ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -11

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 11

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

REKTIFIKATSIYA JARAYONINI INTELLEKTUAL BOSHQARISHNING MODELLARI VA ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH

U.T. Rajabov
Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada ko‘p parametrli va nochiziqli rektifikatsiya jarayonini boshqarishning intellektual modellari hamda axborotni qayta ishlash algoritmlarini ishlab chiqish masalalari ko‘rib chiqilgan. Rektifikatsiya kolonnasi murakkab dinamik boshqaruv obyekti sifatida tizimli tahlil qilinib, jarayonning asosiy texnologik parametrlarini formalizatsiyalash asosida matematik modeli ishlab chiqilgan. Tadqiqotda boshqaruvning struktur-parametrik sintezi, optimallashtirish va qaror qabul qilish usullaridan foydalanilgan. Jarayonni boshqarish uchun noravshan mantiq, sun’iy neyron tarmoqlar va adaptiv algoritmlar asosidagi intellektual boshqaruv modeli taklif etilgan. MATLAB/Simulink muhitida ishlab chiqilgan model asosida harorat, bosim, reflux koeffitsienti va bug‘ sarfi parametrlarining o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilingan. Texnologik parametrlarni prognozlash va boshqaruv aniqligini oshirish maqsadida neyro-noravshan algoritmlar qo‘llanilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, taklif etilgan intellektual boshqaruv algoritmi yordamida tizimning barqarorlashish vaqti an’anaviy PID boshqaruvga nisbatan 18–22 % ga qisqargani, energiya sarfi esa 12–15 % ga kamaygani aniqlangan. Olingan natijalar intellektual axborotni qayta ishlash va adaptiv boshqaruv usullarining rektifikatsiya jarayonlarida yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: rektifikatsiya jarayoni, tizimli tahlil, intellektual boshqaruv, noravshan mantiq, sun’iy neyron tarmoqlar, matematik modellashtirish, optimallashtirish, qaror qabul qilish, axborotni qayta ishlash.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы разработки интеллектуальных моделей управления и алгоритмов обработки информации для многопараметрического и нелинейного процесса ректификации. Ректификационная колонна была исследована как сложный динамический объект управления, а математическая модель процесса разработана на основе формализации основных технологических параметров. В работе использованы методы структурно-параметрического синтеза, оптимизации и принятия решений. Для управления процессом предложена интеллектуальная модель на основе нечеткой логики, искусственных нейронных сетей и адаптивных алгоритмов. В среде MATLAB/Simulink проанализирована взаимосвязь параметров температуры, давления, коэффициента флегмы и расхода пара. Для прогнозирования технологических параметров и повышения точности

ISSN 3030-3907

управления применены нейро-нечеткие алгоритмы. Результаты исследования показали, что использование предложенного интеллектуального алгоритма управления позволило сократить время стабилизации системы на 18-22 % по сравнению с традиционным PID-регулированием, а энергопотребление уменьшить на 12-15 %. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность методов интеллектуальной обработки информации и адаптивного управления в процессах ректификации.

Ключевые слова: процесс ректификации, системный анализ, интеллектуальное управление, нечеткая логика, искусственные нейронные сети, математическое моделирование, оптимизация, принятие решений, обработка информации.

Abstract. This article discusses the development of intelligent control models and information processing algorithms for a multi-parameter and nonlinear rectification process. The rectification column was analyzed as a complex dynamic control object, and a mathematical model of the process was developed based on the formalization of the main technological parameters. Methods of structural-parametric synthesis, optimization, and decision-making were applied in the study. An intelligent control model based on fuzzy logic, artificial neural networks, and adaptive algorithms was proposed for process control. Using the MATLAB/Simulink environment, the relationships between temperature, pressure, reflux ratio, and steam consumption parameters were analyzed. Neuro-fuzzy algorithms were applied to improve technological parameter prediction and control accuracy. The research results showed that the proposed intelligent control algorithm reduced the system stabilization time by 18–22% compared to conventional PID control, while energy consumption decreased by 12–15%. The obtained results confirm the high efficiency of intelligent information processing and adaptive control methods in rectification processes.

Keywords: rectification process, system analysis, intelligent control, fuzzy logic, artificial neural networks, mathematical modeling, optimization, decision-making, information processing.

1.KIRISH.

