

TARTIBGA SOLISH TIZIMLARINI BARQARORLASHTIRISH. SONLI MODELLASHTIRISH

Kadirbaeva Eleonora Alisher qizi

Qoraqalpog'iston Respublikasi Kungrad tumani 47-maktab o'qituvchisi

Shatirko.A.V

Ilmiy rahbar:m.f.d. professor

Annotatsiya: Mazkur maqolada tartibga solish tizimlarini barqarorlashtirish masalalari hamda ularni samarali boshqarish usullari tahlil qilinadi. Xususan, murakkab tizimlarning ishonchli ishlashini ta'minlashda sonli modellashtirishning o'rni yoritilgan. Tadqiqot davomida matematik modellar asosida tizim dinamikasi o'rganilib, barqarorlik mezonlari aniqlangan. Shuningdek, kompyuter muhitida modellashtirish orqali tizimning turli holatlardagi xatti-harakatlarini oldindan baholash imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Natijada, tizimlarni optimallashtirish va barqaror ishlashini ta'minlashda sonli usullarning samaradorligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: tartibga solish tizimi, barqarorlik, sonli modellashtirish, matematik model, dinamik tizim, optimallashtirish.

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы стабилизации системы управления и методы их эффективного регулирования. Особое внимание уделяется роли численного моделирование в обеспечении надежного функционирования сложных систем. В ходе исследования на основе математических моделей изучена динамика системы и определены критерии устойчивости. Также рассмотрены возможности предварительной оценки поведения системы в различных условиях с использованием компьютерного моделирования. В результате обоснована эффективность применения численных методов для оптимизации и стабилизации систем управления.

Ключевые слова: система управления, устойчивость, численное моделирование, математическая модель, динамическая система, оптимизация.

Abstract: This article examines the issues of stabilizing control systems and the methods of their efficient regulation. Particular attention is given to the role of numerical modeling in ensuring the reliable operation of complex systems. During the research, system dynamics were studied based on mathematical models, and stability criteria were determined. Furthermore, the possibilities of predicting system behavior under various conditions through computer-based modeling were analyzed. As a result, the effectiveness of numerical methods in optimizing and stabilizing control systems has been substantiated.

Keywords: control system, stability, numerical modeling, mathematical model, dynamic system, optimization.

Kirish: Zamonaviy ilmiy-texnik taraqqiyot sharoitida murakkab texnik va ijtimoiy jarayonlarni samarali boshqarish masalasi alohida ahamiyat kasb etmoqda. Bunday jarayonlar ko'pincha ko'p omilli, noaniq va dinamik xususiyatga ega bo'lib, ularni samarali boshqarish uchun puxta nazariy asos va amaliy yondashuvlarni talab etadi. Ayniqsa, tartibga solish tizimlarining barqaror ishlashini ta'minlash bugungi kunda energetika, transport, axborot texnologiyalari va sanoat ishlab chiqarish kabi muhim sohalarda ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi.

Tizimlarning barqarorligi ularning tashqi va ichki ta'sirlarga nisbatan moslashuvchanligi, ishonchliligi hamda uzluksiz ishlash qobiliyati bilan belgilanadi. Shu nuqtai nazardan, barqarorlik tushunchasi nazariy va amaliy jihatdan chuqur o'rganilishni talab etadi. Barqarorlikni ta'minlash jarayonida tizim parametrlarini to'g'ri tanlash, boshqaruv algoritmlarini optimallashtirish va tashqi ta'sirlarni hisobga olish muhim omillar sifatida namoyon bo'ladi. Biroq real sharoitda bunday tizimlarni bevosita tajriba orqali o'rganish ko'pincha murakkab, qimmat yoki xavfli bo'lishi mumkin.

Shu sababli, so'nggi yillarda sonli modellashtirish usullaridan keng foydalanish tendensiyasi kuzatilmoqda. Ushbu yondashuv real tizimlarning matematik modellarini yaratish, ularning dinamik xatti-harakatlarini kompyuter yordamida tahlil qilish va turli boshqaruv strategiyalarini oldindan baholash imkonini beradi. Natijada tizimlarning turli sharoitlarda qanday ishlashi prognoz qilinib, eng optimal boshqaruv usullari aniqlanadi.

