NEFTNI QAYTA ISHLASH ZAVODLARIDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING QO'LLANILISHI VA SAMARADORLIGINI OSHIRISH IMKONIYATLARI (BUXORO NEFTNI QAYTA ISHLASH ZAVODI MISOLIDA)

Sharipov Qahramon Qandiyorovich
Buxoro davlat texnika universiteti
Shabonov Ma'ruf Bahriddin o'g'li
Buxoro neftni qayta ishlash zavodi
Mavlonov Shohrux Boboxon o`g`li
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Mazkur maqolada Buxoro neftni qayta ishlash zavodi misolida sun'iy intellekt texnologiyalarining ishlab chiqarish jarayonlariga tatbiq etilishi va ularning samaradorlikka ta'siri tahlil qilindi. Tadqiqotda sun'iy neyron tarmog'i asosida 10 % kerosin namunasi bug'lanish haroratini modellashtirish uchun neyron model ishlab chiqildi. Model parametrlarini optimallashtirishda genetik algoritmdan foydalanildi. O'qitish jarayonida model xatolik qiymati 0,01 dan past darajagacha kamaydi, test bosqichida esa laboratoriya natijalariga nisbatan o'rtacha og'ish ±2–3 °C ni tashkil etdi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, kerosin tortib olish miqdori, bug' sarfi va kolonna yuqori harorati modelning eng muhim kirish parametrlaridir. Sun'iy intellekt texnologiyalarini neftni qayta ishlash jarayonlariga joriy etish natijasida energiya sarfini 10–15 % gacha kamaytirish, jarayon barqarorligini oshirish, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini 8–12 % ga oshirish imkoniyati mavjud. Olingan natijalar Buxoro NQIZda raqamli transformatsiyani amalga oshirish hamda energetik va ekologik samaradorlikni oshirish uchun amaliy asos yaratadi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, neyron tarmoq, genetik algoritm, Buxoro neftni qayta ishlash zavodi, kerosin bug'lanishi, raqamli tvin, bashoratli boshqaruv, energiya samaradorligi, avtomatlashtirish, raqamli transforma

Abstract: This paper presents an analysis of the application of artificial intelligence (AI) technologies in oil refining processes using the case of the Bukhara Oil Refinery. A neural network model was developed to simulate the evaporation temperature of 10% kerosene samples, with parameter optimization performed using a genetic algorithm. During the training process, the model's error decreased to below 0.01, and in the testing phase, the average deviation from laboratory data was within ±2–3 °C. The results showed that the most significant input parameters affecting kerosene quality are kerosene draw, steam flow, and top column temperature. The implementation of AI technologies in refinery operations allows for a reduction in energy consumption by 10–15%, improved process stability, minimized human error, and an increase in production efficiency by 8–

ISSN 3030-3907

12%. The obtained results demonstrate that the integration of artificial intelligence at the Bukhara Oil Refinery contributes to digital transformation, enhanced energy efficiency, and sustainable technological development.

Keywords: artificial intelligence, neural network, genetic algorithm, Bukhara Oil Refinery, kerosene evaporation, digital twin, predictive control, energy efficiency, automation, digital transformation.

Kirish.

Neftni qayta ishlash sanoati mamlakat iqtisodiyotining strategik tarmoqlaridan biri bo‘lib, undan olinadigan mahsulotlar — yoqilg‘i, moylash materiallari, polimer xomashyolari va boshqa kimyoviy komponentlar — transport, energetika, kimyo hamda qurilish sohalarining uzluksiz ishlashini ta’minlaydi. Shu sababli neftni qayta ishlash jarayonlarining samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va mahsulot sifatini yaxshilash hozirgi davrning eng muhim vazifalaridan biri hisoblanadi [1,2].

So‘nggi yillarda raqamli texnologiyalar, xususan, sun’iy intellekt (SI) tizimlarining jadal rivojlanishi neft-gaz sanoatiga tub o‘zgarishlar kiritmoqda. SI texnologiyalari real vaqt rejimida ma’lumotlarni tahlil qilish, jarayonlarni avtomatik boshqarish, avariya holatlarini oldindan bashorat qilish hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini bermoqda. Natijada, inson omilining ta’siri kamayib, ishlab chiqarishning ishonchliligi va iqtisodiy samaradorligi ortmoqda [3,4].

