BUG‘ QIZDIRGICH TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI BOSHQARISHDA NEYROTARMOQ TEXNOLOGIYALARINING TADBIQI

Sodiqova Feruzaxon Botirxon qizi
Toshkent davlat texnika universiteti
E-mail: feruzakhon94@mail.ru
Tel: +998911324142

Annotatsiya. Issiqlik elektr stansiyalarida issiqlik jarayonlarini to‘g‘ri boshqarish va energiyani tejash muhim vazifalardan biridir. Amalda shuni ko‘rish mumkinki, issiqlik yuklamasi doimiy emas, yoqilg‘i va havo miqdori ham o‘zgarib turadi. Bundan tashqari, jarayon o‘zgaruvchan va noaniq bo‘lgani sababli oddiy boshqaruv usullari yetarli natija bermaydi. Yoqilg‘i va havo nisbatining aniq boshqarilmasligi esa energiya yo‘qotilishiga olib keladi. Ushbu maqolada real sanoatdagi bug‘ qizdirgich qurilmasi asosida haroratni boshqarishda neyrotarmoq texnologiya usullaridan foydalanish taklif etiladi. Neyrotarmoq texnologiya usullari yordamida energiyani tejash, haroratni barqaror ushlab turish va tashqi ta’sirlarga bardosh berish mumkin bo’ladi. Olingan natijalar sanoat energetika tizimlarida intellektual boshqaruv algoritmlarini joriy qilish orqali texnologik jarayonlarni optimallashtirishda samaradorlikni ta’minlaydi.

Kalit so‘zlar: neyron tarmoq, bug‘ qizdirgich, issiqlik yuklamasi, noravshan mantiq, noravshan boshqaruv tizimi, energiya samaradorligi, tizim dinamikasi, intellektual boshqaruv usullari, optimallashtirish.

Аннотация. Аннотация. Правильное управление тепловыми процессами и энергосбережение на тепловых электростанциях являются одной из важных задач. На практике видно, что тепловая нагрузка непостоянна, а количество топлива и воздуха также изменяется. Кроме того, поскольку процесс изменчив и неопределен, простые методы управления не дают достаточных результатов. Неточное управление соотношением топлива и воздуха приводит к потерям энергии. В данной статье предлагается использование методов нейросетевых технологий в регулировании температуры на основе устройства реального промышленного пароперегревателя. Используя методы нейросетевых технологий, можно экономить энергию, поддерживать стабильную температуру и противостоять внешним воздействиям. Полученные результаты обеспечивают эффективность оптимизации технологических процессов за счет внедрения интеллектуальных алгоритмов управления в промышленные энергетические системы.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: нейронная сеть, пароперегреватель, тепловая нагрузка, нечеткая логика, система нечеткого управления, энергоэффективность, динамика системы, интеллектуальные методы управления, оптимизация.

Annotation. Proper control of thermal processes and energy saving in thermal power plants is one of the important tasks. In practice, it can be seen that the heat load is not constant, and the amount of fuel and air also changes. In addition, since the process is variable and uncertain, simple control methods do not give sufficient results. Inaccurate control of the fuel and air ratio leads to energy loss. This article proposes the use of neural network technology methods in temperature control based on a real industrial steam generator. Using neural network technology methods, it is possible to save energy, maintain a stable temperature, and withstand external influences. The results obtained provide efficiency in optimizing technological processes by implementing intelligent control algorithms in industrial energy systems.

Keywords: neural network, steam generator, heat load, fuzzy logic, fuzzy control system, energy efficiency, system dynamics, intelligent control methods, optimization.

1.KIRISH

Elektr energiyani ishlab chiqishda yoqilg‘i sarfini kamaytirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi, bu esa ayniqsa turli xil yoqilg‘ilarni birgalikda yoqish jarayonida yaqqol ko‘zga tashlanadi. Chunki har bir yoqilg‘i turining issiqlik-texnik xarakteristikalari turlichadir. Bu omillar yonish jarayonining sifat ko‘rsatkichlariga katta ta’sir ko‘rsatadi. Birgalikda yoqiladigan yoqilg‘ilarning termofizik xarakteristikalarining o‘zgarishi bug‘ qizdirgichining parametrlarini barqarorlashtirishni qiyinlashtiradi, bu esa bug‘ qizdirgichi issiqlik yuklamasini boshqarish tizimining samaradorligi va ishonchliligini pasayishiga olib keladi [1].

