

MURAKKAB MASALALARNI MODELLASHTIRISHGA DOIR MASALALAR

Sharofutdinov I.U¹., Shovkatjonov K.Q²., Shovkatjonova N.J².

¹FarDU katta o'qituvchisi, p.f.f.d.(PhD), Iqbol0766@gmail.com, ²FarDU talabalari, [email: shavkatjonovkomiljon0506@gmail.com](mailto:shavkatjonovkomiljon0506@gmail.com), shovkatjonovanozanin@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada murakkab masalalarni matematik modellashtirishning nazariy asoslari, amaliy sohalaridagi qo'llanishi, modellashtirish jarayonining bosqichlari hamda modellarni tahlil qilishning samarali usullari yoritiladi. Zamonaviy texnologiyalar, katta hajmdagi ma'lumotlar va ko'p omilli tizimlar bilan ishlash zarurati murakkab jarayonlarni matematik modellashtirishni strategik ahamiyatga ega fanlardan biriga aylantirmoqda. Maqolada deterministik va stoxastik modellar, optimallashtirish masalalari, simulyatsiya usullari va ular yordamida muammolarni yechish mexanizmlari ilmiy yondashuv asosida bayon qilinadi. Misollar orqali iqtisodiyot, texnika, ekologiya va IT sohalarida murakkab muammolarni modellashtirishning o'rni ko'rsatib beriladi.

Kalit so'zlar: matematik modellashtirish, murakkab tizim, deterministik model, stoxastik model, simulyatsiya, optimallashtirish, differensial tenglamalar, algoritmik tahlil.

Kirish

Hozirgi zamonda ilm-fan, texnika, iqtisodiyot va axborot texnologiyalari sohalarida duch kelinadigan muammolarning aksariyati ko'p omilli, nolinear va murakkab strukturaga ega. Bunday jarayon va tizimlarni oddiy kuzatish orqali tushunish qiyin bo'lgani sababli matematik modellashtirish usuli asosiy ilmiy vosita sifatida shakllangan. Matematik model real jarayonning soddalashtirilgan, lekin mazmunan yetarlicha aniqlik bilan aks ettiruvchi shaklidir. Murakkab masalalarni modellashtirish nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy yechimlar ishlab chiqishda ham muhim ahamiyatga ega. Masalan, transport oqimlarini boshqarish, iqtisodiy prognozlash, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, ekologik xavflarni baholash, biomeditsina tajribalari yoki IT tizimlari samaradorligini oshirish kabi yo'nalishlarga modellashtirish chuqur integratsiyalangan.

Matematik modellashtirishning nazariy asoslari

1.1. Modellarning mohiyati: Matematik model — bu real obyekt, jarayon yoki tizimning matematik til orqali ifodalangan ko'rinishidir. Model tenglamalar,

algoritmlar, graflar, ehtimollik taqsimotlari yoki mantiqiy qoidalar ko‘rinishida bo‘lishi mumkin. Modellashtirishning asosiy maqsadi real muammoni tushunish, tahlil qilish va optimal qarorlar qabul qilish uchun raqamli asos yaratish.

1.2. Modellarning turlari:

Modellarning turlari		
Deterministik modellar	Jarayonlar qat’iy qoidalar asosida o‘zgaradi	Misol: fizika qonunlari asosidagi harakat tenglamalari
Stoxastik modellar	Tasodifiylik, ehtimollik va statistik jarayonlar ustuvor	Misol: bozor narxlarining o‘zgarishi, biologik jarayonlar
Diskret va uzluksiz modellar	Diskret modelda holatlar soni cheklangan, uzluksiz modelda esa cheksiz	
Analitik va simulyatsion modellar	Analitik modellar aniq tenglamalar bilan yechiladi.	Simulyatsiya orqali esa jarayon kompyuterda takrorlanadi.

2. Modellashtirish jarayonining bosqichlari:

Murakkab masalalarni matematik modellashtirish odatda quyidagi ketma-ket bosqichlardan iborat:

2.1. Muammoni qo‘yish va maqsadni aniqlash: Muammoning strukturasini aniqlash, sabab-oqibat bog‘liqliklarini tushunish modellashtirishning muvaffaqiyatini belgilaydi.

2.2. Model qurish: Jarayonning xususiyatlariga qarab tenglamalar, funksiyalar yoki algoritmlar tanlanadi. Bu bosqichda nolinearlik, ko‘p omillilik, vaqtga bog‘liqlik kabi omillar hisobga olinadi.

