FarDU. Ilmiy xabarlar – Scientific journal of the Fergana State University

Volume 30 Issue 2, 2024-yil DOI: 10.56292/SJFSU/vol30_iss2/a113

UO‘K: 531.36:534.1

YASHIRIN TEBRANISHLARNING YAQINLASHISH SHARTI ASOSIDA RAQAMLI TIZIM TURG‘UNLIGINI BAHOLASH ALGORITMI

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ УСЛОВИЯ ПРИБЛИЖЕНИЯ СКРЫТЫХ КОЛЕБАНИЙ

ALGORITHM FOR ASSESSING THE STABILITY OF A DIGITAL SYSTEM BASED ON THE CONDITION OF APPROACHING HIDDEN OSCILLATIONS

Jo‘rayev Farrux Do‘stmirzayevich[1]
[1]Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv kafedrasi dotsenti

Maxmatqulov G‘olibjon Xolmuminovich[2]
[2]Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqaruv kafedrasi dotsenti

Annotatsiya

Maqolada diskret kirish-chiqish ma’lumotlari asosida aniqlangan, strukturaviy noaniq raqamli boshqarish tizimida barqarorlik shartlarini o‘rnatish mexanizmini soddalashtirish masalasi o‘rganilgan. Muammo markazida tizim turg‘unligi va yashirin tebranishlar umumiy bog‘liqligini ifoda etuvchi matematik tavsifni qurish ko‘rib chiqilgan. Jarayonda empirik munosabatlarni tushuntiruvchi ekspremental-statistik modellashtirish usuli yordamida tizim modeli va halaqitlarning analitik formasini ishlab chiqish maqsadga muvofiqligi asoslangan. Obyektni strukturaviy tadqiq etish, tizim turli o‘lchovida xarakteristik sintezlashdan muammo obyektini tavsiflashning axborot usuli sifatida foydalanilgan. Tizimdagi yashirin teranishlarni baholash shart-sharoitlari diskret kirish-chiqish ma’lumotlarining mavjud holatida imkonsiz emasligi tasdiqlangan. Diskret aniqlangan har bir tizim uchun yashirin tebranish xarakterini ochib beruvchi, uni sonli ifoda etish imkonini beruvchi matematik tavsif ishlab chiqish mumkinligi amaliy jihatdan asoslab berilgan. Strukturaviy noaniq tizim barqarorligi tebranishlarning faqat ikki holati bo‘yicha nazorat qilinishi mumkin farazi o‘rinli ekanligi mustahkamlangan. Raqamli tizimni stabillashtirish sharti yashirin tebranishlar o‘zgarishiga haqiqiy so‘nishning dinamik intervali javob funksiya natijasida olingan intervaldan ortib ketmaligi bilan keltirilgan.

Аннотация

В статье рассматривается вопрос упрощения механизма установления условий устойчивости в структурно неопределенной системе числового программного управления, определяемой на основе дискретных данных ввода-вывода. В центре проблемы рассматривалось построение математического описания, выражающего общую связь между устойчивостью системы и скрытыми колебаниями. При этом целесообразность разработки системной модели и аналитической формы задач основывается на методе опытно-статистического моделирования, объясняющем эмпирические зависимости. В качестве информационного метода описания объекта задачи использовалось структурное исследование объекта, синтез характеристик в различных измерениях системы. Доказано, что условия оценки скрытых закономерностей в системе не являются невозможными при наличии дискретных данных ввода-вывода. С практической точки зрения доказана возможность разработки математического описания, раскрывающего характер скрытой вибрации и позволяющего выразить ее численно для каждой дискретно определенной системы. Подтверждено, что устойчивость структурно неопределенной системы может контролироваться только двумя состояниями колебаний. Условием стабилизации цифровой системы является то, что динамический интервал фактического замирания до изменения скрытых вибраций превышает интервал, полученный в результате функции отклика.

Abstract

The article discusses the issue of simplifying the mechanism for establishing stability conditions in a structurally uncertain numerical control system determined on the basis of discrete input-output data. At the center of the problem was the construction of a mathematical description expressing the general relationship between system stability and latent oscillations. At the same time, the feasibility of developing a system model and analytical form of problems is based on the method of experimental statistical modeling that explains empirical dependencies. As an information method for describing the object of the problem, a structural study of the object and a synthesis of characteristics in various dimensions of the system were used. It has been proven that the conditions for assessing hidden patterns in the

system are not impossible in the presence of discrete input-output data. From a practical point of view, the possibility of developing a mathematical description that reveals the nature of hidden vibration and allows it to be expressed numerically for each discretely defined system has been proven. It has been confirmed that the stability of a structurally uncertain system can be controlled by only two states of oscillation. The condition for stabilization of a digital system is that the dynamic interval of actual fading before the change in latent vibrations exceeds the interval obtained as a result of the response function.

***Kalit so'zla**r: raqamli tizim, turg'unlik, stabillashtirish, diskret ma'lumot, matematik model, yashirin tebranish, javob funksiyasi, empirik tavsif, barqarorlik mezoni.*

***Ключевые слова:** цифровая система, устойчивость, стабилизация, дискретная информация, математическая модель, скрытые колебания, функция отклика, эмпирическое описание, критерий устойчивости.*

***Key words:** digital system, stability, stabilization, discrete information, mathematical model, hidden oscillations, response function, empirical description, stability criterion*.

