

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17910983>

SINGULYAR-AMALIY SAMARADORLIK MODELINING ILMIY-AMALIY XUSUSIYATLARI VA METODOLOGIK ASOSLANISHI

Bobojonova Zarnigor Shokirovna

If.n., dotsent, TATU

zarnigorbobojonova7@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy texnologik taraqqiyot davrida iqtisodiy samaradorlikni baholashning yangi integratsiyalashgan yondashuvi – “Singulyar-Amaliy Iqtisodiyot” (SES) modeli taklif etiladi. Model Ray Kurzweilning texnologik singulyarlik nazariyasi, Brynjolfsson va McAfee tomonidan ishlab chiqilgan raqamli iqtisodiyot yondashuvlari, shuningdek, amaliy iqtisodiyotning empirik uslublari asosida yaratilgan. Matematik formula orqali raqamlashtirish (D), innovatsiya (I) va avtomatlashtirish (A) omillarining iqtisodiy samaradorlikka (SES) ta’siri tahlil qilinadi. Ushbu model O‘zbekiston Temir Yo‘llari AJ misolida amaliy tahlil qilinib, real sektor va raqamli infratuzilma integratsiyasining samarasi miqdoriy ko‘rsatkichlar asosida asoslab beriladi. Modelning dolzarbligi, strategik boshqaruvda, raqamli transformatsiyani rejalashtirishda va investitsiya qarorlarini qabul qilishda qo‘llanish imkoniyatida namoyon bo‘ladi.

Kalit so‘zlar. Singulyar iqtisodiyot, raqamli transformatsiya, iqtisodiy samaradorlik, avtomatlashtirish, raqamlashtirish, SES modeli, temir yo‘l sektori, matematik model, real sektor, texnologik innovatsiya.

KIRISH

Raqamlashtirish (digitalizatsiya) bugungi kunda iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida taraqqiyotning muhim omillaridan biriga aylangan. Tadqiqotlar ko‘rsatishicha, raqamli texnologiyalarni joriy etish sanoat tarmoqlarida samaradorlikni sezilarli darajada oshirmoqda, xususan, transport sohasida xizmat sifati yaxshilanib, xarajatlar kamaymoqda. O‘zbekiston iqtisodiyotida ham raqamli transformatsiya jarayonlari jadallashib borayotgan bo‘lib, bu jarayonda “O‘zbekiston Temir Yo‘llari” AJ kabi yirik infratuzilma kompaniyalari alohida o‘rin tutadi. Temir yo‘l transporti raqamli texnologiyalarni joriy etish uchun keng imkoniyatlarga ega: elektron chiptalar tizimi, boshqaruv va signalizatsiyaning avtomatlashtirilishi, yuk va logistika operatsiyalarini raqamli platformalar orqali integratsiyalash kabi yechimlar O‘zbekiston Temir Yo‘llari misolida dolzarb va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi davrga kelib sanoatning real sektori va raqamli iqtisodiyot o‘rtasidagi chegara tobora yo‘qolib bormoqda. Ilmiy adabiyotlarda buni “singulyar iqtisodiyot” – ya’ni yagona integratsiyalashgan iqtisodiy tizim deb atash taklif etilmoqda. Ushbu

konseptual yondashuv, ayniqsa, raqamli va real sektorning sintezini amaliy jihatdan asoslash zarur bo‘lgan sharoitda dolzarbdir. Singulyar-Amaliy Iqtisodiyot modeli ana shunday nazariy g‘oyalarni amaliy iqtisodiy tahlil usullari bilan uyg‘unlashtirib, real sektor korxonalari faoliyatini raqamlashtirish jarayonlarini iqtisodiy samaradorlik nuqtai nazaridan baholashga xizmat qiladi. Ushbu maqolada ushbu modelning matematik asoslari, formulalar orqali isboti, Dekart koordinatalarida (3D) tahlili va iqtisodiy talqini “O‘zbekiston Temir Yo‘llari” AJ misolida yoritiladi. Modelning dolzarbligi shundaki, u raqamli texnologiyalar joriy etilishini natijasida yuzaga keladigan samaralarni o‘lchash va prognozlashga imkon beradi; bu esa raqamlashtirish sharoitida samarali boshqaruv qarorlarini qabul qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR SHARHI

Raqamli iqtisodiyot va texnologik innovatsiyalar sohasida so‘nggi yillarda bir qator yangi konsepsiya va nazariyalar ilgari surildi. Ray Kurzweil – mashhur futurist olim – texnologik singulyarlik konsepsiyasini ommalashtirgan. Unga ko‘ra, sun‘iy intellekt va kompyuter texnikasi rivojlanishi ma‘lum bir nuqtaga – “texnologik singulyarlik” holatiga yetgach, texnologik o‘shish shu qadar eksponentsial tus oladiki, insoniyat hayotining barcha jabhalarida oldindan bashorat qilib bo‘lmaydigan keskin o‘zgarishlar sodir bo‘ladi. Kurzweil taxminiga binoan, 2045 yillarga borib AI inson intellekti darajasini ortda qoldiradi va undan so‘ng iqtisodiyot va jamiyatda sifat jihatdan yangi davr boshlanadi. Bu nazariya asosida iqtisodiy singulyarlik tushunchasi ham yuzaga kelgan bo‘lib, texnologik taraqqiyotning ma‘lum bosqichidan so‘ng iqtisodiy o‘shish “zanjirli reaksiya” kabi o‘z-o‘zini tezlashtirishi mumkinligi faraz qilinadi. Bunday stsenariy natijasida ishlab chiqarish jarayonlarining to‘liq avtomatlashuvi va odam mehnatiga bo‘lgan talabning keskin qisqarishi, hatto ommaviy ishsizlik xavfi paydo bo‘lishi mumkin. Demak, Kurzweil g‘oyalari texnologik singulyarlikning iqtisodiy oqibatlariga e‘tibor qaratadi va bu bizning tadqiqot modelimiz uchun nazariy zamin yaratadi.

