

**FUZZY LOGIC YORDAMIDA SISTEMANI SUGENO  
TIPIIDA LOYIHALASH**

*Yo'ldashev Akmaljon Valijon o'g'li*

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali  
Avtomatika va texnologik jarayonlar kafedrasi stajyor o'qituvchisi*

*Jamoliddinov Davronjon Farxodjon o'g'li*

*Toshkent davlat texnika universiteti "Elektronika va avtomatika" fakulteti  
"Mexatronika va Robototexnika" kafedrasi magistranti*

*Xudoynazarov Ramazon Davlat o'g'li*

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti 401-22 AB guruh talabasi*

*Izbosarov G'ayrat Tirkash o'g'li.*

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti 401-22 AB guruh talabasi*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada fuzzy logic moduli yordamida noqat'iy Sistemani Sugeno tipida loyihalashning oddiy turini matlab dasturi yordamida ko'rish mumkin. Matlab dasturida fuzzy logic kutubxonasi mavjudligidan foydalangan holda sistemalarning mamdani tipining kompyuter loyihasini yaratdik va bu loyiha bizga noqat'iy mantiq haqidagi tassavurlarni beradi. Avtomatik boshqarish sistemaning asosiy loyihalash bosqichlarini noaniq mantiqiy xulosa hosil qilish misoli sifatida ko'rib chiqib, so'ngida sintezlangan noaniq tizimga muvofiq "kirish-chiqish" yuzasi keltiriladi.

**Kalit so'zlar:** Noaniq mantiq, funksiya, klassik, model, kombinatsiya, urta, fuzzy, sistema, minimum, maximum, grafik.

**Sistemani Sugeno tipida loyihalash**

Sugeno tipida loyihalashning asosiy etaplarini noaniq mantiqiy natija tizimini hosil qilish misolida ko'rib chiqamiz (1-rasm). Ushbu bog'liqlikni modellashtirishni navbatdagi ma'lumotlar bazasi yordamida amalga oshiramiz:

Agar  $x_1=Urta$ , u holda  $y=0$ ;

Agar  $x_1=Yuqori$  va  $x_2=Yuqori$ , u holda  $y=2x_1+2x_2+1$ ;

Agar  $x_1=Yuqori$  va  $x_2=Past$ , u holda  $y=4x_1-x_2$ ;

Agar  $x_1=Past$  va  $x_2=Urta$ , u holda  $y=8x_1+2x_2+8$ ;

Agar  $x_1=Past$  va  $x_2=Past$ , u holda  $y=50$ ;

Agar  $x_1=Past$  va  $x_2=Yuqori$ , u holda  $y=50$ ;

Sugeno tipida noaniq mantiqiy xulosa tizimini loyihalash navbatdagi buyruqlar ketma-ketligini amalga oshirish orqali tashkil qilinadi.

Buyruq 1. Asosiy fis-muharririni yuklash uchun buyruqlar qatoriga fuzzy so'zini yozamiz. Undan keyin 3.8-rasmda ko'rsatilgan yangi grafik oyna ochiladi.

Buyruq 2. Tizim tipini tanlaymiz. Buning uchun File menyusidan New fis... menyusu osti buyrug'ini, u yerdan Sugeno buyrug'ini tanlaymiz.

Buyruq 3. Ikkinchi kirish o'zgaruvchisini qo'shamiz. Buning uchun Edit menyusidan Add input buyrug'ini tanlaymiz.

Buyruq 4. Birinchi kirish o'zgaruvchisining nomini o'zgartiramiz. Buning uchun input1 bloki ustiga sichqonchaning chap tugmasini bir marta bosamiz,  $x_1$  ning joriy nomni tahrirlash maydonchasiga yangi nom kiritamiz va "Enter" tugmasini bosamiz.

Buyruq 5. Ikkinchi kirish o'zgaruvchisining nomini o'zgartiramiz. Buning uchun input2 bloki ustiga sichqonchaning chap tugmasini bir marta bosamiz,  $x_2$  ning joriy nomni tahrirlash maydonchasiga yangi nom kiritamiz va "Enter" tugmasini bosamiz.

Buyruq 6. Kirish o'zgaruvchisining nomini o'zgartiramiz. Buning uchun output1 bloki ustiga sichqonchaning chap tugmasini bir marta bosamiz,  $y$  ning joriy nomni tahrirlash maydonchasiga yangi nom kiritamiz va "Enter" tugmasini bosamiz.

Buyruq 7. Tizimga nom beramiz. Buning uchun File menyusidan Export menyusu osti buyrug'ini, u yerdan To File buyrug'ini tanlab faylga nom beramiz, masalan Genius Sugeno.

