

OCHIQ KODLI SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING QO‘LLANILISHI VA IQTISODIY SAMARADORLIGI

Adizov Umidjon Abduraxmonovich

*O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi
magistr tinglovchisi*

Annotatsiya: Maqolada ochiq kodli (open-source) sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining amaliy qo‘llanish yo‘nalishlari va ularning iqtisodiy samaradorligi tizimli tahlil qilinadi. Ochiq kodli SI ekotizimi (kutubxonalar, freymvorklar, ma’lumotlar bilan ishlash vositalari, ochiq vaznli modellar va ishlab chiquvchilar hamjamiyati) korxonalar va davlat tashkilotlarida raqamli transformatsiyaning tezlashishiga xizmat qilmoqda. Tadqiqotda iqtisodiy samaradorlikni baholash uchun umumiy egalik qilish qiymati (TCO), investitsiya qaytimi (ROI), sof joriy qiymat (NPV) va risklarni hisobga oluvchi ssenariy yondashuvi asosida konseptual model taklif etiladi. Maqolada ochiq kodli SIning asosiy afzalliklari sifatida xarajatlarni optimallashtirish, vendor lock-in xavfini pasaytirish, lokalizatsiya va moslashuvchanlik, kadrlar salohiyatini oshirish hamda innovatsiya sikllarini qisqartirish ko‘rsatiladi. Shu bilan birga, axborot xavfsizligi, litsenziya muvofiqligi, model sifatini nazorat qilish va ekspluatatsiyadagi murakkablik kabi omillar iqtisodiy natijaga ta’sir etuvchi muhim shartlar sifatida asoslanadi. Xulosa qismida O‘zbekiston sharoitida ochiq kodli SI ni joriy etish bo‘yicha institutsional va tashkiliy tavsiyalar umumlashtiriladi.

Kalit so‘zlar: Ochiq kod, sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish, generativ modellar, iqtisodiy samaradorlik, TCO, ROI, NPV, raqamli transformatsiya, innovatsiya.

Annotation: This paper provides a structured analysis of open-source artificial intelligence (AI) technologies, focusing on their application domains and economic efficiency. The open-source AI ecosystem—covering libraries, frameworks, data engineering tools, open-weight models, and developer communities—has become a key driver of digital transformation for both private companies and public institutions. The study proposes a conceptual evaluation model that combines Total Cost of Ownership (TCO), Return on Investment (ROI), Net Present Value (NPV), and risk-aware scenario analysis. The paper argues that open-source AI can improve cost efficiency, reduce vendor lock-in risks, enhance adaptability and localization, strengthen human capital, and accelerate innovation cycles. At the same time, cybersecurity, license compliance, model quality assurance, and operational complexity are highlighted as critical factors that shape real economic outcomes. The conclusion summarizes practical recommendations for

implementing open-source AI within the context of Uzbekistan's digital economy and institutional environment.

Keywords: *open-source, artificial intelligence, machine learning, generative models, economic efficiency, TCO, ROI, NPV, digital transformation, innovation.*

Kirish

Sun'iy intellekt texnologiyalari so'nggi yillarda iqtisodiyotning deyarli barcha sohalariga kirib borib, qaror qabul qilish tezligi, xizmat ko'rsatish sifati, resurslardan foydalanish samaradorligi va raqobatbardoshlikni oshirishda strategik omilga aylandi. Shu jarayonda ochiq kodli SI yechimlari alohida ahamiyat kasb etmoqda, chunki ular ishlab chiquvchilar hamjamiyatiga tayanadi, tez yangilanadi, turli sohaviy ehtiyojlarga moslashadi va joriy etishda moliyaviy to'siqlarni nisbatan kamaytiradi. Ochiq kodli yondashuv nafaqat texnik mahsulot, balki innovatsiyani tarqatish mexanizmi sifatida ham namoyon bo'ladi: bilim almashinuvi, qayta ishlash (reuse), o'zaro tekshirish (peer review), shaffoflik va tezkor prototiplash kabi tamoyillar iqtisodiy natijani tezlashtiradi.

Biroq ochiq kodli SIning iqtisodiy samaradorligi avtomatik ravishda kafolatlanmaydi. Litsenziya shartlari, xavfsizlik talablari, ma'lumotlar sifati, infratuzilma qiymati, kadrlar tayyorgarligi va ekspluatatsiya xarajatlari to'g'ri baholanmasa, kutilgan natija kechikishi yoki umumiy xarajat o'sishi mumkin. Shu sababli mazkur maqolada ochiq kodli SI texnologiyalarining qo'llanish yo'nalishlari va iqtisodiy samaradorlik mezonlarini bir-biri bilan bog'liq holda tahlil qilish maqsad qilindi. Tadqiqotning vazifasi ochiq kodli SIning iqtisodiy foyda manbalarini sistemalashtirish, samaradorlikni baholash uchun amaliy model taklif etish va joriy etishdagi asosiy risk omillarini ochib berishdan iborat.