Mazkur muammolarni samarali yechishda texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarini zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari yutuqlari asosida takomillashtirish, ayniqsa, boshqaruvning intellektual va noaniqlikni hisobga oluvchi usullarini joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, issiqlik energetika obyektlarida dinamik boshqaruv tizimlarini yaratish va ularning modellarini ishlab chiqishda sun’iy intellekt, noravshan mantiq, neyron tarmoqlar va boshqa zamonaviy texnologiyalardan foydalanish dolzarb vazifa bo‘lib qolmoqda. Shartli yoqilg‘i asosida issiqlik energetikasi stansiyalarining elektr energiyasini ishlab chiqish siklida yoqilg‘idan issiqlik energiyasini olishda bosqichma-bosqich amalga oshiriladigan jarayonga asoslanadi, ushbu jarayon energiyadan foydalangan holda suv bug‘ini hosil qilishga imkon beradi va bug‘ energiyasidan mexanik energiyani hosil qiladi, so‘ng elektr energiyasiga

ISSN 3030-3907

aylantiriladi, shu bilan birga potensiali past bug‘ni ishlab chiqarish va isitish ehtiyojlari uchun ishlatiladi [2].

Issiqlik energetikasi stansiyalarida issiqlik almashinuvi jarayonlari asosiy o‘rinni egallaydi. Ular yoqilg‘i energiyasini issiqlik elektr stansiyasining asosiy siklini bajarishga qodir bo‘lgan yuqori potensialli bug‘ energiyasiga samarali o‘zgartirish imkonini beradi [3].

2.ADABIYOTLAR TAHLILI. Hozirgi vaqtda issiqlik energetikasi sohasida foydalanilayotgan texnologik obyektlar, asosan, klassik boshqaruv qonun-qoidalariga asoslangan va korrektlovchi elementlarga ega kombinatsiyalangan tizimlar bilan boshqarilmoqda. Bunday tizimlar soddaligi, ekspluatatsiya qulayligi hamda tez joriy etilishi tufayli sanoat amaliyotida keng qo‘llaniladi.

Biroq bu tizimlarning asosiy kamchiligi — boshqaruv obyektining ish rejimlari va dinamik xossalarida yuz beradigan o‘zgarishlarga nisbatan sezuvchan bo‘lib, ularni barqaror ishlatish uchun tizim parametrlarini doimiy sozlashga ehtiyoj tug‘iladi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, hozirgi vaqtda texnologik parametrlarni boshqarish bo‘yicha jarayonlarning 85-90 % ida aynan an’anaviy boshqaruv algoritmlari qo‘llaniladi.

Bunday yondashuvlarning keng tarqalishiga ularning nazariy asoslari aniq va sodda bo‘lishi, shuningdek, sanoat sharoitiga tez moslashtirilishi sabab bo‘lmoqda. Shu bilan birga, murakkab, nochiziqli va noaniq muhitlarda bunday tizimlarning samaradorligi keskin kamayadi. Natijada, bunday obyektlarda ilg‘or, intellektual va moslashuvchan boshqaruv usullarini joriy etish dolzarb masalalardan biri sifatida qaralmoqda [4].

2.1. Sanoat obyektlarida boshqaruv parametrlarini tanlash va moslashtirish usullari.

Turli xil noaniqlik xususiyatlarga ega ba’zi qo‘shimcha omillarni hisobga olish zarurati ushbu usullarni takomillashtirish muammosini keltirib chiqaradi. Chunki yuklamalar haqidagi dastlabki ma’lumotlarning ehtimollik xarakteri va noaniqligi, shuningdek, elektr tizimlari chastotasidagi o‘zgarishlarni hisobga olish zarur. Ma’lumki, Kolmogorov teoremasi ko‘p o‘lchovli funksiyalarni bir o‘lchovli uzluksiz funksiyalarning kompozitsiyasi va yig‘indisi orqali ifodalash imkonini nazariy jihatdan asoslaydi. Biroq bu teorema amaliyotda to‘g‘ridan-to‘g‘ri qo‘llanilmaydi, balki ko‘p o‘zgaruvchili funksiyalarni berilgan aniqlikda funksional qatorlar orqali yaqinlashtirish (approksimatsiya) masalasi bilan almashtiriladi. Ayniqsa, real texnologik jarayonlarni modellashtirishda funksional approksimatsiya usullari, ko‘p o‘zgaruvchili bog‘lanishlarni ifodalashda yuqori aniqlik va moslashuvchanlikni ta’minlaydi [5].

