



Ip-yigiruv korxonalarida kuchlanish pasayishini rostlashni matematik modellashtirish

Mahzuna F. Qorjobova¹, Dinora A. Jalilova^{1a}

^{1a}) PhD, katt.o'q., Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0003-3073-7804>

¹ tayanch doktorant, Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-2959-9585>

Dolzarbli: shiddat bilan rivojlanib borayotgan dunyoda elektr energiyasi asosiy manba hisoblanmoqda. Uning sifatini ta'minlab berish esa bugungi kunda energetika sohasidagi dolzarb va muhimligini yo'qotmaydigan masala bo'lib qolmoqda. Ushbu ilmiy maqolada ham aynan sifat ko'rsatgichlaridan biri – kuchlanishning pasayishi, binobarin, qisqa muddatli kuchlanish pasayishini bartaraf etish borasidagi qurilmalarni boshqarish tizimlari uchun matematik modellashtirish borasidagi mavzu yoritiladi. Matematik modellashtirish ko'riyatog'an obyektidagi muammoni avvaldan loyihalashtirish, rostlash va boshqarish imkoniyatini yaxshilashga vosita hisoblanadi. Maqolaning mazmunida to'qimachilik korxonalarida kuchlanish pasayishini kontaktsiz rostlash qurilmasini boshqarish uchun modellashtirishda zamonaviy usullardan biri fuzzy mantig'i yordamida ko'rib, uni gauss tegishlilik funksiyasi yordamida bajarishi ko'rib chiqilgan.

Maqsad: ip-yigiruv korxonalarida qisqa muddatli kuchlanish pasayishini bartaraf etuvchi qurilmani yaratish jarayonida boshqarish tizimini modellashtirishni fuzzy mantig'i asosida olib borish.

Usullari: matematik modellashtirishning zamonaviy usuli fuzzy mantig'i hamda gauss tegishlilik qonuniyati.

Natijalar: fuzzy mantig'i yordamida to'qimachilik korxonalaridagi mavjud muammoni boshqarish qonuniyatini nochiqlik jarayon ekanligi va gauss tegishlilik funksiyasi grafigidagi normal taqsimot qonuniyati bajarishini ko'rish.

Kalit so'zlar: ip-yigiruv korxonasi, kuchlanishning pasayishi, elektr energiyasi sifati, fuzzy mantig'i, gauss tegishlilik funksiyasi, juda past, biroz past, o'rta, biroz yuqori va yuqori.

Математическое моделирование процессов регулирования провалов напряжения на прядильных предприятиях

Махзуна Ф. Корджобова¹, Динора А. Жалилова^{1,а)}

For citation: M.F. Korjobova, D.A.

Jalilova. Mathematical modeling of voltage sag regulation in spinning enterprises. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2025, no. 3, pp. 272-277.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17483075>

Received: 12.02.2025

Revised: 18.05.2025

Accepted: 20.07.2025

Published: 23.08.2025

Copyright: © Mahzuna F. Korjobova, Dinora A. Jalilova, 2025. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

^{1a}) PhD, ст.пр., Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0003-3073-7804>

¹ базовой докторант, доц., Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-2959-9585>

Актуальность: в стремительно развивающемся мире электрическая энергия является основным источником. Обеспечение её качества остаётся актуальной и важной задачей в энергетической отрасли. В данной научной статье рассматривается один из показателей качества — провал напряжения, а именно моделирование систем управления устройствами, предназначенными для устранения кратковременных падений напряжения. Математическое моделирование является средством, позволяющим заранее проектировать, регулировать и улучшать возможности управления рассматриваемым объектом. В содержании статьи исследуется применение современного метода моделирования — нечеткой логики — для управления устройством бесконтактного регулирования падений напряжения в текстильных предприятиях. При этом рассматривается использование гауссовой функции принадлежности.

Цель: в процессе создания устройства для устранения кратковременных провалов напряжения на текстильных предприятиях моделирование системы управления осуществляется на основе нечеткой логики.

Методы: современный метод математического моделирования — нечеткая логика и гауссов закон принадлежности.

Результаты: с помощью нечеткой логики управление существующей проблемой на текстильных предприятиях представляет собой нелинейный процесс, при котором на графике гауссовой функции принадлежности выполняется закон нормального распределения.

