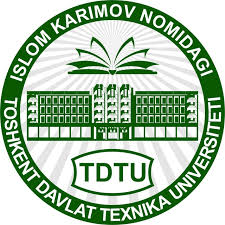
**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM**

**VAZIRLIGI**

# ISLOM KARIMOV NOMIDAGI

**TOShKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**



**«ELEKTRONIKA VA AVTOMATIKA» FAKULTETI**

**«ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH» KAFEDRASI**

5311000 - “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (kimyo, neft-kimyo va oziq-ovqat sanoati)” ta’lim yo‘nalishi bakalavr talabalari uchun

**“AVTOMATIK BOSHQARISH NAZARIYASI”**

fanidan kurs ishini bajarish bo‘yicha

**USLUBIY KO‘RSATMA**

## Toshkent 2021

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM**

**VAZIRLIGI**

# ISLOM KARIMOV NOMIDAGI

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**«ELEKTRONIKA VA AVTOMATIKA» FAKULTETI**

**«ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH» KAFEDRASI**

5311000 - “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (kimyo, neft-kimyo va oziq-ovqat sanoati)” ta’lim yo‘nalishi bakalavr talabalari uchun

**“**Avtomatik boshqarish nazariyasi**”** fanidan kurs ishini bajarish bo‘yicha

**USLUBIY KO‘RSATMA**

## Toshkent 2021

**Tuzuvchilar: PhD. Iskandarov Z.E., katta o‘qit. Rajabov A.T.,**

**ass. Allanov M.B.**

«Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish» kafedrasi

5311000 - “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (kimyo, neft-kimyo va oziq-ovqat sanoati)” ta’lim yo‘nalishi bakalavr talabalari uchun “Avtomatik boshqarish nazariyasi” fanidan kurs ishini bajarish uchun uslubiy ko‘rsatma. -Toshkent, ToshDTU, 2021.

Uslubiy ko‘rsatma ToshDTU Ilmiy-uslubiy Kengashining qarori bilan chop etilgan. 2021 yil 30 iyundagi 10-sonli bayonnoma.

**Taqrizchilar:** t.f.d., prof. **Siddiqov I.X.** – ToshDTU “Axborotlarga ishlov berish va

boshqarish tizimlari” kafedrasi professori;

t.f.n., dots. **Ibragimov E.U.** – TTESI “Texnologik jarayonlar va ishlab

chiqarishni avtomatlashtirish” kafedrasi dotsenti.

© Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, 2021

**1.1. Qisqacha metodik qo‘llanmalar va tushuntirish xati mazmuni.**

1. Sistema aniqligiga qo‘yilgan talab asosida berilgan struktur sxema uchun kuchaytirgichning kerakli uzatish koeffitsienti hamda ochiq va berk sistema uchun uzatish funsiyalari aniqlansin. Turg‘unlik chastotasi kriteriysi yordamida yopiq sistemaning turg‘unligi EHMda (1-ilova) aniqlansin hamda ochiq sistemaning LAX va LXFsi orqali o‘tkinchi jarayon sifatiga baho berilsin.

2. Sistema sifatiga qo‘yilgan talablar orqali ochiq zaruriy sistemaning LAXsi qurilsin.

3. Korrektlovchi elementning LAXsi topilsin; prinsipial sxemasi tenlansin va parametrlari hisoblansin.

4. Korrektlangan ochiq sistemaning LAX va AFXsi qurilsin va ular asosida o‘tkinchi jarayon sifati baholansin. Struktur sxema qurilsin va EHMda (2-ilova) o‘tkinchi jarayon hisoblansin. O‘tkinchi funksiya orqali sistemaning sifat ko‘rsatkichlari anklansin.

5. Korrektlangan sistemaning xatolik bo‘yicha uzatish funksiyasi topilsin va qaror xato kirishdagi ta’sirlari hisoblansin.

A)  b)  v) 

6. Amplituda impuls sistemasining struktur sxemasi tuzilsin (berilgan chiziqli sistemadagi ko‘chaytirish elementi ideal amplituda elementi va  uzatish funksiyasi shakllovchi elementi bilan almashtiriladi, bu yerda γ - impulslarning nisbiy muddati T – impulslarning takrorlanish davri). Ochiq va berk impulsli sistemaning o‘tkinchi funksiyalari ()topilsin. Gurvis kriteriysi yordamida berk impuls sistemning turg‘unligi aniqlansin.

7. Berk impuls sistemaning o‘tkinchi holat grafigi (O‘HG) qurilsin. Mezon formulasi va Laplas teskari almashtirishi yordamida har bir element hamda sistemaning chiqish kattaligi aniqlansin. Sistemadagi o‘tkinchi jarayon EHMda ham hisoblansin (3-ilova).

8. Nochiziqli sistemaning struktur sxemasi tuzilsin (berilgan chiziq sistemadagi kuchaytirish elementi tegishli statik xarakteristikali nochiziqli element bilan almashtiriladi) sistemaning chiziqli qismi uchun amplituda-faza xarakteristikasi  va nochiziqli zveno uchun ekvivalent amplituda-vazn xarateristikasi  ifoda topilsin (4-ilova).