Hozirgi kunda kimyo, neft-gaz va oziq-ovqat sanoatida texnologik jarayonlarni samarali boshqarish masalasi dolzarb ilmiy va amaliy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, rektifikatsiya jarayoni aralashmalarni ajratish, mahsulot sifatini oshirish hamda energiya samaradorligini ta’minlashda muhim texnologik jarayon sifatida keng qo‘llaniladi. Rektifikatsiya kolonnalari neftni qayta ishlash, spirt ishlab chiqarish, gazlarni tozalash va turli kimyoviy mahsulotlar olish texnologiyalarida asosiy qurilmalardan biri hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Rektifikatsiya jarayoni ko‘p parametrli, nochiziqli va tashqi ta’sirlarga sezgir murakkab dinamik boshqaruv obyekti hisoblanadi. Jarayon samaradorligi kolonnadagi harorat, bosim, reflux koeffitsienti, bug‘ sarfi va mahsulot konsentratsiyasi kabi parametrlarning o‘zaro bog‘liqligiga bevosita bog‘liqdir. Texnologik parametrlarning kichik o‘zgarishi ham mahsulot sifati, energiya sarfi va tizimning turg‘unligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli rektifikatsiya jarayonlarini optimal boshqarish zamonaviy sanoatning muhim ilmiy-texnik masalalaridan biri hisoblanadi.

Amaliyotda rektifikatsiya jarayonlarini boshqarishda asosan PID-regulyatorlarga asoslangan an’anaviy boshqaruv tizimlari qo‘llaniladi. Biroq jarayonning nochiziqli xarakterga egaligi, parametrlarning vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchanligi va noaniqliklarning mavjudligi sababli an’anaviy boshqaruv usullari barcha holatlarda yuqori aniqlik va optimal boshqaruvni ta’minlay olmaydi. Ayniqsa, yuklama o‘zgarishi yoki tashqi ta’sirlar mavjud bo‘lganda tizimda tebranishlar va energiya sarfining ortishi kuzatiladi.

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt va intellektual boshqaruv texnologiyalarining rivojlanishi murakkab texnologik obyektlarni boshqarishda yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Xususan, noravshan mantiq (Fuzzy Logic), sun’iy neyron tarmoqlar, adaptiv va neyro-noravshan algoritmlar asosidagi boshqaruv tizimlari noaniqlik sharoitida ishlash, parametrlarning o‘zgarishiga moslashish va real vaqt rejimida boshqaruv qarorlarini shakllantirish imkonini beradi. Ushbu usullar texnologik parametrlarni prognozlash, axborotni qayta ishlash va boshqaruv samaradorligini oshirishda yuqori natijalar ko‘rsatmoqda.

Noravshan mantiq asosidagi boshqaruv tizimlari ekspert bilimlarini lingvistik qoidalar shaklida ifodalash imkonini bersa, sun’iy neyron tarmoqlar murakkab nochiziqli bog‘lanishlarni aniqlash va prognozlash vazifalarini samarali bajaradi. Adaptiv algoritmlar esa texnologik parametrlarning o‘zgarishiga avtomatik ravishda moslashib, tizimning turg‘unligini oshiradi hamda energiya sarfini kamaytiradi.

Mazkur maqolada rektifikatsiya jarayonini boshqarishning intellektual modeli va axborotni qayta ishlash algoritmlarini ishlab chiqish masalalari ko‘rib chiqilgan. Jarayonning matematik modeli ishlab chiqilib, texnologik parametrlarning o‘zaro bog‘liqligi tizimli tahlil asosida tadqiq etilgan. Shuningdek, noravshan mantiq, sun’iy neyron tarmoqlar va adaptiv algoritmlar asosida neyo-noravshan boshqaruv modeli taklif etilgan hamda MATLAB/Simulink muhitida boshqaruv tizimining dinamik xarakteristikalari tahlil qilingan.

2.MATERIAL VA METODLAR.

ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqot ishida rektifikatsiya jarayonini boshqarishda intellektual texnologiyalar usullarini qo‘llash samaradorligini aniqlash maqsadida matematik modellashtirish, avtomatik boshqaruv nazariyasi hamda sun’iy intellekt algoritmlaridan foydalanildi. Tadqiqot obyekti sifatida kimyo sanoatida keng qo‘llaniladigan ikki komponentli aralashmani ajratishga mo‘ljallangan rektifikatsiya kolonnasi tanlab olindi. Jarayonni boshqarishning asosiy parametrlariga kolonna yuqori va quyi qismidagi harorat, bosim, reflux koeffitsienti, bug‘ sarfi va mahsulot konsentratsiyasi kiritildi.