ISSN 3030-3907

Stoun–Veyershtrass teoremasi ham bu borada muhim nazariy asos hisoblanadi. U har qanday uzluksiz funksiyani kompakt to‘plamda ixtiyoriy aniqlikda ko‘rsatkich funksiyalari chiziqli kombinatsiyasi orqali approksimatsiya qilish mumkinligini isbotlaydi. Bu teorema funksional approksimatsiyaning chiziqli asosli usullar orqali bajarilishi mumkinligini ta’minlaydi va approksimatsiya nazariyasining nazariy asoslaridan biri sanaladi [6].

2.2. Noaniqlik sharoitida qaror qabul qilish mexanizmlari.

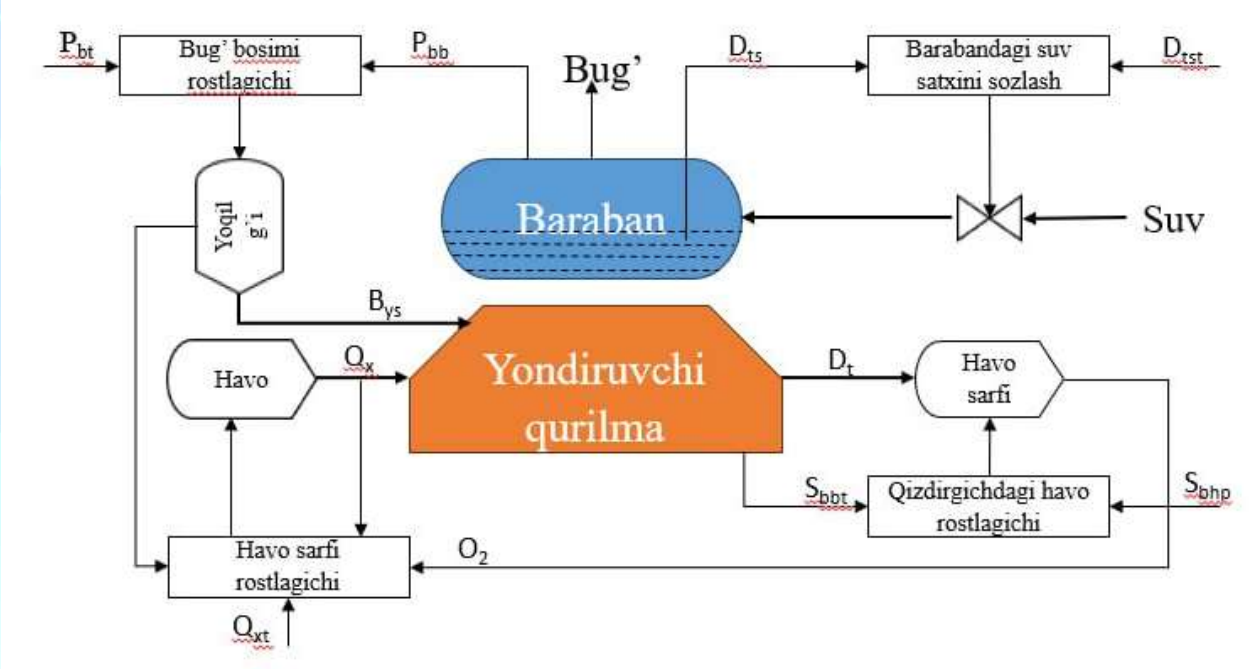
Neyron tarmoqlar asosidagi intellektual boshqaruv va rostlash tizimlari — dinamik obyektlar modelini o‘rganish va boshqarishda, ayniqsa, noma’lum yoki o‘zgaruvchan parametrlarga ega tizimlarda keng qo‘llaniladigan innovatsion yondashuvlardan biri hisoblanadi. Bunday tizimlarda neyron tarmoqlar xatti-harakatni etalon signal bilan taqqoslash orqali o‘qitiladi va ularning vazn koeffitsiyentlariga muvofiq sozlanadi. Bu, o‘z navbatida, rostlash jarayonining statistik usullar orqali amalga oshishini anglatadi. Ya’ni, neyron tarmoqlar katta hajmdagi ma’lumotlar asosida o‘rganishni amalga oshiradi va boshqaruv signali faol holda adaptatsiya qilinadi [7].