9. Sistemada avtotebranishlar hosil bo‘lish imkoniyati hamda uning amplituda va chastotasi topilsin. Avtotebranishlar turg‘unligi va parametlarini aniqlash uchun Goldfarb metodini qo‘llash mumkin. Hisoblash aniqligini oshirish uchun  va  xarakteristikalari kesishish nuqtalari atrofida kattaroq masshtabda alohida qurilishi lozim.

Hisoblarni tushuntirishda fikrni aniq ifodalashga alohida e’tibor berish zarur. Qisqartma nomlar birinchi marta ishlatilishda to‘liq yozilishi kerak. Rasmlar tagida ularning mazmunini aks ettiruvchi yozuvlar hamda ketma-ketlik nomeri bo‘lishi shart. Masalan, rasm-2. Berk sistemaning o‘tkinchi jarayon grafigi. Adabiyotlarga ilova (1) tarzida beriladi.

Tushuntirish xatida materiallarni joylashtirish tartibi:

-muqova (5-ilova),

-o‘qituvchi imzolagan kurs ishi vazifasi,

-kirish,

-xisob qismi,

-xulosa,

-foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

-mundarija.

**1.3. Grafik materiallar ro‘yxati.**

Hisoblash-tushuntirish xatida quyidagi grafik va rasmlar keltiriladi:

1. Berilgan chiziqli uzluksiz sistemaning struktur sxemasi.
2. Berilgan ochiq sistemaning LAX, LFX, va AFXlari
3. Zaruriy berk sistemaning LAX va LFXlari
4. Korrektlangan chiziqli sistemaning EHMda xisoblangan o‘tkinchi jarayon grafigi.
5. Tanlangan korrektlovchi elementning prinsipial struktur sxemasi.
6. Korrektlangan chiziqli uzluksiz sistemaning struktur sxemasi.
7. Impuls sxemaning struktur sxemasi.
8. Impuls sistemaning o‘tkinchi xolat grafigi va o‘tkinchi jarayon grafigi.
9. Nochiziqli sistemaning struktur sxemasi.
10. Nochiziqli sistema chiziqli kismi AFXsi grafigi va nochiziqli element xarakteristikasi.

**2. KURS ISHIGA VAZIFALAR.**

2.1. Berilgan chiziqli uzluksiz sistema struktur sxemalari.

Vazifa №1

K1











Nochiziqli va impuls sistemlarni tekshirishda T1 vaqt doimiysi e’tiborga olinmaydi.

Vazifa №2

K1





K4







Nochiziqli va impulsli sistemalarni tekshirishda T3 vaqt doimiysi e’tiborga olinmaydi.

Vazifa №3

K1













Nochiziqli va impulsli sistemalarni tekshirishda oxirgi zveno e’tiborga olinmaydi.

2.2. Berilgan sistema parametrlari va loyihalanayotgan sistemaga qo‘yilgan shartlar:

A) Chiziqli qism parametrlari elementlari (uzatish koeffitsientlari, vaqt doimiylari);

B) Sistemaning kirish ta’siri miqdori;

V) Nochiziqli element parametrlari;

G) Impuls elementi parametrlari (impulslarning ta’sir muddati va takrorlanish davri).

D) Sistemaga qo‘yilgan talablar (xatolik miqdori, o‘tkinchi jarayon vaqti, o‘ta rostlash qiymati).

**3. KURS ISHINI BAJARISHGA MISOL.**

Hisoblash uchun berilgan:

A) struktur sxema.

K1











B) elementlarning uzatish koeffitsientlari.

K2=30, K3=3,0grad/s.

V) elementlarining vaqt doimiyligi

T1=0,05s; T2=0,35s.

G) kirish signalining o‘zgarish tezligi



D) sintez qilinayotgan sistemaga talablar.

-tezlik xatoligi 

-o‘ta rostlash qiymati 

-o‘tkinchi jarayon vaqti 

3.1.1. Berilgan aniqlik asosida sistemaning va oldingi kuchaytirgichning zaruriy uzatish koeffisientlarini aniqlash.

Sistemaning zaruriy uzatish koeffisienti (Kz) berilgan struktur sxema uchun quyidagi formula bo‘yicha topiladi:

 (1)

Statik sistemalar uchun:



bunda  - kirish ta’siri,  - statik xatolik qiymati. Berilgan son qiymatlarini qo‘yib

 sonini topamiz

Kuchaytirish elementining uzatish koeffisienti quyidagicha topiladi:

 (2)

Son qiymatlarni qo‘yib, ni topamiz.

3.1.2. Sistemaning uzatish funksiyalarini topish va turg‘unlik chastota kriteriysi asosida sistemaning turg‘unligini analiz qilish.

Berilgan sistemaning uzatish funksiyalari quyidagi formulalardan topiladi:

 (3)

 (4)

Berilgan sistemaning turg‘unligini tekshirish uchun ochiq sistemaning AFXsi quriladi. AFXni EHMda hisoblash mumkin (1-ilova). AFX quyidagi tartibda hisoblanadi:

 (5)

Keyin  ga dan gacha qiymatlar berilib, AFX quriladi va Naykvist kriteriysi bo‘yicha berk sistemaning turg‘unligi topiladi. Bizning misolimizda







 ni dan gacha o‘zgartilib AFXni quramiz (1-ilova). Rasmdan ko‘rinib turibdiki, koordinatalari (-1;j0) nuqtani qamrab olgan. Demak, berilgan sistema noturg‘undir.













































1. **Berilgan sistemaning logarifmik chastota xarakteristikasini qurish**

Berilgan sistema ketma-ket ulangan tipik dinamik zvenolardan tashkil topgan. Berilgan ochiq sistemaning LFCHXsi  quyidagicha chiziladi: koordinatalari  va  nuqtadan  og‘ishda chastotagacha to‘g‘ri chiziq o‘tkazamiz. Keyin, dan gacha ning og‘ishini , dan boshlab  bo‘ladi. Sistemaning LFCHXsi alohida zvenolarning lari yig‘indisiga teng bo‘ladi.