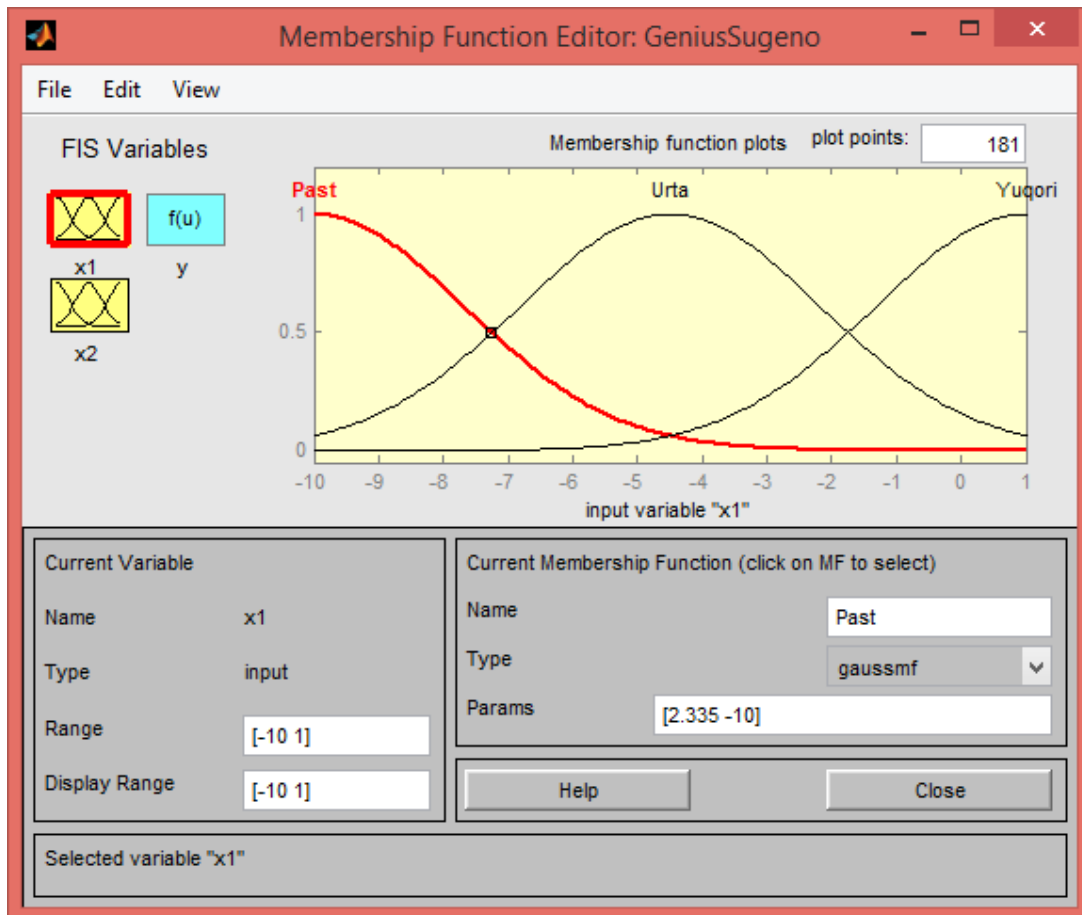
Buyruq 8. Asboblar funksiyasi muharririga kiramiz. Buning uchun  $x_1$  bloki ustiga sichqonchaning chap tugmasini ikki marta bosamiz.

Buyruq 9.  $x_1$  o'zgaruvchining o'zgarish diapazonini kiritamiz. Buning uchun Range maydonchasiga -10 1 ni yozamiz (1-rasmga qarang) va "Enter" tugmasini bosamiz.

Buyruq 10.  $x_1$  o'zgaruvchining tegishlilik funksiyasini beramiz.

Bu o'zgaruvchini lingvistik baholash uchun gaussmf shaklidagi tegishlilik funksiyasidan 3 ta term ko'plikdan foydalanamiz. Buning uchun Edit menyusidan Add MFs... buyrug'ini tanlaymiz. Natijada tegishlilik funksiyasi soni va turini tanlash uchun muloqot oynasi hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan muloqot oynasidan MF type maydonchasidan gaussmf tegishlilik funksiyasi turini va Number of MFs maydonchasidan 3 termni tanlaymiz. Keyin "Enter"ni bosamiz.

Buyruq 11.  $x_1$  o'zgaruvchi termga nom beramiz. Buning uchun birinchi tegishlilik funksiyasi grafigiga sichqonchaning chap tugmasini bir marta bosamiz (1-rasmga qarang). Keyin termga Name maydonchasiga nom beramiz, masalan Past va "Enter" tugmasini bosamiz. Keyin ikkinchi tegishlilik funksiyasi grafigiga sichqonchaning chap tugmasini bir marta bosib termga Name maydonchasiga nom beramiz, masalan Urta va "Enter"ni bosamiz. Yana bir marta sichqonchaning chap tugmasini uchinchi tegishlilik funksiyasi grafigiga bosib termga Name maydonchasiga nom beramiz, masalan Yuqori va "Enter"ni bosamiz. Natijada 1-rasmda ko'rsatilgan grafik oynaga ega bo'lamiz.



1-rasm.  $X_1$  o'zgaruvchining tegishlilik funksiyasi.

Buyruq 12.  $x_2$  o'zgaruvchiga tegishlilik funksiyasini beramiz.