Ключевые слова: текстильное предприятие, провал напряжения, качество электрической энергии, нечеткая логика, гауссовая функция принадлежности, очень низкий, немного низкий, средний, немного высокий и высокий.

Mathematical modeling of voltage sag regulation in spinning enterprises

Mahzuna F. Korjobova¹, Dinora A. Jalilova^{1a}

^{1a}) PhD, katt.o'q., Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0003-3073-7804>

¹ tayanch doktorant, Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-2959-9585>

Relevance: in the rapidly developing world, electrical energy is considered the primary source. Ensuring its quality



remains a pressing and enduring issue in the field of energy. This scientific article addresses one of the quality indicators—voltage sag, in particular, the topic of mathematical modeling for control systems of devices designed to eliminate short-term voltage sags. Mathematical modeling serves as a tool to improve the ability to pre-design, regulate, and manage the problem under consideration. The content of the article examines the use of one of the modern methods—fuzzy logic—for modeling the control of a contactless voltage regulation device intended to mitigate voltage sags in textile enterprises, with specific consideration of the Gaussian membership function.

Aim: in the process of developing a device to eliminate short-term voltage sags in textile enterprises, the modeling of the control system is carried out on the basis of fuzzy logic.

Methods: a modern method of mathematical modeling is fuzzy logic and the Gaussian membership law.

Results: by means of fuzzy logic, the control law of the existing problem in textile enterprises is identified as a nonlinear process, in which the Gaussian membership function graph satisfies the law of normal distribution.

Keywords: Textile enterprise, voltage sag, electric power quality, fuzzy logic, Gaussian membership function, very low, slightly low, medium, slightly high, and high.

1. Kirish (Introduction)

Bugungi kunning asosiy energiyasi hisoblangan elektr energiyasining sifati va uning ko'rsatgichlarini matematik modellashtirish zamonaviy elektr ta'minoti tizimlarining ishlashini barqarorlashtirishga, ishonchligini oshirishga va iqtisodiy jihatdan samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Matematik modellashtirish texnologiyalari kuchlanish va chastotaning oshishi va pasayishlarini, garmonik buzilishlarni va yuklamalarning nomutanosibligini, ta'minot tizimlaridagi qisqa muddatli kuchlanishning nominaldan og'ish jarayonidagi parametrlarni o'zgarishlarini matematik va raqamli usullar asosida tahlil qilish va uni ustida ishlash imkonini beradi. Bunday imkoniyatlar elektr ta'minoti tizimlari va tarmoqlarining haqiqiy ish rejimlarini chuqur o'rganish va yuzaga keladigan nosozliklarni oldindan ko'ra olishga sharoit yaratadi.

Yangi uskunarlar, kompensatorlar, filtrlar va avtomatik rostdash qurilmalarini amaliyotga tadbiiq etishdan avval texnik hamda iqtisodiy jihatdan modellashtirish ularni virtual muhitda sinash imkoni beradi hamda ularning samaradorligini model asosida baholash yordamida ortiqcha xarajatlarni oldi olinadi.

Kuchlanishni rostdash qurilmalarini modellashtirish ishlab chiqarish korxonalarining ta'minot tizimlarini barqaror va sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlash bilan birga energiya samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Kuchlanishni rostdash qurilmalarini loyihalash va optimal modellashtirish quyidagi sabablar tufayli zarur hisoblanadi:

- elektr ta'minoti tizimlarida kuchlanish qiymatining nominaldan og'ishi sababli ishlab chiqarish jarayonida uzilishlar va to'xtashlar;
- elektr dvigatellari va elektron qurilmalarning ishlashidagi kuzatiladigan nosozliklar;
- elektr energiyasining sifati va ta'minot tizimiga nisbatan ishonchsizlik ortishi mumkin.