2.3. Modelni kalibrlash: Model parametrlarini real ma’lumotlarga moslashtirish jarayoni. Bu bosqichdagi asosiy maqsad — modelning real jarayonga mos kelishini ta’minlash.

2.4. Modelni yechish:

Modelni yechishda:

- analitik yechimlar,
- raqamli usullar,
- simulyatsiya,
- optimallashtirish algoritmlaridan foydalaniladi.

2.5. Natijalarni tahlil qilish: Olingan natijalar asosida jarayonning xatti-harakati baholanadi. Sensitivlik tahlili orqali modelning barqarorligi ham tekshiriladi.

2.6. Qaror qabul qilish: Model natijalari real qarorlar qabul qilish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Masalan, ishlab chiqarish optimallashtiriladi yoki ekologik xavflar kamaytiriladi.

Murakkab masalalar uchun modellashtirish usullari:

3.1. Optimallashtirish masalalari: Bu turdagi masalalarda maqsad funksiyasini maksimal yoki minimal qiymatga olib keluvchi yechim topiladi.

Qo'llaniladigan usullar:

- chiziqli dasturlash,
- nolinear optimallashtirish,
- genetik algoritmlar,
- gradient usullari.

3.2. Differensial tenglamalar tizimlari: Ko'plab fizik, biologik va iqtisodiy jarayonlar vaqt bo'yicha o'zgaradi. Bunday jarayonlar differensial tenglamalar orqali modellashtiriladi.

3.3. Stoxastik simulyatsiya: Murakkab jarayonlarda tasodifiylik katta rol o'ynaydi. Monte-Karlo simulyatsiyasi shunday modellar uchun eng samarali usullardan biridir.

3.4. Agentga asoslangan modellashtirish: Bu usulda tizim ko'plab o'zaro ta'sir qiluvchi agentlar orqali tasvirlanadi. U transport oqimlari, epidemiya tarqalishi kabi masalalarda qo'llaniladi.

3.5. Tarmoqlar nazariyasi:Kompyuter tarmoqlari, transport yo'llari, energiya taqsimoti kabi tizimlar graflar yordamida modellashtiriladi.

Amaliy misollar:

4.1. Iqtisodiy modellashtirish:Milliy iqtisodiyotning o'sish ko'rsatkichlari, inflyatsiya darajasi yoki bozor xatarlarining prognozi stoxastik modellar orqali baholanadi.

4.2. Ekologik tizimlarni modellashtirish:Atmosfera ifloslanishining tarqalishi differensial tenglamalar orqali tasvirlanadi. Klimat o'zgarishi bo'yicha global modellar ham murakkab modellashtirishning namunasi hisoblanadi.

4.3. IT tizimlaridagi modellashtirish:Server yuklamalari, tarmoqqa ulanish oqimlari yoki ma'lumotlarni qayta ishlash samaradorligi algoritmik modellar orqali tahlil qilinadi.

4.4. Muhandislik modellashtirish:Mexanik konstruksiyalarni mustahkamlash, robototexnika tizimlari, avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish jarayonlari nolinear modellar orqali loyihalanadi.

1-misol. Epidemiyaning tarqalishini modellashtirish (SIR modeli):Epidemiya tarqalish dinamikasi murakkab tizim bo'lib, aholining o'zaro ta'siri, gigiyena, immunitet va boshqa ko'plab omillardan bog'liq. Uni modellashtirish uchun SIR modeli ishlatiladi.

Model parametrlari:

- S — sog'lom odamlar soni
- I — kasallanganlar soni
- R — tuzalganlar soni
- β — yuqtirish koeffitsienti
- γ — sog'ayish koeffitsienti

Tenglamalar:

$$\frac{ds}{dt} = -\beta SI$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

Izoh: Agar $\beta/\gamma > 1$ bo'lsa, kasallik tez tarqaladi; agar < 1 bo'lsa, epidemiyaning oldi olinadi.

2-misol. Transport tirbandliklarini modellashtirish: Katta shaharlar transport oqimini tahlil qilish murakkab jarayondir. Transport oqimi tezlik, yo'l quvvati, haydovchi xatti-harakati va vaqtga bog'liq.

