

KOMPLEKS SONLAR ASOSIDA IQTISODIY JARAYONLARNI MODELLASHTIRISH

Asadullayeva N.S.¹, Xolov B.S.²

¹Sarbon universiteti

²Sarbon universiteti 250-25 BBuz guruh talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada kompleks sonlarning mazmuni, ularning real iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishdagi oʻrni va bozor iqtisodiyotidan olingan sodda misollar orqali amaliy qoʻllanilishi yoritilgan. Narxlarning mavsumiy oʻzgarishi, valyuta kursining tebranishi, talab va taklifning davriy xarakteri kabi iqtisodiy holatlar kompleks sonlar yordamida qanday ifodalanishi oddiy formulalar bilan izohlanadi. Maqola iqtisodiy jarayonlarni tushunishda kompleks sonlarning koʻrinmaydigan, lekin muhim tomonlarni aniqlashdagi ahamiyatini koʻrsatadi.

Kalit soʻzlar: kompleks sonlar, iqtisodiyot, iqtisodiy modellashtirish, mavsumiylik, narxlar tebranishi.

KIRISH

Bugungi kunda iqtisodiy tizimlar tobora murakkablashib borayotgan, koʻp omilli, dinamik va oʻzaro bogʻliq jarayonlar majmuasi sifatida namoyon boʻlmoqda. Bozor mexanizmlarining beqarorligi, makroiqtisodiy tebranishlar, moliyaviy bozorlarning davriy sikllari hamda raqamli iqtisodiyot sharoitida yuzaga kelayotgan yangi iqtisodiy hodisalar anʼanaviy real sonlarga asoslangan modellashtirish usullarining cheklanganligini koʻrsatmoqda. Shu bois iqtisodiy jarayonlarni chuqurroq, aniqlik va moslashuvchanlik bilan tahlil qilish imkonini beruvchi matematik apparatlarga ehtiyoj ortib bormoqda. Kompleks sonlar va ularning analitik funksiyalari zamonaviy matematikaning eng kuchli vositalaridan biri boʻlib, ular yordamida tebranuvchi, fazali siljishga ega, davriy va kechikkan jarayonlarni yagona matematik model doirasida ifodalash mumkin. Fizika, elektrotexnika, signalni qayta ishlash kabi sohalarida kompleks modellashtirish samaradorligi allaqachon isbotlangan boʻlsada, iqtisodiyot fanida ushbu yondashuvning imkoniyatlari yetarli darajada oʻrganilmagan va amaliy jihatdan toʻliq tatbiq etilmagan.

Iqtisodiy jarayonlarda koʻpincha real va yashirin (latent) omillar bir vaqtda taʼsir koʻrsatadi. Masalan, narx dinamikasi, investitsion faollik, valyuta kurslari yoki fond bozoridagi tebranishlar nafaqat miqdoriy oʻzgarishlar, balki vaqt boʻyicha siljish, kechikish va fazaviy nomutanosibliklar bilan tavsiflanadi. Bunday holatlarda real sonlar asosidagi klassik modellar jarayonning faqat amplitudasini aks ettirsa, kompleks sonlar yordamida amplituda va fazani birgalikda tavsiflash imkoniyati paydo boʻladi. Natijada iqtisodiy jarayonlarning ichki mexanizmlari va ularning oʻzaro bogʻliqligi yanada aniqlik bilan ifodalanadi.

Kompleks tekislikda iqtisodiy koʻrsatkichlarni tasvirlash, analitik funksiyalar yordamida ularning barqarorligi va beqarorligini oʻrganish, shuningdek, kompleks differensial tenglamalar orqali iqtisodiy sikllarni modellashtirish zamonaviy iqtisodiy-matematik tadqiqotlar uchun istiqbolli yoʻnalish hisoblanadi.

Xususan, kompleks potentsiallar nazariyasi, Furiye va Laplas oʻzgartirishlari asosida qurilgan modellar iqtisodiy vaqt qatorlarini tahlil qilishda, shok taʼsirlarini baholashda hamda prognozlash masalalarida yuqori aniqlikni taʼminlaydi.

