikkinchidan, olingan bilimlar asosida SI texnologiyalarini optimallashtirish mexanizmlari va biznes natijalari (KPI) bilan bog'laydigan konseptual model qurildi. Uchinchidan, jarayon va iqtisodiy samaradorlikni miqdoriy baholash uchun matematik apparat tizimlashtirildi. To'rtinchidan, ushbu apparatning qo'llanilishi illyustrativ model misolida namoyish etildi.

Muhim uslubiy izoh. Maqoladagi miqdoriy misol va undagi raqamlar (siki vaqti, xatolar ulushi, tejamkorlik va h.k.) real korxonadan olingan empirik ma'lumotlar emas, balki sanoat amaliyotidan ma'lum bo'lgan tipik ko'rsatkichlar asosida qurilgan illyustrativ modeldir. Ular metodikaning ishlash mantig'ini ko'rsatish uchun xizmat qiladi; aniq korxonada qo'llashda haqiqiy ma'lumotlar bilan almashtirilishi shart.

2.1. Biznes jarayonlarini optimallashtirishning konseptual modeli

Tadqiqotda taklif etilayotgan konseptual model uch qatlamdan iborat qiymat zanjiri sifatida tasvirlanadi (1-rasm). Birinchi qatlam — SI texnologiyalari (mashinali o‘qitish, tabiiy tilni qayta ishlash, kompyuter ko‘rishi, RPA, jarayon mayningi, generativ SI). Ikkinchi qatlam — bu texnologiyalar amalga oshiradigan optimallashtirish mexanizmlari: vazifalarni avtomatlashtirish, bashoratli analitika, aqlli qaror qabul qilish va real vaqt monitoringi. Uchinchi qatlam — bu mexanizmlar yetkazib beradigan biznes natijalari: samaradorlik oshishi, xarajatlar kamayishi, sifat va aniqlik, tezlik va moslashuvchanlik. Model Sini alohida vosita emas, balki jarayon natijalariga yo‘naltirilgan yaxlit tizim sifatida talqin qilishni ta’kidlaydi.

Sun’iy intellekt texnologiyalari asosida biznes jarayonlarini optimallashtirishning konseptual modeli



1-rasm. SI texnologiyalari asosida biznes jarayonlarini optimallashtirishning konseptual modeli

2.2. Jarayon samaradorligini baholash apparati

Biznes jarayonining bazaviy samaradorligi foydali natijaning sarflangan resurslarga nisbati orqali baholanadi:

$$\eta = \frac{Q_{out}}{R_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

bunda η — samaradorlik koeffitsienti (%), Q_{out} — foydali natija (qayta ishlangan birliklar), R_{in} — sarflangan resurslar. Optimallashtirishning bevosita natijasi — mehnat unumdorligining o‘shishi bo‘lib, u quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta P = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \times 100\% \quad (2)$$

bu yerda P_0 va P_1 — mos ravishda S_{ini} joriy etishdan oldingi va keyingi unumdorlik. Jarayonning vaqt bo'yicha xususiyatlarini baholashda navbat nazariyasi qo'llaniladi. Littl qonuniga ko'ra tizimda o'rtacha birliklar soni kelib tushish intensivligi va o'rtacha kutish vaqtiga bog'liq:

$$L = \lambda \cdot W \quad (3)$$

bunda L — tizimdagi o'rtacha birliklar soni, λ — kelib tushish intensivligi, W — birlikning tizimda bo'lish vaqti. Tizim yuklanish darajasi (utilizatsiya) esa xizmat ko'rsatish intensivligi μ orqali aniqlanadi:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

Yuqori ρ qiymat (birga yaqin) jarayonda «tor joy» (bottleneck) mavjudligini bildiradi; SI yordamida bashoratli yuklamani taqsimlash va avtomatlashtirish orqali μ oshiriladi va kutish vaqti qisqaradi. Jarayon sikli samaradorligi (PCE) qiymat qo'shuvchi operatsiyalar vaqtining umumiy o'tish vaqtiga nisbati sifatida o'lchanadi:

$$PCE = \frac{T_{VA}}{T_{lead}} \times 100\% \quad (5)$$

Ishlab chiqarish jarayonlarida uskunalar umumiy samaradorligi (OEE) ko'rsatkichi qo'llaniladi — u tayyorlik (A), unumdorlik (P) va sifat (Q) ko'paytmisidan iborat:

$$OEE = A \times P \times Q \quad (6)$$

2.3. Iqtisodiy samaradorlik va investitsiya rentabelligi

S_{ini} joriy etish loyihasining iqtisodiy maqsadga muvofiqligini baholashda investitsiya rentabelligi (ROI) markaziy ko'rsatkich hisoblanadi. U olingan foyda (B) va to'liq egalik xarajatlari (C) nisbati orqali aniqlanadi [11]:

$$ROI = \frac{B-C}{C} \times 100\% \quad (7)$$

bunda C — litsenziya, ishlab chiqish, infratuzilma va texnik xizmat xarajatlarini, B esa mehnat tejamkorligi, xatolar kamayishidan tejalgan mablag' va unumdorlik o'sishini qamrab oladi. Loyihaning qoplanish (to'lov) muddati boshlang'ich investitsiyaning oylik sof tejamkorlikka nisbati sifatida topiladi:

$$T_{qopl} = \frac{C_{inv}}{S_{oy}} \quad (8)$$

Uzoq muddatli loyihalar uchun pulning vaqt qiymatini hisobga oluvchi sof joriy qiymat (NPV) ko'rsatkichi qo'llaniladi:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (9)$$

bunda CF_t — t -davrdagi pul oqimi, r — diskont stavkasi, I_0 — boshlang'ich investitsiya, n — loyiha davrlari soni. NPV musbat bo'lsa, loyiha iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq deb baholanadi.

2.4. Sun'iy intellekt modellari va optimallashtirishning matematik asoslari

Optimallashtirish mexanizmlarining yadrosini mashinali o'qitish modellari tashkil etadi. Nazorat ostida o'qitishda model parametrlari empirik xatolikni minimallashtirish orqali sozlanadi; uzluksiz miqdorlarni bashoratlashda o'rtacha kvadratik xatolik (MSE) yo'qotish funksiyasi sifatida ishlatiladi:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (10)$$

bunda y_i — haqiqiy qiymat, $\hat{y}_i$ — model bashorati, n — kuzatuvlar soni. Klassifikatsiya (masalan, hujjatlarni turkumlash yoki firibgarlikni aniqlash) masalalarida logistik (sigmoid) funksiya ehtimollik chiqaradi:

$$\sigma(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (11)$$

Klassifikatsiya modeli sifati aniqlik (Precision), to'liqlik (Recall) va ularning garmonik o'rtachasi F1-mezon orqali baholanadi:

$$P = \frac{TP}{TP + FP}, \quad R = \frac{TP}{TP + FN}, \quad F_1 = \frac{2PR}{P + R} \quad (12)$$

bunda TP, FP, FN — mos ravishda to'g'ri musbat, noto'g'ri musbat va noto'g'ri manfiy natijalar soni. Talab yoki yuklamani prognozlash modellarining aniqligi o'rtacha absolyut foiz xatolik (MAPE) bilan o'lchanadi:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\% \quad (13)$$

Resurslarni taqsimlash, jadval tuzish va logistika kabi masalalarda esa chiziqli dasturlash (LP) modeli qo'llaniladi — maqsad funksiyani cheklovlar ostida minimallashtirish (yoki maksimallashtirish):

$$\min Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad \text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad x_j \geq 0 \quad (14)$$

bunda x_j — qaror o'zgaruvchilari, c_j — koeffitsientlar, a_{ij} va b_i — cheklov parametrlari. Bunday modellar SI vositalari yordamida real vaqtda yechilib, jarayon resurslarining optimal taqsimotini ta'minlaydi.

2.5. Avtomatlashtirish uchun jarayonlarni tanlash mezon

Barcha jarayonlarni bir vaqtda avtomatlashtirib bo'lmaydi; shuning uchun ustuvor nomzodlarni tanlash zarur. Buning uchun har bir jarayon bir necha mezon

(hajm, takrorlanuvchanlik, qoidalashganlik, xatolar narxi, strategik ahamiyat) bo'yicha vaznlangan ball orqali baholanadi:

$$S_i = \sum_{k=1}^m w_k \cdot v_{ik} \quad (15)$$

bunda S_i — i-jarayonning umumiy ustuvorlik bali, w_k — k-mezon vazni, v_{ik} — i-jarayonning k-mezon bo'yicha bahosi, m — mezonlar soni. Yuqori ball olgan, ya'ni yuqori hajmli va qat'iy qoidalashgan jarayonlar (masalan, hisob-fakturalarni qayta ishlash) birinchi navbatda avtomatlashtiriladi.

3. NATIJALAR

3.1. SI texnologiyalarining biznes funksiyalari bilan bog'liqligi

Tahlil natijasida biznes jarayonlarini optimallashtirishda qo'llaniladigan asosiy SI texnologiyalari ularning vazifalari, biznes funksiyalari va optimallashtirish effekti bo'yicha tizimlashtirildi (1-jadval). Har bir texnologiya ma'lum bir jarayon turi uchun samaraliroq bo'lib, amaliyotda ular ko'pincha birgalikda — intellektual jarayon avtomatlashtiruvi (IPA) tarkibida qo'llaniladi.