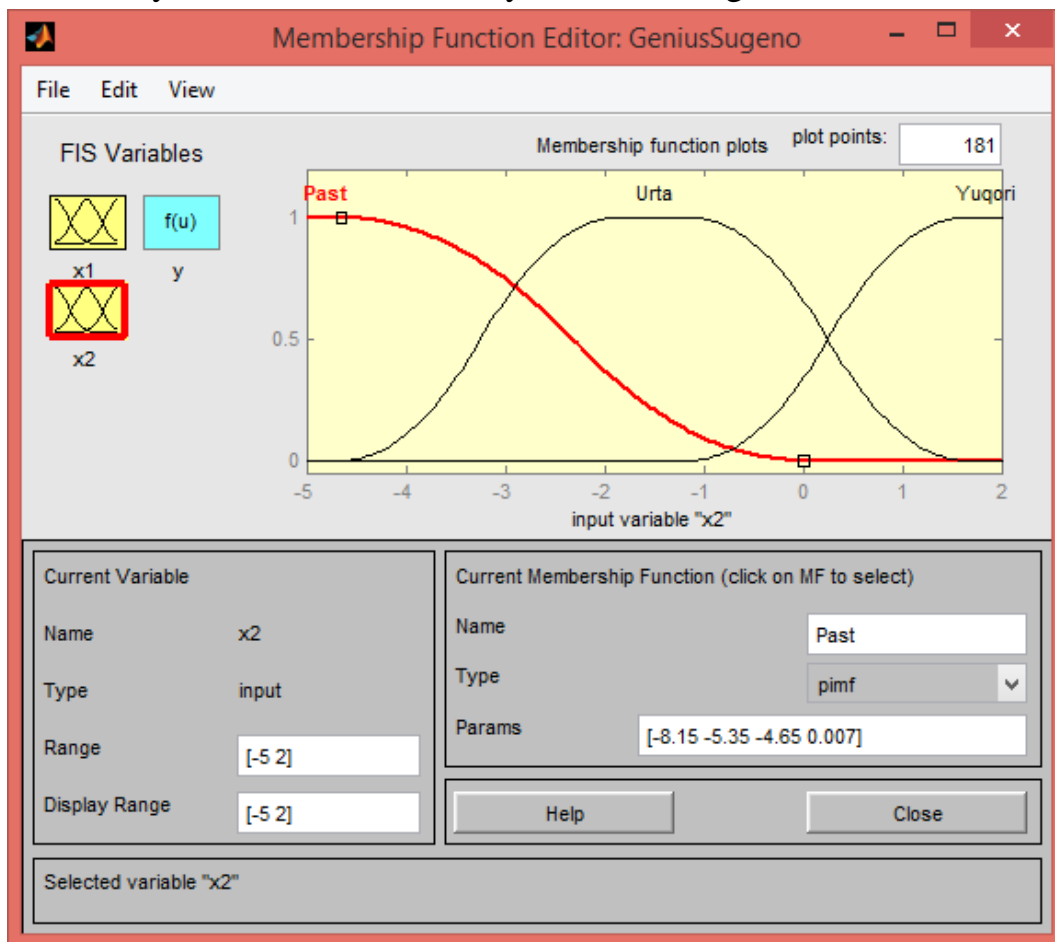
Bu o'zgaruvchini lingvistik baholash uchun pimf shalkidagi tegishlilik funksiyasidan 3 ta term ko'plikdan foydalanamiz. Buning uchun  $x_2$  blok ustiga sichqonchanning chap tugasini bosish yordamida  $x_2$  o'zgaruvchini faollashtiramiz.  $x_2$  o'zgaruvchiga o'zgarish diapazonini beramiz. Range maydonchasiga -5 2 ni kiritamiz va "Enter"ni bosamiz (2-rasmga qarang). Keyin Edit menyusidan Add MFs... buyrug'ini tanlaymiz. Hosil bo'lgan muloqot oynasidan MF type maydonchasidan pimf tegishlilik funksiyasi turini va Number of MFs maydonchasidan 3 termni tanlaymiz. Keyin "Enter"ni bosamiz.

Buyruq 13. 10 buyruqqa keltirilganidek  $x_2$  o'zgaruvchi term nomini beramiz: Past, Urta, Yuroqi. Natijada 2-rasmda ko'rsatilgandek grafik oyna hosil bo'ladi.

Buyruq 14. Ma'lumotlar bazasida keltirilgan kirish va chiqishlar orasiga chiziqli bog'lanish beramiz. Buning uchun y blokini ustiga sichqonchanning chap tugasini bosish orqali y o'zgaruvchini faollashtiramiz.

Yuqori o'ng burchakda uch tegishlilik funksiyasi, har bittasi kirish va chiqish orasidagi bir chiziqli tegishlilikka muvofiq belgilari hosil bo'ladi. Ma'lumotlar bazasida qismida ko'rsatilgan 5 ta har xil tegishliliklar  $y=50$ ;  $y=4x_1-x_2$ ;  $y=2x_1+2x_2+1$ ;  $y=8x_1+2x_2+8$ ;  $y=0$  boshlanishida ajratiladi. Shuning uchun Edit menyusida Add Mfs... buyrug'idan yana ikkita tegishlilik qo'shamiz. Hosil bo'lgan muloqot oynasida

Number of MFs maydonchasidan 2 ni tanlaymiz va OK tugmasini bosamiz.