O‘zbekiston Respublikasida ham neftni qayta ishlash tarmoqlarini modernizatsiya qilish va raqamlashtirish bo‘yicha keng ko‘lamli ishlar olib borilmoqda. Xususan, Buxoro neftni qayta ishlash zavodi (BNQIZ) respublikaning eng yirik neftni qayta ishlash markazlaridan biri bo‘lib, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish orqali ishlab chiqarish quvvatini oshirish, ekologik tozalikka erishish va mahsulot sifatini xalqaro standartlarga moslashtirishni maqsad qilgan.

Mazkur maqolada Buxoro neftni qayta ishlash zavodi misolida sun’iy intellekt texnologiyalarining qo‘llanilishi, ularning ishlab chiqarish jarayoniga ta’siri hamda samaradorlikni oshirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, neftni qayta ishlash jarayonlarida raqamli transformatsiya va intellektual boshqaruv tizimlarining istiqbollari yoritiladi.

Materiallar va usullar:

Sun’iy intellekt texnologiyalarining markaziy qismi — bu sun’iy neyron tarmog‘i (ANN, Artificial Neural Network) bo‘lib, u biologik neyronlarning ishlash printsipiga asoslanadi. Har bir sun’iy neyron bir nechta kirish signallarini qabul qiladi, ularning har biriga tegishli og‘irlik (w_i) koeffitsienti beriladi. Kirish

ISSN 3030-3907

signallarining og‘irliklar bilan ko‘paytmasi yig‘indisi hisoblanadi va bu yig‘indi aktivatsiya funksiyasi F(x) orqali o‘zgartiriladi [5].

Matematik jihatdan bu jarayon quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$y = F(\sum_{i=0}^{n} (u_i w_i) + w_0)$$

bu yerda:

y – neyron chiqish signali qiymati,

F – aktivatsiya funksiyasi,

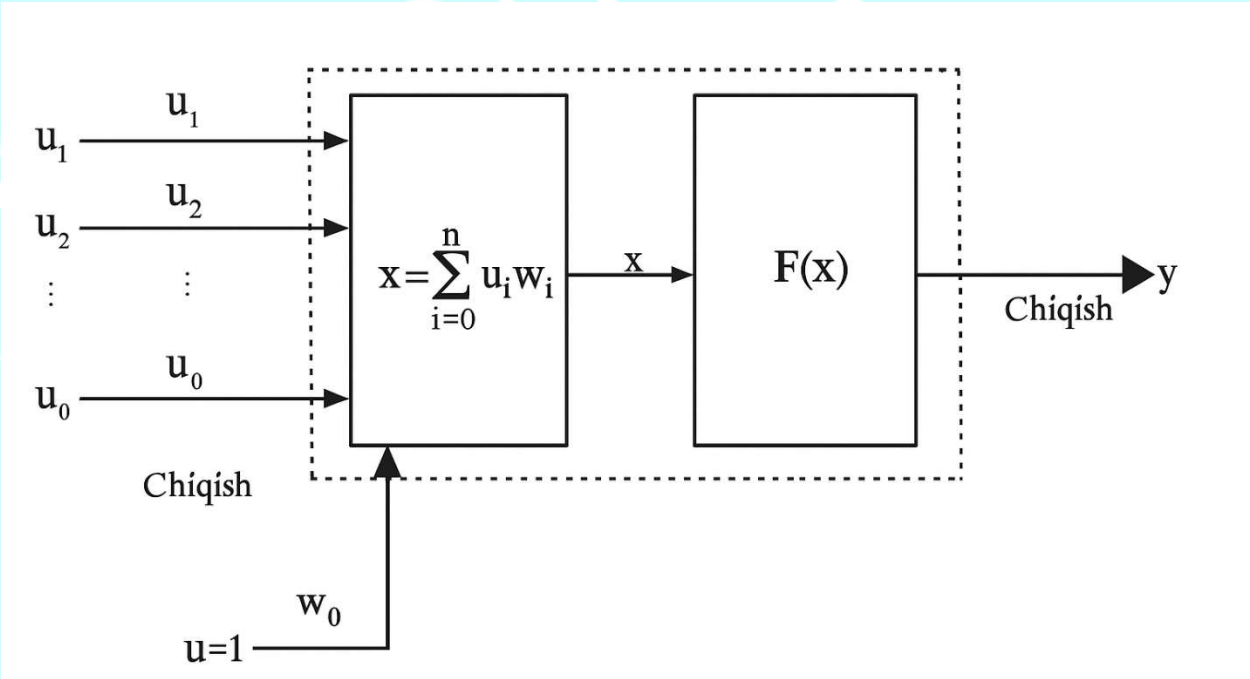
n – kirish signallari soni,

u_i – i-kirish signalining qiymati,

w_i – i-bog‘lanish uchun og‘irlik qiymati,

w_0 – tarmoqdagi siljish (bias) qiymati.