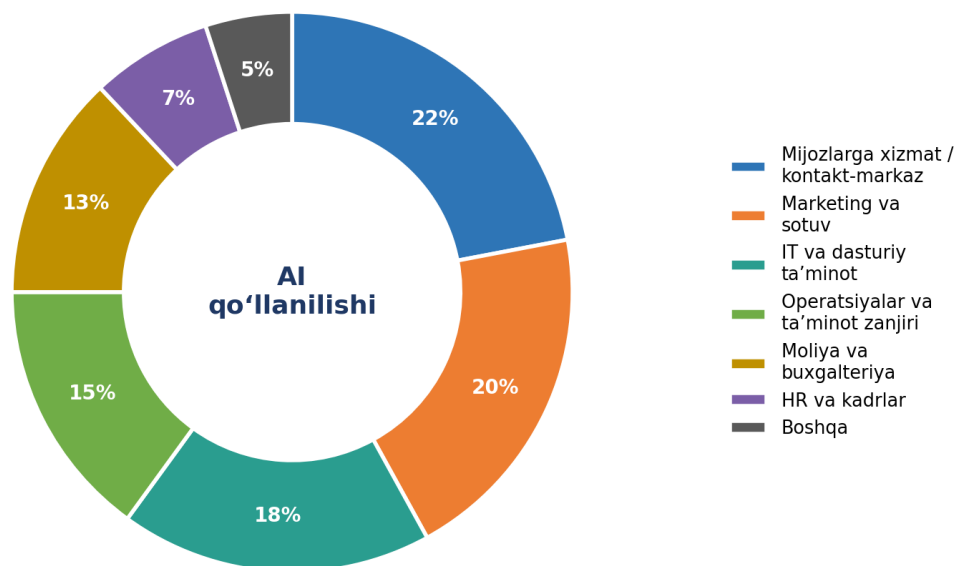
1-jadval. SI texnologiyalari va ularning biznes jarayonlaridagi vazifalari

Texnologiya	Asosiy qo'llanilishi	Biznes funksiyasi	Optimallashtirish effekti
Mashinali o'qitish (ML)	Naqsh aniqlash, bashoratlash, segmentatsiya	Sotuv, moliya, ta'minot	Talab prognozi, riskni baholash
Tabiiy tilni qayta ishlash (NLP)	Matn tahlili, chatbotlar, hujjatni tushunish	Mijozlarga xizmat, HR	Murojaatlarni avtomatik qayta ishlash
Kompyuter ko'rishi	Tasvir va video tahlili, sifat nazorati	Ishlab chiqarish, logistika	Nuqsonlarni aniqlash, inventarizatsiya
RPA	Qoidaga asoslangan vazifalarni avtomatlashtirish	Buxgalteriya, backoffice	Qo'l mehnati va xatolarni kamaytirish
Jarayon mayningi	Real jarayonni qayta tiklash, tor joylarni topish	Operatsiyalar, audit	Jarayonni tashxislash va takomillashtirish
Generativ SI	Matn, kod va kontent yaratish, bilim boshqaruvi	Marketing, IT, hujjatlashtirish	Kontent tayyorlashni tezlashtirish

Bashoratli analitika	Kelajak holatini modellashtirish	Strategiya, texnik xizmat	Profilaktik xizmat, rejalashtirish
-------------------------	-------------------------------------	------------------------------	---------------------------------------

Korxonalarda SI qo'llanilishining funksiyalar kesimidagi taqsimoti (2-rasm) shuni ko'rsatadiki, eng katta ulush mijozlarga xizmat ko'rsatish, marketing-sotuv va IT sohalariga to'g'ri keladi — bu yo'nalishlarda yetakchi tadqiqotlar ham SIning eng keng tarqalgan qo'llanilishini qayd etadi [10].