Qolaversa, kuchlanishni rostdash qurilmalarini modellashtirish natijalari elektr tarmoqlarida davlat standartlari talablariga to'g'ri kelishini baholashda, ishlab chiqarish korxonalarini uzluksizligini ta'minlashda hamda qayta tiklanadigan noan'anaviy qurilmalar bilan integratsiya qilish masasida muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari zamonaviy modellashtirish usullari zamon talabi hisoblangan real vaqt rejimida monitoring qilish va avtomatik boshqarish talablarini ham qo'llab-quvvatlaydi. Ushbu ilmiy maqola qisqa muddatli kuchlanish pasayishini rostdash qurilmasini matematik modellashtirish jarayonini ochib beradi. Matematik modellashtirish bugungi kunning zamonaviy usullaridan hisoblangan fuzzy mantig'ida bajarilgan bo'lib, fuzzy mantig'i energetika tizimlaridagi o'zgarishlar jarayonini hamda nohiziqli murakkab jarayonlarni modellashtirishda samarali usul hisoblanadi. Fuzzy mantig'ida jarayonlarning hamda kiruvchi parametrlarning sodda va murakkabligiga qarab tiplarga hamda tegishlik funksiyalariga ajratiladi va grafiklar shakllantirilib, bular xususida qarorlar qabul qiladi.

Ip-yigiruv korxonasiidagi qisqa muddatli kuchlanishning pasayishi muammosi doirasida kiruvchi parametr sifatida ikkita kattalik olingan bo'lib, ular: ishlab chiqarish korxonalarining aktiv quvvati hamda, korxonani ta'minlayotgan fiderlar ulangan ta'minot tarmog'ining to'la quvvat (%) hisobi. Ushbu maqolada korxonani ta'minlayotgan fiderlar ulangan ta'minot tarmog'ining to'la quvvatining (%) hisobini fuzzy mantig'idagi gauss tegishlilik funksiyasi va grafigi yoritilgan.

2. Usullar va materiallar (Methods and materials)

Dunyo ilm-fan o'chog'ida rostdash qurilmalarini fuzzy logic, neyron tarmoqlar, genetik algoritmlar, digital twin, gibrid modellar asosida matematik modellashtirilmogda. Modellashtirishning ushbu usullari foydalanuvchiga bir qator afzalliklar beradi: tezkor, moslashuvchanlik va aniq qaror qabul qilish, energiya samaradorligini oshirish, xarajatlarni kamaytirish hamda real obyektzni xavfsiz boshqarish kabi afzalliklarni beradi.

Kuchlanish pasayishini avtomatik kontaktsiz rostdash qurilmasining ishlashi qo'shimcha kuchlanish transformatori yordamida kuchlanish pasayishini kompenstasiya qiladi, aynan qisqa muddatli

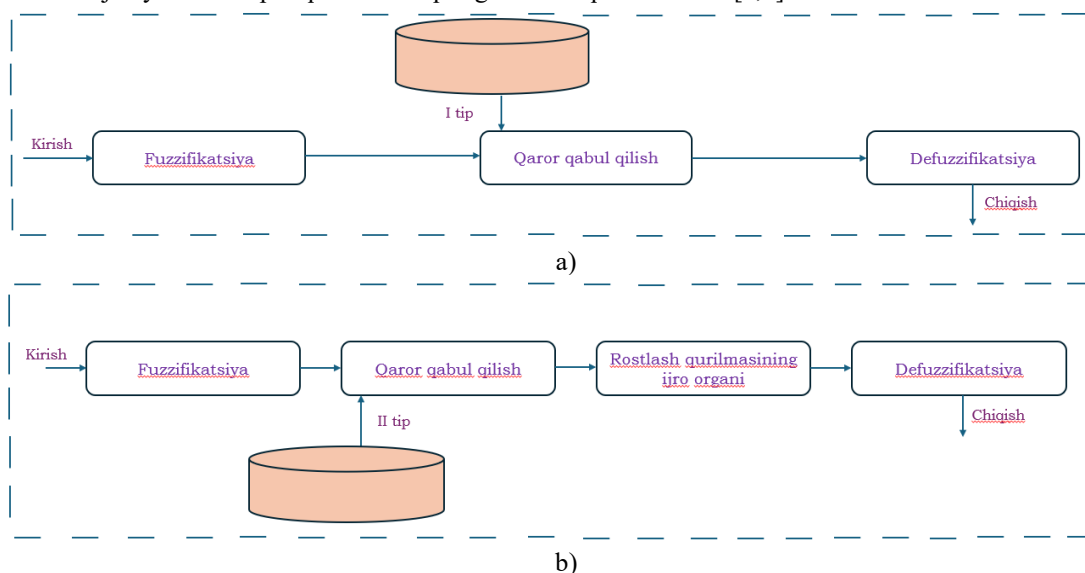
kuchlanish pasayishi sodir bo‘lgan vaqtda kuchlanish qiymati nominal qiymatidan kamida 30% ga pasayadi, qurilma real vaqtlar asosida ishlaydi, qisqa muddatli kuchlanish pasayishi millisoniyalar ichida sodir bo‘ladi (0,1 ms dan 1 soniyagacha), kuchlanish o‘zgarishi ma‘lum bir normal qonuniyatlar asosida o‘zgarmaydi, ya‘ni, kuchlanish o‘zgarishlari grafigida noaniqliklar mavjud: qisqa muddatli kuchlanishni pasayishi nominaldan qanchagacha pasayishi, pasayishining qancha vaqt davom etishi va qancha muddat oralig‘ida takrorlanishi noaniq, qurilmaning javobi holatga nisbatan avtomatik bo‘ladi. Ushbu holatlarda fuzzy modellashtirishi aniq va muhim natijalarni olishda optimal hisoblanadi.

