

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17911030>

## SINGULARLIK SHAROITIDA IQTISODIY SAMARADORLIKNING ELASTIK MODELI: NAZARIYA VA AMALIY YONDASHUVLAR

**Bobojonova Zarnigor Shokirovna**

*If.n., dotsent, TATU*

*zarnigorbobojonova7@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada zamonaviy iqtisodiyotda singularlik nazariyasi va amaliy iqtisodiyotning o‘zaro integratsiyasi tahlil qilinadi. Ray kurzweilning raqamli tezlanish qonuni va bobojonova zarnigor tomonidan ishlab chiqilgan “singular–amaliy iqtisodiyot” (SES) modeli asosida iqtisodiy samaradorlikning yangi matematik formulasi taklif etiladi. Modelda raqamlashtirish ( $d$ ), axborot oqimi ( $i$ ) va avtomatlashtirish ( $a$ ) iqtisodiy natijaga bevosita ta’sir etuvchi o‘zgaruvchilar sifatida baholanadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, inson–texnologiya muvozanati saqlangan sharoitdagina iqtisodiy tizim barqaror ishlaydi.

**Kalit so‘zlar.** Singular iqtisodiyot, amaliy iqtisodiyot, raqamli tezlanish, SES modeli, inson–texnologiya muvozanati, raqamlashtirish, avtomatlashtirish, axborot oqimi

### KIRISH

Singular iqtisodiyot nazariyasi texnologik rivojlanish tezligi bilan iqtisodiy samaradorlik o‘rtasidagi murakkab, chiziqli bo‘lmagan bog‘liqlikni o‘rganadi. Bu yondashuvga ko‘ra, har bir yangi texnologik avlod avvalgisini geometrik sur’atda kuchaytiradi, natijada iqtisodiy tizim o‘shish sur’atlari tezlashib boradi. Shu sababli, zamonaviy iqtisodiy tahlil endi faqat daromad va xarajat nisbatiga tayanmaydi, balki raqamlashtirish darajasi, axborot oqimining zichligi va avtomatlashtirish darajasi kabi omillarni ham hisobga olishi lozim. Raqamlashtirish iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, biroq inson ishtirokisiz tizim beqarorlashadi. Shu bois, raqamli iqtisodiyotning eng yuqori natijasi faqat inson aqlini to‘ldiruvchi, ammo uni almashtirmaydigan texnologik muhitda erishiladi.

Bugungi global iqtisodiyotda bu masala ayniqsa dolzarbdir. Raqamli iqtisodiyotning tez sur’atlarda kengayishi ishlab chiqarish, transport, energetika, ta’lim va xizmat ko‘rsatish sohalarida yangi o‘lchamlarni yaratmoqda. Shu bilan birga, bu jarayon iqtisodiy tizimning marjinal foyda chegaralarini o‘zgartirib, resurs taqsimotining yangi shakllarini yuzaga keltirmoqda. Shu nuqtai nazardan, singular iqtisodiyot - bu faqat texnologik yoki raqamli inqilob emas, balki inson va texnologiya uyg‘unligiga asoslangan yangi iqtisodiy tafakkurdir. Shunday qilib, ushbu tadqiqotning dolzarbligi iqtisodiy samaradorlikni baholashda inson omili, raqamlashtirish va avtomatlashtirishning o‘zaro bog‘liqligini kompleks tahlil qilish zaruratidan kelib chiqadi. Singular–amaliy iqtisodiyot modeli ana shu integratsiyani ilmiy asosda

ifodalab, zamonaviy iqtisodiy tizimlarning barqaror rivojlanish yo‘lini aniqlashga xizmat qiladi.