Korxonalarda AI texnologiyalarining biznes funksiyalari kesimida qo'llanilishi

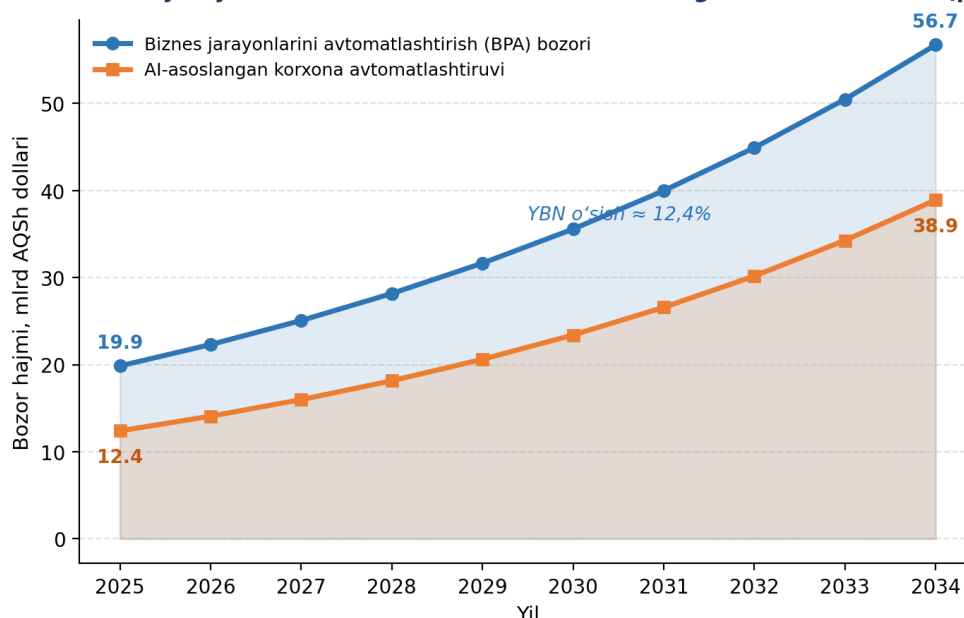


2-rasm. Korxonalarda SI texnologiyalarining biznes funksiyalari kesimidagi qo'llanilish ulushi (illyustrativ taqsimot)

3.2. Bozor dinamikasi va qo'llash darajasi

Biznes jarayonlarini avtomatlashtirish va AI-asoslangan korxona avtomatlashtiruvchi bozori barqaror o'sish bosqichida (3-rasm). Umumiy BPA bozori 2025-2034-yillarda taxminan 19,85 mlrd dollardan 56,68 mlrd dollargacha kengayishi kutilmoqda; AI-asoslangan segment esa nisbatan yuqoriroq sur'atda o'smoqda [7]. Bu dinamika korxonalarining operatsion samaradorlik va raqamli transformatsiyaga bo'lgan ehtiyoji bilan izohlanadi.

Global biznes-jarayon va AI avtomatlashtiruv bozorining o'sish dinamikasi (prognoz)



3-rasm. Global biznes-jarayon va AI avtomatlashtiruv bozorining o'sish dinamikasi (sanoat hisobotlari asosidagi prognoz) [7]

3.3. Intellektual avtomatlashtirishning jarayon ko'rsatkichlariga ta'siri

Metodikaning amaliy qo'llanilishini ko'rsatish uchun o'rta yirik korxonadagi hisob-fakturalarni qayta ishlash jarayoni illyustrativ misol sifatida olindi. Jarayon RPA, ML va NLPni birlashtirgan IPA yechimi bilan avtomatlashtirilganda kutilayotgan ko'rsatkichlar 2-jadvalda keltirilgan. Ta'kidlaymizki, bu raqamlar tipik sanoat natijalariga asoslangan model bo'lib, real loyihada haqiqiy o'lchovlar bilan almashtirilishi kerak.

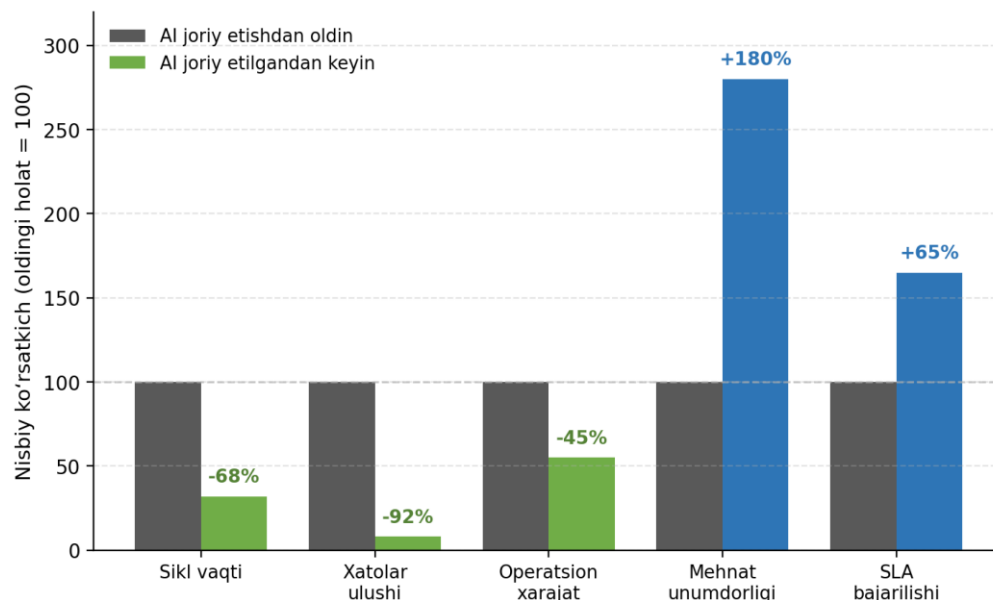
2-jadval. Hisob-fakturalarni qayta ishlash jarayoni ko'rsatkichlari (illyustrativ model)