Asosiy qism

Ochiq kodli sun'iy intellekt deganda, odatda, SIga oid dasturiy ta'minot komponentlari (kutubxonalar, freymvorklar, ish muhitlari, MLOps vositalari), ayrim hollarda ochiq vaznli modellar (model weights), o'qitish yoki testlash uchun umumiy resurslar va ulardan foydalanishga doir litsenziya-qoidalar majmuasi tushuniladi. Ochiq kodli ekotizimning iqtisodiy qiymati uning "qayta ishlash" xususiyati bilan bevosita bog'liq: bir tashkilotda yaratilgan kod yoki metod boshqalar uchun ham foydalanishga yaroqli bo'ladi, natijada bozorda umumiy tranzaksiya xarajatlar kamayadi va innovatsiya sikli qisqaradi. Shu nuqtai nazardan ochiq kodli SI iqtisodiy jihatdan bilim iqtisodiyotining tezlashtiruvchisi sifatida ham talqin qilinishi mumkin.

Ochiq kodli SI texnologiyalarining qo'llanish sohalari keng. Ishlab chiqarish va logistikada talab prognoz qilish, nuqsonlarni aniqlash, texnik xizmatni optimallashtirish, ombor va ta'minot zanjirini boshqarish kabi vazifalarda mashinali o'qitish va kompyuter

ko'rish usullari qo'llanadi. Moliya va bank tizimida risk skoringi, firibgarlikni aniqlash, mijozlarga xizmat ko'rsatishda chatbotlar, regulativ hisobotlarni avtomatlashtirish kabi yo'nalishlar iqtisodiy samara berishi mumkin. Ta'lim sohasida personallashtirilgan o'qitish, kontent tayyorlash, baholash jarayonlarini tezlashtirish; sog'liqni saqlashda tashxisga yordam, ma'lumotlarni saralash, tibbiy matnlarni tahlil qilish; davlat boshqaruvida murojaatlarni klassifikatsiya qilish, hujjat aylanmasi va xizmatlarni raqamlashtirish ochiq kodli yechimlar bilan amalga oshirilishi mumkin. Ushbu sohalarda ochiq kodli SIning asosiy iqtisodiy effekti mehnat unumdorligini oshirish, xatolarni kamaytirish, xizmat ko'rsatish tezligini yaxshilash va qarorlar sifatini oshirish orqali namoyon bo'ladi.

Iqtisodiy samaradorlikni baholashda faqat dastur litsenziyasi "bepul" ekanligiga tayanish yetarli emas. Real hisob-kitobda umumiy egalik qilish qiymati muhim o'rin tutadi. TCO tarkibiga hisoblash infratuzilmasi (server, GPU/CPU resurslari yoki bulut xizmatlari), ma'lumot tayyorlash va saqlash, modelni moslash va testlash, ishga tushirish (deployment), monitoring va yangilash, axborot xavfsizligi choralari, kadrlar malakasini oshirish xarajatlari kiradi. Ochiq kodli yechimlarda litsenziya xarajatlari kam bo'lishi mumkin, ammo integratsiya va ekspluatatsiya qiymati to'g'ri boshqarilmasa, umumiy xarajat yuqori bo'lib qolishi ehtimoli mavjud. Shuning uchun ochiq kodli SIning joriy etishdan oldin xarajatlar profilini "bir martalik" va "doimiy" qismlarga ajratib baholash maqsadga muvofiq: bir martalik xarajatlarga pilot loyiha, ma'lumotlarni tayyorlash, dastlabki integratsiya kiradi; doimiy xarajatlarga infratuzilma ijarasi, qo'llab-quvvatlash, kiberxavfsizlik monitoringi, modelning degradatsiyasini nazorat qilish, qayta o'qitish va audit ishlari kiradi.