KIRISH

Zamonaviy texnologiyalar dunyosi izchil olg'a siljib, hayotimizga son-sanoqsiz takomillashtirish va yangiliklarni kiritmoqda. Faoliyatning barcha sohalari - sanoatdan tibbiyotgacha, aviatsiyadan maishiy texnikagacha inqilobiy o'zgarishlar trampliniga aylanmoqda va bu evolyutsiyaning asosiy tarkibiy qismlaridan biri boshqaruv tizimlaridir. Jarayonlar va qurilmalarni to'g'ri va izchil boshqarish qobiliyati samaradorlik, ishonchlilik va xavfsizlikka erishish uchun muhim ahamiyatga ega. Shu nuqtai nazardan, raqamli boshqaruv tizimlari analog tizimga nisbatan aniqroq va barqaror boshqaruvni ta'minlaydi [1]. Texnik tizimlarda dinamikani matematik modellashtirish va barqarorlikni aniqlash zamonaviy dunyoda etakchi o'rinni egallashga intilayotgan har qanday davlatning ilmiy-texnik rivojlanishidagi eng dolzarb yo'nalishdir [2].

Bugungi kunda raqamli tizimlar turg'unligini tadqiq etishda tizimdagi yashirin tebranishlar bilan bog'liq modellashtirish amaliyoti keng qo'llanilmoqda. Tebranishlarning o'z-o'zidan qo'zg'alishini raqamli usulda samarali o'rganish mumkin bo'lsa-da, yashirin tebranishlarni aniqlash maxsus analitik va raqamli usullardan foydalanishni talab qiladi. Yashirin tebranishlarni tahlil qilish barqarorlikning aniq chegaralarini aniqlash, global barqarorlikning zarur va etarli shartlari va ularning yaqinlashishi o'rtasidagi tafovutni baholash, shuningdek, ushbu shartlar mos keladigan boshqaruv tizimlarining sinflarini aniqlash uchun zarurdir. Yashirin tebranishlarni tahlil qilish uchun ishlab chiqilgan usullar barqarorlik chegaralarini aniqlash va turli xil joriy dinamik modellarda yashirin tebranishlarni aniqlash imkonini beradi. Ayni shu jihat raqamli tizim turg'unligini baholashda qo'llanilishi ham mumkin. Bu yerda asosiy masala tebranish xarakteriga ko'ra raqamli tizim turg'unligini ta'minlash mezonlarini o'rnatishdir. Joriy masala keng qamrovli yondoshuvlar asosida yechilishi mumkin. Hususan, tizimning matematik tavsifi, va uning shovqin parametrini tarkiban mujassamlashtirilgan holati bo'yicha tebranishlar so'nish darajasini aniqlash mumkin bo'ladi. Bu esa, tizim barqarorligini baholash uchun optimal usullarni tadbiq etish imkoniyatini oshiradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Raqamli tizim barqarorligini tizimdagi yashirin tebranishlar asosida baholash muammolari. Bir qator olimlar tomonidan tadqiq etilgan. Bugungi kunda ham mazkur masala yechimiga zamonaviy metadalogik yondoshuvlar talaygina. Jumladan, barqarorlik nazariyasi, bifurkatsiyalar nazariyasi, xaos nazariyasi, mustahkam boshqaruv nazariyasi va yangi hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi bilan bog'liq bir qator mashhur ilmiy muammolar va amaliy muammolarni tahlil qilishda yangicha yondoshuvlar N.V. Kuznetsovning "Tizim turg'unligini boshqarish va yashirin tebranishlar nazariyasi" nomli asarida keng yoritib berilgan. Asar tizim turg'unligini yashirisn tebranishlar bilan bog'liqlik xususyatlari, tebranishlarni tahlil qilish va ularni analitik ifodalash muammolariga va ishlab chiqish usullariga bag'ishlangan [2].

V.B.Molodetskiyning "Raqamli rostlagichlar va ularning xarakteristika" mavzusidagi ilmiy izlanishlarida tizim turg'unligini yashirin tebranishlarga bog'liq tahlillari o'zgarmas manbali divegatel misolida keng tahlil qilingan [3].

N.A.Ikonnikova, V.I.Korsun, A.I.Slashev, A.A.Yalanskiy kabi bir guruh olimlarning "Geotexnik tizimlarning holatini baholash vazifalarida dinamik jarayonlarni modellash va nazorat qilish" nomli asarida geotexnik tizimlar holatini baholash, tizim parametrlarini asoslash va aniqlash, kompyuter

modellashtirish vositalarini takomillashtirish masalalarini hal qilish uchun dinamik jarayonlarni matematik modellashtirish va boshqarish dolzarb ilmiy muammo sifatida o‘rganiladi, hamda tahlil qilish jarayoni tizimdagi yashirin tebranishlar modeliga asoslangan tizimni boshqaruv algoritmlariga markazlashtiriladi [4].

