

IYERARXIK YONDASHUV ASOSIDA MURAKKAB JARAYONLARNI MATEMATIK MODELLASHTIRISH VA TAHLIL QILISH

Botirova Maftuna Alisher qizi

*Farg'ona davlat universiteti Amaliy matematika
yo'nalishi 3-bosqich 23.07-guruh talabasi*

E-mail: xmmf1183@gmail.com

ANNOTATSIYA

Maqolada murakkab jarayonlarni matematik modellashtirishda yuzaga keladigan asosiy muammo sifatida ularning ko'p darajali va o'zaro bog'langan tuzilmasi ko'rib chiqiladi. Ushbu muammoni hal etish uchun iyerarxik prinsip asosida modellashtirish yondashuvi taklif etiladi. Jarayonni mantiqiy darajalarga ajratish, har bir daraja uchun mos matematik model qurish va darajalar o'rtasidagi bog'lanishlarni aniqlash orqali tizimni aniqroq tavsiflash imkoniyati asoslab beriladi. Amaliy misol orqali iyerarxik yondashuvning samaradorligi ko'rsatilib, natijalar tahlil qilinadi. Olingan xulosalar ushbu yondashuv murakkab jarayonlarni tahlil qilish va boshqarishda yuqori aniqlik hamda moslashuvchanlikni ta'minlashini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: matematik modellashtirish, iyerarxik prinsip, ko'p darajali tizimlar, murakkab jarayonlar, tizimli tahlil.

ANNOTATION

The article considers the multi-level and interconnected structure of complex processes as the main problem that arises in the mathematical modeling of their processes. To solve this problem, a modeling approach based on the hierarchical principle is proposed. The possibility of a more accurate description of the system by dividing the process into logical levels, building an appropriate mathematical model for each level, and identifying the connections between levels is substantiated. The effectiveness of the hierarchical approach is demonstrated through a practical example and the results are analyzed. The conclusions obtained show that this approach provides high accuracy and flexibility in the analysis and management of complex processes.

Keywords: mathematical modeling, hierarchical principle, multi-level systems, complex processes, systematic analysis.

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается многоуровневая и взаимосвязанная структура сложных процессов как основная проблема, возникающая при математическом моделировании сложных процессов. Для решения этой проблемы предлагается подход к моделированию, основанный на иерархическом принципе. Обосновывается возможность более точного описания системы путем

разделения процесса на логические уровни, построения соответствующей математической модели для каждого уровня и выявления связей между уровнями. Эффективность иерархического подхода демонстрируется на практическом примере, и результаты анализируются. Полученные выводы показывают, что данный подход обеспечивает высокую точность и гибкость в анализе и управлении сложными процессами.

Ключевые слова: математическое моделирование, иерархический принцип, многоуровневые системы, сложные процессы, систематический анализ.

Hozirgi kunda iqtisodiy, texnologik, ijtimoiy va tabiiy jarayonlar tobora murakkablashib bormoqda. Bunday jarayonlar ko'pincha bir-biri bilan uzviy bog'langan bir nechta bosqich va darajalardan tashkil topadi. Shu sababli ularni oddiy, bitta darajali matematik model yordamida to'liq va aniq ifodalash qiyinlashadi. Amaliyotda esa aynan shu murakkablik modellashtirish natijalarining yetarlicha aniqlik bermasligiga, ba'zan esa noto'g'ri qarorlar qabul qilinishiga olib keladi. Jarayonni yagona butun sifatida ko'rishga urinish uning ichki tuzilmasini va darajalararo o'zaro ta'sirlarni e'tibordan chetda qoldirishi mumkin.

Murakkab tizimlarning asosiy xususiyati shundaki, ularning har bir qismi o'ziga xos qonuniyatlar asosida ishlaydi va shu bilan birga umumiy tizim holatiga ta'sir ko'rsatadi. Masalan, ishlab chiqarish jarayonida alohida texnologik bosqichlar, boshqaruv darajalari va resurs taqsimoti bir-biri bilan bog'langan holda faoliyat yuritadi. Agar ushbu jarayonlar bitta matematik tenglama yoki soddalashtirilgan model doirasida ifodalansa, real holat to'liq aks etmaydi. Natijada jarayonni tahlil qilish va kelajakdagi holatini bashoratlashda muammolar yuzaga keladi.