Investitsiya qaytimi (ROI) ochiq kodli SIning iqtisodiy samarasini tushuntiruvchi amaliy ko'rsatkich hisoblanadi. U odatda quyidagi munosabat orqali ifodalanadi: $ROI = (foйда - xarajat) / xarajat$. Bu yerda "foyda" faqat to'g'ridan-to'g'ri daromad oshishi emas, balki tejalgan vaqt, kamaygan xatolar, qisqargan qo'l mehnati, tezlashgan xizmat ko'rsatish natijasida yuzaga kelgan iqtisodiy qiymatni ham qamrab oladi. Ayniqsa davlat va ijtimoiy sohalarda samaradorlikni baholashda "qiymat" tushunchasi kengroq talqin qilinadi: fuqarolar qoniqishi, xizmatga yetib borish vaqti, adolatli taqsimot, shaffoflik va hisobdorlik kabi omillar ham iqtisodiy natijaga bilvosita ta'sir ko'rsatadi. Bunday hollarda ROIga qo'shimcha ravishda sof joriy qiymat (NPV) va ssenariy tahlili maqbul bo'ladi. NPV kelgusi pul oqimlarini diskontlash orqali loyihaning haqiqiy iqtisodiy qiymatini ko'rsatadi va katta infratuzilmali loyihalarda qaror qabul qilishni asoslashga yordam beradi.

Ochiq kodli SIning iqtisodiy ustunliklaridan biri vendor lock-in xavfining pasayishidir. Ya'ni tashkilot muayyan bir vendorning yopiq platformasiga to'liq bog'lanib qolmaydi, arxitekturani bosqichma-bosqich o'zgartirish, bir provayderdan boshqasiga o'tish yoki

gibrid infratuzilma qurish imkoniyatiga ega bo'ladi. Bu esa uzoq muddatda kontrakt xarajatlarini pasaytirish, muzokarada pozitsiyani kuchaytirish va innovatsiyani erkin sinovdan o'tkazishga xizmat qiladi. Shu bilan birga ochiq kodli yechimlarda lokalizatsiya va moslashuvchanlik yuqori bo'ladi: til, soha terminologiyasi, mahalliy biznes jarayonlariga mos qoidalarini joriy qilish, ma'lumot suvereniteti talablariga mos arxitektura qurish osonlashadi. Bu omillar o'z navbatida natijaga olib keluvchi vaqtni qisqartiradi va samaradorlikni oshiradi.

Iqtisodiy samaradorlik kadrlar kapitali bilan ham chambarchas bog'liq. Ochiq kodli SI texnologiyalari bilan ishlash amaliyoti mahalliy mutaxassislarda universal ko'nikmalarni shakllantiradi: ma'lumotlar tahlili, modellash, MLOps, kiberxavfsizlik va mahsulotni ishlab chiqish madaniyati. Ushbu ko'nikmalar tashkilotning ichki innovatsiya salohiyatini oshiradi, tashqi konsaltingga qaramlikni kamaytiradi va uzoq muddatda intellektual aktivlar paydo bo'lishiga olib keladi. Masalan, bir marta tayyorlangan ma'lumotlar konveyeri va modellarni kuzatish infratuzilmasi keyingi loyihalarda ham qayta ishlatilib, marjinal xarajatni pasaytiradi. Shu tarzda ochiq kodli yondashuv "bir martalik loyiha" emas, balki institutsional qobiliyatni qurish mexanizmiga aylanadi.

Shu bilan birga, ochiq kodli SIning iqtisodiy natijasiga salbiy ta'sir etuvchi risklar ham mavjud. Axborot xavfsizligi birinchi navbatda turadi: uchinchi tomon komponentlaridagi zaifliklar, ta'minlash zanjiri xavflari (supply chain risks), noto'g'ri konfiguratsiya, ma'lumotlar oqib ketishi yoki maxfiylik rejimi buzilishi loyiha qiymatini keskin oshirishi mumkin. Litsenziya muvofiqligi ham muhim: ayrim litsenziyalar kommersiyada foydalanish, qayta tarqatish yoki modifikatsiya qilish bo'yicha cheklovlariga ega bo'lishi mumkin; bu esa yuridik risk va qo'shimcha xarajat manbaiga aylanadi. Model sifati va mas'uliyatli SI tamoyillari ta'minlanmasa, qarorlarda noadolatlilik, diskriminatsiya, ishonchsiz prognozlar, reputatsion yo'qotishlar va regulativ jarimalar ehtimoli yuzaga keladi. Demak, iqtisodiy samaradorlikni to'g'ri ta'minlash uchun texnik choralar bilan birga boshqaruv va nazorat mexanizmlari ham zarur.