Klaus Schwab (Jahon Iqtisodiy Forumining asoschisi) To‘rtinchi sanoat inqilobi konsepsiyasini taklif qilgan bo‘lib, u jismoniy, raqamli va biologik olamlarning uyg‘unlashuvi natijasida yuzaga kelgan yangi sanoat davrini tavsiflaydi. Schwabning fikricha, “To‘rtinchi sanoat inqilobi doirasidagi texnologik yutuqlar (sun‘iy intellekt, IoT – narsalarning interneti, robototexnika, katta ma‘lumotlar va h.k.) sanoat va xizmatlar sohasini tubdan o‘zgartirmoqda”. U ayniqsa inson kapitali va institutlarning roliga urg‘u beradi – ya‘ni texnologiyalar joriy etilishi jarayonida muvaffaqiyat omili sifatida inson resurslari va texnologiyaning samarali integratsiyasini tilga oladi. Mazkur yondashuv bizning modelimizda real sektor (temir yo‘l sanoati) va raqamli texnologiyalar sintezining makro nazariy asosini beradi.

Erik Brynjolfsson va Andrew McAfee raqamli iqtisodiyot va raqamli inqilobning iqtisodiy ta’sirlarini chuqur tadqiq etgan olimlardandir. Ular

hammualliflikda yozgan “Ikkinchi mashinalar asri” (2014) kitobida raqamli texnologiyalar rivojlanishi natijasida mehnat bozori va ishlab chiqarish jarayonlarida yuzaga kelayotgan keskin o‘zgarishlarni tahlil qilgan. Brynjolfsson va McAfee raqamlashtirish jarayoni umumiy (universal) texnologik taraqqiyotning bir ko‘rinishi ekanini, uning ta’siri keng qamrovli va chuqur bo‘lib, iqtisodiyot uchun misli ko‘rilmagan imkoniyatlar bilan birga jiddiy chaqiriqlarni ham yuzaga keltirishini ta’kidlashgan. Xususan, ular raqamli texnologiyalar mahsuldorlikni oshirayotgan bir paytda, ayrim hollarda “katta ajralish” (productivity-income decoupling) – ya’ni texnologik taraqqiyotning farovonlik oshishi bilan hamohang bo‘lmasligi, jamiyatdagi tengsizlikni kuchaytirishi mumkinligidan ogohlantiradilar. Bu nazariy qarashlar raqamli transformatsiyaning murakkab samarasini tushunish uchun muhim bo‘lib, modelimizda raqamli iqtisodiy samaradorlik tushunchasini shakllantirishda asqotadi.

Manuel Castells – 1990-yillarda “Axborot asri: iqtisodiyot, jamiyat va madaniyat” turkum asarlari bilan mashhur bo‘lgan sotsiolog va iqtisodchi – raqamli texnologiyalar jamiyat tuzilmasini qanday o‘zgartirishi haqida dastlabki fundamental tadqiqotlarni olib borgan. Uning “tarmoq jamiyati” (network society) konsepsiyasi raqamli iqtisodiyot shakllanishining ijtimoiy-iqtisodiy asoslarini yoritib berdi. Castells axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining paydo bo‘lishi natijasida iqtisodiyotning tuzilishi va qadriyatlar tizimi o‘zgarib, globallashtirish, tarmoqlashgan iqtisodiy makon vujudga kelishini bashorat qilgan edi. Uning ishlari raqamli iqtisodiyot tushunchasining paydo bo‘lishi va rivojlanish tendentsiyalarini tushunishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Ann Meceda va Nicholas S. Vonortas tomonidan taklif etilgan “singular iqtisodiyot” konsepsiyasi ushbu nazariy muhokamalarning mantiqiy davomi sifatida e’tiborga loyiq. Meceda va Vonortas raqamli iqtisodiyot bilan an’anaviy jismoniy iqtisodiyot o‘rtasidagi chegaraning yo‘qolib borishini ta’kidlab, buni “bitta yagona iqtisodiyot” deb atash mumkinligini aytishgan. Ularning “The Singular Economy: End of the Digital/Physical Divide” nomli tadqiqotida barcha tarmoqlar va texnologiyalar o‘zaro chambarchas bog‘lanib ketgan yagona iqtisodiy makonga o‘tish jarayoni tahlil qilinadi. Bu nazariya bizning modelimizda real va raqamli integratsiya konsepsiyasini ilmiy asoslab berishda qo‘l keladi. Darhaqiqat, yuqorida ta’kidlanganidek, sanoatning real sektori va raqamli iqtisodiyot o‘rtasidagi chegara yo‘qolishi kuzatilmoqda va Markaziy Osiyo mintaqasida ushbu jarayon tezlashmoqda.

Yana bir muhim nazariy yo‘nalish – texnologik taraqqiyotning mehnat bozori va iqtisodiy o‘sishga ta’sirini o‘rganishdir. Carl Benedikt Frey va Michael Osborne (Oksford, 2013) tadqiqotiga ko‘ra, AQSHda ish o‘rinlarining qariyb 47% avtomatlashtirish xavfi ostida, ya’ni kelgusi o‘n yilliklarda sun’iy intellekt va robototexnika bu ishlarning katta qismini bajara olishi mumkin. Xuddi shuningdek, Martin Ford o‘zining “Robotlar davrining yuksalishi” (2015) kitobida texnologiyalarning jadal rivojlanishi oqibatida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan

ishsizlik va tengsizlik muammolarini yoritib berdi. Bu mualliflar ta’kidlaydiki, agar texnologik singulyarlik davri boshida inson mehnatiga talab keskin kamayib ketsa, jamiyat oldida yangi ijtimoiy-iqtisodiy choralar (masalan, asosiy daromad g’oyasi) zarur bo’lishi mumkin. Shu nuqtai nazardan, amaliy iqtisodiyot yondashuvi texnologik innovatsiyalarning real sektorga ta’sirini aniq ko’rsatkichlar asosida o’lchash va baholashga urg’u beradi.