2.3. Neyron tarmoqlar asosida intellektual rostlash tizimining modellashtirilishi.

Intellektual boshqarish tizimini ishlab chiqishda eng muhim vazifa nafaqat ularga tegishli ma’lumotlarni to‘plash, balki uni qaror qabul qilish jarayonida samarali qayta ishlash imkonini beradigan bilimlarni namoyish etishning samarali modellarini tanlash yoki yaratishdir. Bu vazifa sohada qaror qabul qilish usullari to‘g‘risida kerakli ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan noaniqlik sharoitida ishlaydigan boshqarish tizimining parametrlarini modellashtirish, bashoratlash va adaptatsiya uchun yuqori samarali algoritmlarni ishlab chiqish bilan bevosita bog‘liqdir [8]. Agar obyekt statik bo‘lsa, o‘qitilgan model uzoq muddat samarali ishlashi mumkin. Ammo dinamik va o‘zgaruvchan muhitda, obyekt parametrlari vaqt bo‘yicha o‘zgarganda, neyrorostlagich ham, identifikator ham adaptatsiya qobiliyatiga ega bo‘lishi talab qilinadi. Shu maqsadda, ular real vaqt rejimida qayta o‘qitish algoritmlari bilan ta’minlanadi [8].

3.TADQIQOT METODOLOGIYASI. Bug‘ qizdirgichni boshqarish obekti sifatida bir-biriga bog‘liq bo‘lgan, bir qancha kirish va chiqish kattaliklariga ega murakkab dinamik tizim hisoblash mumkin. Yonish jarayoni tadqiq qilinganda asosan shartli yoqilg‘i miqdori, havo sarfini o‘z ichiga olgan issiqlik balansi tenglamasi asosida amalga oshiriladi. Bug‘ qizdirgichida sodir bo‘ladigan jarayonlarning funksional sxemasi 1-rasmda ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



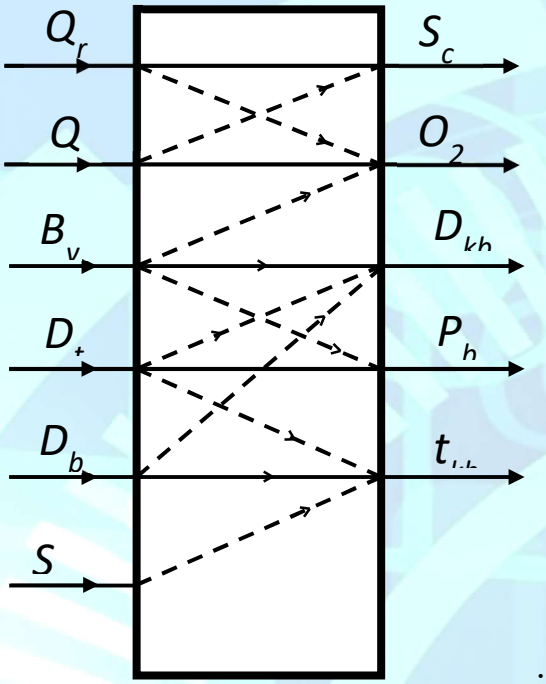
1-rasm. Bug‘ qizdirgichini boshqarishning funksional sxemasi.

Issiqlik energetikasi obyektlari agregatlarining asosiy qismi baraban qozonlaridir, ushbu qozonlarning asosiy qurilmasi turbina hisoblanadi.

Bug‘ qizdirgich to‘yingan va yuqori bosimli seksiyadagi qizdirilgan bug‘ hosil qilishda foydalaniladigan obyekt hisoblanib, turbinani harakatga keltirishga mo‘ljallangan qurilmadir. Bug‘ qizdirgichlar –bug‘ni qizdirish va bug‘ haroratining to‘yinish konturidan yuqori seksiyaga ko‘tarish uchun yaratilgan uskunadir. Bug‘ qizdirgichlarning ishlash uslubi, birinchi navbatda kirishdagi suv va suv purkagichdan foydalangan holda kerakli haroratgacha sovutish lozim. So‘ngra, issiqlik almashinuvchini qo‘llash orqali, yoqilg‘i sifatida ko‘mirdan foydalanadigan qozonxonalarda tashqi issiqlik energiyasini ta’minlash yordamida suv kerakli haroratgacha qizdiriladi [9].