Ko'rsatkich	AIsiz (oldin)	AI bilan (keyin)	O'zgarish
Sikl vaqti (soat)	48	15	-68%
Xatolar ulushi (%)	6,0	0,5	-92%
1 hujjatga xarajat (nisbiy)	1,00	0,55	-45%
Kunlik unumdorlik (hujjat)	200	560	+180%
SLA bajarilishi (%)	60	99	+65% (nisbiy)
Band xodimlar (FTE)	5	2	-3 FTE

Mehnat unumdorligining o'sishini (2)-formula bo'yicha hisoblaymiz: kunlik unumdorlik 200 dan 560 hujjatga ko'tarilganda $\Delta P = (560 - 200) / 200 \times 100\% = +180\%$. Xatolar ulushining 6%dan 0,5%gacha kamayishi (-92%) RPAning qoidaga

asoslangan operatsiyalarni deyarli xatosiz bajarishi bilan izohlanadi [12; 13]. Sikl vaqtining -68% qisqarishi (4)-formuladagi tizim yuklanishi ρ ning pasayishini va navbatda kutishning kamayishini bildiradi. Ushbu o'zgarishlar 4-rasmda nisbiy ko'rsatkichlar (oldingi holat = 100) ko'rinishida umumlashtirilgan.

Intellectual avtomatlashtirishning jarayon ko'rsatkichlariga ta'siri (illyustrativ model)



4-rasm. Intellectual avtomatlashtirishning jarayon ko'rsatkichlariga ta'siri (oldingi holat = 100, illyustrativ model)

3.4. Intellectual jarayon avtomatlashtiruvi arxitekturası

Tahlil asosida intellektual jarayon avtomatlashtiruvining umumlashgan arxitekturası (quvuri) ishlab chiqildi (5-rasm). Unda ma'lumotlar manbalaridan (ERP, CRM, tizim loglari) boshlanib, jarayon mayningi orqali real jarayon qayta tiklanadi, ML va bashoratli analitika naqsh va prognozlarni aniqlaydi, optimallashtirish moduli qaror qabul qiladi, RPA esa qarorni avtomatik amalga oshiradi. Monitoring va KPI o'lchash qatlami natijalarni kuzatib, qayta aloqa halqasi orqali tizimni uzluksiz takomillashtiradi. Aynan shu qayta aloqa SIga asoslangan optimallashtirishni statik avtomatlashtirishdan ajratib turadi.

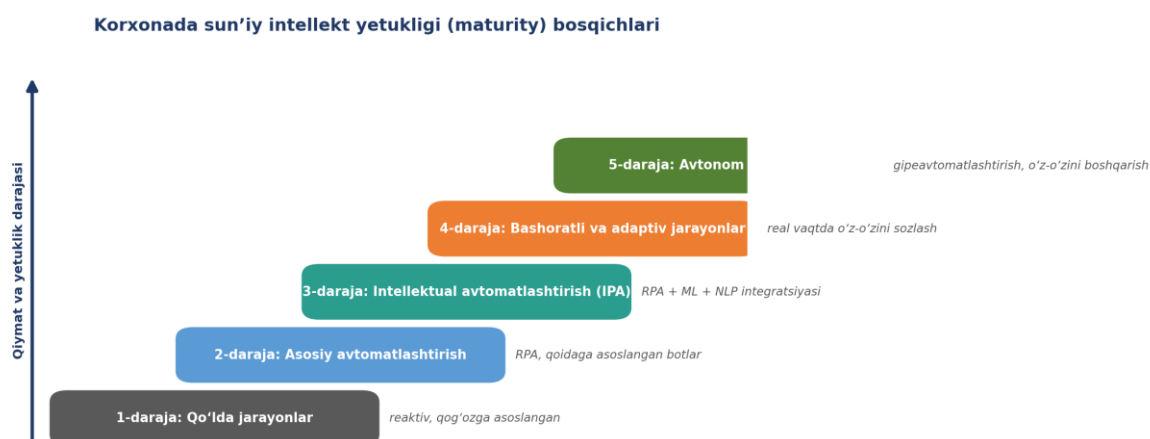
Intellectual jarayon avtomatlashtiruv quvurining (pipeline) arxitekturas



5-rasm. Intellectual jarayon avtomatlashtiruv quvurining (pipeline) arxitekturas

3.5. Sun'iy intellekt yetukligi bosqichlari

Korxonalarining SI ni o'zlashtirish darajasini tavsiflash uchun besh bosqichli yetuklik (maturity) modeli taklif etiladi (6-rasm, 3-jadval). Quyi bosqichlarda jarayonlar asosan qo'lda bajariladi yoki alohida vazifalar RPA bilan avtomatlashtiriladi; yuqori bosqichlarda esa jarayonlar bashoratli, adaptiv va, oxir-oqibat, agentli SI yordamida avtonom boshqariladi. Yetuklik oshgani sayin texnologiyaga emas, balki jarayonlarni qayta loyihalash va ma'lumotlar boshqaruviga bo'lgan talab ortadi.