2-rasm.  $x_2$  o'zgaruvchining tegishlilik funksiyasi.

Buyruq 15. Chiziqli tegishlilikning parametrini va nomini kiritamiz. Buning uchun birinchi tegishlilik mf1 ning nomiga sichqonchanning chap tugmasini bir marta bosamiz. Keyin tegishlilikka Name maydonchasiga nom beramiz, masalan 50 tegishlilik turini – Type menyusidan Konstantani tanlab o'rnatamiz. Undan keyin parameter qiymatini Params maydonchasiga 50 kiritamiz.

Shunga o'xshash holda ikkinchi bog'liqlik mf2 ga nom kiritamiz. Masalan  $8+8x_1+2x_2$ . Keyin bog'liqlikning chiziqli turini Type menyusidan Linear ni tanlab ko'rsatamiz va Params maydonchasiga bog'liqlik parametrini 8 2 8 ni kiritamiz. Chiziqli bog'liqlikning parametrlar tartibi quyidagicha: birinchi parameter –birinchi o'zgaruvchidagi koeffitsient, ikkinchi – ikkinchidagi va hokazo, va oxirgi parametr – bog'liqlikning erkin a'zosi.

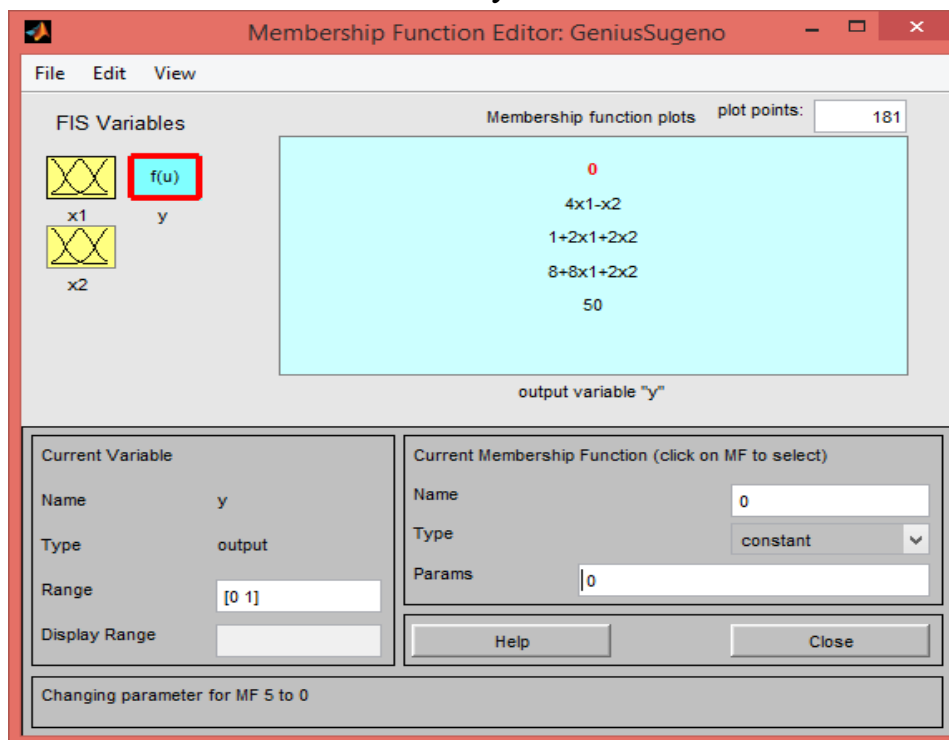
Shunga o'xshash holda uchinchi bog'liqlik mf3 ga nom kiritamiz. Masalan  $1+2x_1+2x_2$ . Keyin bog'liqlikning chiziqli turini va parametrini 2 2 1 kiritamiz.

Shunga o'xshash holda to'rtinchi bog'liqlik mf4 ga nom kiritamiz. Masalan  $4x_1-x_2$ . Keyin bog'liqlikning chiziqli turini va parametrini 4 -1 0 kiritamiz.