 (7)

Chastota ga dan gacha qiymatlar berilib ni hisoblaymiz (2-ilova). Turg‘unlik logarifmik kriteriysiga binoan sistema noturg‘undir, chunki , bunda ,  berilgan sistemaning kesishish va so‘nish chastotalari. Logarifmik chastotalar orqali olingan xulosa tekshirilayotgan sistema turg‘unligi haqida Naykvist kriteriysi yordamida olingan xulosani tasdiqlaydi.















































































**2-rasm. Berilgan va zaruriy sistemaning logarifmik xarakteristikalari.**

**3.1.4. Zaruriy sistemaning LFCHX va LFCHXsini qurish. (1,4,5,6,9)**

Ochiq sistemaning zaruriy logarifmik xarakteristikalari loyihalashtirilayotgan sistemani qo‘yilgan quyidagi talablar orqali quriladi: kerakli kuchaytirish koeffitsienti, sistemaning astatizm darajasi, o‘tkinchi jarayon vaqti, o‘tarostlash qiymati.

LACHXning past chastotali qismi ochiq sistemaning ko‘paytirish koeffisienti va astatizm ν darajasi bilan aniqlanadi. Bu qism og‘maligi -20νdb/dekga teng bo‘lib, ordinatasi 20lgK va abssissasi  nuqtadan o‘tadi, bunda ν - astotizm tartibi, K – sistemaning kerakli kuchaytirish koeffisienti. Korrektlovchi element sodda bo‘lishi bu qism iloji boricha berilgan sistema LACHXsi bilan ustma-ust tushishi kerak.

Amplitudaviy xarakteristikaning o‘rta chastotali qismi eng ahamiyatga ega qismidir, chunki sistemaning o‘tkinchi jarayon sifati asosan shu qism xarakteri bilan aniqlanadi. Kesishish chastotasi da LACHX og‘maligi -20db/dek bo‘lishi shart. Kesishish chastotasi o‘tkinchi jarayon vaqti  va o‘tarostlash qiymati  bilan aniqlanadi:  bunda  - koeffitsient ga asosan topiladi. (3-rasm).

















































**3-rasm.  va ning ga bog‘liqligi grafiklari**

**4-rasm.  va ning ga bog‘liqligi grafiklari.**

Zaruriy LACHXning o‘rta qismi chap va o‘ng tomonlarga modul bo‘yicha  va ga yetguncha davom ettiriladi.  va ga mos keluvchi chastotalarni va  orqali belgilaymiz. Shuni hisobga olish kerakki, agar  va  intervallar qancha katta bo‘lsa ning qiymati shuncha kichik bo‘ladi. LACHXning o‘rta qismi past chastotali qism bilan og‘maligi  bo‘lgan kesma orqali tutashtiriladi.

LACHXning yuqori chastotali qismi sistemaning dinamikasiga ta’sir ko‘rsatmaydi, shuning uchun bu qismni ixtiyoriy ravishda olish mumkin. Bu qismni qurishda korrektlovchi qurilmaning soddaroq bo‘lishiga intilish lozim.

Zaruriy LACHX qurish tartibi:



Qurilayotgan misol uchun  nuqtadan  og‘malikda to‘g‘ri chiziq o‘tkazamiz.  va  chastotalarni  va  asosida topamiz (da grafdan ). ning boshqa qismlarini chizish 2-rasmda ko‘rsatilgan. ga asosan uzatish funksiyasini yozamiz:

 (8)

Zaruriy LFCHXsi quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

 (9)

 va larga asosan amplituda va faza bo‘yicha imkoniyatlar  va ni topamiz: , . Grafikdan aniqlanishicha (4-rasm) berilgan  bajarilishi uchun ,  bo‘lishi kerak. Demak, qurilgan  sistemaga qo‘yilgan talablarni qanoatlantiradi.

3.1.5. LCHXlar asosida korrektlovchi qurilmani tanlash (5,6,9)

Sistemaning dinamik ko‘rsatkichlarini ta’minlash uchun ketma-ket, parallel va aralash korreksiyalar qo‘llaniladi. Bu korreksiyalarning har biri o‘z kamchilik va ijobiy tomonlariga ega.

Parallel korreksiyani hisoblash tartibi:

1. Berilgan sistema LACHXsi  quriladi.
2. Sistemaga qo‘yilagan talablar asosida zaruriy sistema LACHXsi quriladi.
3. Qurilgan LACHXlarga binoan ularga mos keluvchi LFCHXlar quriladi.
4. Korrektlovchi qurilmaning ulanish joyi belgilanadi va qurilma parallel ulangan qismi LACHXsi chiziladi.
5. Parallel ulangan korrektlovchi qurilma LACHXsi topiladi.