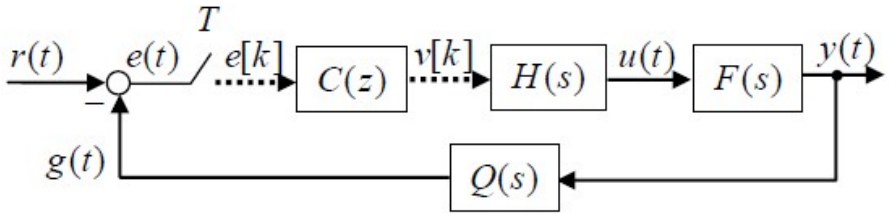
Raqamli tizim ma'lumotlarni qayta ishlash muammolari Pavlo Krot asarlarida, texnologik jarayonning barqarorligini va har xil turdagi prokat stanoklarining tebranish diagnostikasini yaxshilash uchun burilish yuklari va tebranish o‘lchovlari bo‘yicha ko‘rib chiqiladi. Prokat stanoklarining dinamikasini tahlil qilishning nazariy asosi sifatida tegirmon stendlarining ko‘p korpusli tishli uzatmalari va rulonli to‘plamlarining chiziqli bo‘lmagan tenglamalari qabul qilinadi. Vaqtinchalik sharoitlarda va to‘lqin shakllarida chiziqli bo‘lmagan tizimlarning xarakterli signal qonunlari diagnostik xususiyatlar va aylanish barqarorligi shartlari sifatida tahlil qilinadi. Haqiqiy obyektlarda ishlab chiqilgan diagnostika usullarini amalga oshirish mumkin bo‘lgan misollar keltiriladi [5].

Tadqiqotchilar R.P.Agayev, D.K.Xomutovlarning ilmiy ishlarida o‘chirilgan tarmoq tuzilishi bilan xarakteristikalar mos keladigan modellar ko‘rib chiqiladi. Kechiktirilgan ko‘p agentli tizim uchun asimptotik barqarorlik tizim parametrlarini o‘zgartirish orqali o‘rganiladi. Laplas matritsasining xos proyektori uchun aniq formula olinadi. Bu ilmiy yondoshuvlarda tebranish modeli tushunchasiga ilmiy tavsif beriladi [6].

Tadqiqot jarayonida obyektni strukturaviy tadqiq etish, inkor uchun faraz, analiz va sintez usullaridan foydalanildi. Raqamli tizimni tadqiq etishning ekspolyator usuli, turg‘unlik tekshiruvida polyuslarning joylashuvini aniqlash usuli qo‘llanildi. Tizimning matematik modelini ishlab chiqishda ekspremental-statistik modellashtirishdan foydalanildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Bir konturli raqamli tizim turg‘unligi uchun quyida keltirilgan tizimni qaraymiz (1-rasm). Uzluksiz qismi $F(s)$ - uzatish funksiyali obyektdan, $H(s)$ ekstrapolyatordan va o‘lchash qurilmasi $Q(s)$ dan tuzilgan. Faraz qilaylik, $F(s)$ - qat’iy boshqariladigan funksiya, $Q(s)$ esa pastroq darajada boshqariladigan (surat darajasi maxraj darajasidan katta emas) funksiya bo‘lsin. $C(z)$ diskret uzatish funksiyali raqamli regulyator bilan $\{e[k]\}$ diskret signal xatoligiga ishlov berilsin.



1-rasm. Birkonturli raqamli tizim

Ushbu ko‘paytma $Q(s)F(s)$ - qisqarmas funksiya va uning $p_i\ (i=1,...,L)$ - turlicha polyuslari berilgan bo‘lsin. Ushbu tizimni buzilmagan deyish mumkin agar quyidagi shartlar bajarilsa:

1) barcha (p_i, p_k) juftlik uchun $i \neq k$ bo‘lganda

$$e^{p_i T} \neq e^{p_k T} \qquad (1)$$

shart bajarilsin;

2) barcha $p_i\ (i=1,...,L)$ uchun

$$H(p_i) \neq 0 \qquad (2)$$

munosabat o‘rinli bo‘lsin.

(1) va (2) shartlar buzilmaslik shartlari deyiladi. Ularning bajarilishi uzluksiz qism polyuslariga va kvantlash davrining tanlanishiga bog‘liq bo‘ladi. Mazkur shartlar bajarilishini ta’minlaydigan T davr – nopatologik (nog‘ayritabiiy) deyiladi [7, 8, 9].

Buzilmaslik sharti bajarilishidan 1-rasmda berilgan raqamli tizimning turg‘unligi, quyidagi berilgan obyektli keltirilgan diskret tizim turg‘unligiga ekvivalentdir

$$P(z) = Z\{Q(s)F_H(s)\} \qquad (3)$$

bu yerda $F_H(s) = F(s)H(s)$. Agar ushbu

$$1 + Z\{Q(s)F_H(s)\}C(z) = 0 \qquad (4)$$

xarakteristik tenglamaning barcha $\lambda_i \ (i = 1,..., N)$ ildizlari moduli bo‘yicha birdan kichik, ya’ni

$$|\lambda_i| < 1, \quad i = 1,..., N \qquad (5)$$

bo‘lsa, raqamli tizim asimptotik turg‘undir. Uzluksiz vaqtda barcha jarayonlar so‘nishi diskretlashtirilgan tizim turg‘unligini ta’minlashning muhim jihatidir.