Fuzzy mantig‘i — aniq chegarali (“ha/yo‘q”) emas, balki, natijani haqiqiy sonlar orqali oraliqlarda ifodalaydigan mantiqiy yondashuvdir. Har bir hodisa yoki xossa 0...1 oralig‘ida a‘zolik darajasi ($\mu \in [0,1]$) bilan ifodalanadi. Fuzzy mantig‘i o‘zida real vaqt diapazonidagi noaniq va nolinearlar (qisqa muddatli kuchlanish pasayishlar chuqurligi, davomiyligi, takrorlanishi) larini qamrab oladi [1,2].

Ma‘lum bir obyektning ish jarayonini modellashtirish uchun fuzzifikatsiya jarayonining 2 xil tipi mavjud:

Fuzzy mantig‘ining 1-tipi kiruvchi ma‘lumotlar aniq va tegishlilik funksiyalari avvaldan tanlab olingan, jarayon sodda va yakuniy mantiq tez va oson chiqishi lozim bo‘lgan jarayonlarda ishonchi hisoblanadi;

Fuzzy mantig‘ining 2-tipi kiruvchi ma‘lumotlar ham tegishlilik funksiyasi ham x o‘zgaruvchi bo‘lsa ham jarayonda noaniqlik holatlari bo‘lsa, hamda qurilmadan yoki jarayondan olinayotgan ma‘lumotlar laboratoriya sharoitida emas, real ishlab chiqarish jarayonidan olinadigan bo‘lsa u holda bunday modellashtirish jarayonida 2-tipni qo‘llash maqsadga muvofiq hisoblanadi [3,5].



1-rasm. Fuzzy mantig‘ida modellashtirishning fuzzifikatsiya tiplari:

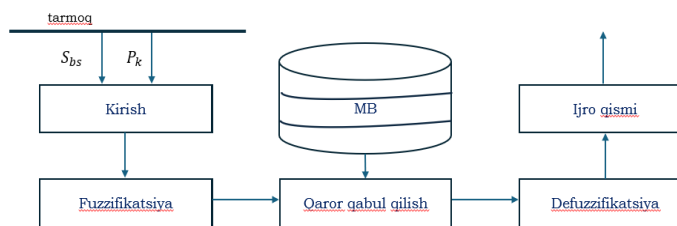
a – fuzzifikatsiyaning 1-tipi, b - fuzzifikatsiyaning 2-tipi.

Fig. 1. Types of fuzzification in fuzzy logic modeling:

a – Type-1 fuzzification, b – Type-2 fuzzification.