 (9)

1. Topilgan ga asosan eng soda korrektlovchi qurilma sxemasi tanlaniladi.

Korrektlovchi qurilma ketma-ket ulanganda uning LACHXsi (4-va5-punktlar o‘rniga) quyidagi formula bo‘yicha topiladi.

 (10)

Qaysi xil korreksiyani tanlash berilgan sistema xususiyatlari va unga qo‘yilgan talablarga bog‘liqdir. Ba’zan aralash korreksiya ham qo‘llaniladi.

Ko‘rsatilayotgan misol uchun korrektlovchi elementni uzatish funksiyasi  bo‘lgan zvenoga parallel ulaymiz.

1-6 punktlarni bajarib va o‘zgarmas tok korrektlovchi zvenolari jadvallaridan (4,5,6,7,9,10) korrektlovchi element LACHXsi va sxemasini topamiz.

 (11)

Bu korrektlovchi qurilmani ikkita korrektlovchi tipik zvenolarni, ya’ni differensiallovchi va integrallovchi zvenolarni ketma-ket ulab xosil qilish mumkin (5-rasm). Rezistorlar va kondensatorlar qiymati jadvallarda berilgan formulalar va LACHXdan topilgan quyidagi kattaliklar orqali topiladi: , , , .

Noma’lum elementlar soni tenglamalar sonidan ko‘p bo‘lgan taqdirda ba’zi elementlar (rezistor va kondensatorlar) parametrlari ixtiyoriy berilishi mumkin. Korrektlovchi zvenolarni o‘zaro ketma-ket ulanganda ularning kirish va chiqish qarshiliklarini moslashtirishga ahamiyat berish zarur. Buning uchun oralig‘iga rostlovchi qurilma qo‘yiladi yoki  (10-50marta) shart bajarilishiga erishish lozim.

Agar tanlangan korrektlovchi qurilma hisoblanganidan farq qilsa, unda sxemaga ulangan korrektlovchi qurilamani hisobga olingan holda korrektlangan sistema uzatish funksiyasi  topiladi. Ko‘rilayotgan misolda , shuning uchun keyingi hisoblarda ni ishlatish mumkin. Korrektlangan sistemaning struktur sxemasi 6-rasmda keltirilgan.

**3.1.6. O‘tkinchi jarayonni EHMda hisoblash.**

O‘tkinchi jarayonni har xil usullar yordamida hisoblash mumkin. Kurs ishida korrektlangan sistema o‘tkinchi jarayonni EHMda hisoblash uchun sistemani Koshi differensial tenglamalari orqali ifodalaymiz. /6/. Bu usulni qo‘llashga sabab, deyarli hamma EHMlarda Koshi ko‘rinishidagi differensial tenglamalarni yechish uchun standart programmalar mavjudligilir. Buning uchun sistemaning struktur sxemasini uzatish funksiyasi maxrajining tartibi birga teng bo‘lgan elementar zvenolarga ajratamiz va ularning chiqish va kirish kattaliklarini tegishli indeksli  va  bilan belgilaymiz. Indekslash quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Birinchi element chiqish kattaligini uzatish funksiyasi maxrajidagi ko‘pxadning tartibiga teng bo‘lgan indeks bilan belgilaymiz. Keyingi elementar chiqish kattaligini oldingi element chiqish kattaligi indeksidan shu elementlar uzatish funksiyalari maxraji tartibiga teng bo‘lgan sondan katta bo‘lgan indeks bilan belgilaymiz. Elementlar kirish kattaliklarini oldingi element chiqish kattaligi indeksidan birga ortiq indekslar bilan belgilaymiz. Agar, elementlar uzatish funksiyalari surat va maxrajlari tartibi o‘zaro teng bo‘lsa, bu elementlar quyidagi formulalarga binoan ikkita parallel ulangan elementlar bilan almashtiriladi;



Korrektlangan sistemaning struktur sxemasi (6 – rasm) ekvivalent sxema bilan almashtiramiz (7 – rasm), bunda *T1=T1z*, *T2=T2z, T3=T3z.*

Struktur sxema (7 – rasm) elementlari uzatish funksiyalari va ularning Koshi ko‘rinishidagi differensial tenglamalarga o‘tish formulalaridan (6.22 ilova) foydalanib, elementlar chiqish va kirish kattaliklarini o‘zaro bog‘lovchi birinchi tartibli differensial tenglamalar sistemasini yozamiz.

**3.1.7. Berk sistemadagi statik xatolikni xisoblash.**

Avtomatik boshqarish sistemalariga qo‘yilgan asosiy talablardan biri qaror rejimda sistemaning chiqishida kirish signalini yetarli aniqlikda qayta yaratishdir.

Qaror xatolikni xisoblash quyidagi ketma ketlikda amalga oshiriladi:



bunda, - xolat xatoligi,  - tezlik bo‘yicha xatolik va xokazo. *F(*p*)* – berk sistemaning xatolik bo‘yicha uzatish funksiyasi



*F(*p*)*ni quyidagicha yozish mumkin:



bu yerda *Si* koeffitsientlar xatolik koeffitsientlari bo‘lib, quyidagicha topiladi:



Ko‘rilayotgan misol uchun:

*S0=0; S1=0,008; S2=0,025* ga teng.

Korrektlangan sistema uchun xatoliklarni xar xil kirish signallarida xisoblaymiz:

a) 

b) 

v) 

Xisoblash natijalarini analiz qilib, bu sistema faqat o‘zgarmas kirish signaliga nisbatan astatik sistema ekanligini aytish mumkin.