### ADABIYOTLAR RO‘YXATI

Zamonaviy iqtisodiy rivojlanish jarayonlari insoniyat tarixida ilgari kuzatilmagan darajada tezlashgan. Texnologik yutuqlar, raqamli transformatsiya va sun‘iy intellektning ommalashuvi natijasida iqtisodiyotning klassik qonunlari o‘zgarib bormoqda. Ray Kurzweil o‘zining “the singularity is near” (2005) asarida bu jarayonni texnologik singulyarlik deb atagan va uni eksponential o‘shish modeli orqali matematik tarzda ifodalagan. U quyidagi formulani taklif qilgan:

$$R(t) = R_0 e^{kt}$$

Bu yerda  $R(t)$ — vaqt o‘tgan sari texnologik imkoniyatlar darajasi,  $R_0$ — boshlang‘ich daraja,  $k$ — texnologik tezlanish koeffitsienti,  $t$ — vaqt. Ushbu formulaga ko‘ra, insoniyatdagi texnologik rivojlanish chiziqli emas, balki tezlanib boruvchi jarayon sifatida namoyon bo‘ladi. Shunday qilib, raqamli davrda iqtisodiyotning o‘shish manbai moddiy resurslardan emas, balki axborot va algoritmik qayta ishlash tezligidan kelib chiqadi.

Brynjolfsson va McAfee (2014) o‘zlarining “the second machine age” asarida shuni ta’kidlashadiki, zamonaviy iqtisodiy samaradorlik endi ishlab chiqarish vositalaridan emas, balki ma’lumot oqimi va hisoblash tezligidan kelib chiqadi. Shunday ekan, iqtisodiy tahlilning markazida endi “daromad/xarajat” nisbatidan tashqari, “ma’lumot oqimi/energiya sarfi” nisbati ham turadi. Bu yondashuv iqtisodiy tizimni energiya va axborotning o‘zaro uyg‘unlashgan jarayoni sifatida talqin qilishga imkon beradi. Shuningdek, texnologik singulyarlik tufayli iqtisodiy o‘shish koeffitsientlari vaqt o‘tishi bilan o‘zgaruvchan shaklga ega bo‘lib, klassik iqtisodiy modelga to‘g‘ri kelmaydi. Natijada, yangi matematik model zarur bo‘ladi. Shu sababli, singulyar-amaliy iqtisodiyot (SES) modeli raqamli va amaliy paradigmalarning integratsiyasini ifodalaydi.

Bobojonova Zarnigor (2025) o‘zining “amaliy va singulyar iqtisodiyotning ilmiy-tadqiqiy asoslari” asarida singulyar iqtisodiyot nazariyasini milliy iqtisodiy kontekstda tahlil qilgan. Muallifa raqamli transformatsiya jarayonlarining o‘zbekiston iqtisodiyotiga ta’sirini o‘rganib, SES modelining amaliy jihatlarini ilgari surgan. U inson omilining butunlay yo‘qolishi tizimni beqaror holatga olib kelishini ta’kidlaydi. Bobojonova iqtisodiy barqarorlik uchun optimal shart sifatida yuqori raqamlashtirish va o‘rta avtomatlashtirish darajasini taklif qiladi. Bu g‘oya kurzweil va nordhausning texnologik singulyarlik haqidagi nazariy qarashlarini amaliy iqtisodiyot bilan birlashtiradi. Shu sababli, bobojonova zarnigorning ishi SES modelining empirik komponenti sifatida qoraladi.

Nordhaus (2015) “are we approaching an economic singularity?” Ishida singulyarlikni makroiqtisodiy nuqtai nazardan o‘rganadi. U iqtisodiy o‘shish modelida

texnologik tezlanishning ta'sirini tahlil qilib, inson kapitali va sun'iy intellekt o'rtasidagi nisbatni matematik asosda ifodalaydi. Nordhausning natijalariga ko'ra, iqtisodiy tizimda ai o'sishi ishlab chiqarish elastikligini o'zgartiradi. Bu natija SES modelidagi  $\alpha, \beta, \gamma$  elastiklik koeffitsientlarini aniqlashda nazariy asos vazifasini bajaradi.