Kuchlanishni rostdash masalasi bo‘yicha rostdash qurilmalar turlaricha va ular ko‘p, lekin har bir qurilmaning qo‘llanilish joyi va nuqtasi har xil hisoblanadi. Ip-yigiruv korxonalarining texnologik jarayonlarida ishlab kelayotgan qurilmalar U_n qiymatda bo‘lganda me‘yoriy holatida ishlaydi va talab etilgan mahsulotni ishlab chiqara oladi. Biroq, korxonaning elektr ta‘minoti tizimiga ta‘sir etuvchi ichki va tashqi ta‘sir tufayli kuchlanishning nominal qiymatida pasayish holatlari ro‘y beradi. Agar sodir bo‘layotgan ta‘sir qisqa va keskin ravishda sodir bo‘lsa, ta‘minot tizimidagi kuchlanish qiymati ham qisqa vaqtda mobaynida pasayib yana o‘z nominal qiymatini tiklab oladi, lekin, shu qisqa vaqt oralig‘ida texnologik jarayondagi ayrim qurilmalar o‘z faoliyatini to‘xtatadi va ular o‘z faoliyatini tiklab olguncha ma‘lum vaqt talab etiladi [4,7,8]. Bu yerda taklif etilayotgan qurilmani modellashtirishdan qo‘yilayotgan asosiy talab, korxonaning elektr ta‘minoti tizimiga ta‘sir etayotgan faktorlarga qurilmalarning javobini ya‘ni kuchlanish nominalligini ta‘minlab berishi modellashtirishdir. Tashqi yoki ichki ta‘sir etayotgan faktorlar sababli tizimdagi yuklamaning ya‘ni aktiv quvvatning qanday qiymatda yoki ulushda va qachon o‘zgarishi bu nohiziqli jarayon hisoblanadi. Misol uchun, ip-yigiruv korxonasini ta‘minlaydigan bitta fider odatda, mahalliy aholini ta‘minlovchi fider bilan bir bo‘lib, bunday holatda mahalliy iste‘molchilarda bo‘ladigan o‘zgarishlar natijasida ip-yigiruv korxonaning elektr ta‘minoti tizimidagi kuchlanishning nominaldan qanday x qiymatga va qancha t vaqt davomida bo‘lishini chiziqli ko‘rinishda ifodalash murakkabd. Ushbu holatlar tufayli fuzzy mantig‘ida fuzzifikatsiya jarayonining II tipi olinadi. II tip bo‘yicha kiruvchi ma‘lumotlar sifatida ip-yigiruv korxonasining ta‘minot liniyasi

ulangan ta'minlovchi manbaning quvvati o'zgarishi S_{bs} , ishlab chiqarish korxonasining aktiv quvvati P_k qiymati olinadi.



2-rasm. Fuzzy mantig'i boshqaruvi asosida kuchlanishning qisqa muddatli pasayishini rostdash ketma-ketligi

Fig. 2. Sequence of short-term voltage sag regulation based on fuzzy logic control

2-rasmda keltirilgan fuzzy tizimida kuchlanish pasayishini boshqarishni matematik model-lashtirishda dastlabki qadam bu – kirish pasarametrlarini alohida to'plamlarga ajratish lozim. Ip-yigiruv korxonasining ta'minot liniyasi ulangan ta'minlovchi manbaning quvvati o'zgarishi S_{bs} hamda ishlab chiqarish korxonasining aktiv quvvati P_k qiymatini o'zgarish darajalari uchun fuzzy mantiqiy to'plamlari ishlab chiqildi.

Yuqoridagi ma'lumotlarni hisobga olgan holda fuzzy mantig'ining gauss tegishlik funksiyasidan foydalaniladi.

Gauss tegishlilik funksiyasi nohiziq va murakkab jarayonlarni modellashtirishda qo'llaniladi. Ayniqsa, kirish kattaliklarining o'zgarish qonuniyatlari noaniq hamda tabiiy eksponensial xarakterga ega fizik jarayonlarini ifodalashda Gauss tegishlilik funksiyasini qo'llash yuqori smarali hisoblanadi [3,6].

Ilmiy maqolada fuzzy mantig'ining umumiy ketma-ketlik algoritmlari keltirilgan, ammo, maqola aynan S_{bc} ni o'zgarishini ko'rish to'g'risida yozilgan.

3. Natija va muhokama (Results and discussion)

Tadqiqot obyekti sifatida olinayotgan "WBM ROMITEX DIROMM" ip-yigiruv korxonasini ta'minlaydigan fider ulangan tarmoqning to'la quvvati 6000 kVAni tashkil etib, transformator podstansiya quvvatini 2*4000 kVA ga teng. Ushbu podstansiyadagi quvvat o'zgarishi 4500÷7080 kVA yetgan. Ushbu qiymatlar oralig'ida Fuzzy mantiqiy o'zgaruvchilari qabul qilinadi:

- korxonaning ta'minot fideri ulangan ta'minlovchi manbaning quvvati o'zgarishi - S_{bs} uchun
 $J_P = \{S_{sb} \in [4500; 4680; 4800]\}$ – juda past. $P_{max} = 4800$ kVA;
 $P = \{S_{sb} \in [5040; 5280; 5350]\}$ – pastroq. $P_{max} = 5280$ kVA;
 $O' = \{S_{sb} \in [5460; 5680; 5820]\}$ – o'rta. $P_{max} = 5820$ kVA;
 $Y_u = \{S_{sb} \in [6060; 6120; 6360]\}$ – yuqori. $P_{max} = 6120$ kVA;
 $O'Y_u = \{S_{sb} \in [6660; 6740; 7080]\}$ – o'ta yuqori. $P_{max} = 7080$ kVA;

Korxonaning ta'minlayotgan fider ulangan ta'minlovchi tarmoqning to'la quvvati bir xil oraliq qiymatlatga tushib qolsa [6], Fuzzy tili o'zgaruvchilarining qiymatlariga muvofiq quyidagilarni ishlatadi:

korxonaning ta'minot liniyasi ulangan ta'minlovchi manbaning quvvati uchun

- 1) Juda past $4800 \text{ kVA} \leq S_{bs} \leq 5280 \text{ kVA}$ bo'lganda, $S_{bs} < 4500 \text{ kVA}$ juda past iborasi (J) beriladi.
- 2) $5820 \text{ kVA} \leq S_{bs} \leq 6660 \text{ kVA}$ oraliqlarda yaqinlashuvchi qiymat "yaqin" (Ya) iborasi bilan beriladi.
- 3) $S_{bs} > 7080 \text{ kVA}$ hollarda "chegaradan tashqari" (T) iborasi ishlatiladi.

Ushbu ishlab chiqilayotgan model barcha ip-yigiruv sanoatidagi korxonalar uchun universal bo'lishini ta'minlash uchun tarmoqning quvvatini qiymatini foizlar (%) ulushida belgilab olinadi. Bu yerda 6000 kVA ni foizlar shkalasida 0 qiymatga tenglashtirish olib hisoblanadi hamda to'la quvvat qiymatlarini (S_{bc}) $\pm 20\%$ o'zgarish oralig'ida ko'riladi.

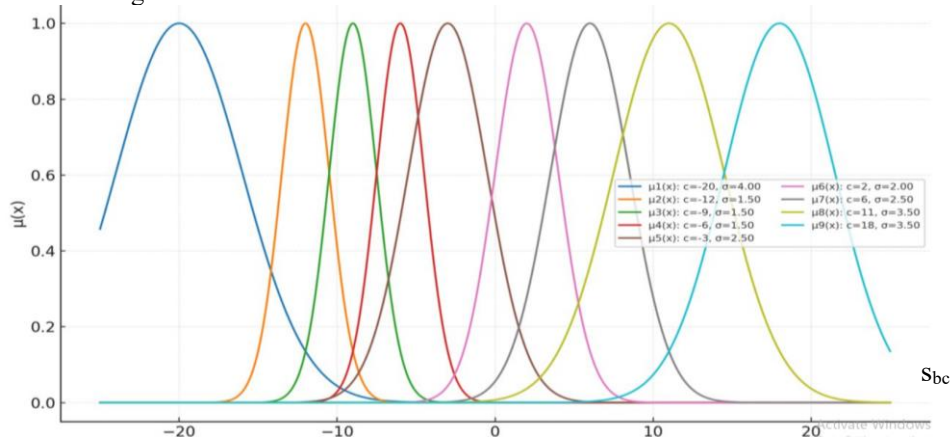
Fuzzy mantig'ining tegishlilik funksiyalarining mohiyatiga ko'ra ushbu maqolada qo'yilayotgan masalaga binoan ishlab chiqarish korxonasining aktiv quvvati va korxonani ta'minlayotgan fider ulangan tarmoqning to'la quvvatlari Gauss tegishlilik funksiyasiga mos keladi. Bu yerda aniqlanayotgan Gauss tegishlilik funksiyasini hisobi hamda grafigi ixtiyor ip-yigiruv sanoatidagi ishlab chiqarish korxonalariga ishlab chiqilayotgan matematik modelni moslashtirish qulay bo'lishi uchun to'la quvvatlarni foiz ko'rishida kritik nuqtalarini belgilab olamiz. Quyidagi 1-jadvalda ip-yigiruv korxonasini ta'minlayotgan fider ulangan tarmoqning to'la quvvati uchun gauss tegishlilik funksiyasini keltirilgan.