**3.2. Chiziqli impuls sistemaning turg‘unligini analiz qilish va o‘tkinchi jarayonini xisoblash**

Xisoblash uchun berilgan:

a) struktur sxema

*x ε y*

АИЭ



*К4*



b) elementlarning uzatish koeffisientlari:

*K2=16; K3=8 1/bc; K4=0,11bc*

v) elementlarning vaqt doimiyligi

*T1=0,2s; T2=0,25s.*

g) impuls elementi parametrlari: uzatish koeffisienti K1=1, impulslarning takrorlanish davri T = 1s va nisbiy muddati γ = 0,2.

**3.2.1. Impuls sistemaning turg‘unligini Gurvis kriteriysi yordamida aniqlash**

Chiziqli impuls sistemasining turg‘unligini analiz qilish uchun uning struktur sxemasini xisoblashga qulay ko‘rinishga keltiriladi. Buning uchun amplituda – impulsiv element ketma ket ulangan ideal impuls element va shakllovchi element bilan almashtiriladi. Ideal impuls element uzluksiz signalni  impulslarga, shakllovchi element esa  impulslardan haqiqiy impulslar olish uchun qo‘llaniladi. Shakllovchi element uzatish funksiyasi

ga teng bo‘ladi, bunda . Agar  bo‘lsa, ni Makloren qatoriga yoyib,  ko‘rinishidagi ifoda bilan almashtirish mumkin. ni sistemaning uzluksiz qismi bilan qo‘shib, keltirilgan uzluksiz qism uzatish funksiyasi  topiladi.

Turg‘unlikni analiz qilish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:



Berilgan sistema uchun ni topamiz:



 - o‘zgartirishlar jadvalidan foydalanib, ochiq sistemaning uzatish funksiyasini aniqlaymiz:



Bunda ; ; ;  son qiymatlarini qo‘yib

; ni topamiz.

 almashtirish kiritib,

 hosil qilamiz.

Berilgan sistema turg‘undir, chunki Gurvis mezoniga asosan ikkinchi tartibli sistemalar turg‘un bo‘lishi uchun hamma koeffisientlarning musbat bo‘lishi yetarlidir.

**3.2.2. Chiziqli impuls sistemadagi o‘tkinchi jarayon topologik metod yordamida hisoblash. /3/.**

Topologik metod impuls sistemalarini hisoblashda EHMdan foydalanishga mo‘ljallangan zamonaviy metodlarning biridir. Topologik metod dinamik grafli modellar va o‘tkinchi holat graflariga (O‘HG) asoslangan. Impulslar O‘HGi holati kattaliklarining kvantlash momentlarida o‘zgarishini ifoda etuvchi ostgraflardan (podgraf) tashkil topgan. Bu ostgraf o‘tkinchi holat tenglamasiga mos keladi.

 (21)

Bunda  - impuls elementlarining ulanish momentidagi holat vektori,  - kvantlashdan bevosita oldingi vaqt momentlaridagi holat vektori,  - bog‘liqlik vektori.

Keyingi vaqt momentidagi holat vektori quyidagicha aniqlanadi:

 (22)

Bunda  (23)

 - o‘tkinchi holat grafidan topiladi

 (24)

ni hisoblash uchun Mezon formulasidan foydalanish mumkin.

 (25)

Bunda (\*) belgi … «o‘zaro teguvchi konturlar va yo‘llar ko‘paytmasi bor bo‘lgan hadlar tashlab yuborilsin» degan ma’noni anglatadi.

 -  cho‘qqidan  cho‘qqigacha yo‘llarning uzatmalari.

 - sxemadagi konturlar uzatmalari.

Impuls sistemalarning fizik xususiyatlarini hisobga olish uning O‘HGining ancha soddalashishiga olib keladi.

Yuqoridagi umumiy ko‘rsatmalarga asoslanib, berilgan impuls sistema uchun O‘HGini tuzamiz. Bu graf ikkita – impuls va pauza uchun ossillograflardan tashkil topgan (9-rasm).



































































































Birlik kirish kattaligi  uzatmali yoy orqali hisobga olingan.  va  vaqt momentlaridagi kattaliklarni hisoblash uchun quyidagi matritsalarni tuzamiz, bunda .  - impulsning davom etish vaqti:

 (26)

 (27)

Jadvalllardan (10) foydalanib originalga o‘tish.

Birinchi interval uchun ni va ikkinchi integral uchun ni qo‘yib matritsalar elementlarini hisoblaymiz:

;

;

;

;

;



;

;

;

;

;

;

;

;;

;

;

;

Boshlang‘ich shartlar ; ni hamda

; ; ni hisobga olib , , larni topamiz.

1. 



2. 



3. 



4. 



va hokozo.

Hisoblash natijalari asosida o‘tkinchi jarayon grafigi ni chizamiz (10-rasm).





