Robin Hanson (2016) "economics of the singularity" nomli maqolasida robotlar va inson mehnati o'rtasidagi o'zaro ta'sirni tahlil qiladi. U iqtisodiy tizimlarda mehnat bozori o'zgarishini texnologik o'sish tezligi bilan bog'laydi. Hansonning tahlil natijalari SES modelidagi "a" — avtomatlashtirish koeffitsientining iqtisodiy barqarorlikka ta'sirini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

Calum Chace (2016) "the economic singularity" asarida to'liq avtomatlashtirilgan iqtisodiy tizimlarni "post-mehnat iqtisodiyoti" sifatida tasvirlaydi. U ai keng joriy etilganda ishchi kuchining qisqarishi va resurs taqsimoti o'zgarishini tahlil qiladi. Bu yondashuv SES modelidagi "inson-texnologiya muvozanati" g'oyasini kuchaytiradi.

### METODOLOGIYA

Amaliy iqtisodiyot nazariyasi iqtisodiy samaradorlikni ma'lumotlarga asoslangan holda o'lchaydi. Brynjolfsson va Hitt (2000) bu yondashuvni "data-driven economics" deb atagan. Klassik amaliy iqtisodiyotda iqtisodiy samaradorlik quyidagicha ifodalanadi:

$$E = \frac{Y}{X}$$

Bu yerda  $E$  — samaradorlik,  $Y$  — iqtisodiy chiqish (output),  $X$  — resurs sarfi (input). Bu formula al-xorazmiy nisbat nazariyasining zamonaviy talqinidir. Ammo raqamli iqtisodiyotda vaqt va texnologik o'zgarishlarning dinamik ta'siri hisobga olinmaydi. Shu sababli, amaliy iqtisodiyot modeliga yangi o'zgaruvchilar kiritilishi lozim bo'ladi.

Klaus Schwab (2016) "the fourth industrial revolution" asarida shunday yozadi: iqtisodiyot endi moddiy ishlab chiqarishdan emas, balki raqamli interfeyslar orqali xizmat ko'rsatish samaradorligidan shakllanmoqda. Bu degani, amaliy iqtisodiyot endi raqamli tezlik, algoritmik ishlov va real vaqt ma'lumotlarini baholay olishi kerak. Shu sababli, singulyar-amaliy iqtisodiyot modeli (SES) amaliy tahlilga raqamli tezlanish komponentlarini integratsiya qiladi. Bu integratsiya orqali samaradorlik endi chiziqli emas, balki ko'p qatlamli nolinear modelga aylanadi. Bu yondashuv real iqtisodiy tizimlarni aniqroq tahlil qilish imkonini beradi.

### TAHLIL VA NATIJALAR

Kurzweilning texnologik o'sish modelini amaliy iqtisodiyot nisbatiga birlashtirib, quyidagi o'zgaruvchilar kiritiladi:

$D$  — raqamlashtirish darajasi (digitalization index);

$I$ — axborot oqimining intensivligi (information intensity);

$A$ — avtomatlashtirish darajasi (automation factor);

$Y$ — iqtisodiy chiqish (output);

$X$ — umumiy xarajatlar (input);

bu omillar asosida quyidagi formula hosil qilinadi:

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

Bu yerda  $\alpha, \beta, \gamma$ — elastiklik koeffitsientlari bo'lib, har bir omilning samaradorlikka ta'sirini bildiradi.

Bu formulaga ko'ra, agar  $D$ (raqamlashtirish) va  $I$ (axborot oqimi) ortsa, SES ortadi, ammo  $A \rightarrow 1$  yaqinlashsa, SES kamayadi. Chunki inson ishtiroki butunlay yo'qolgan tizimda beqarorlik yuzaga keladi. Demak, model iqtisodiy tizim uchun optimum avtomatlashtirish nuqtasi mavjudligini bildiradi. Bu nuqta inson va texnologiyaning uyg'un faoliyatini ifodalaydi. Shunday qilib, SES modeli iqtisodiy samaradorlikni yanada mukammal tahlil qilishga xizmat qiladi.