(4) tenglamani boshqa ko‘rinishda yozish mumkin. $P(z)$ va $C(z)$ funksiyalar z o‘zgaruvchining ratsional funksiyalari bo‘lganligi sababli, ular polinomlarning munosabati ko‘rinishida quyidagicha berilishi mumkin:

$$P(z) = Z\{Q(s)F_H(s)\} = \frac{n(z)}{d(z)}, \quad C(z) = \frac{a(z)}{b(z)}.$$

$P(z)C(z)$ ko‘paytmani qisqarmas deb hisoblasa bo‘ladi. U holda (4) tenglamani quyidagi teneglamaga teng kuchli deb olamiz:

$$a(z)n(z) + b(z)d(z) = 0 \qquad (6)$$

Tenglamaning chap qismidagi polinomni

$$\Delta(z) = a(z)n(z) + b(z)d(z) \qquad (7)$$

ko‘rinishda yozamiz va u berk raqamli tizimning xarakteristik polinomi deyiladi. Shu sababli tizimni turg‘unlikga tekshirishda (6) tenglamani yechish va har bir ildiz uchun (5) ning bajarilishini tekshirish kerak.

Raqamli tizim turg‘unligini aniqlash uchun, (6) xarakteristik tenglamasi (3) obyekt bilan berilgan ekvivalent diskret tizim xarakteristik tenglamasiga to‘g‘ri kelishi, barcha stabillashtiruvchi regulyatorlar to‘plamini tavsifi bilan bog‘liq [10, 11, 12].

Tasodifiy buzilishlarda stabillashtirish tushunchasiga to‘xtalib o‘tamiz. Ma’lumki, tizim stabillashgan deyiladi agar, qandaydir mavjud regulyator uchun, ixtiyoriy boshlang‘ich sartlarda barcha koordinatalar bo‘yicha o‘tish jarayoning so‘nishi ta’minlangan bo‘lsa.

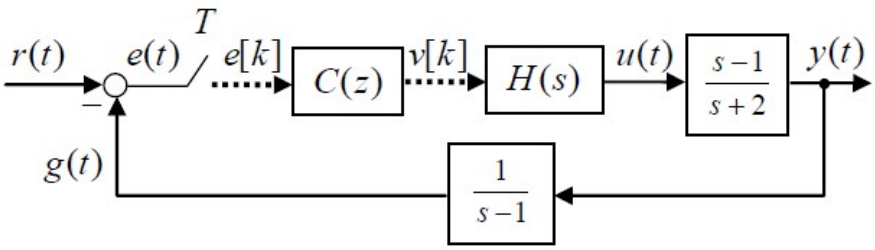
Odatda tizim faqat quyidagilar uchun ko‘rib chiqilgan [13, 14, 15], ya’ni

1) $Q(s)F(s)$ uzatish funksiyasi qisqarmas;

2) (1) va (2) buzilmaslik shartlari bajariladi.

Bunday tizimlar uchun har doim stabillashtiruvchi regulyator topish mumkin. Endi buziladigan hollarni tadqiq etamiz, faraz qilaylik, mazkur shartlar bajarilmasin.

Dinamik teskari aloqali obyektning raqamli boshqarish tizimini ko‘rib chiqamiz (2-rasm).



2-rasm. Stabillashmagan raqamli tizim

Tizim uzluksiz qismining uzatish funksiyasi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$Q(s)F(s) = \frac{s-1}{s(s+2)} \cdot \frac{1}{s-1}.$$

Madomiki, surat va maxrajda turg‘unlashmagan umumiy ko‘paytuvchi - $\chi_s(s)=s-1$ bor ekan, bu tizimni hattoki uzluksiz regulyator yordamida ham stabillashtirib bo‘lmaydi. Bu ko‘paytuvchini qisqartirib bo‘lmaydi, chunki bundan harakat yo‘qoladi, boshlang‘ich shartlarga tegishli va turg‘unlik to‘g‘risida noto‘g‘ri xulosa chiqarishga sabab bo‘ladi [16, 17, 18, 19, 20].

$Z\{Q(s)F_H(s)\}$ (qisqartirishlarsiz) ekspolyatorli uzluksiz qismning diskret modeli surat va maxrajida noturg‘un $\chi(s)=z-e^T$ ko‘paytuvchiga ega, shu bilan birga har doim (7) xarakteristik polinomning ko‘paytuvchisi bo‘ladi, shu sababli diskret model ham stabillashmagan.

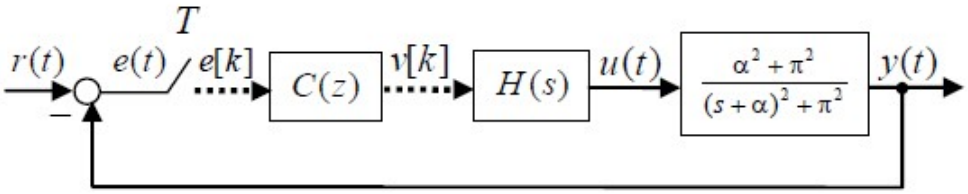
Aytish mumkinki, tizimning uzluksiz qismi stabillashmagan bo‘lsa, unga mos ravishda diskret model ham stabillashmagan bo‘ladi.

Bundan tashqari shunday holatlar bo‘ladiki, ya’ni uzluksiz obyekt stabillashgan, diskret model esa yo‘q. 3-rasmda keltirilgan tizimni ko‘rib chiqamiz. Ravshan ko‘rinib turibdiki, qisqarmas uzatish funksiyali uzluksiz qism uzluksiz regulyator bilan stabillashtirilgan.