1-jadval. Ip-yigiruv korxonasini ta'minlayotgan fider ulangan tarmoqning to'la quvvati uchun gauss tegishlilik funksiyasi

Table 1. Gaussian membership function for the total power of the network connected to the feeder supplying the spinning mill

№	S _{bc} ning kritik qiymatlari (%)	Nomlanishi	Tegishlilik funksiyasi
1	S _{bc} = -20 %	O'PTQ	$\mu(x) = \begin{cases} (-\infty; -20] \rightarrow 1; \\ [-20; -12] \rightarrow e^{-\frac{(x+20)^2}{32}} \end{cases}$
2	S _{bc} = -12 %	BPTQ	$\mu(x) = \begin{cases} (-20; -12] \rightarrow e^{-\frac{(x+12)^2}{32}}; \\ [-12; -9] \rightarrow e^{-\frac{2(x+12)^2}{9}} \end{cases}$
3	S _{bc} = -9 %	BPTQ	$\mu(x) = \begin{cases} (-12; -9] \rightarrow e^{-\frac{2(x+9)^2}{9}}; \\ [-9; -3] \rightarrow e^{-\frac{(x+9)^2}{18}} \end{cases}$
4	S _{bc} = -3 %	NTQ	$\mu(x) = \begin{cases} (-9; -3] \rightarrow e^{-\frac{(x+3)^2}{18}}; \\ [-3; 2] \rightarrow e^{-\frac{2(x+3)^2}{25}} \end{cases}$
5	S _{bc} = 2 %	NTQ	$\mu(x) = \begin{cases} (-3; 2] \rightarrow e^{-\frac{2(x-2)^2}{25}}; \\ [2; 6] \rightarrow e^{-\frac{(x-2)^2}{8}} \end{cases}$
6	S _{bc} = 6 %	BYuTQ	$\mu(x) = \begin{cases} (2; 6] \rightarrow e^{-\frac{(x-6)^2}{8}}; \\ [6; 11] \rightarrow e^{-\frac{2(x-6)^2}{25}} \end{cases}$
7	S _{bc} = 11 %	BYuTQ	$\mu(x) = \begin{cases} (6; 11] \rightarrow e^{-\frac{2(x-11)^2}{25}}; \\ [11; 18] \rightarrow e^{-\frac{2(x-11)^2}{81}} \end{cases}$
8	S _{bc} = 18 %	YuTQ	$\mu(x) = \begin{cases} (11; 18] \rightarrow e^{-\frac{2(x-11)^2}{81}}; \\ [18; \infty) \rightarrow 1 \end{cases}$

Ushbu jadvalda ip-yigiruv korxonasini ta'minlayotgan fider ulangan tarmoqning to'la quvvati uchun gauss tegishlilik funksiyasini hisoblab chiqildi. Keltirilgan hisoblardagi funksiyalar asosida grafigi 3-rasmda shakllantirilgan.



3-rasm. Ip-yigiruv korxonasini ta'minlayotgan fider ulangan tarmoqning to'la quvvati uchun gauss tegishlilik funksiyasining grafigi

Fig.3. Graph of the Gaussian membership function for the total power of the network connected to the feeder supplying the spinning factory

2-jadval va 3-rasmdagi grafikdan ko'rinadiki, bu yerda har bir kritik nuqta Gauss egri chizig'ining tizimdagi quvvat yuklamasining ma'lum bir holatini ifodalaydi. $\mu_1(x) \div \mu_9(x)$ oralig'idagi funksiyalar juda past, biroz past, o'rtacha, biroz yuqori va yuqori gauss tegishlilik kfunksiyalarining lingvistik atamaları bilan nomlangan bo'lib, grafikdagi cho'qqilarning maksimal nuqtalari (c) yuklamaning markaziy nuqtasini, tarqalish parametri (σ) esa bu holatning qanchalik keng diapazonda amal qilishini ko'rsatadi.