ES modelining birinchi natijasi shuni ko'rsatadiki, raqamlashtirish darajasi  $D$  iqtisodiy samaradorlikning asosiy drayveri hisoblanadi. Matematik tahlilga ko'ra,  $D$  ortganda SES eksponental tarzda oshadi. Bu jarayon iqtisodiy tizimlarda axborot oqimining uzluksiz kengayishini bildiradi. Ammo avtomatlashtirish  $A$  haddan oshganda, ya'ni inson nazorati yo'qolganda, SES kamayadi. Shunday qilib, SES modeli optimal muvozanatni ta'minlash uchun inson omilining muhimligini tasdiqlaydi. Bu natija real iqtisodiy kuzatuvlar bilan ham tasdiqlanadi, masalan, oecd raqamli iqtisodiyot hisobotlarida o'rta darajadagi avtomatlashtirish eng samarali tizim deb topilgan.

Modelni dekart koordinata tizimida ifodalaganda  $X$  o'qi —  $D$ ,  $Y$  o'qi —  $A$ ,  $Z$  o'qi esa SES qiymatini ifodalaydi. Agar  $I$  va boshqa omillar doimiy deb olinsa, SES sirtining shakli "singulyar paraboloid" ko'rinishida bo'ladi. Matematik shart quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{\partial^2 SES}{\partial D^2} > 0, \frac{\partial^2 SES}{\partial A^2} < 0$$

Bu shart iqtisodiy singulyarlikda marjinal foyda pasayish nuqtasini bildiradi. Demak, raqamlashtirish darajasi 0.7 dan yuqori, avtomatlashtirish 0.6 dan past bo'lgan tizimlarda SES maksimal qiymatga erishadi. Bu iqtisodiy tizimning barqaror raqamli yetuklik zonasi hisoblanadi.

Formulani logarifmlash orqali elastiklik tahlilini chuqurlashtiramiz:

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

bu ifoda har bir o'zgaruvchining SESga nisbatan chiziqli ta'sirini ko'rsatadi. Logarifmik tahlil yordamida iqtisodiy tizimning sezuvchanlik darajasi aniqlanadi. Masalan, agar  $\alpha > \gamma$  bo'lsa, bu raqamlashtirishning avtomatlashtirishdan kuchliroq

ta'sirini bildiradi. Natijada, boshqaruv qarorlari qaysi yo'nalishga resurs ajratish kerakligini aniqlashda matematik asosga ega bo'ladi.

Limit tahlili SES modelining barqaror va beqaror chegaralarini ko'rsatadi:

$$\lim_{A \rightarrow 1} SES = \infty (\text{nazariy, ammo amalda tizim beqaror})$$

$$\lim_{D \rightarrow 0} SES = 0 (\text{raqamli infratuzilma bo'lmasa, samaradorlik yo'q})$$

bu natijalar iqtisodiy tizim faqat raqamli poydevor mavjud bo'lganda barqaror ishlashini bildiradi. Shu bilan birga, inson ishtiroki to'liq yo'qolganda tizim nazariy jihatdan cheksiz, amalda esa beqaror holatga o'tadi. Demak, modelning barqaror oraliqlari quyidagicha aniqlanadi:

$$0 < A < 1, 0 < D \leq 1$$

temir yo'l transporti misolida SES modelini tatbiq etish orqali raqamli modernizatsiya darajasini aniq o'lchash mumkin. Bu tizimda  $Y$ — tashilgan yuk yoki yo'lovchilar hajmi,  $X$ — ekspluatatsion xarajatlar,  $D$ — raqamlashtirish darajasi,  $I$ — axborot oqimi,  $A$ — avtomatlashtirish darajasi. Agar  $D = 0.8$ ,  $I = 0.9$ ,  $A = 0.5$ ,  $Y = 100$ ,  $X = 70$ , va  $\alpha = \beta = \gamma = 1$  bo'lsa,

$$SES = \frac{100 \cdot 0.8 \cdot 0.9}{70 \cdot (1 - 0.5)} = 2.057$$

bu natija tizim samaradorligi ikki baravar oshganini bildiradi. Shu orqali modelning amaliy qo'llanilishi isbotlanadi.