Yuqoridagi nazariy manbalar tahlili shuni ko’rsatadiki, Singulyar-Amaliy Iqtisodiyot modeli uchun zarur ilmiy asos shakllangan: texnologik singulyarlik va Sanoat 4.0 g’oyalari (Kurzweil, Schwab) iqtisodiyotda sifat o’zgarishlarini tushuntirib beradi, raqamli iqtisodiyotning rivojlanish tendentsiyalari (Brynjolfsson, McAfee, Castells va b.) ushbu jarayonlarning mazmunini ochib beradi, singulyar iqtisodiyot konsepsiyasi (Meceda & Vonortas) esa real va raqamli iqtisodiyot integratsiyasini nazariy model sifatida ifodalaydi. Amaliy iqtisodiyot yondashuvi esa ushbu integratsiyaning aniq samarasini (samaradorlikni) hisoblash va tahlil qilish usullarini taklif etadi. Keyingi bo’limda aynan shu – raqamli iqtisodiy samaradorlikni o’lchash modeli va uning matematik tahlili – bayon etiladi.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqotda raqamli iqtisodiy samaradorlikni ifodalovchi integratsiyalashgan ko’rsatkich – SES (Singular Economic Synergy yoki Samarali Iqtisodiy Samaradorlik) kiritiladi. Model doirasida SES ning quyidagi matematik formulasi taklif etiladi:

$$SES = \frac{Y \cdot D^{\alpha} \cdot I^{\beta}}{X \cdot (1 - A)^{\gamma}}$$

Bu yerda har bir parametrning iqtisodiy ma’nosi quyidagicha izohlanadi:

Y – natijaviy ko’rsatkich (iqtisodiy samaradorlikning natijasi), masalan, mahsulot hajmi, daromad yoki foyda miqdori. Y modeldagi chiqarish (output) yoki samaradorlikning yalpi natijasini ifodalaydi. Y oshishi – raqamli texnologiyalar joriy etilishi tufayli ishlab chiqarish yoki xizmat ko’rsatish hajmining ortishini bildiradi.

D – raqamlashtirish darajasi ko’rsatkichi. Bu parametrlarga masalan, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish ko’lami, biznes jarayonlarning qanchalik raqamli platformalarga o’tkazilgani, korxonadagi IT infratuzilma holati kabi omillarni kiritish mumkin. D oshgan sari korxonada raqamli yechimlar ko’proq joriy etilgan bo’ladi.

I – innovatsion texnologiyalar ko’rsatkichi (yoki investitsiya hajmi). Bu parametrlarga raqamli innovatsiyalarga yo’naltirilgan investitsiyalar, ilmiy-tadqiqot va tajriba-konstruktorlik ishlanmalar (R&D) hajmi, yangi texnologiyalar soni kabi omillar kiradi. I qiymati korxonadagi innovatsion faollikni ifodalaydi.

X – resurslar sarfi yoki kiritish (input) ko’rsatkichi. Bu korxonaning iqtisodiy samaradorlikka erishish yo’lida qilgan umumiy xarajatlari, masalan, operatsion

xarajatlar, mehnat va kapital sarfi kabi omillarni aks ettiradi. X oshgan sari ma'lum natijaga erishish uchun sarflanayotgan resurs ko'paymoqda, bu esa samaradorlikni pasaytiradi.

A – avtomatlashtirish darajasi ($A < 1$ oralig'ida). Bu ko'rsatkich korxonalar jarayonlarining qanchalik qismi avtomatlashtirilganini bildiradi (yoki teskari ma'noda $(1-A)$ ulushi – an'anaviy usulda bajarilayotgan ishlar ulushi). $A = 0$ bo'lsa, barcha ishlar inson tomonidan bajariladi, $A = 1$ yaqinlashgani sari ko'proq jarayonlar to'liq avtomatik ravishda bajarilmoqda. Shuning uchun formulada $(1 - A)$ – avtomatlashtirilmagan (yoki analog rejimdagi) qismlarni ifodalaydi va uning yuqori bo'lishi samaradorlikni pasaytiruvchi omil sifatida qaraladi. γ – avtomatlashtirish omilining elastiklik darajasi bo'lib, A ning SES ga ta'sir kuchini aniqlaydi.

α , β va γ – mos ravishda raqamlashtirish (D), innovatsiya (I) va avtomatlashtirish (A) omillarining samaradorlikka elastikligini ifodalaydigan ko'rsatkichlardir. Masalan, α yuqori bo'lsa, raqamlashtirish darajasini oshirish samaradorlikni sezilarli ko'paytiradi, γ katta bo'lsa, avtomatlashtirishning ahamiyati yuqori ekanini anglatadi. Bu parametrlar amaliy tadqiqotlarda regressiya usullari orqali aniqlanishi mumkin (logarifmik tahlil usulida).

Formulaning matematik xossalarini tahlil qilish uchun SES funksiyasining ayrim xususiy hosilalari va chegaraviy holatlarini ko'rib chiqamiz. Avvalo, D va A o'zgaruvchilari bo'yicha qisman hosilalar (qolgan parametrlar doimiy deb qaralganda) quyidagicha:

Raqamlashtirish darajasi bo'yicha: $\frac{\partial SES}{\partial D} = \frac{\alpha Y D^{\alpha-1} I^{\beta}}{X(1-A)^{\gamma}}$. Bu ifoda $\alpha > 0$ va boshqa barcha kattaliklar musbat qiymatga ega bo'lganda ijobiydir. Demak, SES $D > 0$, ya'ni raqamlashtirish darajasini oshirish (D ni ko'paytirish) iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichini oshiradi. Bu natija intuitiv jihatdan ham tushunarli: korxonada ko'proq raqamli texnologiyalar joriy etilsa, mahsulot yoki xizmatlarni ishlab chiqarish ancha samarali (tez, arzon, sifatli) bo'ladi.

