



IQTISODIY JARAYONLARNI AXBOROT TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA SIMULYATSIYA QILISH

YULDOSHEV SHODIYOR SHUXRAT O'GLI

Toshkent Davlat Iqtisodiyot Universiteti To'rtko'l Fakulteti Buxgoltorya

Mutaxassislik Gumanitar va aniq fanlar kafedrası katta o'qituvchisi

Toshkent Davlat Iqtisodiyot Universiteti To'rtko'l Fakulteti Bugoltorya xisobi

yo'nalishi 253-guruh talabasi Xudaynazarova Sarvinoz

Annotatsiya

Iqtisodiy tizimlar ko'p omilli, dinamik va noaniqlik yuqori bo'lgan muhitda faoliyat yuritadi. Bunday sharoitda qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash, siyosat va biznes strategiyalarining oqibatlarini oldindan baholash hamda risklarni kamaytirish uchun simulyatsiya yondashuvlari muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu maqolada iqtisodiy jarayonlarni axborot texnologiyalari (AT) yordamida simulyatsiya qilishning nazariy asoslari, amaliy modellash usullari, algoritmik yondashuvlar, dasturiy platformalar hamda modelni kalibrlash–validatsiya qilish masalalari akademik ruhda yoritiladi. Shuningdek, makro va mikro darajadagi tipik qo'llanilish ssenariylari, raqamli egizak (digital twin), katta ma'lumotlar (big data) va bulutli hisoblash (cloud) infratuzilmasining roli tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: iqtisodiy simulyatsiya, agentga asoslangan model, tizim dinamikasi, Monte-Karlo, DSGE/CGE, stsenariy tahlili, kalibrlash, validatsiya, raqamli egizak, katta ma'lumotlar.

1. Kirish

Iqtisodiy jarayonlar — ishlab chiqarish, iste'mol, narx shakllanishi, bandlik, inflyatsiya, valyuta kursi, ta'minot zanjiri, moliyaviy oqimlar va boshqa ko'plab o'zaro bog'liq munosabatlar yig'indisidir. Real iqtisodiyotda tajriba o'tkazish



ko‘pincha qimmat, xavfli yoki imkonsiz: masalan, soliq stavkasini keskin o‘zgartirish yoki kredit siyosatini agressivlashtirishning ta’sirini “sinab ko‘rish” katta salbiy oqibatlariga olib kelishi mumkin. Simulyatsiya aynan shu muammoni hal qiladi: **model** orqali “virtual tajriba” o‘tkaziladi, turli ssenariylar solishtiriladi va ehtimoliy natijalar oldindan baholanadi.

Axborot texnologiyalari simulyatsiyani yangi bosqichga olib chiqdi: yuqori tezlikdagi hisoblash, bulutli platformalar, real vaqt ma’lumotlari, mashinaviy o‘rganish yordamida kalibrlash, vizual analitika va interaktiv panellar (dashboard) iqtisodiy tizimlarni aniqroq va tezroq tahlil qilish imkonini bermoqda.

2. Iqtisodiy simulyatsiyaning konseptual asoslari

Simulyatsiya — real tizimning muhim xususiyatlarini matematik, statistik yoki algoritmik shaklda ifodalab, vaqt bo‘yicha rivojlanishini hisoblashdir. Iqtisodiy simulyatsiyada odatda quyidagi elementlar mavjud bo‘ladi:

1. **Subyektlar (agentlar):** uy xo‘jaliklari, firmalar, banklar, davlat, tashqi sektor.
2. **Qoidalar va cheklovlar:** byudjet cheklovi, resurs cheklovi, institutsional qoidalar, bozor mexanizmlari.
3. **O‘zgaruvchilar:** narxlar, daromad, talab, taklif, foiz stavkasi, ishlab chiqarish hajmi va h.k.
4. **Dinamik aloqalar:** kechikishlar (lags), feedback loop, moslashuv, kutishlar.
5. **Noaniqlik:** tasodifiy shoklar, parametrlarning o‘zgaruvchanligi, ma’lumotdagi xatolar.

Simulyatsiyaning kuchli tomoni — **“agar ... bo‘lsa, nima bo‘ladi?”** (what-if) savoliga tizimli javob berishidir. Masalan, “elektr energiyasi narxi oshsa, ishlab



chiqarish tannarxi va inflyatsiya qanday o'zgaradi?" yoki "logistika uzilishi ta'minot zanjiri barqarorligiga qanday ta'sir qiladi?"

3. Asosiy modellash yondashuvlari

3.1. Tizim dinamikasi (System Dynamics)

Tizim dinamikasi agregat darajadagi oqim–zaxira (flow–stock) munosabatlarini differensial tenglamalar yoki diskret vaqt qadamlarida ifodalaydi. Masalan, ombordagi zaxira, ishlab chiqarish sur'ati, buyurtmalar oqimi, investitsiya hajmi kabi ko'rsatkichlar o'zaro bog'lanadi. Bu yondashuv:

- siyosiy qarorlar oqibatlarini uzun muddatda ko'rish,
- feedback va kechikishlarni tahlil qilish,
- “barqarorlik–beqarorlik” holatlarini tushuntirishda qulay.