Shu nuqtai nazardan, jarayonlarni iyerarxik prinsip asosida matematik modellashtirish yondashuvi dolzarb ahamiyat kasb etadi. Ushbu yondashuv jarayonni bir necha mantiqiy darajalarga ajratish va har bir daraja uchun mos matematik model qurish imkonini beradi. Darajalar o'rtasidagi bog'lanishlar orqali umumiy tizimning yaxlit ishlashi ta'minlanadi. Natijada murakkab jarayon soddalashtirilgan, lekin o'zaro bog'liq modellar majmuasi orqali ifodalanadi va bu holat tahlil aniqligini sezilarli darajada oshiradi. Keyingi bo'limlarda aynan shu muammoning matematik qo'yilishi va iyerarxik yondashuv asosida yechimlarni shakllantirish masalalari batafsil yoritiladi.

Murakkab jarayonlarni matematik ifodalashda eng muhim masala — tizimning ichki tuzilmasini to'g'ri aniqlash va uni mantiqiy darajalarga ajratishdir. Iyerarxik prinsip aynan shu vazifani bajaradi, ya'ni jarayonni yuqori, o'rta va quyi darajalar orqali tavsiflash imkonini beradi. Har bir daraja jarayonning ma'lum bir miqyosini ifodalaydi: yuqori daraja umumiy strategik holatni, quyi darajalar esa alohida

elementlar va ularning o'zaro ta'sirini aks ettiradi. Bunday yondashuv jarayonni bir vaqtning o'zida ham umumiy, ham detallashtirilgan holatda ko'rib chiqishga sharoit yaratadi.

Matematik nuqtai nazardan, iyerarxik modellashtirish jarayoni tizimni kichik tizimchalarga ajratish orqali amalga oshiriladi. Har bir tizimcha uchun alohida matematik model tuziladi va bu modellar mos parametrlar orqali yuqori darajadagi model bilan bog'lanadi. Masalan, yuqori darajada jarayon holatini ifodalovchi umumiy ko'rsatkichlar aniqlanadi, quyi darajalarda esa ushbu ko'rsatkichlarga ta'sir etuvchi lokal o'zgaruvchilar tavsiflanadi. Natijada model ko'p darajali tenglamalar yoki funksiyalar tizimi ko'rinishini oladi.

Muammoning matematik qo'yilishi jarayonning asosiy holat o'zgaruvchilarini tanlashdan boshlanadi. Har bir darajada tanlangan o'zgaruvchilar o'sha darajaning fizik, iqtisodiy yoki texnologik mazmunini aks ettirishi lozim. Darajalar o'rtasidagi bog'lanishlar cheklovlar yoki bog'lovchi funksiyalar yordamida ifodalanadi. Bu bog'lanishlar orqali quyi darajadagi o'zgarishlar yuqori darajadagi holatga ta'sir ko'rsatadi va aksincha, yuqori darajadagi boshqaruv qarorlari quyi darajadagi jarayonlarni shakllantiradi. Shu tarzda tizimning barcha qismlari yagona matematik mantiqqa bo'ysunadi.

Iyerarxik yondashuvning muhim jihati shundaki, u murakkab jarayonni haddan tashqari soddalashtirmasdan, uni tahlil qilish uchun qulay shaklga keltiradi. Har bir darajadagi model mustaqil ravishda tahlil qilinishi mumkin, biroq ular birgalikda qaralganda jarayonning real holatini ancha aniq aks ettiradi. Keyingi bo'limda ushbu matematik qo'yilish asosida iyerarxik model yordamida muammoni yechish mexanizmlari va ularni qurish bosqichlari yoritiladi.

Iyerarxik prinsip asosida yechimni shakllantirish jarayoni jarayonni mantiqiy darajalarga ajratishdan keyin boshlanadi. Avvalo, yuqori darajada tizimning umumiy maqsadi va asosiy ko'rsatkichlari aniqlanadi. Bu daraja butun jarayonning yo'nalishini belgilaydi va quyi darajalarda amalga oshiriladigan barcha hisob-kitoblar uchun mezon vazifasini bajaradi. Yuqori darajadagi model odatda soddalashtirilgan bo'lib, u jarayonning global xatti-harakatini ifodalaydi va boshqaruv qarorlarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Keyingi bosqichda quyi darajadagi modellar quriladi. Bu modellar alohida elementlar yoki kichik jarayonlarning dinamikasini tavsiflaydi. Har bir quyi darajadagi model o'ziga xos parametrlar va o'zgaruvchilarga ega bo'lib, ular yuqori darajadagi ko'rsatkichlar bilan bog'langan holda aniqlanadi. Masalan, quyi darajadagi jarayonda yuzaga keladigan o'zgarishlar ma'lum funksiyalar orqali umumiy holatga ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga, yuqori darajadagi qarorlar quyi darajalarda cheklovlar yoki boshqaruv signallari sifatida namoyon bo'ladi.