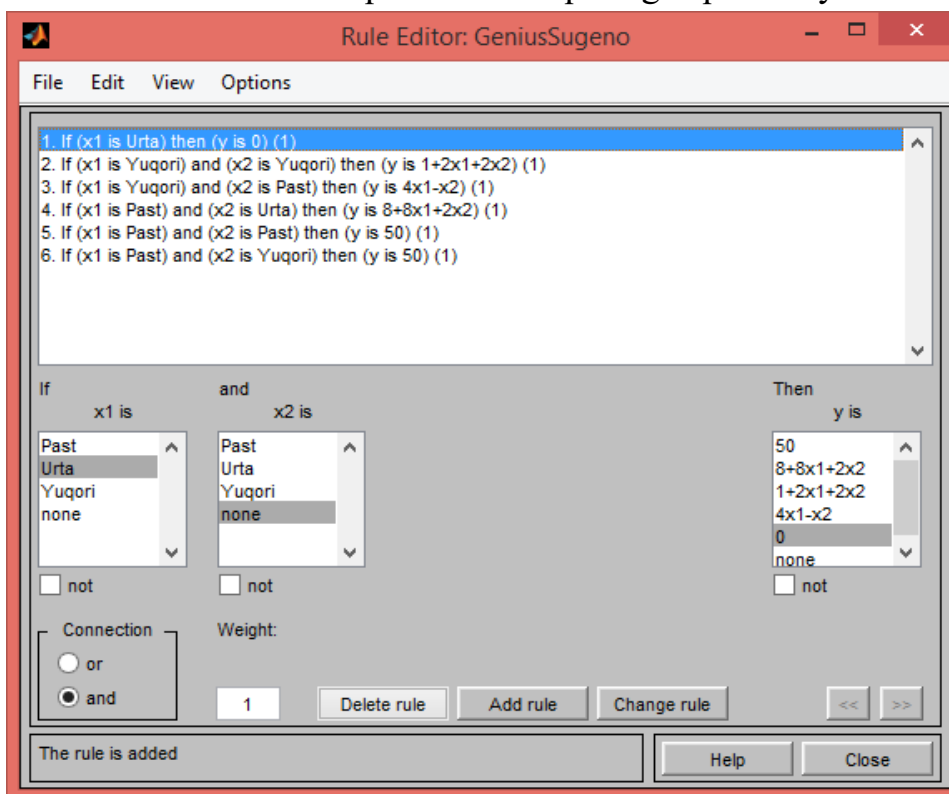
Beshinchi bog'liqlik mf5 uchun nom beramiz, masalan 0, turini ko'rsatamiz – konstanta va parametrini 0 ni kiritamiz. Natijada 3-rasmda korsatilgandek grafik

oynaga ega bo'lamiz.

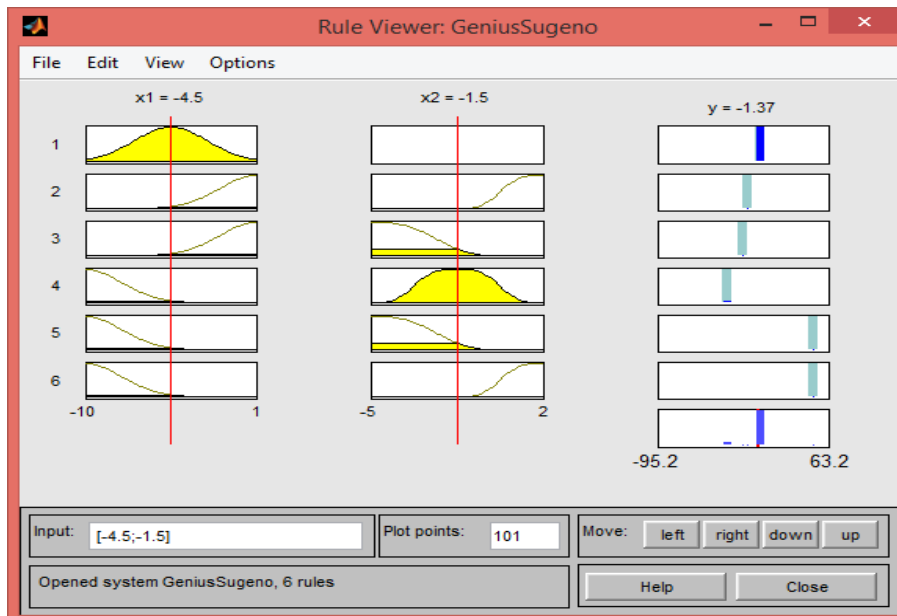
Buyruq 16. RuleEditor ma'lumotlar bazasi muharririga kiramiz. Buning uchun Edit menyusidan Edit rules... buyrug'ini tanlaymiz va ma'lumotlar bazasi qoidasini kiritamiz. Qoidani kiritish uchun muvofiq termlar kombinatsiyasini va bog'liqligini tanlaymiz va Add rule tugmasini bosamiz. Barcha oltita qoidani kiritganimizdan keyin 5-rasmdagidek ma'lumotlar bazasi muharrir oynasi hosil bo'ladi.



3-rasm. “Kirish-chiqishlar” chiziqli bog'liqliklar oynasi.