Vazifa-1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variant-  lar | Chiziqli qism parametrlari | | | | | Sistemaga talablar | | | Nochiziqli qism parametrlari | | | Impul elementi parametrlari | |
| K2 | K3 | T1 | T2 | υ | εck | σ | tn | tip | b | c | T | γ |
| 1 | 21 | 3 | 0,05 | 0,3 | 20 | 0,2 | 18 | 0,3 | I | - | 6 | 1 | 0,4 |
| 2 | 19 | 7 | 0,06 | 0,25 | 21 | 0,21 | 20 | 0,3 | II | 1 | 3 | 0,5 | 0,2 |
| 3 | 18 | 6 | 0,07 | 0,2 | 22 | 0,3 | 22 | 0,3 | V | 3,5 | 8 | 1 | 0,4 |
| 4 | 31 | 2 | 0,08 | 0,2 | 23 | 0,19 | 24 | 0,2 | I | - | 7 | 0,5 | 0,2 |
| 5 | 17 |  | 0,09 | 0,2 | 24 | 0,15 | 26 | 0,2 | II | 1,5 | 8 | 1 | 0,4 |
| 6 | 19 | 3,5 | 0,08 | 0,25 | 25 | 0,2 | 26 | 0,23 | V | 4 | 10 | 0,5 | 0,2 |
| 7 | 23 | 6 | 0,07 | 0,3 | 26 | 0,19 | 30 | 0,3 | I | - | 5 | 1 | 0,4 |
| 8 | 26 | 4,5 | 0,06 | 0,35 | 27 | 0,18 | 29 | 0,3 | II | 2 | 10 | 0,5 | 0,2 |
| 9 | 19 | 5 | 0,05 | 0,35 | 28 | 0,27 | 27 | 0,3 | V | 5 | 15 | 1 | 0,4 |
| 10 | 29 | 3,5 | 0,04 | 0,4 | 29 | 0,18 | 26 | 0,3 | I | - | 9 | 0,5 | 0,2 |
| 11 | 30 | 3 | 0,05 | 0,35 | 30 | 0,25 | 23 | 0,3 | II | 2 | 8 | 1 | 0,4 |
| 12 | 17 | 3,5 | 0,06 | 0,3 | 29 | 0,23 | 21 | 0,3 | V | 4 | 12 | 0,5 | 0,2 |
| 13 | 25 | 4 | 0,07 | 0,35 | 28 | 0,2 | 19 | 0,3 | I | - | 8 | 1 | 0,4 |
| 14 | 23 | 4,5 | 0,08 | 0,3 | 27 | 0,19 | 18 | 0,3 | II | 2,5 | 9 | 0,5 | 0,2 |
| 15 | 18 | 5 | 0,09 | 0,4 | 26 | 0,16 | 20 | 0,3 | II | 1,5 | 10 | 1 | 0,4 |
| 16 | 30 | 4 | 0,1 | 0,3 | 25 | 0,13 | 22 | 0,25 | V | 3 | 10 | 0,5 | 0,2 |
| 17 | 24 | 3,5 | 0,11 | 0,25 | 24 | 0,17 | 24 | 0,25 | II | 2 | 9 | 1 | 0,4 |
| 18 | 26 | 4,2 | 0,1 | 0,3 | 23 | 0,16 | 26 | 0,25 | V | 4 | 12 | 0,5 | 0,2 |
| 19 | 23 | 3,7 | 0,09 | 0,3 | 22 | 0,18 | 28 | 0,3 | I | - | 7 | 1 | 0,4 |
| 20 | 20 | 3,9 | 0,08 | 0,35 | 21 | 0,2 | 27 | 0,3 | II | 2,8 | 9 | 0,5 | 0,2 |
| 21 | 18 | 4,9 | 0,11 | 0,3 | 20 | 0,18 | 25 | 0,25 | V | 5 | 13 | 1 | 0,4 |
| 22 | 16 | 4,9 | 0,1 | 0,3 | 19 | 0,16 | 23 | 0,25 | I | - | 6 | 0,5 | 0,2 |
| 23 | 19 | 5,2 | 0,09 | 0,35 | 18 | 0,18 | 21 | 0,3 | II | 2,7 | 9,5 | 1 | 0,4 |
| 24 | 22 | 4,6 | 0,08 | 0,3 | 17 | 0,17 | 19 | 0,25 | V | 6 | 12 | 0,5 | 0,2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