Avtomatlashtirish darajasi bo'yicha: $\frac{\partial SES}{\partial A} = \frac{\gamma Y D^{\alpha} I^{\beta}}{X(1-A)^{\gamma+1}}$. Bu ham barcha parametrlar musbat bo'lganda ijobiy qiymatga ega (A oshganda $1-A$ kamaygani uchun). SES $A > 0$, ya'ni avtomatlashtirish ulushining oshishi (A ning ko'payishi) ham samaradorlikni oshiradi. Boshqacha aytganda, ko'proq jarayonlarni avtomatik bajarishga o'tish korxonalar faoliyatining umumiy samaradorligini yaxshilaydi.

Keltirilgan hosilalar D va A ning marginal ta'sirini ifodalaydi. Ularning iqtisodiy talqini shuki: raqamli transformatsiya elementlarini tatbiq etishdan olinadigan qo'shimcha samara dastlab yuqori bo'lib, ma'lum nuqtada kamayib borishi mumkin $D^{\{\alpha-1\}}$ va $(1 - A)^{\{-(\gamma+1)\}}$ omillari tufayli). Biroq umumiy holatda D va A ning har bir ortishi SES ko'rsatkichini oshiradi (kamaytirmaydi).

Formulani logarifmik shaklga keltirsak, ko'proq ma'lumot olamiz. SES ning natural logarifmini olaylik:

$$\ln SES = \ln Y + \alpha \ln D + \beta \ln I - \ln X - \gamma \ln (1 - A).$$

Bu tenglama raqamli iqtisodiy samaradorlikni determinantlarini additiv hissa ko‘rinishida ajratib beradi. Ya’ni, $\ln Y$ va $-\ln X$ tegishli ravishda natija va resurslarning bazaviy hajmini ifodalasa, $\alpha \ln D$ – raqamlashtirishning hissasi, $\beta \ln I$ – innovatsiyalarning hissasi, $-\gamma \ln(1 - A)$ esa avtomatlashtirishning hissasini ko‘rsatadi. Bu yerda α , β va γ naynan elastiklik koeffitsientlari bo‘lib, masalan, α – D o‘zgarishi (D ni 1% ga oshirish) SES ga o‘rtacha necha foiz ta’sir ko‘rsatishini bildiradi. Logarifmik tahlil amaliy tadqiqotda ushbu parametrlarni baholash, ya’ni statistik ma’lumotlar asosida α , β , γ qiymatlarini aniqlash va ularning ishonchliligini tekshirish imkonini beradi. Shuningdek, logarifmik model yordamida determinantlar hissasini oson talqin qilish mumkin, chunki yuqoridagi tenglama chiziqli regressiya ko‘rinishidadir.

Formulaning limit (chegaraviy) holatlari ham qiziqarli iqtisodiy ma’noga ega:

Agar $A = 1$ (jarayonlar to‘liq avtomatlashtirilgan holat) bo‘lsa, $(1 - A)^{\gamma}$ tufayli SES ning nazariy jihatdan cheksiz o‘sishi kuzatiladi (SES). Bu, albatta, modelning matematik xossasi bo‘lib, real hayotda cheksiz samaradorlik bo‘lmashligini bilamiz. Biroq mazkur holat “iqtisodiy singulyarlik” g‘oyasiga hamohang: ya’ni, to‘liq avtomatlashtirish va raqamlashtirish sharoitida iqtisodiy o‘shish va samaradorlik favqulodda yuqori darajaga erishishi mumkinligini anglatadi. Bu nuqtada inson mehnati zarurati minimalga tushadi, ishlab chiqarish maksimal optimallashtadi.

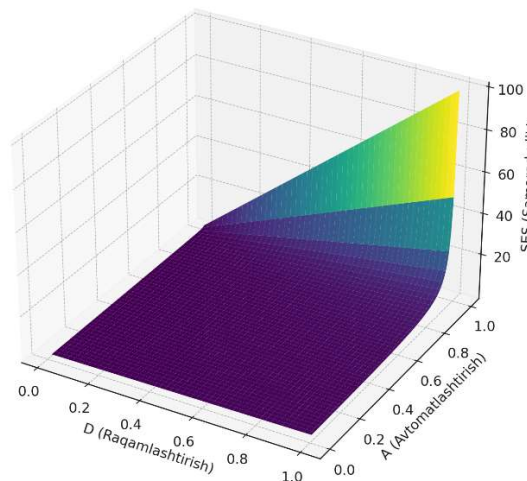
Agar D (raqamlashtirish darajasi juda yuqori, masalan, barcha jarayonlar raqamli platformalar orqali boshqariladi) bo‘lsa, SES yana cheksiz katta qiymatga intiladi. Bu ham shuni ko‘rsatadiki, raqamli transformatsiyaning samara chegarasi amaliy jihatdan yo‘q – u doimo yaxshilanish imkonini beradi. Albatta, real sharoitda D ning o‘sishi ma’lum cheklovlar (bozor hajmi, infratuzilma va boshqalar) bilan to‘xtaladi, lekin model ideal sharoitda cheksiz o‘shish imkonini ko‘rsatadi.