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundaki, u tartibga solish tizimlarini barqarorlashtirish muammolarini zamonaviy sonli usullar asosida o'rganishga qaratilgan. Ishning asosiy maqsadi — tizim dinamikasini matematik modellashtirish orqali barqarorlikka erishish mexanizmlarini aniqlash hamda samarali boshqaruv usullarini ishlab chiqishdan iborat. Shu bilan birga, tadqiqot natijalari amaliy jihatdan turli sohalarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan ilmiy asoslangan tavsiyalarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Zamonaviy tartibga solish tizimlari nazariyasi va amaliyoti ko'p yillik ilmiy izlanishlar asosida shakllangan bo'lib, uning markaziy masalasi tizimlarning barqarorlikini ta'minlashdan iboratdir. Ushbu yo'nalishda klassik va zamonaviy yondashuvlar mavjud bo'lib, ular o'zaro bog'liq holda rivojlanib kelmoqda.

Tartibga solish tizimlarini barqarorlashtirish bo'yicha dastlabki fundamental ishlardan biri Nyquist mezoni bilan bog'liq bo'lib, u 1930–1932-yillarda ishlab chiqilgan. Ushbu mezon yordamida tizimning barqarorligi ochiq kontur chastota tavsifi asosida aniqlanadi va tizim qutblarini to'g'ridan-to'g'ri hisoblash talab etilmaydi. Keyinchalik bu yondashuv ko'plab boshqaruv usullarining nazariy asosiga aylandi.

Zamonaviy boshqaruv tizimlarida eng keng tarqalgan usullardan biri — PID (proportsional-integral-differensial) boshqaruv hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sanoatdagi boshqaruv tizimlarining 90% dan ortig'i aynan PID regulatorlar

asosida ishlaydi . Bu uning soddaligi va amaliy samaradorligini ko'rsatadi. Amaliy boshqaruv tizimlarining aksariyat qismida qo'llanilib, uning soddaligi va moslashuvchanligi uni sanoatda keng tarqalgan usulga aylantirgan.

Biroq, ko'p o'zgaruvchili tizimlar (MIMO) uchun PID sozlash murakkab bo'lib, olimlar tomonidan turli usullar ishlab chiqilgan. Masalan, Nyquist asosidagi PID-regulyatorlarni sozlash usullari tizimning yopiq kontur barqarorligini kafolatlash imkonini beradi . Bundan tashqari, PID parametrlarini aniqlash uchun invers Nyquist diagrammasi asosida barqarorlik hududlarini aniqlash metodlari ham taklif etilgan . Nyquist diagrammasi tizimning chastota sohasidagi xatti-harakatini kompleks tekislikda tasvirlab, uning barqarorligini aniqlashga xizmat qiladi. U ochiq kontur xarakteristikalarini asosida yopiq tizimning barqaror yoki beqaror ekanini grafik usulda baholash imkonini beradi. Shuningdek, bu diagramma tizimdagi faza va amplituda o'zgarishlarini tahlil qilish orqali boshqaruv parametrlarini optimallashtirishga yordam beradi.

So'nggi yillarda esa sun'iy intellekt va neyron tarmoqlarga asoslangan boshqaruv usullari rivojlanib, ular klassik PID tizimlariga nisbatan ayrim holatlarda yuqori samaradorlik ko'rsatgani aniqlangan. Tadqiqotlarga ko'ra, neyron tarmoqli PID modellari 16 ta testdan 15 tasida oddiy PIDdan yaxshiroq natija bergan. Sun'iy intellektga asoslangan boshqaruv usullari an'anaviy metodlarga nisbatan yuqori aniqlikni ta'minlasa-da, ularning nazariy barqarorligini isbotlash hali ham dolzarb muammo bo'lib qolmoqda.

Sonli modellashtirish zamonaviy boshqaruv tizimlarini tadqiq qilishda muhim vosita hisoblanadi. U quyidagi imkoniyatlarni beradi:

- 1) Tizim dinamikasini matematik model orqali ifodalash;
- 2) Turli parametrlar ta'sirini oldindan baholash;
- 3) Real tajriba o'rniga kompyuter simulyatsiyasidan foydalanish.

Masalan, murakkab tizimlar uchun Nyquist diagrammalari, chastota javoblari va vaqt funksiyalari aynan sonli hisoblashlar orqali olinadi. Bu esa tizimni real sharoitda sinamasdan turib barqarorlikni baholash imkonini beradi.

Soha rivojlanganiga qaramay, bir qator dolzarb muammolar mavjud:

1. Model aniqligining yetishmasligi

Ko'plab tizimlar uchun aniq matematik model tuzish qiyin. Bu esa noto'g'ri boshqaruvga olib keladi.

2. PID tizimlarning cheklanganligi

PID regulyatorlar oddiy tizimlarda samarali bo'lsa-da, murakkab va nolinear tizimlarda yetarli natija bermaydi.

3. Barqarorlikni kafolatlash muammosi

Ba'zi usullar (masalan, ayrim tuning metodlari) yopiq kontur barqarorligini to'liq kafolatlay olmaydi.