Amaliyotda ochiq kodli SI ni joriy etishning samarali modeli bosqichli yondashuvga tayanadi. Avvalo kichik pilot loyiha orqali biznes qiymat isbotlanadi, ma'lumotlar tayyorligi baholanadi va ish jarayoniga ta'siri aniqlanadi. Keyin pilot natijalari asosida arxitektura standartlashtiriladi, MLOps jarayonlari yo'lga qo'yiladi, xavfsizlik va muvofiqlik talablari ishlab chiqiladi. Shundan so'ng masshtablash bosqichida qayta ishlatiluvchi komponentlar, korporativ ma'lumotlar katalogi, model reestri va monitoring tizimlari to'liq ishlay boshlaydi. Bunday yondashuv xarajatlarni nazorat qilishga, iqtisodiy samarani ertaroq ko'rishga va risklarni bosqichma-bosqich kamaytirishga yordam beradi.

O‘zbekiston sharoitida ochiq kodli SI texnologiyalarining iqtisodiy samaradorligi, ayniqsa, davlat xizmatlarini raqamlashtirish, ta’lim va bank sohasidagi jarayonlarni optimallashtirish, sanoat korxonalarida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish kabi yo‘nalishlarda yuqori bo‘lishi mumkin. Biroq buning uchun ma’lumotlar infrastrukturasini, kadrlar tayyorlash, kiberxavfsizlik standartlari va davlat-xususiy hamkorlik mexanizmlari muvofiq rivojlanishi lozim. Mahalliy til resurslari va sohaviy datasetlarni yaratish ham strategik ahamiyatga ega, chunki model sifatini aynan ma’lumot hal qiladi. Shuningdek, ochiq kodli yechimlarni joriy qilishda milliy regulativ muhitga mos axloqiy-huquqiy me’yorlar, ma’lumotlar muhofazasi va algoritmik hisobdorlik tamoyillarini institutsionallashtirish iqtisodiy samarani barqaror qiladi.

Xulosa: Ochiq kodli sun’iy intellekt texnologiyalari iqtisodiy samaradorlik nuqtai nazaridan xarajatlarni optimallashtirish, innovatsiya sikllarini tezlashtirish, moslashuvchanlik va lokalizatsiya imkoniyatini kengaytirish hamda vendor lock-in xavfini pasaytirish orqali katta potensialga ega. Biroq “ochiq kod”ning o‘zi samara kafolati emas: real iqtisodiy natija TCO tarkibini to‘liq hisobga olish, ROI/NPV asosida qaror qabul qilish, xavfsizlik va litsenziya muvofiqligini ta’minlash, ma’lumotlar sifati va model monitoringini yo‘lga qo‘yish, kadrlar salohiyatini oshirish kabi shartlarga bog‘liq. O‘zbekiston sharoitida ochiq kodli SI ni samarali joriy etish uchun pilotdan masshtablashgacha bo‘lgan bosqichli strategiya, institutsional qoidalar, milliy til va sohaviy datasetlar ekotizimi, shuningdek, mas’uliyatli SI boshqaruvi mexanizmlari muhim ahamiyat kasb etadi. Shu yo‘nalishda tizimli yondashuv iqtisodiy o‘sish, xizmatlar sifati va raqamli raqobatbardoshlikni oshirishga xizmat qiladi.

REFERENCES

1. OECD. Digital Transformation in the Age of AI: Policy Considerations. Paris: OECD Publishing.
2. Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. MIT Press.
3. Shapiro, C., Varian, H. Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Harvard Business School Press.
- Suyunova D.D. Corporate in joint stock companies ways to use digital technologies to improve management. European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS), Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 4 No 09. September 2023 ISSN:2660-5570.

4. Suyunova D.D. Korporativ boshqaruvning samaradorligini oshirishda raqamli texnologiyalardan foydalanish masalasiga ilmiy qarashlar. Iqtisodiy tarqiyot va tahlil ilmiy elektron jurnali, 2024 yil 31 iyul. <https://e-itt.uz/index.php/eitt/article/view/1472/1379>.

5. Suyunova D.D. Raqamli texnologiyalardan foydalanish asosida korporativ boshqaruvning samaradorligini oshirish masalasiga ilmiy yondashuv. (Raqamli iqtisodiyot sharoitida biznes va tadbirkorlikni rivojlantirishning dolzarb muammolari, xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya, 2022 yil 23 dekabr.)

6. Suyunova D.D. Aksiyadorlik jamiyatlarida korporativ boshqaruvni joriy qilishning raqamli transformatsiyasini amalga oshirishga ilmiy-nazariy yondashuv. (Raqamli iqtisodiyot sharoitida biznes va tadbirvorlikni rivojlantirishning dolzarb muammolari, xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya, 2022 yil 23 dekabr).