Model: Lighthill–Whitham–Richards (LWR modeli)

$\rho(x,t)$ —avtomobil zichligi

$q = \rho * v$ —oqim

$v(\rho)$ — tezlik zichlikka bog'liq (odatda chiziqli kamayadi)

Asosiy tenglama:

$$\partial \rho / \partial t + \partial q / \partial x = 0$$

Agar zichlik ortsa, oqim kamayadi va tirbandlik to'liqlari hosil bo'ladi.

Amaliy natija: Bu model shahar chorrahalari, svetoforlarni optimallashtirish va trafikni kamaytirish uchun qo'llaniladi.

3-misol. Iqlim o'zgarishi ta'sirida haroratning o'zgarishini modellashtirish: Yer atmosferasidagi issiqlik balansi murakkab fizik jarayon bo'lib, quyosh nurlanishi, CO₂ konsentratsiyasi, okean oqimlari va bulutlar ta'sir qiladi.

Soddalashtirilgan energiya balansi modeli:

$$C \left(\frac{dT}{dt} \right) = S(1 - \alpha) - \sigma T^4$$

Bu yerda:

- T — yerning o'rtacha harorati
- S — quyoshdan keladigan energiya
- α — albedo (aks ettirish qobiliyati)
- σ — Stefan–Boltsman konstantasi
- C — issiqlik sig'imi

Izoh:CO₂ oshishi albedo va radiatsiya balansiga ta'sir qilib, T qiymatining ko'tarilishiga olib keladi.

4-misol. Bank kredit portfeli xatarini modellashtirish (Monte-Karlo simulyatsiyasi):Bank bir nechta kredit oluvchilarga qarz beradi. Har bir qarzning qaytarilmaslik ehtimoli P bilan belgilanadi. Bu tasodifiy jarayon bo'lgani uchun Monte-Karlo usuli qo'llanadi.

Model:

1. Har bir mijoz uchun tasodifiy son $r \in [0,1]$ olinadi.
2. Agar $r < P$ bo'lsa, kredit qaytarilmaydi.
3. Jarayon 10 000 marta takrorlanadi.

Natija:

Bank kredit portfeli bo'yicha:

- o'rtacha zarar
 - maksimal potentsial zarar (VaR)
 - xavf ehtimoli
- aniqlanadi.

Izoh: Bu model bankka qaysi kredit turlari xavfli ekanini baholashga yordam beradi.

Xulosa

Murakkab masalalarni matematik modellashtirish zamonaviy ilm-fanning ajralmas bo'lagi bo'lib, real jarayonlarni chuqur tahlil qilish, kelajak holatlarni prognozlash va optimal qarorlar ishlab chiqish imkonini beradi. Deterministik, stoxastik, analitik va simulyatsion modellar ko'p tarmoqli sohalarda yuqori aniqlikdagi natijalar berib, iqtisodiyot, ekologiya, ishlab chiqarish, muhandislik va IT yo'nalishlarida samarali qo'llanadi. Modellashtirish jarayonining ilmiy yondashuv asosida tashkil etilishi murakkab tizimlarni o'rganish va ularni boshqarish uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Akimov V. L., Muxametzyanov I. R. Matematik modellashtrish asoslari. – Moskva: Vysshaya Shkola, 2018.
2. Korchagin B. P. Modelirovanie slojnyx sistem. – Sankt-Peterburg: Piter, 2016.
3. Banks J., Carson J., Nelson B. Discrete-Event System Simulation. – Prentice Hall, 2014.
4. Law A. M. Simulation Modeling and Analysis. – McGraw-Hill, 2015.
5. Chapra S., Canale R. Numerical Methods for Engineers. – McGraw-Hill, 2010.
6. Gulyayev V. N. Matematicheskoe modelirovanie v ekonomike. – Moskva: INFRA-M, 2019.
7. Baranov A. V. Modelirovanie dinamicheskix sistem. – M.: BINOM, 2017.
8. Кутателадзе С. С. Математическое моделирование: Учебное пособие. – Новосибирск: НГУ, 2013.
9. Sokolowski J., Banks C. M. Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach. – Wiley, 2011.
10. Sterman J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. – MIT Press, 2010.
11. Fishman G. Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications. – Springer, 2016.
12. Taha H. A. Operations Research: An Introduction. – Pearson, 2017.
13. Назаров Т., Арипов М. Matematik modellashtrish va matematik fizika tenglamalari. – Toshkent: O'zMU nashriyoti, 2020.
14. Omonov Q., Usmonov X. Amaliy matematik modellashtrish. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2017.
15. Higham D. J., Higham N. J. Modeling and Simulating the Physical World. – SIAM, 2019.