Tadqiqot davomida rektifikatsiya jarayonining fizik-kimyoviy qonuniyatlari asosida matematik model ishlab chiqildi. Modelni tuzishda massa va energiya balans tenglamalari, issiqlik almashinuvi hamda komponentlarning bug‘-suyuqlik muvozanati qonuniyatlaridan foydalanildi. Jarayonning dinamik holatini ifodalash uchun differensial tenglamalar tizimi shakllantirildi.

Rektifikatsiya kolonnasining asosiy matematik ifodalaridan biri massa balansi tenglamasi hisoblanadi:

$$\frac{dM}{dt} = F - D - W$$

bu yerda: M - kolonnadagi modda miqdori; F - kiruvchi oqim sarfi; D - distillyat sarfi; W - qoldiq mahsulot sarfi.

Jarayonning issiqlik balansi quyidagi tenglama orqali ifodalandi:

$$Q = mc\Delta T$$

bu yerda: Q - issiqlik miqdori; m - modda massasi; c - issiqlik sig‘imi; ΔT - harorat farqi.

Tadqiqot davomida boshqaruv tizimining struktur-parametrik sintezi fuzzy logic va sun’iy neyron tarmoqlar asosida amalga oshirildi. Intellektual boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish uchun MATLAB/Simulink dasturiy muhiti hamda Fuzzy Logic Toolbox vositalaridan foydalanildi. Jarayonni an’anaviy PID-regulyator asosida boshqarish natijalari fuzzy-neyron boshqaruv tizimi bilan taqqoslandi.

Noaniq mantiq asosidagi boshqaruv tizimida kirish parametrlarining lingvistik o‘zgaruvchilari “past”, “o‘rta” va “yuqori” toifalariga ajratildi hamda ekspert bilimlari asosida qoidalar bazasi shakllantirildi. Qaror qabul qilish algoritmi quyidagi qoidalar asosida tashkil etildi:

AGAR harorat yuqori VA bosim yuqori BO‘LSA, reflux kamaytirilsin;

AGAR harorat past VA mahsulot konsentratsiyasi past BO‘LSA, bug‘ sarfi oshirilsin;

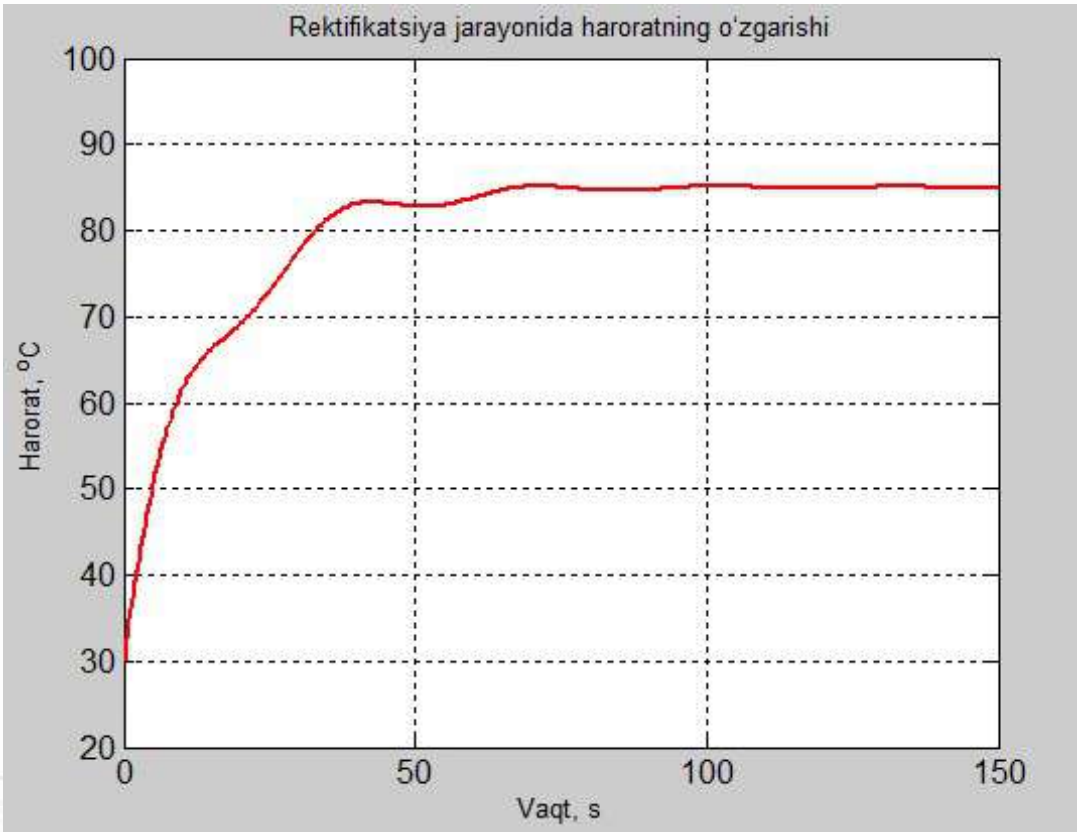
AGAR kolonna yuklamasi o‘zgarsa, boshqaruv parametrlari adaptiv ravishda moslashtirilsin.