Yechimni qurishda yuqoridan pastga va pastdan yuqoriga axborot uzatish mexanizmlari muhim rol o'ynaydi. Yuqoridan pastga yo'nalishda umumiy strategik ko'rsatkichlar quyi darajalarga taqsimlanadi, pastdan yuqoriga yo'nalishda esa lokal natijalar umumlashirilib, tizimning umumiy holati yangilanadi. Ushbu iterativ jarayon modelning barqaror holatga kelishini va real jarayonga moslashishini ta'minlaydi. Natijada iyerarxik model orqali olingan yechim bir vaqtning o'zida ham moslashuvchan, ham izchil bo'ladi.



Iyerarxik yondashuvning yana bir ustunligi shundaki, u murakkab jarayonlarni bosqichma-bosqich tahlil qilish imkonini beradi. Har bir darajadagi yechim alohida tekshiriladi va zarur hollarda faqat shu daraja doirasida tuzatishlar kiritiladi. Bu esa butun modelni qayta qurmasdan turib, jarayonni optimallashtirishga sharoit yaratadi. Keyingi bo'limda ushbu yondashuv asosida olingan natijalar amaliy misol orqali ko'rib chiqiladi va modelning samaradorligi tahlil qilinadi.

Iyerarxik prinsip asosida matematik modellashtirish imkoniyatlarini ko'rsatish uchun ko'p bosqichli ishlab chiqarish jarayoni misol sifatida qaraladi. Ushbu jarayon bir nechta texnologik bosqichlardan iborat bo'lib, har bir bosqichda resurslardan foydalanish, vaqt sarfi va ishlab chiqarish hajmi o'ziga xos qonuniyatlarga ega. Jarayonni to'liq va aniq tavsiflash uchun u uchta asosiy darajaga ajratiladi: yuqori darajada umumiy ishlab chiqarish samaradorligi va maqsadli ko'rsatkichlar aniqlanadi, o'rta darajada alohida texnologik bosqichlar o'zaro muvofiqlashtiriladi, quyi darajada esa alohida operatsiyalar dinamikasi modellashtiriladi.

Yuqori darajadagi modelda ishlab chiqarish hajmi, umumiy xarajat va vaqt ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'lanish ifodalanadi. Ushbu darajada qaror qabul qilish jarayoni strategik xarakterga ega bo'lib, u butun tizim faoliyatini belgilaydi. O'rta darajadagi modellar har bir texnologik bosqichning samaradorligini baholashga qaratilgan bo'lib, ular yuqori darajadagi ko'rsatkichlarga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Quyi darajada esa alohida operatsiyalarni ifodalovchi matematik tenglamalar orqali jarayonning real vaqtdagi holati tavsiflanadi.

Model tahlili natijalari shuni ko'rsatadiki, iyerarxik yondashuv jarayonning turli darajalarida yuzaga keladigan o'zgarishlarni aniq aniqlash imkonini beradi. Masalan, quyi darajada yuzaga kelgan kichik kechikish yoki resurs tanqisligi o'rta daraja orqali yuqori darajadagi umumiy samaradorlikka qanday ta'sir etishi aniqlanadi. Shu bilan birga, yuqori darajadagi qarorlar quyi darajalarda jarayonni optimallashtirish uchun aniq yo'nalish beradi. Natijada model real jarayonga moslashuvchan bo'lib, boshqaruv qarorlarining samaradorligini oshiradi.

Olingan natijalar an'anaviy, bitta darajali modellar bilan solishtirilganda iyerarxik yondashuvning ustunligini yaqqol namoyon etadi. Jarayonni soddalashtirmasdan turib, uni chuqur tahlil qilish imkoniyati paydo bo'ladi va turli darajadagi qarorlar o'zaro muvofiqlashgan holda qabul qilinadi. Keyingi bo'limda ushbu natijalar batafsil muhokama qilinadi va iyerarxik modellashtirishning afzalliklari hamda cheklovlari yoritiladi.