Kvantlash intervali $T=2$ va nolinchi tartibli fiksatordan foydalanilgan bo‘lsin. U holda ushbu uzluksiz qism diskret uzatish funksiyasi

$$Z\{F(s)H_0(s)\}=\frac{(1-e^{-2\alpha})(z-e^{-2\alpha})}{(z-e^{-2\alpha})^2} \qquad (8)$$

surat va maxrajida $\chi(z)=z-e^{-2\alpha}$ umumiy ko‘paytiruvchini saqlaydi, hamda turg‘un yoki noturg‘unlik bu yerda α ning qiymatiga bog‘liq bo‘ladi. Agar $\alpha<0$ bo‘lsa ko‘paytiruvchi noturg‘un ($\left|e^{-2\alpha}\right|>1$) va tizim stabillashmagan (3-rasm).



3-rasm. Stabillashtirilmagan raqamli tizim ($\alpha<0$)

(8) funksiya qisqaradigan, shunday bo‘lsada ayni vaqtda (1) buzilmaslik shartidagi qaysidir buzilishlar uchun patologik kvantlash intervali tanlanadi. $F(s)$ funksiya $p_{1,2}=-\alpha\pm j\pi$ nuqtada polyuslarga ega. $T=2$ ekanligidan

$$e^{-2\alpha\pm j2\pi}=e^{-2\alpha}(\cos 2\pi\pm j\sin 2\pi)=e^{-2\alpha},$$

tengliklar o‘rinli bo‘ladi, ya’ni (1) shart bajarilmaydi, bu yerda $i=1$ va $k=2$. Demak, istalgan ekstrapolyatorda tizim stabillashmagan.

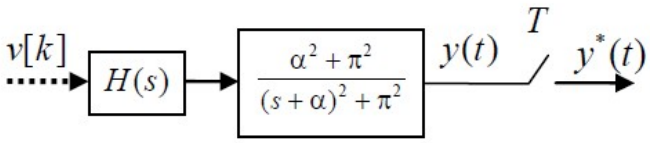
Shunday qilib, agar uzluksiz obyekt uzatish funksiyasining noturg‘unlik polyusi uchun buzilmaslik sharti qanoatlantirilmasa, mos ravishda raqamli tizim nostabillashgan bo‘ladi.

Endi tizim barqarorligi va undagi yashirin tebranishlar bog‘liqligi masalariga e’tibor qaratamiz. Yashirin tebranishlar o‘tgan asrning 50 – yillarida raqamli tizimlarning uzluksiz signallarni kvantlash momentlari orasida xulqini o‘rganishdan aniqlangan [21, 22, 23].

$T=2$ bo‘lgan hol uchun nolinchi tartibli fiksator bilan berilgan oddiy impulsli tizimni qaraymiz (4-rasm). Kirish uzatilishi $v[k]=1\,(k\geq 0)$ birlik diskret qadam bilan o‘zgarsin. U holda tizim chiqishida 3-rasmda tasvirlangan jarayonlardan biri bo‘ladi.

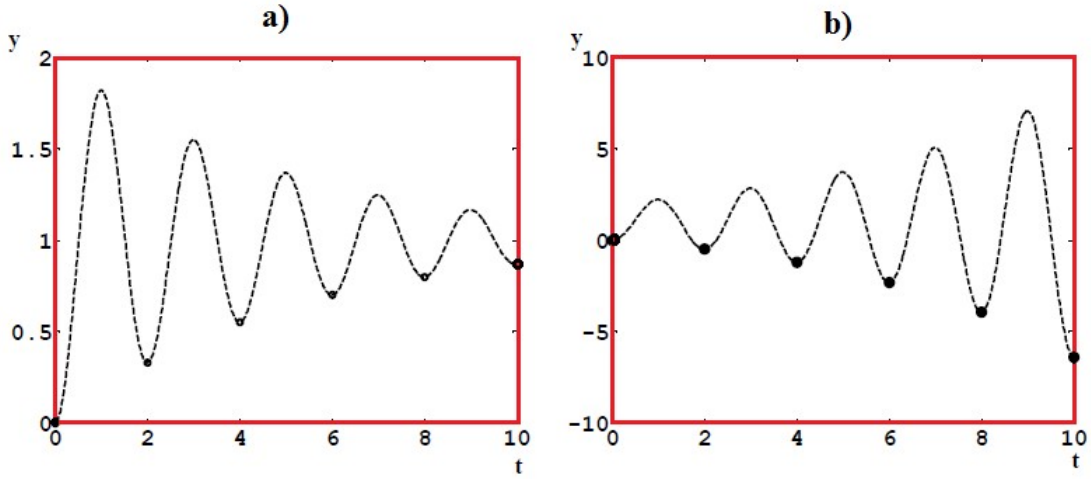
Agar signal faqat kvantlash momenlariida qaralsa, jarayon monoton, har bir momentlar orasida bitta kuchli tebranish mavjud, bu aloqadorlik shu qadarki, ayni paytdagi kvantlash intervali patologik va (8) uzluksiz qism o‘tishidagi diskret modelning surat va maxraji $z-e^{-2\alpha}$ ko‘paytuvchiga qisqarishi kelib chiqadi. Shunday qilib, uzluksiz qism uzatish funksiyasi ikki turli xil, diskret modelning diskret uzatish funksiyasi esa bitta polyusga ega. Bu kvantlash momentlaridagi

ko‘rinmasliklar, ya’ni yashirin tebranishlar to‘g‘risida gapirish imkoniyatini beradi [24, 25].