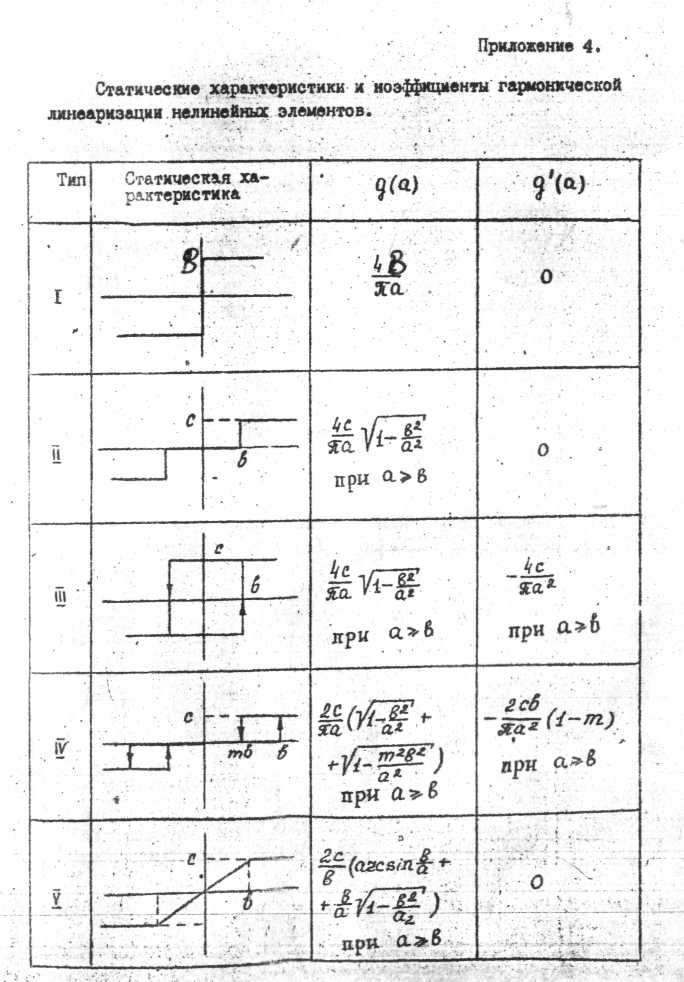
Vazifa-2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variant-  lar | Chiziqli qism parametrlari | | | | | | | Sistemaga talablar | | | Nochiziqli qism parametrlari | | | | Impulsc elementi parametrlari | |
| K2 | K3 | K4 | T1 | T2 | T3 | x | εct | σ | tn | tip | b | c | m | T | γ |
| 1 | 5 | 10 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 10 | 0,01 | 18 | 0,6 | III | 2 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 2 | 10 | 5 | 0,2 | 0,15 | 0,25 | 0,4 | 5 | 0,02 | 20 | 0,35 | IV | 1 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 3 | 5 | 5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 10 | 0,003 | 22 | 0,5 | III | 3 | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 4 | 10 | 5 | 0,1 | 0,25 | 0,15 | 0,25 | 4 | 0,015 | 24 | 0,45 | IV | 2 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 5 | 5 | 20 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 8 | 0,02 | 26 | 0,4 | III | 2,5 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 6 | 6 | 19 | 0,2 | 0,1 | 0,35 | 0,55 | 10 | 0,03 | 26 | 0,4 | IV | 1,5 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 7 | 7 | 18 | 0,15 | 0,15 | 0,3 | 0,5 | 8 | 0,02 | 24 | 0,45 | III | 3 | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 8 | 8 | 17 | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,45 | 5 | 0,01 | 22 | 0,5 | IV | 2 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 9 | 9 | 16 | 0,05 | 0,25 | 0,2 | 0,4 | 6 | 0,013 | 26 | 0,55 | III | 2 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 10 | 10 | 10 | 0,15 | 0,3 | 0,15 | 0,35 | 10 | 0,015 | 18 | 0,6 | IV | 1 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 11 | 15 | 12 | 0,1 | 0,35 | 0,1 | 0,3 | 12 | 0,02 | 20 | 0,55 | III | 1,5 | 5 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 12 | 11 | 13 | 0,05 | 0,4 | 0,15 | 0,25 | 8 | 0,02 | 22 | 0,5 | IV | 2,5 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 13 | 12 | 14 | 0,08 | 0,45 | 0,2 | 0,2 | 9 | 0,021 | 24 | 0,45 | III | 3 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 14 | 10 | 11 | 0,13 | 0,5 | 0,25 | 0,15 | 12 | 0,025 | 25 | 0,5 | IV | 2 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 15 | 10 | 10 | 0,11 | 0,45 | 0,3 | 0,2 | 13 | 0,03 | 26 | 0,5 | III | 2 | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 16 | 13 | 9 | 0,09 | 0,4 | 0,35 | 0,2 | 10 | 0,02 | 24 | 0,5 | IV | 2,5 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 17 | 15 | 8 | 0,08 | 0,35 | 0,4 | 0,15 | 10 | 0,015 | 22 | 0,45 | III | 1,5 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 18 | 20 | 7 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 10 | 0,013 | 20 | 0,4 | IV | 2 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 19 | 15 | 6 | 0,12 | 0,25 | 0,35 | 0,2 | 8 | 0,01 | 18 | 0,35 | III | 2,5 | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 20 | 16 | 5 | 0,07 | 0.07 | 0,4 | 0,15 | 9 | 0,013 | 20 | 0,4 | IV | 3 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 21 | 11 | 7 | 0,12 | 0.12 | 0,45 | 0,1 | 11 | 0,023 | 22 | 0,45 | III | 2,5 | 5 | 0,3 | 1 | 0,2 |
| 22 | 15 | 8 | 0,13 | 0.13 | 0,5 | 0,3 | 13 | 0,03 | 24 | 0,5 | IV | 2 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 23 | 13 | 5 | 0,08 | 0.08 | 0,3 | 0,4 | 25 | 0,02 | 26 | 0,55 | III | 2 | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 24 | 16 | 8 | 0,11 | 0.11 | 0,25 | 0,4 | 5 | 0,03 | 26 | 0,5 | IV | 2,5 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 25 | 15 | 6 | 0,12 | 0.12 | 0,3 | 0,4 | 6 | 0,06 | 24 | 0,45 | III | 3 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |

Vazifa-3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variant-  lar | Chiziqli qism parametrlari | | | | | | | Sistemaga talablar | | | Nochiziqli qism parametrlari | | | | Impulsc elementi parametrlari | |
| K2 | K3 | K4 | T1 | T2 | T3 | υ | εct | σ | to‘ | tip | b | c | m | T | γ |
| 1 | 15 | 6 | 0,12 | 0,25 | 0,3 | - | 25 | 0,15 | 24 | 0,43 | I | 3 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 2 | 16 | 8 | 0,11 | 0,2 | 0,25 | - | 30 | 0,2 | 26 | 0,5 | IV | 2,5 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 3 | 13 | 5 | 0,08 | 0,15 | 0,1 | 0,2 | 20 | 0,1 | 26 | 0,55 | III | 2 | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 4 | 15 | 8 | 0,13 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 30 | 0,3 | 24 | 0,5 | IV | 2,6 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 5 | 11 | 7 | 0,12 | 0,15 | 0,2 | 0,1 | 25 | 0,15 | 22 | 0,45 | III | 2,5 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 6 | 16 | 5 | 0,07 | 0,2 | 0,17 | 0,15 | 27 | 0,17 | 20 | 0,4 | IV | 3 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 7 | 15 | 6 | 0,12 | 0,25 | 0,35 | - | 29 | 0,21 | 18 | 0,35 | III | 2,5 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 8 | 20 | 7 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | - | 30 | 0,25 | 20 | 0,4 | IV | 2 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 9 | 15 | 8 | 0,08 | 0,25 | 0,2 | 0,15 | 21 | 0,17 | 22 | 0,45 | III | 1,5 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 10 | 13 | 9 | 0,09 | 0,2 | 0,1 | 0,15 | 23 | 0,18 | 24 | 0,5 | III | 2,5 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 11 | 10 | 10 | 0,11 | 0,25 | 0,25 | 0,2 | 21 | 0,13 | 26 | 0,55 | III | - | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 12 | 10 | 11 | 0,13 | 0,3 | 0,1 | 0,15 | 24 | 0,13 | 26 | 0,5 | IV | 2 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 13 | 12 | 14 | 0,08 | 0,35 | 0,2 | - | 28 | 0,17 | 24 | 0,45 | III | 3 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 14 | 11 | 13 | 0,05 | 0,3 | 0,15 | - | 26 | 0,19 | 22 | 0,5 | IV | 2,5 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 15 | 15 | 12 | 0,1 | 0,25 | 0,1 | 0,2 | 30 | 0,23 | 20 | 0,55 | III | 1,5 | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 16 | 10 | 10 | 0,15 | 0,3 | 0,15 | - | 30 | 0,2 | 18 | 0,6 | IV | 1 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 17 | 9 | 16 | 0,05 | 0,25 | 0,2 | - | 29 | 0,24 | 20 | 0,35 | III | 2 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 18 | 8 | 17 | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,15 | 31 | 0,3 | 22 | 0,5 | IV | 2 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 19 | 7 | 18 | 0,15 | 0,15 | 0,3 | - | 25 | 0,2 | 24 | 0,45 | III | 3 | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 20 | 6 | 19 | 0,2 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 21 | 0,18 | 26 | 0,4 | IV | 1,5 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 21 | 5 | 20 | 0,1 | 0,25 | 0,1 | 0,2 | 22 | 0,17 | 26 | 0,4 | III | 2,5 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |
| 22 | 10 | 5 | 0,1 | 0,2 | 0,15 | 0,25 | 26 | 0,22 | 24 | 0,45 | IV | 2 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| 23 | 5 | 5 | 0,2 | 0,1 | 0,15 | 0,3 | 29 | 0,21 | 22 | 0,5 | III | 2 | 6 | 0,6 | 1 | 0,2 |
| 24 | 10 | 5 | 0,2 | 0,15 | 0,1 | 0,4 | 30 | 0,23 | 20 | 0,55 | IV | 1 | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 25 | 5 | 10 | 0,1 | 0,15 | 0,25 | 0,5 | 30 | 0,15 | 18 | 0,5 | III | 2 | 5 | 0,5 | 1 | 0,2 |

Nochizikli element parametrlari



**Adabiyotlar**

1. Sbornik zadach po teorii avtomaticheskogo regulirovaniya i upravleniya. / Pod red. V.A.Besekerskogo. - Izd. 4-ye. - M.: Nauka, 1972. - 588 s.; Izd. 5-ye. 1978. -510 s.

2. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya (v dvux chastyax ) / Pod red. A. A. Voronova - M.: Vыsshaya shkola, 1986. - 504 s.

3. I. Besekerskiy V.A., Popov Ye.P. Teoriya sistem avto-maticheskogo regulirovaniya. - M.: Nauka, 1972, 768 s.

4. Topcheev Yu.I. Atlas dlya proektirovaniya SAU. -M. Mashinostroenie 1989.

5. Raschet avtomaticheskix sistem. / Pod red. Fateeva A.V. - M.: Vыsshaya shkola,

1973. - 336 s.

“**AVTOMATIK BOSHQARISH NAZARIYASI”**

fanidan kurs ishini bajarish bo‘yicha

**USLUBIY KO‘RSATMA**

Redaktor Sidikova K.A.

Korrektor Mardanova E.Z.

Bosishga ruxsat etildi 30.06.2021y. Bichimi 60×84 1/16.

Shartli bosma tabog‘i 2,25. Nashr-hisob bosma tabog‘i 2,25.

Nusxasi 50 dona. Buyurtma № 86.

Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti bosmaxonasida chop etildi.

100100, Toshkent shahri, Shohjaxon ko‘chasi, 5-uy.