Bug‘ qizdirgichning dinamik xususiyatlari tahlili asosida, boshqarish tizimini yaratish uchun zarur bo‘lgan texnologik parametrlar va ularning o‘zgarish dinamikasi haqidagi ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan va bug‘ qizdirgichlarda sodir bo‘ladigan fizik jarayonlarni uzatish konturini boshqarish uchun va yuqori samarali tizimni yaratishga mo‘ljallangan, bug‘ qizdirgichning axborot-konseptual modeli ishlab chiqildi [10].

ISSN 3030-3907

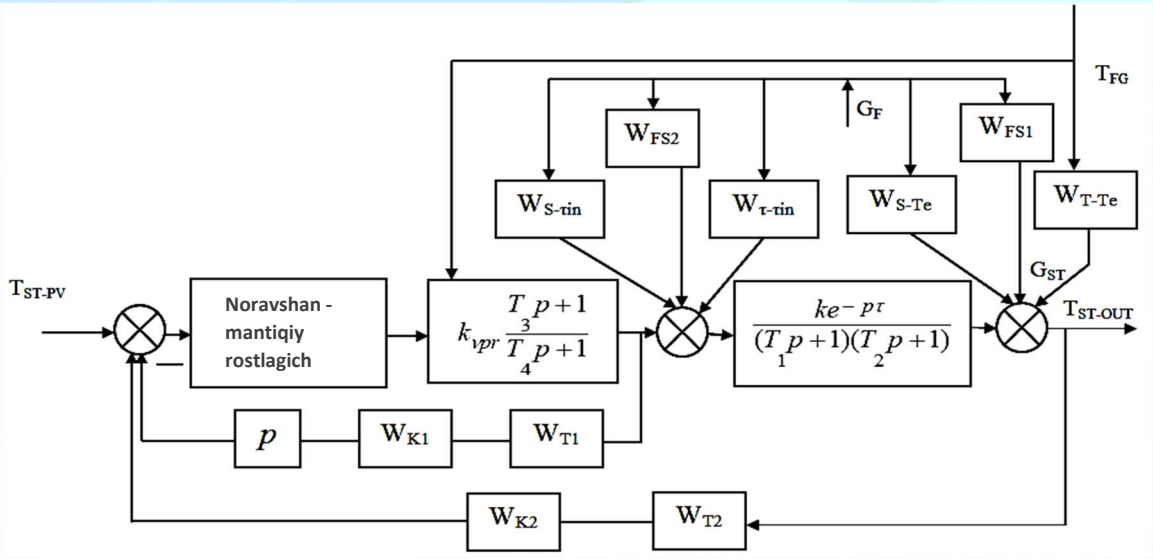


2-rasm. Bug‘ qizdirgichning axborot-konseptual modeli

bu yerda Q_r - bug‘ generatornga beriladigan havo sarfi; Q_x - bug‘ qizdirgich chikishidagn gaz sarfi; B_{yo} - yoqilg‘i sarfi; Dtb - to‘yingan bug‘ miqdori; D_{bcc} - bug‘ sovutgichdagi suv makdori; t_{kb} - bug‘ qizdirgichdagi bug‘ning harorati; R_{bb} - bug‘ qizdirgichdagi bug‘ning bosimi; S_s – o‘chokning yukori qismidaga siyraklanish.