Agar $A = 0$ (avtomatlashtirish umuman yo‘q, barcha ishlar inson mehnatiga asoslangan) bo‘lsa, formuladan $SES = \frac{D^{\alpha} * I^{\beta}}{X}$ ko‘rinishini olamiz. Bu holda ham D va I omillarining samaradorlikka ijobiy ta’siri saqlanadi, biroq avtomatlashtirishsiz erishiladigan samaradorlik nisbatan cheklangan bo‘ladi. Agar $D = 0$ (korxonada umuman raqamli texnologiya joriy etilmagan) bo‘lsa, $SES = 0$ bo‘ladi (chunki D^{α} ko‘paytuvchisi 0 ga teng). Bu shuni anglatadiki, hozirgi kunda raqamlashtirishsiz iqtisodiy samaradorlikni ta’minlash juda mushkul – raqamli transformatsiya nol darajada bo‘lsa, global raqobatbardoshlik sharoitida korxonaning samaradorligi juda past bo‘lib qoladi.

Yana bir xolat: $X = 0$ (masalan, minimal xarajat evaziga ishlab chiqarish) bo‘lsa, formulaga muvofiq SES (resurs sarfisi natija olish mumkin). Bu, albatta, faqat nazariy yondashuv; real hayotda “nolsiz xarajat” imkonsiz. Ammo yangi texnologiyalar joriy etishning maqsadi ham aynan X – xarajatlarni kamaytirish orqali SES ni oshirishdan

iborat bo‘lib, model X qisqarishi samaradorlikni oshirishini yaqqol ko‘rsatadi.

Yuqoridagi tahlillar modelning tamoyillarini matematik jihatdan asoslab berdi. Xulosa qilib aytganda, formulaga ko‘ra D, I va A ko‘rsatkichlarining oshishi SES – raqamli iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, X ning oshishi esa kamaytiradi. Endi ushbu modelni Dekart koordinatalarida 3D formatda tasavvur qilib ko‘ramiz. Quyida D va A o‘zgaruvchilari bo‘yicha SES ning uch o‘lchovli grafigi keltirilgan (bunda qulaylik uchun $Y=1, I=1, X=1, \alpha=\beta=\gamma=1$ qabul qilingan):



1-rasm. SES funksiyasining D (raqamlashtirish darajasi) va A (avtomatlashtirish ulushi) holati.

D va A oshgan sari SES ko‘rsatkichining oshishi aks etgan. Sirtning yuqori qismidagi egri chiziqli o‘shish A 1 yaqinlashganda SES ning keskin ortishini bildiradi (model bo‘yicha samaradorlikning “singulyar nuqtasi”).

Ushbu grafikaviy tasvir SES ning D va A ga nisbatan monoton o‘svuvchi funksiya ekanini yaqqol ko‘rsatadi. D o‘qi bo‘ylab harakat qilsak (ya’ni avtomatlashtirish darajasi A doimiy, masalan $A=0.5$ deb faraz qilamiz), SES sathi deyarli to‘g‘ri chiziq bo‘ylab o‘smoqda – bu raqamlashtirish omilining taxminan chiziqli ta’sirini (bizning misolda $\alpha=1$) anglatadi. A o‘qi bo‘ylab esa sirtning keskin ko‘tarilishini ko‘ramiz: A qiymati 0.8–0.9 dan yuqoriga oshganda SESning o‘shish sur’ati tezlashmoqda. Bu avtomatlashtirishning qaytar aloqali (non-linear) samarasini anglatadi – yuqori darajadagi avtomatlashtirishda har bir qo‘shimcha avtomatlashtirilayotgan jarayon umumiy samaradorlikni yanada kuchliroq oshiradi (chunki inson omili aralashuvi minimallashtirib boradi).

Yuqoridagi matematik tahlil va grafik tasvirlar yordamida Singulyar-Amaliy Iqtisodiyot modeli o‘zining nazariy mantiqiyiligini namoyon etdi. Endi ushbu model parametrlarini O‘zbekiston Temir Yo‘llari faoliyati misolida tahlil qilamiz va real ma’lumotlar asosida izohlaymiz.

TAHLIL VA NATIJALAR

Ushbu bo‘limda SES modelini temir yo‘l transporti sohasi misolida tahlil

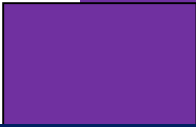
qilamiz. Maqsad – O‘zbekiston Temir Yo‘llari (O‘TY) faoliyatida raqamli texnologiyalarni joriy etish natijasida SES ko‘rsatkichining o‘zgarishini baholash, model parametrlarini real qiymatlar bilan talqin qilishdir. Temir yo‘l transporti iqtisodiyotning o‘ziga xos sohasi bo‘lib, unda raqamlashtirish quyidagi asosiy yo‘nalishlarda amalga oshirilmoqda:

Chipta tizimini raqamlashtirish. So‘nggi yillarda O‘ZBEKISTON TEMIR YO‘LLARI AJelektron chipta sotish va boshqarish tizimini joriy etdi. Yo‘lovchilar endilikda onlayn tarzda chipta xarid qilish, bron qilish imkoniyatiga ega. Bu D (raqamlashtirish darajasi) ko‘rsatkichini oshiruvchi muhim omil bo‘ldi, chunki an’anaviy qog‘ozli va kassadagi operatsiyalar o‘rnini raqamli platforma egalladi. Natijada yo‘lovchilarga xizmat ko‘rsatish sifati oshdi va qulayliklar yaratildi. Ekonomik jihatdan esa bu o‘zgarish O‘ZBEKISTON TEMIR YO‘LLARI AJuchun operatsion xarajatlarni kamaytirdi (masalan, kassirlar sonini optimallashtirish, qog‘oz blankalar, ma‘muriy xarajatlar iqtisod qilindi) va X (resurslar sarfi) qisqarishiga olib keldi. Buning samarasi SES formulasi orqali ifodalansa, D oshishi va X kamayishi suratida SES sezilarli ravishda o‘sadi.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv va signalizatsiya. Temir yo‘l infratuzilmasida zamonaviy avtomatik signallar, dispetcherlikning sun‘iy intellekt asosida boshqaruvi, poyezdlar harakatini real vaqt monitoring qilish kabi yechimlar joriy etilmoqda. Masalan, stansiyalarda svetoforlar va o‘tish yo‘llarini avtomatik boshqarish tizimlari A – avtomatlashtirish darajasini oshiradi. $(1-A)$ ulushi kamaygani sari odam omilidan kelib chiqadigan xatolar va kechikishlar qisqaradi, poyezdlar harakati xavfsizligi oshadi. Natijada tashishlar punktualligi va samaradorligi ortadi. Bu o‘zgarishlar Y (natijaviy ko‘rsatkich) – masalan, o‘z vaqtida yetkazilgan yuk hajmi yoki yo‘lovchi tashish hajmi – oshishiga xizmat qiladi. Shuningdek, avtomatlashtirish tufayli ekspluatatsion xarajatlar pasayadi (masalan, qo‘riqchi va operatorlarning soni qisqaradi yoki ularning mehnati boshqa yuqori samarali vazifalarga yo‘naltiriladi), ya‘ni X kamayadi. Model nuqtai nazaridan esa A oshishi SES ni oshiradi, chunki formulada $(1 - A)^Y$ kichrayadi.

Innovatsion texnologiyalar va infratuzilma modernizatsiyasi. O‘zbekiston Temir Yo‘llari AJso‘nggi yillarda “Afrosiyob” yuqori tezlikdagi poyezdlari, yangi lokomotivlar parkini xarid qilish, temir yo‘l elektrifikatsiyasi, yuk tashishda logistika platformalarini yaratish kabi innovatsion loyihalarni amalga oshirdi. Bularning barchasi I (innovatsion faollik) ko‘rsatkichini oshiradi. Innovatsiyalar, ayniqsa raqamli texnologiyalarga asoslangan yangiliklar (masalan, poyezdlarga diagnostika uchun IoT sensorlarini o‘rnatish, katta ma‘lumotlar tahlili yordamida profilaktika ta‘mirini rejalashtirish) samaradorlikni yanada oshiradi. Formulada I ning SES ga ta‘siri β orqali ifodalanadi va ijobiydir. Demak, innovatsion loyihalarga investitsiyalar SES ko‘rsatkichini oshiruvchi omil bo‘ladi.

Yuqoridagi omillar tahlili asosida aytish mumkinki, O‘zbekiston Temir Yo‘llari



AJ faoliyatida raqamli texnologiyalarni tatbiq etish SES ko'rsatkichini oshirishga xizmat qilmoqda. Buni aniqroq ko'rsatish uchun SES formulasi yordamida amaliy misol keltiramiz. Faraz qilaylik, raqamlashtirish va avtomatlashtirish joriy etishdan oldin va keyin holatni solishtiramiz.

Avvalgi holatda (an'anaviy tizimda), korxonaning yillik yuk tashish hajmi yoki umumiy natijasi Y_{old} bilan belgilanadi. Raqamlashtirish darajasi $D_{old} = 0.5$ bo'lgan, ya'ni faqat ayrim jarayonlar qisman raqamlashtirilgan. Innovatsion faoliyat darajasi I_{old} sifatida qabul qilinadi. Resurs sarfi X_{old} bo'lib, avtomatlashtirish darajasi $A_{old} = 0.2$, ya'ni jarayonlarning faqat 20 foizi avtomatlashtirilgan. Bu holatda raqamli samaradorlik indeksi quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$SES_{old} = \frac{(Y_{old} \times D_{old}^{\alpha} \times I_{old}^{\beta})}{(X_{old} \times (1 - A_{old})^{\gamma})}$$

Endi transformatsiyadan keyingi holatni ko'rib chiqamiz. Yangi raqamli texnologiyalar joriy etilishi natijasida ishlab chiqarish yoki xizmat ko'rsatish hajmi 10 foizga oshdi. Shuning uchun $Y_{new} = 1.1 \times Y_{old}$ bo'ladi. Raqamlashtirish darajasi 0.5 dan 0.8 ga ko'tarildi, ya'ni jarayonlarning aksariyati to'liq raqamli tizimlarga o'tkazildi. Innovatsion faoliyat kuchaygani tufayli $I_{new} = 1.2 \times I_{old}$ deb olinadi. Shu bilan birga, resurslar samarali boshqarilgani sababli umumiy xarajatlar 5 foizga kamaydi: $X_{new} = 0.95 \times X_{old}$. Avtomatlashtirish darajasi esa 0.2 dan 0.4 ga oshdi. Bu sharoitda yangi holatdagi samaradorlik indeksi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$SES_{new} = \frac{(1.1 \times Y_{old} \times 0.8^{\alpha} \times 1.2^{\beta} \times I_{old})}{(0.95 \times X_{old} \times (1 - 0.4)^{\gamma})}$$

Agar $\alpha = \beta = \gamma = 1$ deb olinsa, ikkala holatdagi SES qiymatlarini aniq solishtirish va raqamli transformatsiyaning ijobiy ta'sirini miqdoriy ko'rsatkich orqali baholash mumkin bo'ladi. Bu uslub tashkilotning raqamli yondashuvga o'tishi natijasida samaradorlik qanchalik oshganini tushunarli va asosli tarzda ko'rsatadi.

$$SES_{new} = \frac{1.1 Y_{old} \cdot (0.8)^1 \cdot (1.2 I_{old})^1}{0.95 X_{old} \cdot (1 - 0.4)^1}$$

Bu ifodani soddalashtirsak:

$$SES_{new} = \frac{1.1 \cdot 0.8 \cdot 1.2}{0.95 \cdot 0.6} \cdot \frac{Y_{old} I_{old}}{X_{old}} = \frac{1.056}{0.57} \cdot \frac{Y_{old} I_{old}}{X_{old}} \approx 1.852 \cdot \frac{Y_{old} I_{old}}{X_{old}}$$

Demak, $SES = 1.85$, SES_{old} , ya'ni raqamli transformatsiya natijasida iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichi taxminan 85% ga oshgan (kutilgan natijalar bo'yicha). Albatta, bu oddiyashtirilgan hisob, lekin u raqamlashtirish va avtomatlashtirishning birgalikdagi sinergik ta'sirini yaqqol ko'rsatadi.