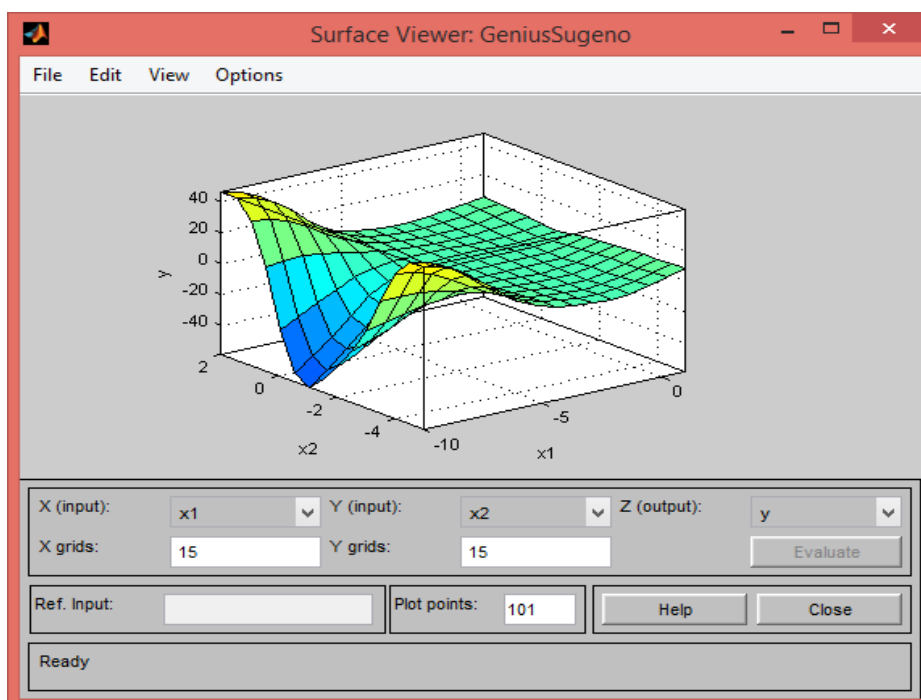
4-rasm. Sugeno tipi sistemasi uchun noaniq ma'lumotlar bazasi.



5-rasm. Sugeno tipi sistemasi uchun noaniq mantiqiy natija ko'rinishi.

5-rasmda noaniq mantiqiy natijaning ko'rinish oynasi ko'rsatilgan. Bu oyna View menyusidagi View rules... buyrug'I orqali faollashtiriladi. Input maydonchasiga mantiqiy natijani amalga oshiruvchi kirish o'zgaruvchisining qiymati ko'rsatiladi.

6-rasmda sintezlangan muvofiq noaniq sistema, "kirish-chiqishlar"ning yuzasi ko'rsatilgan. Bu oynani hosil qilish uchun View menyusidan View surface... buyrug'idan foydalanish lozim. Noaniq qoidalar murakkab chiziqli bog'liqliklarni yetarlicha yaxshi ko'rsatib bera oladi. Bu holatda Sugeno tipi aniqroq. Mamdani tipining ustunlik jihati shuni tashkil qiladiki,



6-rasm. Sugeno tipi sistemasi uchun "Kirish-chiqishlar" yuzasi.

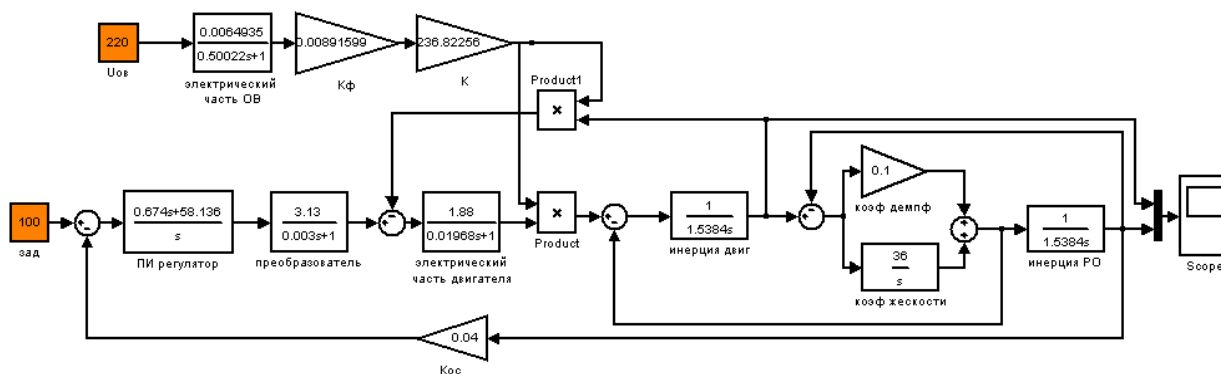
## Elastik bog'lanishli elektr yuritmalar uchun noqat'iy boshqaruv tizimlarida o'tkinchi jarayonlar sifatini modellashtirish va tahlil qilish.

Avtomatlashtirilgan elektromexanik tizimlarning ishlash sifatini yaxshilashning istiqbolli yo'li avtomatik boshqaruvning yangi zamonaviy tamoyillaridan - adaptiv boshqaruvdan foydalanish hisoblanadi.

Elektr yuritma (EYu) sohasida adaptiv tartibga solish va boshqarish algoritmlarini shakllantirishning intellektual texnologiyalari orasida eng keng tarqalgani noqat'iy boshqaruv texnologiyasidir ( Fuzzy -control ) [1, 2].

Bu paragrafda klassik va noqat'iy boshqaruv tizimlarining afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash uchun o'tish jarayoni sifatining asosiy ko'rsatkichlarining qiyosiy tahlili keltirilgan. Boshqaruv tizimlarining ikkita modeli qurilgan: PI boshqaruvchisiga ega klassik ikki devirli tezlikni barqarorlashtirish tizimi DC vosita (MQ-DTD) va noqat'iy tezlikni boshqaruvchiga asoslangan MQ-DTD stabilizatsiya tizimi. Stabilizatsiya tizimlarini simulyatsiya qilish va o'tish jarayonlarini keyingi tahlil qilish Matlab simulyatsiya muhiti yordamida amalga oshirildi Simulink .