3.2. Agentga asoslangan modelashtirish (Agent-Based Modeling, ABM)

ABMda iqtisodiyot “o'rtacha agent” emas, balki ko'plab heterogen agentlar (turli daromad, preferensiya, riskga munosabat) yig'indisi sifatida simulyatsiya qilinadi. Agentlar o'zaro savdo qiladi, raqobatlashadi, tarmoqlarda (network) bog'lanadi va lokal qoidalar asosida qaror qabul qiladi. ABM:

- bozor mikrostrukturasini,
- ijtimoiy ta'sir (herding), tarmoq effektlarini,
- krizislarning “paydo bo'lish” mexanizmlarini realistikroq tasvirlashi mumkin.

3.3. Monte-Karlo simulyatsiyasi

Monte-Karlo yondashuvi noaniq parametrlar va shoklar mavjud bo'lganda natijalar taqsimotini baholash uchun ishlatiladi. Masalan, valyuta kursi tebranishi yoki talabning tasodifiy o'zgarishini ko'plab iteratsiyada (minglab/yuz minglab)



“tasodifiy namunalar” orqali hisoblab, risk ko‘rsatkichlarini (masalan, ehtimoliy yo‘qotish) baholash mumkin.

3.4. Makroiqtisodiy strukturaviy modellar (DSGE, CGE va boshqalar)

- **DSGE** (dinamik stoxastik umumiy muvozanat) modellarida agentlar optimallashtiradi, bozorlarda muvozanat shartlari qo‘yiladi va stoxastik shoklar kiritiladi.

- **CGE** (hisoblanadigan umumiy muvozanat) modellarida sektorlararo bog‘liqliklar, soliq va savdo siyosati kabi omillar bo‘yicha ssenariylar baholanadi.

Bu tur modellar siyosat tahlilida keng uchraydi, ammo ularni amaliy qo‘llash kuchli ma’lumot bazasi, ehtiyotkor identifikatsiya va kalibrlashni talab qiladi.

3.5. Diskret hodisalar simulyatsiyasi (Discrete-Event Simulation)

Logistika, navbat (queue), xizmat ko‘rsatish, ombor, transport, bank operatsiyalari kabi jarayonlarda “hodisa yuz berdi → tizim holati yangilandi” tamoyili ishlaydi. Bu yondashuv mikro-operatsion samaradorlikni tahlil qilishda juda foydali.

4. Axborot texnologiyalarining roli: infratuzilma va vositalar

4.1. Dasturlash muhitlari va platformalar

Iqtisodiy simulyatsiyada quyidagilar ko‘p uchraydi:

- **Python/R**: statistik tahlil, vaqt qatori, agent simulyatsiyasi, Monte-Karlo, vizualizatsiya, ML integratsiyasi.
- **MATLAB/Simulink**: dinamik tizimlar, nazorat (control), prototiplash.
- **Julia**: yuqori unumdor hisoblash, optimallashtirish.



- **GAMS** kabi optimallashtirishga yo‘naltirilgan muhitlar: resurs taqsimoti, muvozanat va rejalashtirish.

- **AnyLogic/NetLogo**: ABM va ko‘p paradigmali simulyatsiyalar (agent + diskret hodisa + tizim dinamikasi). Bu vositalar tanlovi model murakkabligi, hisoblash resurslari, jamoa kompetensiyasi va integratsiya ehtiyojiga bog‘liq.

4.2. Bulutli hisoblash va yuqori unumdor hisoblash (HPC)

Katta o‘lchamli modellar (ko‘p agent, ko‘p ssenariy, ko‘p parametr) yuqori hisoblash quvvatini talab qiladi. Bulutli hisoblash:

- parallel simulyatsiyalarni tezlashtiradi,
- takrorlanadigan tajribalar uchun muhitni standartlashtiradi,
- jamoaviy ishlashni yengillashtiradi.

4.3. Katta ma’lumotlar va real vaqt analitikasi

Simulyatsiya sifati ko‘p jihatdan ma’lumotga bog‘liq. Savdo tranzaksiyalari, mobil lokatsiya, to‘lovlar, sensorlar (IoT), web-analitika kabi manbalar:

- parametrlarni yaxshiroq baholash,
- agent xulqini realistikroq modellashtirish,
- “real vaqt” monitoring va moslashuvchan simulyatsiya (nowcasting) imkonini beradi.

4.4. Raqamli egizak (Digital Twin)

Raqamli egizak — real iqtisodiy/operatsion tizimning doimiy yangilanib turadigan raqamli modeli. Masalan, yirik logistika tarmog‘i yoki ishlab chiqarish klasterining raqamli egizagi:



- real ma'lumot bilan sinxron ishlaydi,
- prognoz va optimallashtirishni birlashtiradi,
- favqulodda holatlar ssenariylarini tez baholaydi.

5. Model qurish metodologiyasi

5.1. Muammo qo'yish va chegaralash

Birinchi qadam — tadqiqot savolini aniq qo'yish: maqsad prognozmi, siyosat bahosimi, risk tahlilimi yoki operatsion optimallashtirishmi? Shunga ko'ra model:

- vaqt oralig'i (qisqa/uzoq muddat),
 - agregatsiya darajasi (makro/mikro),
 - sektorlar va agentlar soni
- bo'yicha chegaralanadi.