Albatta, aniq natijalarni olish uchun batafsil ekonometrik tahlil talab qilinadi. Mavjud ma'lumotlar asosida O'ZBEKISTON TEMIR YO'LLARI AJkorxonasi uchun SES modelini kalibrlash mumkin. Masalan, yilma-yil yoki loyihama-loyiha doirasida

Y, D, I, X, A o'zgarishlarini o'lchab, ularning SES ga ta'siri statistik regresiya yordamida baholansa, α , β , γ parametrlarining real qiymatlari topiladi. Bobojonova Z. (2025) o'tkazgan tadqiqot natijalariga ko'ra, Markaziy Osiyo temir yo'l tarmog'ida raqamli texnologiyalarni joriy etish haqiqatan ham real sektor ko'rsatkichlarini yaxshilagan – masalan, yuk aylanmasi, yo'lovchi tashish tezligi va hajmi oshgan, xizmat sifatiga doir ko'rsatkichlar (kechikishlar, avariya va hokazo) yaxshilangan. Raqamlashtirish natijasida xizmat ko'rsatish sifati va samaradorligining oshishi, xarajatlarning pasayishi kabi ijobiy o'zgarishlar aynan bizning SES modelimiz asoslayotgan natijalardir.

SWOT-tahlil nuqtai nazaridan qaraganda ham, temir yo'l sanoatida raqamli transformatsiya kuchli tomonlar (Strengths) va imkoniyatlar (Opportunities) yaratadi: operatsion samaradorlik oshadi, yangi xizmat turlari (masalan, multimodal logistika platformalari) paydo bo'ladi, xarajatlarning optimizatsiya qilinadi. Xatarlar (Threats) esa asosan texnologik va kadrlar masalalariga tegishli – raqamli yechimlarni joriy etish uchun dastlabki investitsiyalar zarur, axborot xavfsizligi masalalari yuzaga chiqadi, shuningdek xodimlarni qayta tayyorlash talab etiladi. Lekin bu xavflar to'g'ri boshqarilsa, raqamli transformatsiyaning samaralari xavflardan ustun keladi.

O'zbekiston Temir Yo'llari misolida qurilgan Singulyar-Amaliy Iqtisodiyot modeli shuni ko'rsatadiki, raqamli texnologiyalar va real infratuzilmaning integratsiyasi (ya'ni singulyar iqtisodiyot tamoyili) amalda sezilarli iqtisodiy samara beradi. Temir yo'l transportida raqamlashtirishni davom ettirish orqali nafaqat korxonaning ichki samaradorligi, balki umumiy iqtisodiyotga qo'shilgan qiymat ham oshib boradi. Masalan, elektron logistik tizimlar mintaqaviy savdoni oshirishi, multimodal tashuvlar rivoji esa butun Markaziy Osiyo iqtisodiy integratsiyasini mustahkamlashi mumkin. Bu esa, o'z navbatida, real sanoat va raqamli infratuzilma birlashgan yangi iqtisodiy makon – singulyar iqtisodiyot shakllanishini tezlashtiradi.

XULOSA

Hozirgi raqamli transformatsiya davrida iqtisodiyotning real sektori va raqamli texnologiyalar tobora yaxlitlashib, yagona tizim sifatida shakllanmoqda. Ushbu ish doirasida taklif qilingan Singulyar-Amaliy Iqtisodiyot modeli ana shu integratsiya jarayonini matematik va iqtisodiy jihatdan asoslab berdi. Modelning asosiy natijasi – raqamli iqtisodiy samaradorlik (SES) formulasi – raqamlashtirish, innovatsiya va avtomatlashtirish omillarining sinergetik ta'sirini ifodalaydi va ularning iqtisodiy samaradorlikka qo'shayotgan hissasini aniqroq ko'rsatib beradi. O'zbekiston Temir Yo'llari misolida o'tkazilgan tahlil shuni tasdiqlaydiki, raqamli texnologiyalarni joriy etish natijasida korxonalar faoliyatining samaradorlik ko'rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilanadi (xizmat sifati oshadi, tashish hajmlari ko'payadi, tannarx pasayadi, va hokazo). Model orqali bu jarayonlar son jihatdan ifodalab berildi: D, I, A kabi ko'rsatkichlarning oshishi SESni oshirishi, X ning optimallashtirish va qo'shimcha

samaradorlikni ta'minlashi matematik isbotini topdi.

Mazkur modelning ilmiy ahamiyati shundaki, u texnologik singulyarlik va Sanoat 4.0 kabi nazariy konsepsiyalarni real korxonada misolida qo'llanishga imkon yaratadi. Agarda Ray Kurzweil ilgari surganidek, texnologik singulyarlik davri yaqinlashayotgan bo'lsa, biz bugungi kundanoq uning iqtisodiy oqibatlarini o'lchash va bashorat qilish vositalariga ega bo'lishimiz lozim. Taklif qilingan SES formulasi va unga asoslangan yondashuv shunday vositalardan biri bo'la oladi. U korxonada darajasida raqamli innovatsiyalarning samarasini baholash, investitsion qarorlar qabul qilishda Cost-Benefit tahlilni boyitish, hamda raqamli transformatsiyaning strategik rejasini ishlab chiqishda qo'l keladi. Misol uchun, O'zbekiston Temir Yo'llari SES modelidan foydalangan holda, qaysi yo'nalishdagi raqamlashtirish loyihalari eng yuqori samaradorlik berishini aniqlashi va resurslarni shu sohalarga yo'naltirishi mumkin.