ISSN 3030-3907

Texnologik parametrlarni prognozlash va optimallashtirish maqsadida sun’iy neyron tarmoqlar modeli ishlab chiqildi. Neyron tarmoqni o‘qitishda kirish ma’lumotlari sifatida harorat, bosim, reflux koeffitsienti va bug‘ sarfi qiymatlari, chiqish parametri sifatida esa mahsulotning tozalik darajasi tanlandi. Modelni o‘qitish jarayonida ko‘p qatlamli perceptron (MLP) arxitekturasi va Backpropagation algoritmidan foydalanildi. Neyron tarmoqning vazn koeffitsientlari iteratsion usulda optimallashtirildi hamda prognozlash aniqligi baholandi.

Boshqaruv tizimining samaradorligini baholashda barqarorlashish vaqti, boshqaruv aniqligi, energiya sarfi va tizimning turg‘unlik ko‘rsatkichlari asosiy mezon sifatida qabul qilindi. Natijalarni tahlil qilishda statistik, grafik va kompyuter modellashtirish usullaridan foydalanildi. Jarayonning dinamik xarakteristikalari MATLAB/Simulink muhitida modellashtirilib, an’anaviy va intellektual boshqaruv tizimlarining taqqoslama tahlili amalga oshirildi.

Quyida rektifikatsiya jarayonida haroratning vaqt bo‘yicha o‘zgarish grafigi keltirilgan.:



1-rasm. Rektifikatsiya jarayonida haroratning vaqt bo‘yicha dinamik o‘zgarishi.

Grafik natijalariga ko‘ra, jarayonning boshlang‘ich bosqichida isitish intensivligi sababli harorat tez ortishi kuzatildi. Bug‘lanish va massa almashinuvi boshlanganidan keyin tizimda kichik amplitudali tebranishlar hosil bo‘ldi.

ISSN 3030-3907

Keyinchalik intellektual boshqaruv algoritmi ta’sirida tizim barqaror ish rejimiga o‘tdi va harorat 80-85 °C oralig‘ida stabillashdi.

Olingan natijalar fuzzy-neyron boshqaruv algoritmlaridan foydalanish rektifikatsiya jarayonining turg‘unligini oshirish, parametrlarning o‘zgarishiga adaptiv moslashish hamda energiya sarfini kamaytirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi.

XULOSA. Ushbu tadqiqot ishida rektifikatsiya jarayonini boshqarishning intellektual modeli va algoritmlari ishlab chiqildi hamda murakkab dinamik texnologik obyektni tizimli tahlil qilish asosida boshqaruvning fuzzy-neyron modeli taklif etildi. Jarayonning matematik modeli massa va energiya balans tenglamalari asosida formalizatsiya qilinib, texnologik parametrlarning o‘zaro bog‘liqligi MATLAB/Simulink muhitida tadqiq qilindi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, fuzzy logic va sun’iy neyron tarmoqlar asosidagi intellektual boshqaruv algoritmlaridan foydalanish rektifikatsiya kolonnasining turg‘unligini oshirish hamda texnologik parametrlarni real vaqt rejimida optimallashtirish imkonini beradi. Taklif etilgan boshqaruv algoritmi yordamida tizimning barqarorlashish vaqti an’anaviy PID boshqaruvga nisbatan 18–22 % ga qisqardi, energiya sarfi esa 12–15 % ga kamaydi. Shu bilan birga mahsulot tozaligi va boshqaruv aniqligining oshishi kuzatildi.