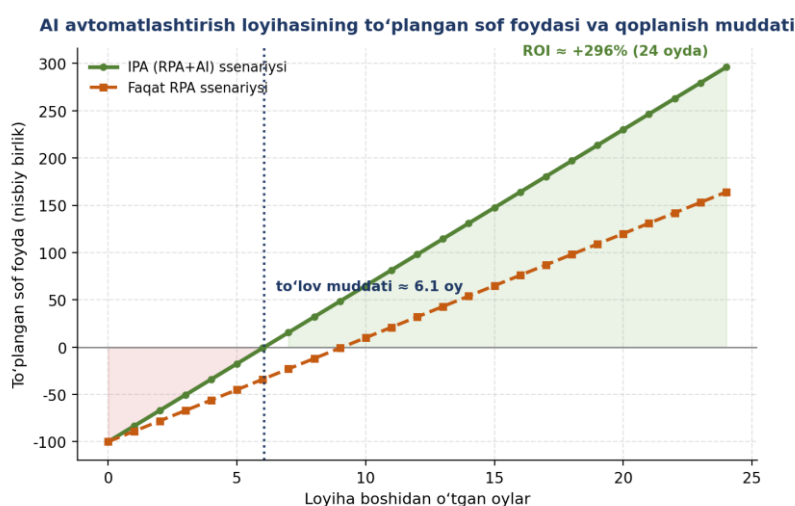
6-rasm. Korxonada sun'iy intellekt yetukligi (maturity) bosqichlari

3-jadval. SI yetuklik darajalari va ularning xususiyatlari

Dara ja	Nomi	Asosiy texnologiya	Tavsifi
1	Qo'lda jarayonlar	—	Reaktiv, qog'ozga asoslangan; avtomatlashtirish deyarli yo'q
2	Asosiy avtomatlashtirish	RPA	Qoidaga asoslangan botlar, alohida vazifalar
3	Intellectual avtomatlashtirish (IPA)	RPA + ML + NLP	Murakkab jarayonlar, istisnolarni qayta ishlash
4	Bashoratli va adaptiv jarayonlar	Bashoratli analitika	Real vaqtda o'z-o'zini sozlash, prognozlash
5	Avtonom / agentli AI	Generativ SI + agentlar	Gipeavtomatlashtirish, o'z-o'zini boshqarish

3.6. Investitsiya rentabelligi va qoplanish muddati

Yuqoridagi illyustrativ holat uchun iqtisodiy samaradorlik (7)-(8)-formulalar bo'yicha baholandi. Boshlang'ich investitsiya 100 nisbiy birlik (b.b.), oylik sof tejamkorlik esa 16,5 b.b. deb qabul qilinsa, qoplanish muddati $T = 100 / 16,5 \approx 6,1$ oyni tashkil etadi. 24 oylik umumiy foyda $16,5 \times 24 = 396$ b.b. bo'lib, $ROI = (396 - 100) / 100 \times 100\% \approx +296\%$ ga teng. Bu sanoatda RPA loyihalari uchun qayd etilgan o'rtacha $\sim 250\%$ rentabellik va 6-9 oylik qoplanish muddati bilan mos keladi [11]. Faqat RPA qo'llangan, sekinroq ssenariyda (oylik 11 b.b.) qoplanish $\sim 9,1$ oy, ROI esa $\sim +164\%$ bo'ladi. To'plangan sof foydaning vaqt bo'yicha dinamikasi 7-rasmda ko'rsatilgan.



7-rasm. AI avtomatlashtirish loyihasining to'plangan sof foydasi va qoplanish muddati (illyustrativ model)

4. MUHOKAMA

4.1. SI orqali qiymat yaratish mexanizmlari

Tadqiqot natijalari SIning biznes jarayonlarini to'rtta asosiy mexanizm orqali optimallashtirishini ko'rsatadi. Birinchisi — avtomatlashtirish: takrorlanuvchi, qoidaga asoslangan vazifalar inson aralashuvisiz, tez va xatosiz bajariladi (RPA). Ikkinchisi — bashoratlash: ML modellari talab, risk va nosozliklarni oldindan aniqlaydi. Uchinchisi — aqlli qaror qabul qilish: katta hajmli ma'lumotlar asosida real vaqtda optimal qaror chiqariladi (analitika, (14)-formuladagi optimallashtirish). To'rtinchisi — uzluksiz monitoring va o'rganish: jarayon mayningi va qayta aloqa halqasi orqali tizim doimiy takomillashtiriladi (5-rasm). Bu mexanizmlar birgalikda sikl vaqti, xatolar va xarajatlarni kamaytiradi hamda unumdorlik va sifatni oshiradi.