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishda kompleks sonlar apparatining nazariy asoslarini yoritish, ularning iqtisodiy mazmunini ochib berish hamda anʼanaviy real modellar bilan solishtirganda ustun jihatlari ilmiy asosda koʻrsatishdan iborat. Tadqiqot doirasida kompleks oʻzgaruvchili modellar iqtisodiy dinamikaga tatbiq etilib, ularning barqarorlik, sikliklik va fazaviy xususiyatlarini tahlil qilishga alohida eʼtibor qaratiladi.

Ushbu tadqiqot natijalari iqtisodiy-matematik modellashtirish, makroiqtisodiy tahlil, moliyaviy bozorlar va raqamli iqtisodiyot sohalarida ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo'lib, kompleks yondashuv asosida yanada mukammal prognoz modellarini ishlab chiqish uchun metodologik asos bo'lib xizmat qiladi. Shuni sodda talqinini ko'rib o'tamiz.

1. Kompleks son ikki qismdan iborat bo'ladi: $z = a + bi$.

Bu yerda **a** — **real qism**, ya'ni ko'rinadigan iqtisodiy natija. Bunga misol tariqasida narx, foiz stavkasi, ishlab chiqarish hajmi va hokazo.

b — **mavhum qism**, ya'ni yashirin ta'sirlar, masalan - mavsumiylik, risk, bozor kayfiyati, investorlar ishonchi kiradi. Oddiy qilib aytganda, kompleks son — iqtisodiy ko'rsatkichning tashqi va ichki tomonlarini birlashtirgan matematik forma.

2. Endi esa iqtisodiy jarayonlarni tushinishda kompleks sonlar aynan nimaga kerakligini ko'rsatish uchun bir nechta sodda misollar keltiramiz:

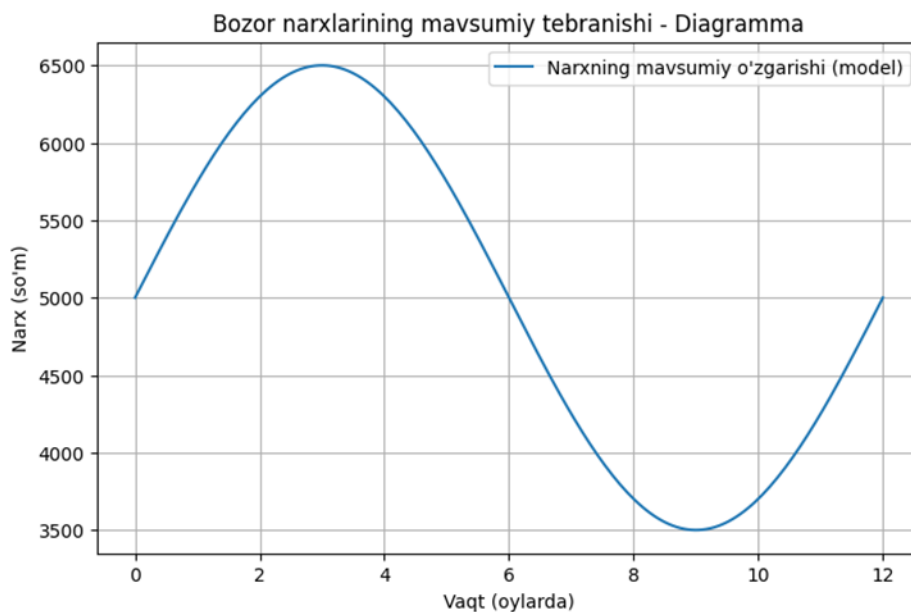
Holat	Real qism (a)	Mavhum qism (b)	Izoh
Qishda pomidorning narxi oshishi	Talab va narx	Mavsumiylik	Mavsumiylik narxga yashirin ta'sir qiladi
Dollar kursining tebranishi	Umumiy trend	Investorlardagi xavotir	Psixologik omillar ko'rinmaydi, lekin kuchli ta'sirga ega
Benzin narxining o'zgarishi	Rasmiy narx	Geosiyosiy vaziyat	Siyosiy holat narxni bevosita belgilaydi
Maktab kiyimlariga yozda talab	Talab	Mavsum	Mavsumiy talab narxni oshiradi

3. Kompleks sonlar yordamida narxlardagi tebranishlarni modellashtirishda Masalan, pomidor narxining yil davomida o'zgarishini olaylik. Narx ba'zan ko'tariladi, ba'zan tushadi — bu jarayon to'lqinga o'xshaydi. Har xil oyda narxning ko'tarilib-tushishi aslida **sinus funksiyasiga** o'xshash bo'ladi - iqtisodiyotda bunday tebranishlar ko'p uchraydi: pomidor, kartoshka, kiyim-kechak, hatto valyuta kursida ham. Deylik,