4. Xulosa (Conclusion)

Xulosa. Ip-yigiruv korxonalarida texnologik jarayonlarning uzluksiz ishlashini ta'minlash uchun kuchlanish nominal qiymatda bo'lishi talab etiladi. Gauss tegishlilik grafigidagi tasvirlangan a'zolik funksiyalari yordamida yuklamaning o'zgaruvchanligi aniqlanadi va rostdash qurilmasi modelida qaror qabul qilish mexanizmi shakllantiriladi. Shu orqali qisqa muddatli kuchlanish pasayishining davomiyligi va chuqurligi kamaytiriladi. Hamda ushbu yondashuv an'anaviy chiziqli modellashtirishdan farqli ravishda noaniqlikni inobatga oluvchi va real jarayonni yanada aniqroq ifodalovchi matematik modelni shakllantirishga imkon yaratadi.

ADABIYOTLAR

1. Zadeh L.A., Yuan B. (eds.) *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Systems: Selected Papers*. Singapore: World Scientific, 1996. – 840 p.
2. Klir G.J., Yuan B. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. – Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1995. – 592 p.
3. Castro J.R., Castillo O., Rodríguez-Díaz A., García-Valdez M. A new method for parameterization of general type-2 fuzzy membership functions based on uncertainty bounds // *Information Sciences*. – 2018. – Vol. 460–461. – P. 420–437. – DOI: 10.1016/j.ins.2018.05.027.
4. Jalilova D.A. Texnologik jarayon uzluksizligini ta'minlash asosida ip-yigiruv korxonalarining energiya samaradorligini oshirish (“WBM ROMITEX DIROMM” korxonasi misolida). Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi. T.:2023 y. P.:107.
5. Kurbonov N.N. Methods and algorithms for assessing the efficiency of energy resource utilization. Dissertation abstract of doctor of philosophy (phd) on technical sciences. T.:2023 y. P.:114.
6. Rakhmonov I.U., Korjobova M.F. Improving the intensity of the steelmaking technological process based on fuzzy logic. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*. (E) ISSN: 3030-3214. Volume 3, № 3. 2025.
7. Raxmonov I.U., D.A.Jalilova, T.S.Mamarasulova. To'qimachilik korxonalarida kuchlanish pasayishining joriy holati. “Yashil iqtisodiyot uchun zamonaviy elektr mashinalari va yuritmalarining rivoji” mavzusidagi respublika ilmiy-texnika anjumani. 15-16 may T.:2025.
8. Raxmonov I.U., D.A.Jalilova, T.S.Mamarasulova. To'qimachilik korxonalarida kuchlanish pasayishining rostdash usullari. “Yashil iqtisodiyot uchun zamonaviy elektr mashinalari va yuritmalarining rivoji” mavzusidagi respublika ilmiy-texnika anjumani. 15-16 may T.:2025.

REFERENCES

1. Zadeh L.A., Yuan B. (eds.) *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Systems: Selected Papers*. Singapore: World Scientific, 1996. – 840 p.
2. Klir G.J., Yuan B. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1995. – 592 p.
3. Castro J.R., Castillo O., Rodríguez-Díaz A., García-Valdez M. A new method for parameterization of general type-2 fuzzy membership functions based on uncertainty bounds // *Information Sciences*. 2018. Vol. 460–461. P. 420–437. DOI: 10.1016/j.ins.2018.05.027.
4. Jalilova D.A. Improving the energy efficiency of spinning enterprises based on ensuring the continuity of the technological process (on the example of the “WBM ROMITEX DIROMM” enterprise). Doctor of Philosophy (PhD) dissertation in Technical Sciences. Tashkent, 2023. P. 107.
5. Kurbonov N.N. Methods and algorithms for assessing the efficiency of energy resource utilization. Dissertation abstract for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences. Tashkent, 2023. P. 114.
6. Rakhmonov I.U., Korjobova M.F. Improving the intensity of the steelmaking technological process based on fuzzy logic. *Digital Technologies in Industry*. (E) ISSN: 3030-3214. Vol. 3, No. 3. 2025.
7. Rakhmonov I.U., Jalilova D.A., Mamarasulova T.S. Current state of voltage sags in textile enterprises. Proceedings of the Republican Scientific and Technical Conference “*Development of Modern Electric Machines and Drives for a Green Economy*.” May 15–16. Tashkent, 2025.
8. Rakhmonov I.U., Jalilova D.A., Mamarasulova T.S. Methods of regulating voltage sags in textile enterprises. Proceedings of the Republican Scientific and Technical Conference “*Development of Modern Electric Machines and Drives for a Green Economy*.” May 15–16. Tashkent, 2025.