4.2. Muvaffaqiyat omillari

Olingan natijalarning muhim xulosasi shundan iboratki, SIDan real qiymat olish texnologiyaning o'zidan emas, balki bir qator tashkiliy omillardan kelib chiqadi. Birinchidan — jarayonlarni qayta loyihalash: yetakchi tadqiqotga ko'ra, yuqori natijaga erishgan tashkilotlar ish jarayonlarini tubdan qayta qurish ehtimoli qariyb uch baravar yuqori [10]. Ikkinchidan — ma'lumotlar sifati va boshqaruvi: model aniqligi (10)-(13)-formulalardagi mezonlar bo'yicha kirish ma'lumotlari sifatiga bevosita bog'liq. Uchinchidan — inson-mashina hamkorligi («gibrid intellekt»): SI inson mulohazasini almashtirmaydi, balki kuchaytiradi [10]. To'rtinchidan — natijalarni qat'iy o'lchash va boshqaruv (KPI hamda ROI monitoringi).

4.3. To'siqlar va risklar

Shu bilan birga, SIni joriy etish bir qator to'siqlarga ega. Joriy etish va texnik xizmat xarajatlari, ayniqsa kichik va o'rta korxonalar uchun, sezilarli bo'lishi mumkin [13]. Sanoat ma'lumotlariga ko'ra, RPA loyihalarining 30-50% qismi dastlab belgilangan maqsadlarga to'liq erishmaydi [12] — bu ko'pincha noto'g'ri jarayon tanlash yoki o'zgarishlarni boshqarishdagi kamchiliklardan kelib chiqadi. Model noaniqligi (xato bashorat) eng ko'p uchraydigan salbiy oqibatlardan biri sifatida qayd etiladi [10]. Bundan tashqari, malakali kadrlar yetishmovchiligi, ma'lumotlar maxfiyligi va SIni ko'lamli joriy etishdagi qiyinchiliklar jiddiy cheklov hisoblanadi: tadqiqotlarga ko'ra, korxonalarning atigi ~6% qismi SIDan korxona darajasida sezilarli foyda olgan [9; 10].

4.4. O'zbekiston uchun amaliy jihatlar

O'zbekiston korxonalari uchun bu natijalar bir qator imkoniyat va vazifalarni belgilaydi. Davlat strategiyalari [14; 15; 16] va o'sib borayotgan AKT sektori SIni joriy etish uchun qulay muhit yaratadi; oliy ta'lim muassasalarida SI yo'nalishidagi kadrlar tayyorlash dasturlarining kengayishi [15] kelajakdagi salohiyat uchun asos bo'ladi. Ayni paytda, raqamli tafovut (xususan qishloq joylarida), ma'lumotlar yetukligining pastligi va mahalliy kompetensiyalar yetishmovchiligi asosiy to'siq bo'lib qolmoqda.

Shu sababli mahalliy korxonalarga quyidagilar tavsiya etiladi: (a) yuqori hajmli va qoidalashgan jarayonlardan (buxgalteriya, hujjat aylanishi) boshlash; (b) pilot loyihalar orqali ROIning isbotlab, soʻngra koʻlamlashtirish; (c) maʼlumotlar infratuzilmasi va kadrlarga izchil sarmoya kiritish.

4.5. Tadqiqot cheklovlari

Tadqiqotning asosiy cheklovi — keltirilgan miqdoriy natijalar real empirik maʼlumotlarga emas, balki sanoat koʻrsatkichlari asosidagi illyustrativ modelga tayanadi. Shuningdek, model umumlashgan boʻlib, tarmoq xususiyatlarini (ishlab chiqarish, xizmat koʻrsatish, moliya) toʻliq hisobga olmaydi. Kelgusi tadqiqotlarda Oʻzbekiston korxonalarida aniq tarmoqlar boʻyicha empirik maʼlumotlar yigʻilib, taklif etilgan model va matematik apparat real misollarda sinovdan oʻtkazilishi maqsadga muvofiq.