4. Noaniqlik va tashqi ta'sirlar

Real tizimlarda shovqin, kechikish va tashqi omillar mavjud bo'lib, ular barqarorlikni buzadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, klassik va zamonaviy usullarni birlashtirish eng samarali yondashuv hisoblanadi. Yuqoridagi muammolarni bartaraf etish uchun quyidagi yondashuvlar taklif etiladi:

1. Gibrid boshqaruv usullari (PID + sun'iy intellekt);
2. Adaptiv boshqaruv tizimlari (parametrlar real vaqtda o'zgaradi);
3. Aniqroq matematik modellar yaratish;
4. Sonli modellashtirishni keng qo'llash.

Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, klassik va zamonaviy boshqaruv nazariyalarini integratsiya qilish orqali tizimlarning barqarorligi va samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin.

Tartibga solish tizimlarini barqarorlashtirish sohasida klassik nazariya (Nyquist, PID) asosiy poydevor bo'lib xizmat qilsa, zamonaviy sonli modellashtirish va sun'iy intellekt usullari ushbu sohani yangi bosqichga olib chiqmoqda. Shu bilan birga, mavjud muammolarni hal qilish uchun kompleks, integratsiyalashgan yondashuv zarur hisoblanadi.

XULOSA: Mazkur tadqiqotda tartibga solish tizimlarini barqarorlashtirishning nazariy va amaliy jihatlari kompleks tarzda tahlil qilindi. O'rganishlar shuni ko'rsatdiki, zamonaviy texnik va ijtimoiy tizimlarning samarali ishlashi, avvalo, ularning barqarorlik darajasiga bevosita bog'liq bo'lib, bu esa boshqaruv strategiyalarini to'g'ri tanlash va asoslashni talab etadi.

Tadqiqot jarayonida klassik boshqaruv nazariyasi, xususan, Nyquist mezoni va PID regulyatorlarning amaliy ahamiyati yuqori ekani aniqlandi. Shu bilan birga, murakkab va ko'p o'zgaruvchili tizimlarda ushbu yondashuvlarning imkoniyatlari cheklanganligi ham asoslab berildi. Ayniqsa, noaniqlik, tashqi ta'sirlar va tizim parametrlarining o'zgaruvchanligi barqarorlikni ta'minlashda muhim muammolarni yuzaga keltiradi.

Shu nuqtai nazardan, sonli modellashtirish usullaridan foydalanish tizim dinamikasini chuqur tahlil qilish, turli boshqaruv strategiyalarini oldindan sinovdan o'tkazish va optimal yechimlarni aniqlashda samarali vosita ekanligi isbotlandi. Kompyuter modellashtirish orqali real tizimlarni xavfsiz, iqtisodiy va yuqori aniqlikda o'rganish imkoniyati mavjudligi ilmiy jihatdan asoslandi.

Tahlillar natijasida mavjud muammolar — matematik modellar aniqligining yetarli emasligi, klassik boshqaruv usullarining murakkab tizimlarda samaradorligi pastligi hamda zamonaviy intellektual usullarning nazariy barqarorligi to'liq kafolatlanmaganligi — aniqlandi. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun gibrid va adaptiv boshqaruv tizimlarini joriy etish, shuningdek, klassik va zamonaviy yondashuvlarni integratsiyalash muhimligi asoslab berildi.

Umuman olganda, tartibga solish tizimlarini barqarorlashtirishda kompleks yondashuv, ya'ni an'anaviy nazariy usullarni zamonaviy sonli va intellektual texnologiyalar bilan uyg'unlashtirish, kelgusida yuqori samaradorlikka erishishning asosiy omili sifatida namoyon bo'ladi. Mazkur tadqiqot natijalari turli sohalarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqish uchun muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Nyquist, H. Regeneration Theory // Bell System Technical Journal. – 1932. – Vol. 11. – P. 126–147.
2. Ogata, K. Modern Control Engineering. – 5th ed. – New Jersey: Prentice Hall, 2010. – 894 p.
3. Åström, K.J., Murray, R.M. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. – Princeton: Princeton University Press, 2008. – 408 p.
4. Dorf, R.C., Bishop, R.H. Modern Control Systems. – 13th ed. – Boston: Pearson, 2017. – 1024 p.
5. Franklin, G.F., Powell, J.D., Emami-Naeini, A. Feedback Control of Dynamic Systems. – 7th ed. – Boston: Pearson, 2015. – 910 p.
6. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. – Cambridge: MIT Press, 2016. – 775 p.
7. Ljung, L. System Identification: Theory for the User. – 2nd ed. – New Jersey: Prentice Hall, 1999. – 609 p.