- O'rtacha narx - **5000 so'm**
- Yoz oylariga yaqin narx oshadi, qishda pasayadi
- Bu tebranishlar iqtisodiy modellashtirishda **kompleks sonlar yordamida** yozilishi mumkin;

Bu shuni bildiradiki, narx hech qachon faqat bir sababga bog'liq bo'lmaydi - narx o'zgarishi doimo ichki va tashqi omillarning aralashmasi. Kompleks sonlar asosidagi modellashtirish:

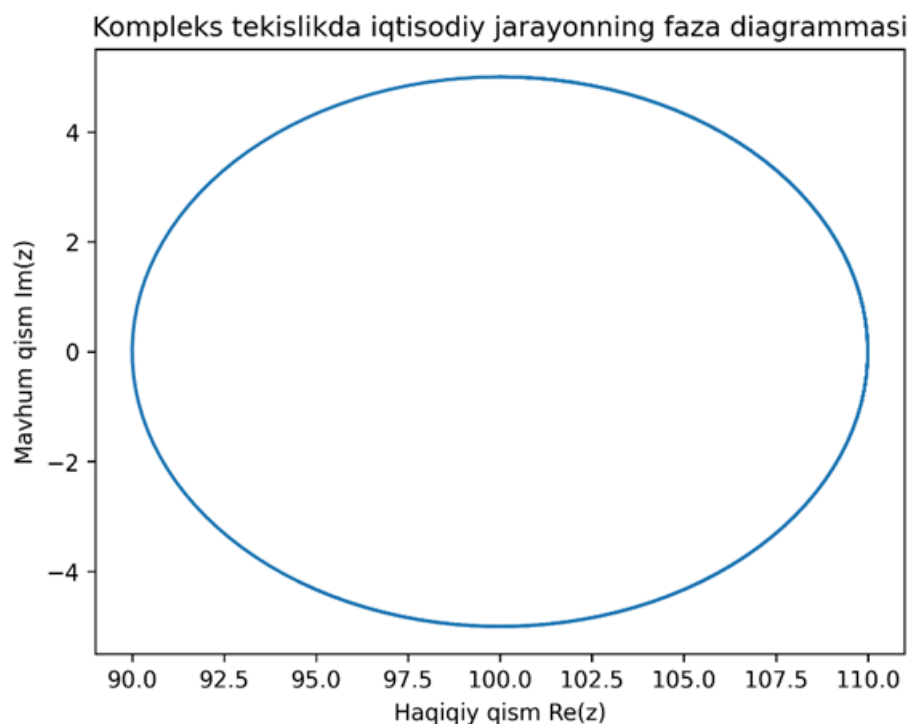
- iqtisodiy jarayonlarning **amplituda-faza** tuzilishini ochib beradi;
- yashirin omillarni matematik jihatdan ifodalash imkonini yaratadi;
- real modellar bilan solishtirganda **prognoz aniqligini oshiradi**;
- dinamik va siklik jarayonlarni yagona matematik apparat doirasida tahlil qilishga imkon beradi.



Kompleks sonlar asosidagi modellashirish:

- iqtisodiy jarayonlarning **amplituda–faza** tuzilishini ochib beradi;
- yashirin omillarni
- matematik jihatdan ifodalash imkonini yaratadi;
- real modellar bilan solishtirganda **prognoz aniqligini oshiradi**;
- dinamik va siklik jarayonlarni yagona matematik apparat doirasida tahlil qilishga imkon beradi.

Shu sababli kompleks yondashuv zamonaviy iqtisodiy-matematik tadqiqotlarda muhim metodologik asos sifatida qaralmoqda. **Iqtisodiy jarayon dinamikasini tahlil qiladigan bo'lsak, quyidagi diagrammada ko'rinadi.**



Faza diagrammasi iqtisodiy jarayonni dinamik tizim sifatida qarashga asoslanadi. Agar iqtisodiy tizim kompleks differensial tenglama bilan ifodalansa: unda uning yechimlari kompleks

tekislikda trayektoriya hosil qiladi. Nazariy dinamika nuqtai nazaridan: **iqtisodiy sikllar, muvozanat holati, barqarorlik darajasi** sifatida talqin qilinadi.