5. XULOSA

Oʻtkazilgan tahlil asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. SI texnologiyalari biznes jarayonlarini avtomatlashtirish, bashoratlash, aqlli qaror qabul qilish va uzluksiz monitoring mexanizmlari orqali optimallashtiradi; ular alohida emas, balki yaxlit intellektual jarayon avtomatlashtiruvchi (IPA) tizimi sifatida eng samarali natija beradi.

2. Asosiy SI texnologiyalari (ML, NLP, kompyuter koʻrishi, RPA, jarayon mayningi, generativ SI) muayyan biznes funksiyalari bilan bogʻlanib, har biri oʻziga xos optimallashtirish effektini taʼminlaydi.

3. Jarayon va iqtisodiy samaradorlikni baholashning matematik apparati (samaradorlik, unumdorlik, navbat nazariyasi, ROI, NPV, mashinali oʻqitish mezonlari) tizimlashtirildi va u SI loyihalarini miqdoriy asoslash imkonini beradi.

4. Illyustrativ model intellektual avtomatlashtirish sikl vaqtini ~68%, xatolarni ~92% kamaytirishi, mehnat unumdorligini ~180% oshirishi va 24 oyda ~+296% investitsiya rentabelligi berishi mumkinligini koʻrsatdi.

5. SIDan real qiymat olish hal qiluvchi tarzda jarayonlarni qayta loyihalash, maʼlumotlar sifati va inson-mashina hamkorligiga bogʻliq; texnologiyaning oʻzi muvaffaqiyatni kafolatlamaydi.

6. Oʻzbekiston sharoitida davlat strategiyalari qulay imkoniyat yaratadi, biroq raqamli tafovut, maʼlumotlar yetukligi va kadrlar masalalari hal etilishi zarur.

Amaliy tavsiyalar: (1) avtomatlashtirishni yuqori ustuvorlik baliga ega ((15)-formula) jarayonlardan boshlash; (2) har bir loyihani pilot bosqichda ROI va qoplanish muddati ((7)-(8)-formulalar) boʻyicha baholash; (3) maʼlumotlar infratuzilmasi, sifat boshqaruvi va kadrlar malakasini oshirishga sarmoya kiritish; (4) SINi joriy etishda inson-mashina hamkorligi va natijalarni qatʼiy monitoring qilishni taʼminlash.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Russell S.J., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. — 4th ed. — Pearson, 2021. — 1136 p.
2. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. — New York: W.W. Norton & Company, 2014. — 306 p.
3. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. — New York: HarperBusiness, 1993. — 223 p.
4. Davenport T.H., Short J.E. The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign // Sloan Management Review. — 1990. — Vol. 31, No. 4. — P. 11-27.
5. Dumas M., La Rosa M., Mendling J., Reijers H.A. Fundamentals of Business Process Management. — 2nd ed. — Berlin: Springer, 2018. — 527 p.
6. van der Aalst W.M.P. Process Mining: Data Science in Action. — 2nd ed. — Berlin: Springer, 2016. — 467 p.
7. Business Process Automation Market Size & Share, 2026-2034 // Fortune Business Insights. — 2025. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/business-process-automation-market-116500> (murojaat sanasi: 19.06.2026).
8. Business Process Automation Trends in 2025 // Codewave Insights. — 2025. URL: <https://codewave.com/insights/future-business-process-automation-trends/> (murojaat sanasi: 19.06.2026).
9. Where AI will create value — and where it won't // McKinsey & Company. — 2026. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/where-ai-will-create-value-and-where-it-wont> (murojaat sanasi: 19.06.2026).
10. The state of AI in 2025: Agents, innovation, and transformation // McKinsey & Company (QuantumBlack). — 2025. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> (murojaat sanasi: 19.06.2026).
11. How to More Accurately Calculate RPA ROI // Automation Anywhere. — 2025. URL: <https://www.automationanywhere.com/company/blog/rpa-thought-leadership/how-to-more-accurately-calculate-rpa-roi> (murojaat sanasi: 19.06.2026).
12. Robotic Process Automation Use Cases: Top RPA Examples and Strategies // Put It Forward. — 2025. URL: <https://www.putitforward.com/intelligent->

automation/robotic-process-automation-use-cases-business-efficiency (murojaat sanasi: 19.06.2026).

13. How to Calculate the Real ROI of a Robotic Process Automation Project // AF Robotics. — 2025. URL: <https://www.af-robotics.com/blog/how-to-calculate-the-real-roi-of-a-robotic-process-automation-project> (murojaat sanasi: 19.06.2026).

14. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining «Raqamli O‘zbekiston — 2030» strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni. URL: <https://lex.uz/docs/-5030957>

15. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son qarori. URL: <https://lex.uz/uz/docs/-7158604>

16. «O‘zbekiston — 2030» strategiyasi (yangilangan tahrir, 444 ta samaradorlik ko‘rsatkichi). — Toshkent, 2025.