4-rasm. Yashirin tebranishi bor bo‘lgan tizim

Quyidagi yashirin tebranishi bor tizimning turg‘un va noturg‘un holatlari tasvirlangan. Agar, $\alpha > 0$ bo‘lsa, tizim turg‘un va $y_\infty = 1$ qiymat atrofida jarayon yaqinlashuvchi (5a-rasm), agar $\alpha < 0$ bo‘lsa, tizim noturg‘un (5b-rasm) va albatta stabillashmagan, shu sababli (8) diskret model noturg‘un ko‘paytuvchiga qisqaradi.



5-rasm. Yashirin tebranish a) $\alpha > 0$ ***b)*** $\alpha < 0$

Yuqorida keltirilgan holatlar raqamli tizim barqarorligini yashirin tebranishlarning formal modeli asosida baholash uchun nazariy asos hisoblanadi. Tizimdagi mazkur shartlanish barqarorlik mezonlaridan biri sifatida olinishi mumkin. Ushbu mezondan foydalanish algoritimini quyidagicha keltirish mumkin.

1) Tizimning berilgan diskret ma’lumotlari asosida kirish-chiqish tizimi uchun empirik model ishlab chiqish va uni approksimatsiya darajasini baholash;

2) Modelning modifikatsiyalanish darajasini tekshirish. Bunda model natijalarini texnologik tizim o‘zgaruvchan xarakteristikasiga moslashish darajasi, koeffitsiyentlar va umumiy monandlik testlari yordamida amalga oshiriladi;

3) Dastlabki empirik model tarkibiga testlash natijalari bo‘yicha shovqin parametrining mos keluvchi kechikish tartibi joriy qilinadi (kiritiladi);

4) Takomillashtirilgan modelda shovqin parametriga nisbatan diskret ma’lumotlar hisoblanadi;

5) Hisoblangan qiymatlar va kirish parametrlari ishtirokida hosil qilingan muqobil matematik forma yordamida bog‘lanish modeli (javob funksiyasi) ishlab chiqiladi;

6) Ishlab chiqilgan javob funksiyasi uchun hisoblangan qiymatlar asosida yashirin tebranishlarni sunish darajasi taqqoslanadi;

7) Taqqoslash natijalari raqamli tizimni stabillashtirish imkoniyatini baholashda qo‘llaniladi.

Raqamli tizimning kirish va chiqish signallarini tavsiflovchi sonli ketma-ketlik qiymatlari quyidagicha berilgan bo‘lsin.

1-jadval

Kirish va chiqish tizimida diskret signallar

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
U[k]	0,7	0,68	0,71	0,75	0,81	0,65	0,58	0,66	0,73	0,84	0,92	0,88	0,82	0,7

	7													4
$M_1[k]$	0,05	0,045	0,047	0,051	0,054	0,043	0,038	0,044	0,048	0,056	0,061	0,058	0,054	0,04
$M_2[k]$	0,25	0,22	0,23	0,25	0,27	0,21	0,19	0,22	0,24	0,28	0,31	0,28	0,26	0,24
$M_3[k]$	8,8	7,8	8,1	8,6	9,3	7,4	6,6	7,5	8,3	9,6	10,5	10,1	9,4	8,5

Ushbu diskret ma'lumotlar bo'yicha yuqori darajada approksiyatlanuvchi ($\delta = 0{,}93\,\%$) chiziqli javob funksiyasi uchun quyidagi matematik model ishlab chiqilgan

$$U[k] = 0{,}011 + 0{,}285M_1[k] + 0{,}21M_2[k] + 0{,}079M_3[k] \quad (9)$$

Bu yerda, aniqlik uchun U[k] – raqamli tizimning M_j, $j = 1,2,3$ kirish komponentlariga reaksiyasi, k – tugallangan nazorat takti tartibi.

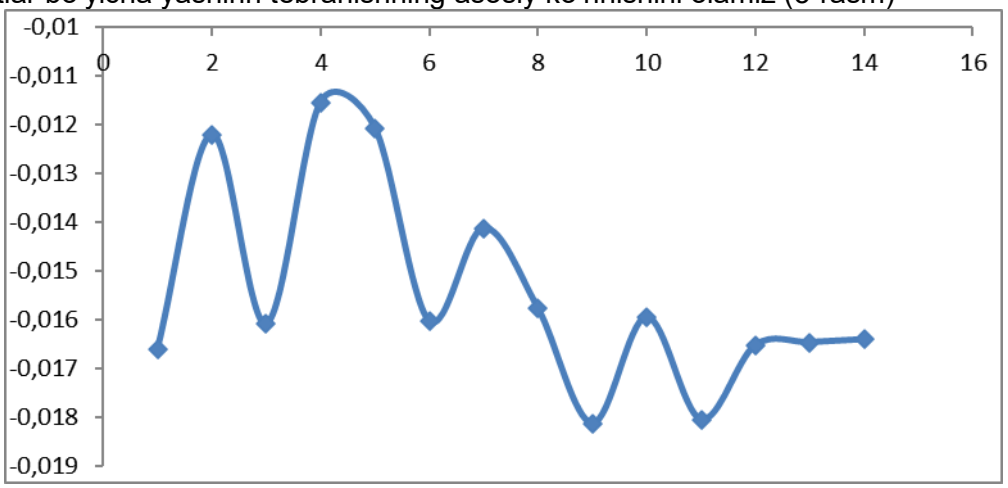
Ushbu model yuqori darajada approksiyatlanuvchi bo'lsada, biroq ixtiyoriy tanlangan nazorat taktida, ya'ni biror kirish komponentining tasodifiy og'ishida yetarlicha modifikatsiyalana olmaydi. Aytaylik, tizimdagi mavjud shovqinning kutilmagan ta'siri qaysidir komponnet uchun katta ahamiyatga ega bo'lsin deb faraz qilamiz. U holda (9) tarkiban bu o'zgarishni qamrab olishi kerak, ya'ni