Kerakli matematik hisob-kitoblarni amalga oshirgandan va eng maqbul uzatish funksiyalarini tanlagandan so'ng, har bir element uchun klassik MQ-DTD tezlikni barqarorlashtirish tizimining to'liq funksional diagrammasi ishlab chiqilgan (7-rasm):

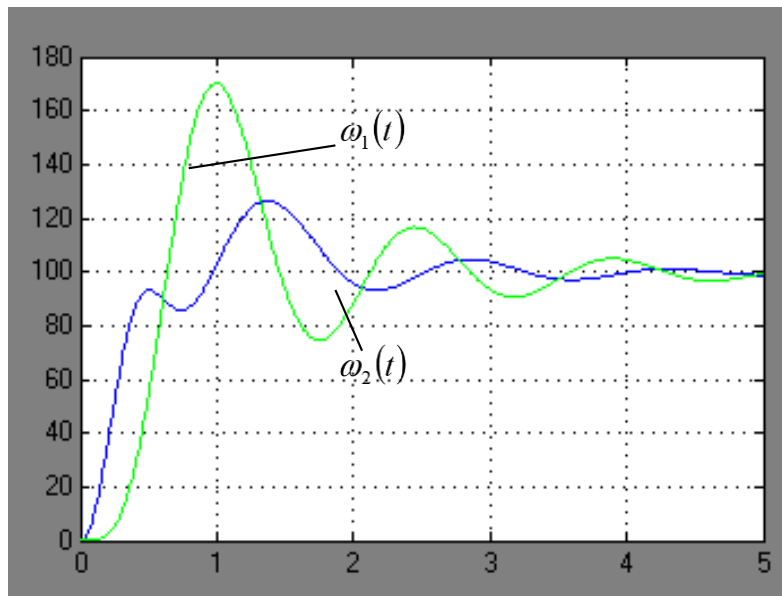


7-rasm. Matlab Simulink simulyatsiya muhitida ikki konturli roslash tizimining to'liq funksional sxemasi.

Klassik tezlikni barqarorlashtirish tizimi modeliga asoslangan o'tkinchi jarayonlarning grafiklarini olish uchun quyidagi tajriba o'tkazildi. O'rnatilgan modelga kiritilgan Matlab tizimining standart bloklari qadam signal generatorlari Step, bu holda asosiy signal va yuk rolini o'ynaydi, ma'lum bir vaqtning o'zida ularning qiymatlarini o'zgartirishga imkon beradi. Shu sababli, o'rganilayotgan model quyidagi shartlar bilan foydalanishga topshiriladi:

Tizim  $100 \text{ s}^{-1}$  mos yozuvlar signali bilan boshlanadi va kuchlanish ostida  $U_{\text{ass}} = 220 \text{ V}$ .

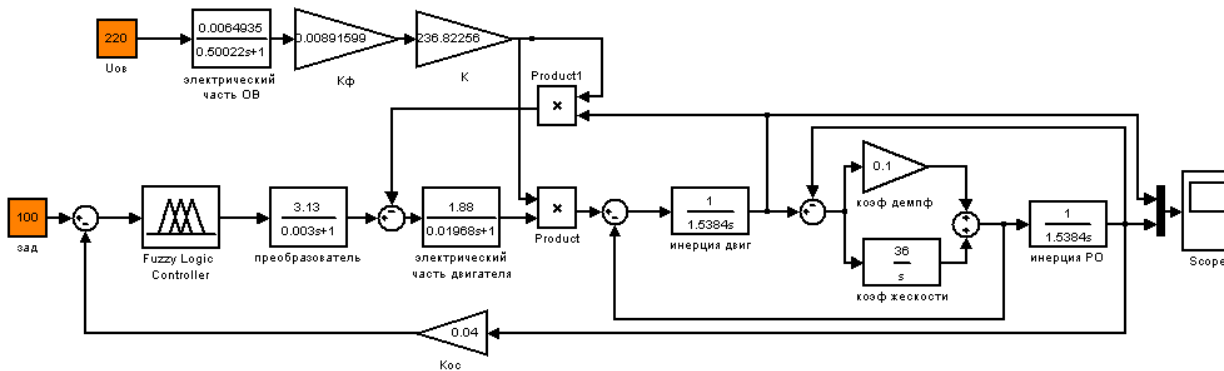
Tizimning barcha parametrlarini to'g'ri o'rnatish bilan uning yuqoridagi sakrashlarga mos yozuvlar signali va yuklanish tezligi quyidagicha ko'rinadi (8-rasm):



8-rasm. Klassik tezlikni barqarorlashtirish tizimining o'tish davri grafigi.

Keyinchalik, noqat'iy boshqaruvchi asosida MQ-DTD tezlikni barqarorlashtirish tizimining modeli qurildi. Fuzzy kengaytmalar to'plamidan foydalangan holda noqat'iy tezlikni boshqarish moslamasini modellashtirishning asosiy tamoyillari mantiq MQ-DTD tizimi uchun asboblari to'plami [3] maqolada tasvirlangan.