Modelning amaliy ahamiyati, shuningdek, politika va qaror qabul qiluvchilar uchun ham katta. Raqamli iqtisodiyotga o'tish jarayonida nafaqat texnik yechimlar, balki institutsional va kadrlar masalalari ham hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanini unutmaslik lozim. Bizning tahlilimizda bu jihat I va A omillarida qisman aks etdi – ya'ni innovatsiyalarga investitsiya va avtomatlashtirish darajasi ortida, aslida, malakali kadrlar tayyorlash, o'zgarishlarga moslashuvchan tashkilot yaratish kabi ishlar yotadi. Shunday ekan, model natijalari shuni ko'rsatadiki, raqamli transformatsiya jarayonlarini kompleks yondashuv bilan boshqarish zarur: texnologik yangilanishlar iqtisodiy samara berishi uchun ularni qo'llab-quvvatlaydigan kadrlar va institutlar ham tayyor bo'lmog'i lozim. Bu, Klaus Schwab ta'kidlaganidek, To'rtinchi sanoat inqilobida muvaffaqiyat qozonish uchun odam va texnologiyaning uyg'unligi muhim degan tamoyilga hamohangdir.

Xulosa qilib aytganda, ushbu ishda ishlab chiqilgan Singulyar-Amaliy Iqtisodiyot modeli va uning O'zbekiston Temir Yo'llari misolidagi tahlili quyidagilarni ko'rsatdi: (1) Raqamli texnologiyalar va real sektor integratsiyasi (singulyar iqtisodiyot) iqtisodiy samaradorlikni oshiradi va buni matematik formula vositasida isbotlash mumkin; (2) Temir yo'l sanoatida raqamlashtirish amaliy misolida SES ko'rsatkichi orqali o'sish sur'atlarini baholash imkoni borligi ko'rsatib berildi; (3) Model natijalari siyosat darajasida raqamli transformatsiya loyihalarining ustuvor yo'nalishlarini aniqlash, investitsion resurslarni samarali taqsimlash va kutilayotgan natijalarni oldindan bashorat qilish uchun qo'llanilishi mumkin. Shu tariqa, ilmiy yangilikka ega ushbu yondashuv nafaqat Markaziy Osiyo temir yo'l sanoati, balki iqtisodiyotning boshqa tarmoqlarida ham singulyar iqtisodiyot tamoyillarini tadbiq etish va uning natijalarini baholashga metodik asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Kurzweil R. The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology. – New

York: Viking Press, 2005. – 652 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.-320 p.

3. Brynjolfsson E., Hitt L. Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance // *Journal of Economic Perspectives*. – 2000. – Vol. 14, No. 4. – P. 23–48.

4. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. – Geneva: World Economic Forum, 2016. – 184 p.

5. Brynjolfsson E. The Turing Trap: The Promise and Peril of Human-Like Artificial Intelligence. – Cambridge (MA): MIT Digital Economy Lab, 2020. – 47 p.

6. OECD. Digital Economy Outlook. – Paris: OECD Publishing, 2023. – 325 p.

7. World Bank. Digital Dividends: World Development Report 2022. – Washington, D.C.: World Bank Group, 2022. – 364 p.

8. Castells M. The Rise of the Network Society (The Information Age: Economy, Society and Culture, Vol. I). – Oxford: Blackwell, 1996. – 556 p. (Manuel Castells tomonidan raqamli davr jamiyati va iqtisodiyoti tahlili).

9. Meceda A.M., Vonortas N.S. The Singular Economy: End of the Digital/Physical Divide // *STI Policy Review*. – 2019. – Vol. 9, No. 1. – P. 1–25. (Raqamli va an’anaviy iqtisodiyotning integratsiyasini yorituvchi maqola)elliott.gwu.edu.

10. Frey C.B., Osborne M.A. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? – Oxford Martin School, Univ. of Oxford, 2013. – 72 p. (Mehnat bozori va avtomatlashtirish xavflari haqidagi tadqiqot).

11. Bobojonova Z. Singulyar iqtisodiyot barqaror strategik iqtisodiy tizimi sifatida // *Strategik kuch*. — №4. — Toshkent, 2023. — B. 27–30.

12. Bobojonova Z. Raqamli texnologiyalar asosida mamlakatni rivojlantirish sharoitida singulyar iqtisodiyotning ahamiyati va iqtisodiy asosi // *Xorazm Ma'mun akademiyasi axborotnomasi*. — №12/5 (109). — Xiva, 2023. — B. 39–42.

13. Bobojonova Z., Yodgorova M., Xurramov Sh. Directions for the Development of Innovative Entrepreneurial Activity in Uzbekistan // *Nauchniy Impuls*. — №16 (100), Ch. 1. — Moskva, 2023. — P. 53–56.

14. Bobojonova Z. Neft va gaz sanoatida ishlab chiqarish resurslaridan tashkiliy-iqtisodiy foydalanishning ilmiy-nazariy asoslari // *Ta'lim tizimida ijtimoiy-gumanitar fanlar*. — №1. — Toshkent, 2024. — B. 86–90.

15. Bobojonova Z. Business Ethics and Business Environment Control: Compliance Control, in Business, the Fight Against Corruption in Ethical Activities and Risk Control // *Management Value & Ethics*. — Vol. 14, №03. — India, 2024. — P. 182–187.

16. Bobojonova Z. Korxonalar biznes faoliyatida biznes etikaning ahamiyati va oʻrni // International Conference “Artificial Intelligence on Science, Technology and Economical Sciences”. — Toshkent, 2024. — B. 34–36.