$$U_g[k] = f(M_1[k], M_2[k], M_3[k]) + g(M_s[k]),\ s = j \quad (10)$$

(10) forma bo'yicha quyidagi modelga ega bo'lamiz:

$$(1 - L)U_g[k] = 0{,}0003 + 0{,}46M_1[k] + 0{,}21M_2[k] + 0{,}077M_3[k] - \varepsilon_{k-1} \quad (11)$$

(11) model raqamli tizimdagi yashirin tebranishni baholash imkoniyatini beradi. Keltirilgan, joriy ma'lumotlar bo'yicha yashirin tebranishning asosiy ko'rinishini olamiz (5-rasm)

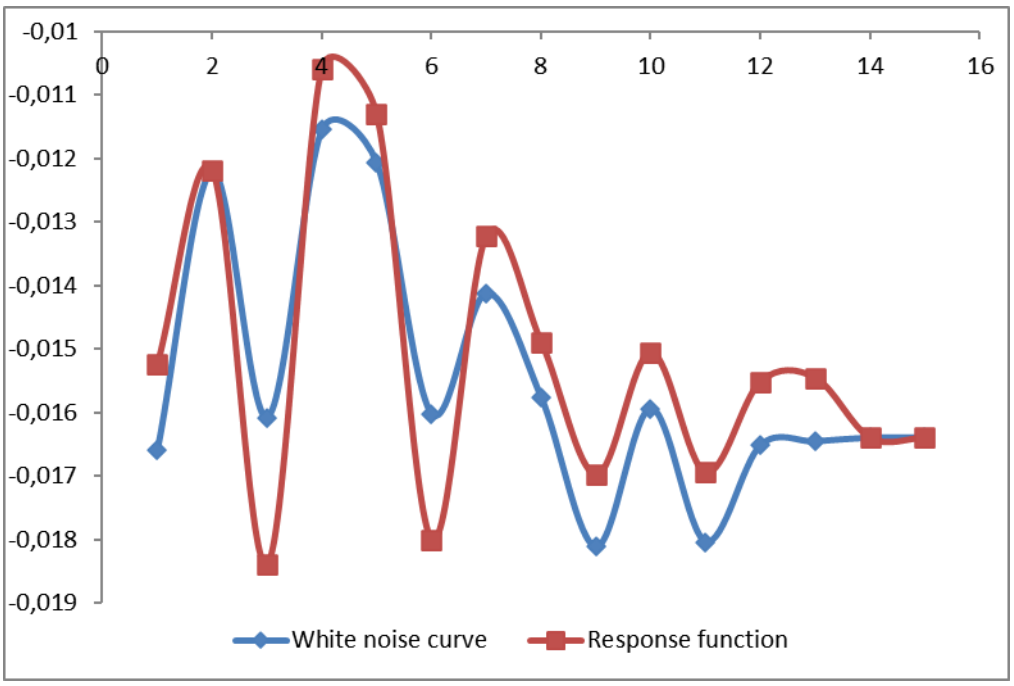


5-rasm. Tizimdagi yashirin tebranishlar

Bizning holda shovqin parametrini tavsiflash uchun kirish parametrlari yig'indisining teskari qiymati asosida hisoblanuvchi natural logarifni qabul qilamiz. Shu yerda ravshanlik uchun ta'kidlash jiozki, ushbu bog'lanishni sodda holatda ixtiyoriy tanlash mumkin, faqat bu yerda korrelyatsion zichlik ta'minlanishiga e'tibor berish kifoya. Demak, ishlab chiqilgan shovqin modeli (javob funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega va bu yerda determinatsiya 0,8 danb kichik emas

$$\exp(\varepsilon_{k-1}) = 0{,}98 \cdot e^{\frac{1}{\sum M_j[k]}} \quad (12)$$

(88) model natijasini ko'rib chiqamiz (6-rasm). Unga ko'ra, tizimdagi yashirin tebranishlar va javob funksiya qiymatlarining taqqoslama grafigidan kelib chiqilsa, tizimni stabillashtirish mumkin. Haqiqatan, (12) model qiymatlari $k \to \infty$ da mutlaq o'zgarmas.



6-rasm. Tizimdagi yashirin tebranishlar va javob funksiya qiymatlarining taqqoslama grafigi

XULOSA

Yashirin tebranishlarning yaqinlashish sharti asosida raqamli tizim turg‘unligini baholash algoritmini asoslash tadqiqoti yuzasidan quyidagi xulosalarni keltirish mumkin. Jumladan,

- raqamli tizim turg‘unligini baholashning empirik yondoshuv usuli strukturaviy aniqlanmagan tizimlar uchun eng maqbul yondoshuv bo‘lishi mumkin. Bunda tizimning kirish-chiqish ma’lumotlarining aniqligi va yetarliligi yagona shart hisoblanadi;

- raqamli tizim barqarorligini baholash mezoni sifatida turg‘unlik sharti bu yashirin tebranishlarning yaqinlashishi bo‘lsa, noaniq tizim uchun haqiqiy va javob funksiya qiymatlari asosida olingan so‘nish dinamikasi intervalini taqqoslash qoidasidan foydalanish mumkin. Bu yerda barqaroirlikni ta’minlash javob funksiya qiymatlari asosida olingan so‘nish dinamikasi intervalining haqiqiy holatdan keng bo‘lib ketmasligini qabul qilish mumkin.