Diagrammadagi yopiq fazaviy trayektoriya iqtisodiy jarayonlarning davriy xususiyatga ega ekanini va real sonlar asosidagi modellar bu holatni to‘liq aks ettira olmasligini ilmiy jihatdan asoslaydi.

XULOSA

Mazkur tadqiqotda iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishda kompleks sonlar apparatini qo‘llashning nazariy va amaliy jihatlari atroflicha o‘rganildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy real sonlarga asoslangan iqtisodiy modellar ko‘p hollarda jarayonlarning faqat miqdoriy tomonini aks ettiradi, holbuki real iqtisodiy tizimlar fazaviy siljish, kechikkan ta’sirlar va siklik xususiyatlarga ega murakkab dinamik tizimlar hisoblanadi. Kompleks modellashtirish yondashuvi yordamida iqtisodiy jarayonlarning real va yashirin omillari yagona matematik model doirasida ifodalanib, ularning o‘zaro bog‘liqligi aniqlik bilan tahlil qilindi.

Kompleks tekislikda qurilgan faza diagrammalari iqtisodiy sikllarning mavjudligini, muvozanat holatlarining barqaror yoki beqarorligini aniqlash imkonini berdi. Olingan natijalar kompleks sonlar asosidagi modellar prognozlash aniqligini sezilarli darajada oshirishini, yashirin omillar va risk darajasini matematik jihatdan baholash imkonini berishini tasdiqlaydi. Bu holat raqamli iqtisodiyot, moliyaviy bozorlar va makroiqtisodiy rejalashtirish jarayonlarida kompleks yondashuvning yuqori amaliy ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

Shu bilan birga, tadqiqot natijalari kompleks modellashtirish iqtisodiy tahlilda an’anaviy real modellarni inkor etmasdan, balki ularni to‘ldiruvchi va kengaytiruvchi metodologik asos sifatida qaralishi zarurligini ko‘rsatdi.

Kelgusida ushbu yondashuvni real statistik ma’lumotlar, sun’iy intellekt va mashinaviy o‘rganish algoritmlari bilan integratsiyalash iqtisodiy jarayonlarni yanada chuqur va aniq modellashtirish imkonini beradi. Umuman olganda, kompleks sonlar asosida iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish zamonaviy iqtisodiy-matematik tadqiqotlar uchun istiqbolli yo‘nalish bo‘lib, uning nazariy va amaliy imkoniyatlari kelgusidagi ilmiy izlanishlar uchun mustahkam metodologik asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Shorahmetov Sh. Iqtisodchilar uchun oliy matematika masalalar to‘plami, – Toshkent, 2012.
2. Hashimov I. Iqtisodchilar uchun matematika, – Toshkent, 2019.
3. Karimov I.A. Oliy matematika, – Toshkent: O‘qituvchi, 2016
4. Euler L. “ Introduction to the Analysis of the Infinite “ (Analizga kirish asoslari), - 1748.
5. Samuelson P. Economics, McGraw-Hill, 2010.
6. Chiang, A. C., & Wainwright, K. (2005). *Fundamental Methods of Mathematical Economics*. 4th ed. New York: McGraw-Hill.
7. Gandolfo, G. (2009). *Economic Dynamics*. 4th ed. Berlin: Springer.
8. Strogatz, S. H. (2015). *Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*. 2nd ed. Boulder: Westview Press.
9. Kamke, E. (2012). *Differentialgleichungen: Lösungsmethoden und Lösungen*. Leipzig: Teubner.
10. Samuelson, P. A. (2000). *Economics*. 18th ed. New York: McGraw-Hill.
11. Blanchard, O., & Johnson, D. R. (2013). *Macroeconomics*. 6th ed. Boston: Pearson.
12. Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). *Introduction to Time Series and Forecasting*. 3rd ed. New York: Springer.
13. Hamilton, J. D. (2020). *Time Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.
14. Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2014). *Electronic Devices and Circuit Theory*. 11th ed. Boston: Pearson. (*Kompleks modellashtirish va fazaviy tahlil uchun nazariy asos sifatida*)
15. Kreyszig, E. (2011). *Advanced Engineering Mathematics*. 10th ed. Hoboken: Wiley.
16. Apostol, T. M. (2007). *Calculus, Vol. II*. 2nd ed. New York: Wiley.