Olingan natijalar iyerarxik prinsip asosida qurilgan matematik model murakkab jarayonlarni tahlil qilishda yuqori aniqlik va moslashuvchanlikni ta'minlashini ko'rsatadi. Eng muhim jihatlardan biri shundaki, jarayonning turli darajalarida yuzaga keladigan o'zgarishlar alohida va bir vaqtning o'zida yaxlit holda baholanadi. Bu holat tizim ichidagi sabab-oqibat bog'lanishlarini chuqurroq tushunishga imkon beradi. Natijada boshqaruv qarorlari faqat umumiy ko'rsatkichlarga emas, balki quyi darajadagi real holatlarga ham tayangan holda shakllanadi.

Iyerarxik yondashuv yordamida qurilgan model jarayonni haddan tashqari soddalashtirishdan qochadi. An'anaviy modellashtirishda ko'pincha o'rtacha qiymatlar yoki umumlashtirilgan ko'rsatkichlardan foydalaniladi, bu esa real jarayondagi lokal muammolarni yashirib qo'yadi. Iyerarxik modelda esa har bir daraja o'ziga xos rol o'ynaydi va bu darajalarning o'zaro bog'liqligi jarayonning haqiqiy holatini aniqroq aks ettiradi. Shu sababli model tahlili natijalari boshqaruv va rejalashtirish jarayonlarida ishonchliroq asos bo'lib xizmat qiladi.

Shu bilan birga, iyerarxik modellashtirishning ayrim cheklovlarini ham e'tibordan chetda qoldirib bo'lmaydi. Darajalar sonining ortishi modelning murakkabligini oshiradi va hisoblash jarayonlari ko'proq resurs talab qilishi mumkin. Biroq bu kamchiliklar modelning moslashuvchanligi va aniqligi bilan qoplanadi. To'g'ri tanlangan darajalar soni va ularning o'zaro bog'lanish mexanizmlari modelni samarali va amaliy jihatdan foydali holga keltiradi. Umuman olganda, iyerarxik prinsip murakkab jarayonlarni tahlil qilish va boshqarishda kuchli vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Xulosa

Jarayonlarni matematik modellashtirishda asosiy muammo ularning murakkabligi va ko'p darajali tuzilmasi bilan bog'liq bo'lib, bitta darajali modellar bunday tizimlarning ichki bog'lanishlarini to'liq ifodalab bera olmaydi. Iyerarxik prinsip asosida yondashish ushbu muammoni bartaraf etish imkonini beradi, chunki jarayon mantiqiy darajalarga ajratiladi va har bir daraja uchun mos matematik ifoda tanlanadi. Natijada jarayon umumiy va lokal jihatlari bilan birgalikda tavsiflanadi, bu esa modelning aniqligi va ishonchliligini oshiradi.

Iyerarxik modellashtirish jarayonni boshqarish va tahlil qilishda muhim afzalliklarga ega. Darajalar o'rtasidagi axborot almashinuvi orqali quyi darajadagi o'zgarishlarning umumiy tizimga ta'siri aniqlanadi, yuqori darajadagi qarorlarning esa lokal jarayonlarga qanday ta'sir ko'rsatishi baholanadi. Bunday yondashuv murakkab tizimlarda qaror qabul qilish jarayonini izchil va asosli qilishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, modelni bosqichma-bosqich takomillashtirish imkoniyati mavjud bo'lib, bu uni real sharoitlarga moslashtirishni osonlashtiradi.

Umuman olganda, iyerarxik prinsip asosida matematik modellashtirish murakkab jarayonlarni chuqur tahlil qilish, ularni boshqarish va kelgusidagi holatini bashoratlash uchun samarali vosita hisoblanadi. Ushbu yondashuv turli sohalarda — ishlab chiqarish, iqtisodiyot, texnologiya va ijtimoiy tizimlarda — qo'llanilishi mumkin bo'lib, murakkab tizimlarni soddalashtirilgan, ammo mantiqan bog'langan modellar orqali ifodalash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Самарский А.А. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. — М.: Наука, 2001. — 320 с.
2. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. — М.: Наука, 1981. — 488 с.
3. Forrester J.W. Industrial Dynamics. — Cambridge: MIT Press, 1961. — 464 p.
4. Klir G.J. Architecture of Systems Problem Solving. — New York: Plenum Press, 1985. — 530 p.
5. Bertalanffy L. von. General System Theory. — New York: George Braziller, 1968. — 289 p.