- yashirin tebranishlarning yaqinlashish sharti asosida raqamli tizim turg‘unligini baholash algoritmi strukturaviy noaniq tizimlarni baqrqarorlashtirish shartlarini tekshirish va amalga oshirish imkoniyatini yaratadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Elektron manba: https://electricalschool.info/automation/2906-analogovye-ili-cifrovye-sistemy-upravleniya.html
2. Н. В. Кузнецов. Теория скрытых колебаний и устойчивость систем управления. Известия ран. теория и системы управления, 2020, № 5, с. 5–27
3. В.Б.Молодецкие. 05.09.03 - "Электротехнически комплекс и системы". Автореферат диссертаци н соискани учено степени кандидат технически наук https://www.dissercat.com/content/tsifrovye-regulyatory-chastoty-vrashcheniya-elektroprivoda-postoyannogo-toka/read
4. Моделирование и контроль динамических процессов в задачах оценки М74 состояния геотехнических систем. Монография / Н.А. Иконникова, В.И. Корсун, А.И. Слащев, Алекс. А. Яланский, А.А. Яланский; М-во образования и науки Украины, Нац. горн. ун-т. –Днепропетровск: НГУ, 2015. – 279 с.
5. Pavlo Krot (2009). Active control of torsional oscillations and vibrations in the rolling mills. Вибрация машин: измерение, снижение, защита.
6. Р.П.Агаев, Д.К.Хомутов. Исследование асимптотического поведения многоагентной системы с несвязной структурой. / Устойчивость и колебания нелинейных систем управления (конференция Пятницкого) : Материалы XVI Междунар. научн. конфер. (1-3 июн. 2022 г., Москва) / ИПУ РАН, 2022
7. Juraev, A. K., Jurayev, F. D., Eshkobilov, S. B., Ibragimov, B. S., & Norboev, O. N. (2023). Nonlinear control object identification problems: Methods and approaches. In E3S Web of Conferences (Vol. 392, p. 02043). EDP Sciences.

8. И.А.Резник, Р.Х.Садыхов. Система скрытой передачи цифровых полутоновых изображений на базе комплексного преобразования bifore. Информатика. №4, 2004. – 98-109 стр

9. Поляков К.Ю. Основы теории цифровых систем управления: учеб. пособие; СПбГМТУ. – СПб.: 2006. 161 с

10. Купер Дж., Макгиллем К. Вероятностные методы анализа сигналов и систем. – М.: Мир, 1989.

11. Jo‘rayev, F. D. S., & Ochilov, M. A. (2023). Algorithms for multi-factory polynomial modeling of technological processes. Chemical Technology, Control and Management, 2023(1), 59-67.

12. Juraev, F. D., Mallaev, A. R., Aralov, G. M., Ibragimov, B. S., & Ibragimov, I. (2023). Algorithms for improving the process of modeling complex systems based on big data: On the example of regional agricultural production. In E3S Web of Conferences (Vol. 392, p. 01050). EDP Sciences.

13. Махматкулов, Ғ. (2022). АҲОЛИГА САВДО ХИЗМАТЛАРИНИ ИННОВАЦИОН РИВОЖЛАНТИРИШ САЛОҲИЯТИНИ БАҲОЛАШДА ТРЕНД МОДЕЛЛАРИНИ ТАНЛАШ МЕЗОНЛАРИ (ҚАШҚАДАРЁ ВИЛОЯТИ МИСОЛИДА). Iqtisodiyot Va ta’lim, 23(4), 381–386. https://doi.org/10.55439/ECED/vol23_iss4/a610

14. Rakhimov, A. N., & Jo‘rayev, F. D. (2022). A Systematic Approach To The Methodology Of Agricultural Development And The Strategy Of Econometric Modeling. resmilitaris, 12 (4), 2164-2174.

15. Маллаев, А. Р., & Жураев, Ф. Д. (2017). ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ИСЧИСЛЕНИЯ ПО ПРЕОБРАЗОВАНИЮ ЛАПЛАСА. Научное знание современности, (7), 5-16.

16. F.D. Jo‘rayev, M.A. Ochilov, G‘.X. Maxmatqulov, A.M. Rakhimov and Sh.Q. Doliyev. Algorithms for improving models of optimal control for multi-parametric technological processes based on artificial intelligence. E3S Web of Conferences 460, 04013 (2023). https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346004013

17. Jo‘rayev Farrux. (2023). TEXNOLOGIK JARAYON QURILMALARI ISH REJIMINI NEYRON TARMOQ ASOSIDA MODELLASHTIRISH. Innovations in Technology and Science Education, 2(14), 432–443. Retrieved from https://humoscience.com/index.php/itse/article/view/1737

18. Чан Ч.Т. Повышение технологической надежности автоматической сборки цилиндрических соединений на основе вращательного движения и низкочастотных колебаний. Диссертации автореферата по ВАК РФ 05.02.08, кандидат наук. М.-2021.- 53 с.