Ishlab chiqilgan intellektual axborotni qayta ishlash va adaptiv qaror qabul qilish algoritmlari parametrlarning noaniqligi hamda tashqi ta’sirlar mavjud sharoitlarda ham samarali ishlashi aniqlandi. Olingan natijalar fuzzy-neyron boshqaruv tizimlarini rektifikatsiya jarayonlarida qo‘llash sanoat texnologik obyektlarini raqamli transformatsiyalash, energiya samaradorligini oshirish va resurs sarfini kamaytirishda istiqbolli yo‘nalishlardan biri ekanligini ko‘rsatdi.

REFERENCES

1. Fabro J.A., Arruda L.V.R., Neves F. “Startup of a Distillation Column Using Intelligent Control Techniques” // *Computers & Chemical Engineering*, 2005.
2. Jiang Y., Yang C., Ma H. “A Review of Fuzzy Logic and Neural Network Based Intelligent Control Design for Discrete-Time Systems” // *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2016.
3. Usmanov, K., Eshbobaev, J., & Yakubova, N. (2023). Modeling and optimization of the ammonium solution extraction process. *Engineering Proceedings*, *56*(1), 198.
4. Reel S., Goel A.K.“Artificial Neural Networks and Fuzzy Logic in Process Modeling and Control” // *Computational Intelligence and Information Technology*, Springer, 2011..

ISSN 3030-3907

5. Sidikov, I. H., Usmanov, K. I., & Yakubova, N. S. (2020). Nochiziqli dinamik obyektlarni sinergetik boshqarish usulidan foydalanib sintezlash. *Muxammad al-Xorazmiy avlodlari, Ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal*, (1), 11.
6. Аведян Э.Д., Галушкин А.И., Пантюхин Д.В. (2011). Ассоциативная нейронная сет CMAC и эе модификации в задаче распознавания образов //Информационные технологии. Новые технологии. №7, стр.63-71.
7. Usmanov, R., Siddikov, I., Yakubova, N., & Rahmanov, A. (2018). Adaptive identification of the Neural system of Controlling nonlinear Dynamic Objects. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, *5*(2), 5195-5199.
8. Zheng Z., Qi Y."Study on the Simulation Control of Neural Network Algorithm in Thermally Coupled Distillation" // *arXiv*, 2021.
9. Sidikov, I. K., Usmanov, K. I., Yakubova, N. S., & Kazakhbaev, S. A. (2020). Fuzzy synergetic control of nonlinear systems. *Journal of Advances in Engineering Technology,(2)*, 16-19.
10. Jayalakshmi M., Vijayaraghavan G."Fuzzy Logic and Neural Networks Based Expert Systems in Chemical Process Systems" // *International Journal of Chemical Sciences*, 2017.
11. Uteuliev, N. U., Yakubova, N. S., Usmanov, K. I., & Yadgarva, D. B. (2018). System of adaptive control of technological parameters of production of soda. *System*, *10*, 19-2018.
12. Ablayev F., Ablayev M. (2015). On the concept of cryptographic quantum hashing. Laser Phys. Lett., vol. 12, no. 12, art. 125204, doi: 10.1088/1612-2011/12/12/125204, pp. 1-5.
13. Сидиков, И. Х., Усманов, К. И., Якубова, Н. С., & Казахбаев, С. А. (2020). Нечеткое синергетическое управление нели-нейных систем. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2), 16-19.
14. 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.
15. Yakubova, N., Istanbullu, A., Siddiqov, I., & Usmanov, K. (2026). Hybrid Quantum-Fuzzy Control for Intelligent Steam Heating Management in Thermal Power Plants. *Engineering Proceedings*, *117*(1), 33.
16. Yakubova, N. S., & Abdurasulova, G. E. (2023). Study of fuzzy controllers in intelligent control systems based on quantum computing. *Universum: Technical Sciences*, *3*, 108.
17. 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.

18. Yakubova, N. S. (2023). Application of quantum algorithms in the synthesis of dynamic objects. *Chemical Technology. Control and Management*, *6*, 61-67.

19. Yakubova, N. (2022). Method of hybrid control based of dynamic objects of neuro-fuzzy inference. *Karakalpak Scientific Journal*, *5*(2), 8-18.