## MUHOKAMA

Ushbu modelning muhim jihati shundaki, u iqtisodiy tizimni raqamli o'zgarishlar orqali tahlil qilish imkonini beradi. SES modeli klassik iqtisodiy tahlilning chegaralarini kengaytiradi va zamonaviy "ma'lumot iqtisodiyoti" paradigmasiga moslashadi. Raqamlashtirish darajasi yuqori bo'lgan tizimlarda iqtisodiy samaradorlikning keskin oshishi kuzatiladi. Shu bilan birga, inson omilining saqlanishi barqarorlikni ta'minlaydi. Demak, bu model inson va texnologiya o'rtasidagi uyg'unlikni optimal matematik asosda ifodalaydi.

SES modeli nafaqat tahliliy, balki strategik boshqaruv vositasi sifatida ham qo'llanilishi mumkin. Masalan, "o'ztemiryo'l" tizimida SES indikatorini har chorakda hisoblab borish orqali raqamli modernizatsiya darajasini kuzatish mumkin. Bu indikator investitsiya siyosati, texnologik yangilanish strategiyalari va inson resurslarini rivojlantirish dasturlarini rejalashtirishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Shu bilan, SES modeli iqtisodiy qaror qabul qilishda miqdoriy tayanch beradi.

Dekart fazosidagi tahlil SES modelining vizual afzalligini ta'minlaydi. SES(d, a) sirtining tepalik nuqtasi iqtisodiy tizimdagi raqamli yetuklik bosqichini bildiradi. Matematik jihatdan bu nuqta quyidagi shart bilan aniqlanadi:

$$\frac{\partial SES}{\partial D} = \frac{\partial SES}{\partial A}$$

bu shart iqtisodiy tilda shunday talqin qilinadi: raqamlashtirishning samaradorlikka qo'shgan hissasi avtomatlashtirishning inson omiliga ta'siri bilan muvozanatlashgan holatda bo'lishi kerak. Natijada, bu model “inson–texnologiya muvozanati”ning iqtisodiy ekvivalenti sifatida talqin etiladi.

### XULOSA

Xulosa sifatida aytish mumkinki, singulyar–amaliy iqtisodiyot (SES) modeli zamonaviy iqtisodiy tahlilda muhim innovatsion yondashuv hisoblanadi. U raqamlashtirish, axborot oqimi va avtomatlashtirishni yagona matematik tuzilma orqali o'lchaydi. Model yordamida iqtisodiy samaradorlikning barqaror zonalari aniqlanadi. SES modeli shuningdek, insonning texnologiya bilan uyg'un ishlashining iqtisodiy foydasini miqdoriy ifodalaydi. Shunday qilib, bu model iqtisodiyotning yangi raqamli paradigmasiga asos bo'ladi.

Amaliy jihatdan, SES modelini transport, energetika, ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish sohalarida qo'llash mumkin. Ayniqsa, raqamli infratuzilma kuchli bo'lgan tizimlarda model natijalari aniqroq ko'rinadi. SES modeli iqtisodiy o'sishning yangi manbai sifatida raqamli tezlanish qonunini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, inson omilining yo'qolishi tizimni beqaror holatga olib kelishini ogohlantiradi. Shunday qilib, barqaror raqamli iqtisodiyot uchun muvozanat zarur.

### 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. Bobojonova Z. Singulyar iqtisodiyot barqaror strategik iqtisodiy tizimi sifatida // Strategik kuch. — №4. — Toshkent, 2023. — B. 27–30.
9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

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