5.2. Strukturani loyihalash va formalizatsiya

Konseptual sxema tuziladi: sabab-oqibat bog'lanishlari, oqimlar, qaror qoidalari, bozor mexanizmlari. So'ng matematik yoki algoritmik formalizatsiya qilinadi (tenglamalar, ehtimollik taqsimotlari, agent qoidalari).

5.3. Kalibrlash, identifikatsiya va parametr baholash

Parametrlar:

- tarixiy ma'lumotdan statistik usullar bilan,
 - ekspert bahosi bilan,
 - yoki gibrid yondashuvda
- tanlanadi. Bu bosqichda ortiqcha moslash (overfitting) xavfi bor, shuning uchun parametrlarning iqtisodiy ma'nosi va barqarorligi tekshiriladi.



5.4. Validatsiya va verifikatsiya

- **Verifikatsiya:** model “to‘g‘ri hisoblayaptimi?” (kod xatolari, mantiqiy moslik).
- **Validatsiya:** model “reallikka yetarlicha mosmi?” (tarixiy davrni qayta tiklash, stilize faktlar, tashqi test).

5.5. Sezgirlik (sensitivity) va stsenariy tahlili

Model natijalari qaysi parametrga qanchalik sezgir? Qaysi shoklar tizimni beqaror qiladi? Turli stsenariylar (optimistik, pessimist, bazaviy) solishtiriladi. Monte-Karlo, global sezgirlik tahlili va stress-testlar keng qo‘llanadi.

6. Qo‘llanilish misollari (tipik yo‘nalishlar)

1. **Makro siyosat tahlili:** soliq, subsidiya, pul-kredit siyosati ssenariylari; inflyatsiya va bandlikka ta’sir.
2. **Bank va moliya:** kredit portfeli riskini simulyatsiya qilish, likvidlik stress-test, bozor risklari.
3. **Ta’minot zanjiri va logistika:** uzilishlar ta’siri, ombor zaxira siyosati, transport marshrutlari, navbat tizimlari.
4. **Energiya va resurslar:** narx shoklari, talab-taklif muvozanati, “yashil” transformatsiya ssenariylari.
5. **Hududiy rivojlanish:** migratsiya, infratuzilma investitsiyasi, bandlik bozorida o‘zgarishlar.

Bu yo‘nalishlarning barchasida AT vositalari modelni tez sinash, ko‘p variantlarni ko‘rish va natijani vizual tahlil qilish imkonini beradi.

7. Cheklovlar va dolzarb muammolar



Simulyatsiya “mutlaq haqiqat” bermaydi — u taxminlar va ma’lumotga tayanadi. Asosiy muammolar:

- **Ma’lumot sifati va mosligi:** o’lchash xatolari, kechikkan ma’lumot, norasmiy sektorni qamrab olmaslik.
- **Model noaniqligi:** bir muammoga bir nechta model mos kelishi mumkin (model uncertainty).
- **Xulq-atvor murakkabligi:** agentlarning real qarorlari psixologik va institutsional omillarga bog‘liq.
- **Interpretatsiya riski:** model natijasini “prognoz” deb qabul qilib yuborish; aslida u ssenariy natijasidir.
- **Etika va shaffoflik:** algoritmik qarorlar ijtimoiy adolatga ta’sir qilishi mumkin; model taxminlari ochiq bo‘lishi zarur.

8. Xulosa

Axborot texnologiyalari yordamida iqtisodiy jarayonlarni simulyatsiya qilish — iqtisodiy tahlil va qaror qabul qilishni kuchaytiradigan, risk va noaniqlikni boshqarishga yordam beradigan samarali ilmiy-amaliy yo‘nalishdir. Tizim dinamikasi, agentga asoslangan modellar, Monte-Karlo, DSGE/CGE va diskret hodisalar simulyatsiyasi kabi yondashuvlar turli vazifalar uchun mos keladi. Biroq model qurish jarayonida muammo qo‘yish, ma’lumot tayyorlash, kalibrlash, validatsiya va sezgirlik tahlili fundamental ahamiyatga ega. Kelajakda real vaqt ma’lumotlari, bulutli infratuzilma, mashinaviy o‘rganish va raqamli egizak konsepsiyasi iqtisodiy simulyatsiyani yanada amaliy, moslashuvchan va aniqroq yo‘nalishga olib borishi kutiladi.

Foydalanish mumkin bo‘lgan adabiyotlar (umumiy yo‘nalish)

1. System Dynamics va feedback tizimlari bo‘yicha klassik qo‘llanmalar



2. Agent-Based Computational Economics (ABCE) yo‘nalishidagi monografiyalar va kurs materiallari
3. Monte-Karlo va risk tahlili bo‘yicha statistik adabiyotlar
4. DSGE/CGE modellash bo‘yicha makroiqtisodiy metodologik manbalar
5. Simulyatsiya validatsiyasi, sezgirlik tahlili va model noaniqligi bo‘yicha ilmiy maqolalar