Matlab simulyatsiya muhiti yordamida qurilgan noqat'iy kontrollerli MQ-DTD tezlikni barqarorlashtirish tizimining modeli Simulink, rasmda ko'rsatilgan:

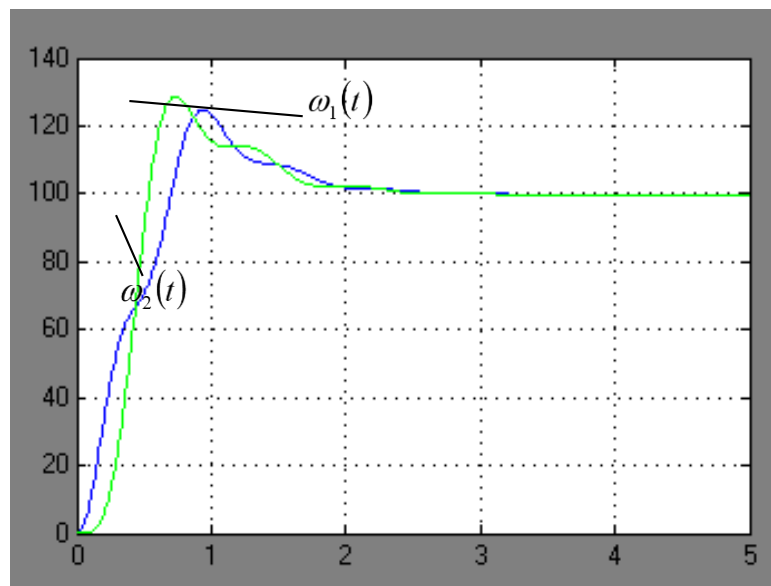


9-rasm. Noqat'iy rostlagichli DTD tezligini roslash tizimining modeli.

Ushbu model yordamida olingan o'tkinchi jarayonlar rasmda ko'rsatilgan (rasm.

9.):





10-rasm. Noqat'iy tezlikni boshqaruvchi bilan barqarorlashtirish tizimi modeli uchun o'tkinchi jarayonlarning grafiklari.

Keyinchalik, tuzilgan modellar uchun olingan grafiklar bo'yicha o'tkinchi jarayonlar sifatining asosiy ko'rsatkichlarining qiyosiy tahlili o'tkazildi.

O'tkinchi jarayonlar sifatini baholash quyidagi asosiy ko'rsatkichlar bo'yicha amalga oshirildi: tartibga solish vaqti ( $t_{pez}$ ); oshib ketish ( $\sigma$ ); tebranish chastotasi; tebranishlar soni ( $n$ ), birinchi maksimalga erishish vaqti ( $t_{1max}$ ); o'tkinchi ko'tarilish vaqti ( $t_i$ ); Dampingning pasayishi ( $X$ )

Tezlik bo'yicha o'tkinchi jarayonlar 3 rejim uchun ko'rib chiqildi:

- 1) yuk ostida ishga tushirishda o'tkinchi ( $t = 0$  s);
- 2) mos yozuvlar signali yarmiga qisqarganda o'tkinchi jarayon;
- 3) yuk ortganda o'tkinchi jarayon.

O'rganilayotgan modellar uchun o'tkinchi jarayonlar sifatining raqamli tahlili 1-jadvalda keltirilgan:

1-jadval.

**O'rganilayotgan modellarning o'tkinchi jarayonlari grafiklarini qiyosiy tahlil qilish.**

Asosiy . sifat ko'rsat.	1-rejim		2-rejim		3-rejim	
	klassik model	noqat'iy model	klassik model	noqat'iy model	klassik model	noqat'iy model
$t_{pez}, s$	4	2	3	1.2	3	2
$\sigma, \%$	70	30	36.4	10.4	2.6	1.03
$n$	5	2	4	2	5	3
$t_{max1}, s$	1	0,75	0,7	0,6	0,5	0,5

$t_n, s$	0,86	0,55	0.3	0,5	0.3	0,35
$\chi$	3.23	19.3	3.5	4	2.5	8

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Adaptivnye sistemy prinyatiya nechetko-logicheskix resheniy: Monografiya / V.G. Rubanov, V.S. Titov, M.V. Бобыл. – Belgrad.: BGTU, 2015. – 237 s.
2. Artemova S.V. Metodologiya postroeniya intellektulnayaыx informatsionno-upravlyayuyщix sistem teplo-texnologicheskimi apparatami: diss... dok. texn. nauk. –Tambov: TGTU, 2014. –425s.
3. Afanasenko A.G. Upravlenie protsessom karbonizatsii v proizvodstve kalsinirovannoy sodы po pokazatelyam kachestva produkcii // Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata texnicheskix nauk – Ufa 2008.
4. Axmetov S.A., Ishmiyarov M.X., Verevkin A.P., Dokuchaev Ye.S., Malыshev Yu.M. Texnologiya, ekonomika i avtomatizatsiya protsessov pererabotki nefи i gaza. -M.: Ximiya, 2005. - 736 s.