Bug‘ qizdirgichni boshqarishning texnologik parametrlarini belgilangan qiymatini aniqlash uchun bug‘ sarfi, harorat, bosim va hokazolardan foydalaniladi. Ushbu aniqlangan qiymatlar asosida, axborot-konseptual modelining matritsa tasviri tuzilgan. Axborot-konseptual modelidan ko‘rinib turibdiki, obekt bir nechta o‘zaro ta’sirli boshqarish parametrlariga ega bo‘lib, bu uni ko‘p kanalli va ko‘p o‘lchovli deb hisoblash imkonini beradi, ular doimiy ravishda bir-biriga ta’sir qiladi va tashqi omillar stoxastik ravishda doimo o‘zgarib turadi, bu esa jarayonni boshqarish masalasi yechimini sezilarli darajada murakkablashtiradi [11]. Yuqori samarali boshqarish tizimini yaratish uchun aynan o‘zgaruvchilarning o‘zaro ta’siri va tashqi g‘alayonlar o‘zgarishini hisobga olish nihoyatda zarur masalalardandir. Yuqorida ko‘rsatilgan har bir boshqarish kanalining dinamik xossalarini tahlil qilish uchun ishlab chiqarishda olingan tajribaviy ma’lumotlar approksimatsiyalandi. Buning natijasida bug‘ qizdirgichdagi har bir kirish-chiqish o‘zgaruvchilarining o‘zaro bog‘liqligini boshqarish kanalining uzatish funksiyalari topildi. Keltirilgan parametrlar to‘g‘risidagi ma’lumotlar yordamida bug‘ qizdirgich haroratini boshqarish tizimi funsional sxemasi qurildi (3-rasm.).

ISSN 3030-3907



3-rasm. Bug‘ qizdirgichda qizdirilgan bug‘ haroratini rostlash

Shu nuqtayi nazardan bug‘ qizdirgichning matematik modelini qurishda intellektual texnologiyalar usullaridan bo‘lgan neyron to‘r va noravshan-mantiq usullaridan foydalanish taklif etilgan [12].

4.MUHOKAMA VA NATIJALAR. O‘choqdagi yonish jarayoniga ta’sir etuvchi g‘alayonlarning matematik ifodasini quyidagi uzatish funksiyasi ko‘rinishida tasvirlash mumkin:

$$W_g(p) = \frac{k_g}{T_g r+1} = \frac{5}{30r+1}; \qquad (1)$$

bu yerda k_g – g‘alayonning kuchaytirish koeffitsiyenti; T_g– g‘alayonning o‘zgarmas vaqt doimiysi.

Bajaruvchi mexanizm holatining o‘zgarishini gaz sarfiga bog‘liqligi ikkinchi tartibli inersion zveno shaklida yoziladi:

$$W_{il}(r) = \frac{k_{il}}{(T_{il}r+1)(\sigma_{il}r+1)} = \frac{1}{(10r+1)(1{,}2r+1)}. \qquad (2)$$

Mavjud neyrotarmoq boshqarish tizimlarining optimal parametrlarini aniqlash uchun har bir kontur alohida-alohida qaraladi. Bunda dastlab stabillovchi qurilma parametrlari aniilanadi, so‘ngra ular asosida korrektlovchi qurilma parametrlari tanlanadi. Odatda adaptiv-invariant boshqarish tizimida chiziqli boshqarish qonunlari qo‘llaniladi, lekin bu boshqaruv tizimining yuqori sifatini ta’minlash imkonini beradi[13]. Demak stabillovchi qurilmaning optimal uzatish funksiyasini topishda boshqarish obyektining modeli hamda asosiy kanal bo‘yicha aniqlangan boshqarish tizimining berilgan optimal uzatish funksiyasi asosida topiladi. Kirish signali bo‘yicha boshqarish tizimining uzatish funksiyasi $W_{y,x_{ber1}}(r)$ quyidagicha ifodalanadi:

$$W_{y,x_{ber1}}(\mathrm{p}) = \frac{W_{p1}(p)W_{ил}(p)}{1+W_{p1}(p)W_{ил}(p)}. \qquad (10)$$

ISSN 3030-3907

Ekvivalent obyektning quyidagi ko‘rinishdagi uzatish funksiyasini aniqlash orqali korrektlovchi qurilmaning strukturasi va dinamik sozlanuvchi parametrlar tanlanadi [14]:

$$W_{ekv}(p) = W_{ob}(p)W_{ber1}^{opt}(p) = \frac{1}{T_1 p(\tau_1 p+1)(T_{ber}\ p+1)^2}. \qquad (11)$$

Yuqorida keltirilgan uzatish funksiyalarini hisobga olgan holda g‘alayon signali f_2 kompensatsiyalovchi qurilmaning uzatish funksiyasini aniqlandi [15]:

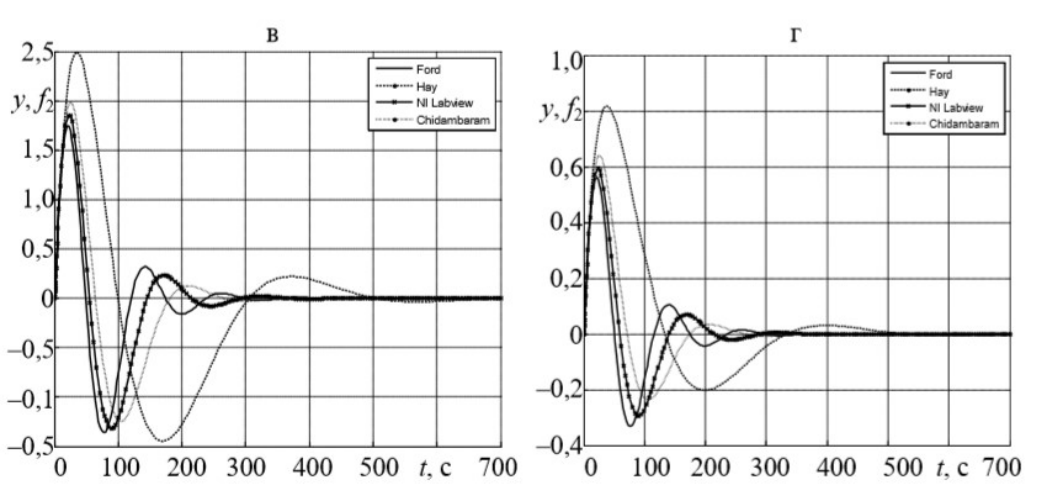
$$W_{kk}^{f2}(p) = \frac{\left(1-W_{ber2}^{opt}(p)\right)}{W_{ber2}^{opt}(p)} = \left[W_{ber2}^{bt}(p)\right]^{-1} = \frac{4T_{ber2}p\left(\frac{T_{ber}^3\ r^3}{4}+T_{ber2}^2 r^2+1{,}5T_{ber2}r+1\right)}{(T_{ber2}r+1)^4}$$

Korrektlovchi qurilmani sozlash parametrlarini quyidagi munosabat orqali topiladi $k_p = 0{,}896\frac{T_1}{\tau_1} = 1{,}57$; $T_u = 2{,}5\tau_1 = 52{,}5$ sekund; $T_d = 0{,}55\tau_1 = 11{,}55$ cekund. Boshqarish qonunining strukturasi quyidagicha ifodalanadi:

$$G(p) = K_p\left(1+\frac{1}{T_i p}\right)\cdot\frac{1+pT_d}{1+p\frac{T_d}{N}} = 1{,}57\left(1+\frac{1}{52{,}5p}\right)\cdot\frac{1+11{,}55}{1+\frac{11{,}55}{N}p}; \qquad (12)$$

bu yerda N – differensiallash vaqtini kamaytirish koeffitsiyenti.

Taklif etilgan bug‘ qizdirgichning takomillashgan neyrotarmoq boshqarish tizimining g‘alayon ta’sirlariga reaksiyasining o‘tkinchi jarayonlari 4-rasmda ko‘rsatilgan.



Turli noaniqliklar mavjud bo‘lganda adaptiv xususiyatlarga ega bo‘lgan noravshan-mantiqiy xulosaning tezkor algoritmi taklif qilingan bo‘lib, bo‘sh yechimlar va nol sohalarni olib tashlash hisobiga o‘qitish jarayonidagi xatoliklarni 8 dan 1 %gacha kamaytirishga imkon beradi [16].

XULOSA. O‘tkinchi jarayon grafiklaridan ko‘rinib turibdiki, taklif etilgan usul asosida boshqarish amalga oshirilganda boshqarish sifati topshiriq signali sakrashsimon o‘zgarganda maksimal og‘ish 50 %gacha, rostlash vaqti esa 350 sekundni tashkil etdi. Ichki va tashqi g‘alayonlar mavjud bo‘lganda rostlashning statik xatoligi 0, rostlash vaqti 400 sekund bo‘ldi. Bu esa taklif etilgan usulning

ISSN 3030-3907

afzalligini ko‘rsatdi. O‘tkinchi jarayon grafiklaridan ko‘rinib turibdiki, taklif etilgan neyrotarmoq boshqaruv tizimi an’anaviy boshqarish tizimiga qaraganda sifat ko‘rsatkichi yuqoriligini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROYHATI

1. Cirac J.I., Zoller P. (2010). “Goals and opportunities in quantum simulation”, Nature Physics. pp. 264–266.
2. Yakubova, N., Usmanov, K., Turakulov, Z., & Eshbobaev, J. (2025). Application of Quantum Computing Algorithms in the Synthesis of Control Systems for Dynamic Objects. Engineering Proceedings, 87(1), 68.
3. Ульянов С.В., Мишин А.А., Миногин А.А. (2010). Информасионная технология проектирования робастных баз знаний нечетких регуляторов. Ч. III: квантовый нечёткий вывод и квантовая информасия // Системный анализ в науке и образовании: электрон. науч. журнал. – Дубна, № 3, pp.423- 430.
4. Сидиков, И. Х., Усманов, К. И., Якубова, Н. С., & Казахбаев, С. А. (2020). Нечеткое синергетическое управление нелинейных систем. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2), 16-19.
5. Eshbobaev, J., Norkobilov, A., Usmanov, K., Khamidov, B., Kodirov, O., & Avezov, T. (2024). Control of Wastewater Treatment Processes Using a Fuzzy Logic Approach. Engineering Proceedings, 67(1), 39.
6. Lee J., Shung W., Kim E., Kim S. (2010). A new genetic approach structure learning of Bayesian networks: matrix genetic algorithm // International Journal of Control, Automation and Systems. – Korean Institute of Electrical Engineers. №4, pp.398-407.
7. Усманов, К. И., Сарболаев, Ф. Н., Исломова, Ф. К., & Якубова, Н. С. (2020). Адаптивно нечеткое синергетическое управление многомерных нелинейных динамических объектов. Universum: технические науки, (3-1 (72)), 24-28.
8. Usmanov, K., Eshbobaev, J., & Yakubova, N. (2023). Modeling and Optimization of the Ammonium Solution Extraction Process. Engineering Proceedings, 56(1), 198.
9. Usmanov, K. I., Yakubova, N. S., Urmanova, V. T., & Abdurasulova, G. E. (2023). Synthesis of a control system for the process of diesel fuel hydropuring with the Adar method. In E3S Web of Conferences (Vol. 458, p. 01025). EDP Sciences.
10. Ульянов С.В., Нефедов Н.Ю. (2012). Эффективност и качество интеллектуального управления с применением квантового нечеткого вывода: Глобально неустойчивая динамическая система // Системный Анализ в Науке и Образовании: электрон. науч. журнал. №1. – [Электронный ресурс]. URL: http:/www.sanse.ru/archive/23.

ISSN 3030-3907

11. Yakubova, N., Usmanov, K., Turakulov, Z., & Eshbobaev, J. (2025). Application of Quantum Computing Algorithms in the Synthesis of Control Systems for Dynamic Objects. *Engineering Proceedings*, *87*(1), 68.
12. S. Rastegar, R. Araújo, J. Sadati, and J. Mendes. (2017). "A novel robust control scheme for LTV systems using output integral discrete-time synergetic control theory," Eur. J. Control, vol. 34. doi: 10.1016/j.ejcon.2016.12.006.
13. Якубова, Н. С. (2024). Динамик объектларнинг бошқариш тизимларини квант алгоритмлари ёрдамида тадқиқ этиш. Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие, 7(1), 32-44.
14. Usmanov, K. I., Yakubova, N. S., Maksudova, A. I., Islomova, F. K., & Ungbayeva, D. U. (2024). Synthesis of dynamic object control systems based on quantum calculation methods. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 549, p. 08012). EDP Sciences.
15. Sobirjonovna, Y.N. (2025). TEXNIK KOGNITIV TIZIMLAR UCHUN KVANT GENETIK ALGORITMLAR ASOSIDA MOSLASHUVCHAN BOSHQARUV MODELINI ISHLAB CHIQISH. *Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие*, *8*(3), 51-60.
16. Sobirjonovna, Y.N. (2025). ISSIQLIK ENERGETIKASI OBYEKTLARINING BOSHQARISH TIZIMINI SINTEZLASHDA KVANT ALGORITMLARINI QO'LLASH. *Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие*, *8*(1), 21-27.

ISSN 3030-3907