Bu tenglama kirish ma’lumotlarini qayta ishlash va chiqish natijasini shakllantirish jarayonini ifodalaydi. Aktivatsiya funksiyasi neyronning chiqish signalini nolinchi (faol bo‘lmagan) va birinchi (faol) holatlar oralig‘ida chegaralaydi. Ko‘pincha amaliyotda sigmoid, ReLU (Rectified Linear Unit) yoki tangens giperbolik (tanh) funksiyalari ishlatiladi.



1-rasm: Sun’iy neyron – oddiy pertseptron

Rasmda ko‘rsatilganidek, har bir kirish signali u_1, u_2, …, u_n mos og‘irliklar w_1, w_2, …, w_n orqali ko‘paytiriladi. Hosil bo‘lgan qiymatlar yig‘indisi $x = \Sigma u_i w_i$ sifatida hisoblanadi va aktivatsiya funksiyasiga uzatiladi. Natijada neyron chiqish signali y = F(x) hosil bo‘ladi. Oddiy perceptron modeli ko‘p qatlamli neyron tarmoqlarining asosini tashkil etadi va u ma’lumotlarni tasniflash, jarayonlarni bashorat qilish hamda optimallashtirish vazifalarida keng qo‘llaniladi. Bunday model neftni qayta ishlash zavodlaridagi jarayonlarni tahlil qilishda — masalan,

ISSN 3030-3907

harorat, bosim va oqim tezligini avtomatik boshqarishda, avariya holatlarini oldindan aniqlashda, hamda energiya sarfini kamaytirishda samarali natijalar beradi. [7].

Sun'iy neyronning chiqish signali aktivatsiya funksiyasi yordamida aniqlanadi. Ushbu funksiya kirish signallari yig'indisini chiziqli bo'lmagan shaklga o'tkazadi, bu esa tarmoqqa murakkab bog'lanishlarni o'rganish imkonini beradi. Eng ko'p qo'llaniladigan funksiyalardan biri — sigmoid funksiya bo'lib, u quyidagicha ifodalanadi:

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-\beta}}$$

bu yerda:

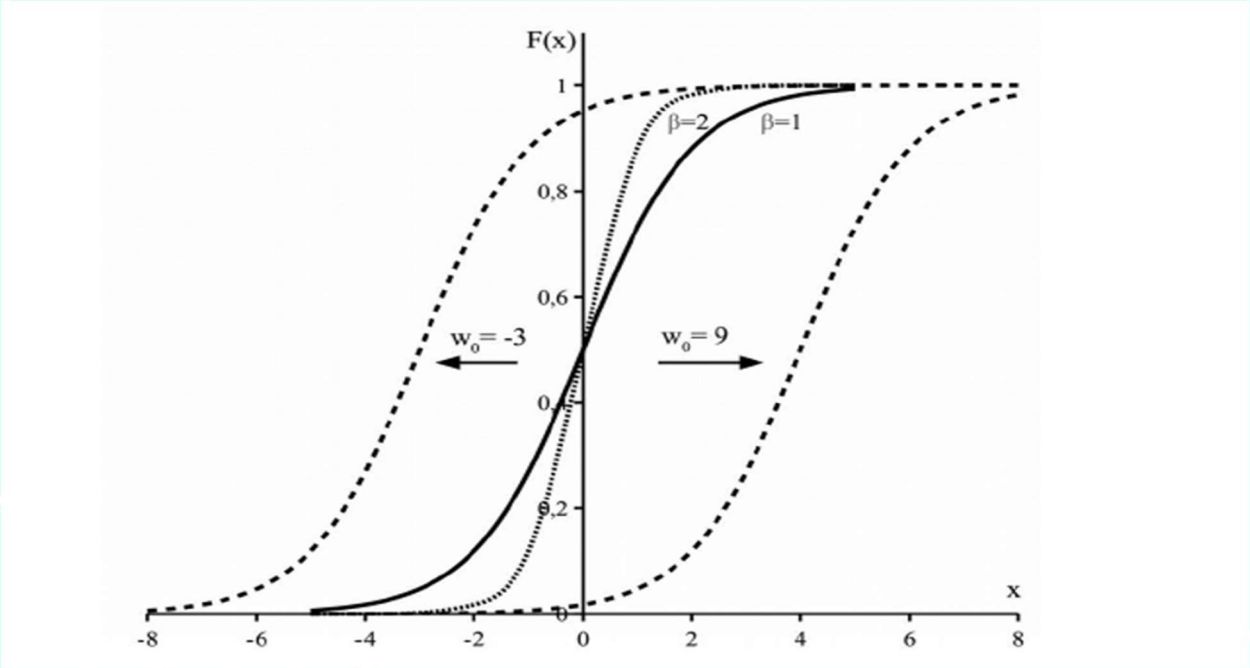
F(x) – aktivatsiya funksiyasi turi,

x – kirish signallari qiymatlarining og'irliklar bilan ko'paytmasi yig'indisi,

β – sigmoid funksiyaning tiklik (steepness) parametri.

Sigmoid funksiya natijani 0 dan 1 gacha oraliqda normalizatsiya qiladi, ya'ni har qanday kirish signali qiymati uchun chiqish qiymati shu oraliqda bo'ladi. Bu funksiya asosan bashoratlash, tasniflash va jarayonlarni model qilish uchun qulay bo'lib, uning silliq shakli neyron tarmog'ining o'rganish jarayonini barqarorlashtiradi [8.]

Bunday aktivatsiya funksiyasi Buxoro neftni qayta ishlash zavodida jarayon parametrlarini optimallashtirishda, masalan, harorat va bosim ko'rsatkichlari asosida reaktor samaradorligini prognozlashda yoki xom ashyo tarkibidagi o'zgarishlarga avtomatik javob berishda muhim ahamiyatga ega. Sigmoid funksiyaning silliq o'tish xususiyati zavodning boshqaruv tizimlarida jarayonni keskin tebranishsiz tartibga solish imkonini beradi.



2-rasm: Sigmoid aktivatsiya funksiyasi

ISSN 3030-3907

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, β (beta) parametri sigmoid funksiyaning to`griligi (steepness) belgilaydi. Agar β qiymati yuqori bo‘lsa (masalan, β = 2), funksiya o‘tkirroq bo‘lib, kichik x o‘zgarishlariga nisbatan chiqish signali F(x) tezroq o‘zgaradi. Aksincha, β kichik bo‘lganda (masalan, β = 1), funksiya silliqroq shaklga ega bo‘ladi va o‘zgarish sekin kechadi. Bundan tashqari, w_0 (bias) qiymati funksiyaning o‘q bo‘ylab siljishini belgilaydi. Masalan, w_0 = -3 bo‘lganda grafik chapga, w_0 = 9 bo‘lganda esa o‘ng tomonga siljiydi. Bu parametr neyronning aktivatsiya chegarasini o‘zgartiradi, ya’ni neyronning faollashish sharti (threshold)ni boshqaradi. Bunday xususiyatlar sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlarida muhim ahamiyatga ega. Masalan, Buxoro neftni qayta ishlash zavodida harorat, bosim yoki oqim tezligi kabi parametrlar o‘zgarishiga qarab, sigmoid funksiyasi yordamida avtomatik tartibga solish amalga oshirilishi mumkin. Bu zavodning barqaror ishlashi, energiya sarfini kamaytirish va avariya holatlarining oldini olishga xizmat qiladi.

Sun’iy neyron tarmoqlarida o‘qitish (training) jarayoni model chiqish qiymatlari bilan tajriba ma’lumotlari o‘rtasidagi tafovutni minimallashtirishga asoslanadi. Modelning aniqligini baholash uchun xatolik funksiyasi (error function) yoki yo‘qotish funksiyasi (loss function) ishlatiladi.

Bunday funksiyaning eng keng tarqalgan shakli — o‘rtacha kvadrat xatolik (Root Mean Square Error, RMSE) bo‘lib, u quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$E_s = \frac{\sum_{k=0}^{y} (t_k - s_k)^2}{y}$$

$$E_{total} = \sum_{s=0}^{n} E_s$$

bu yerda:

E_s – model natijalari (t) va hisoblangan qiymatlar (s) o‘rtasidagi kvadrat xatolik,

y – chiqish parametrlarining soni,

t – modelning haqiqiy (maqsadli) chiqish qiymatlari to‘plami,

s – hisoblangan (model tomonidan prognoz qilingan) chiqish qiymatlari to‘plami,

E_total – bitta o‘qitish iteratsiyasidagi umumiy xatolik,

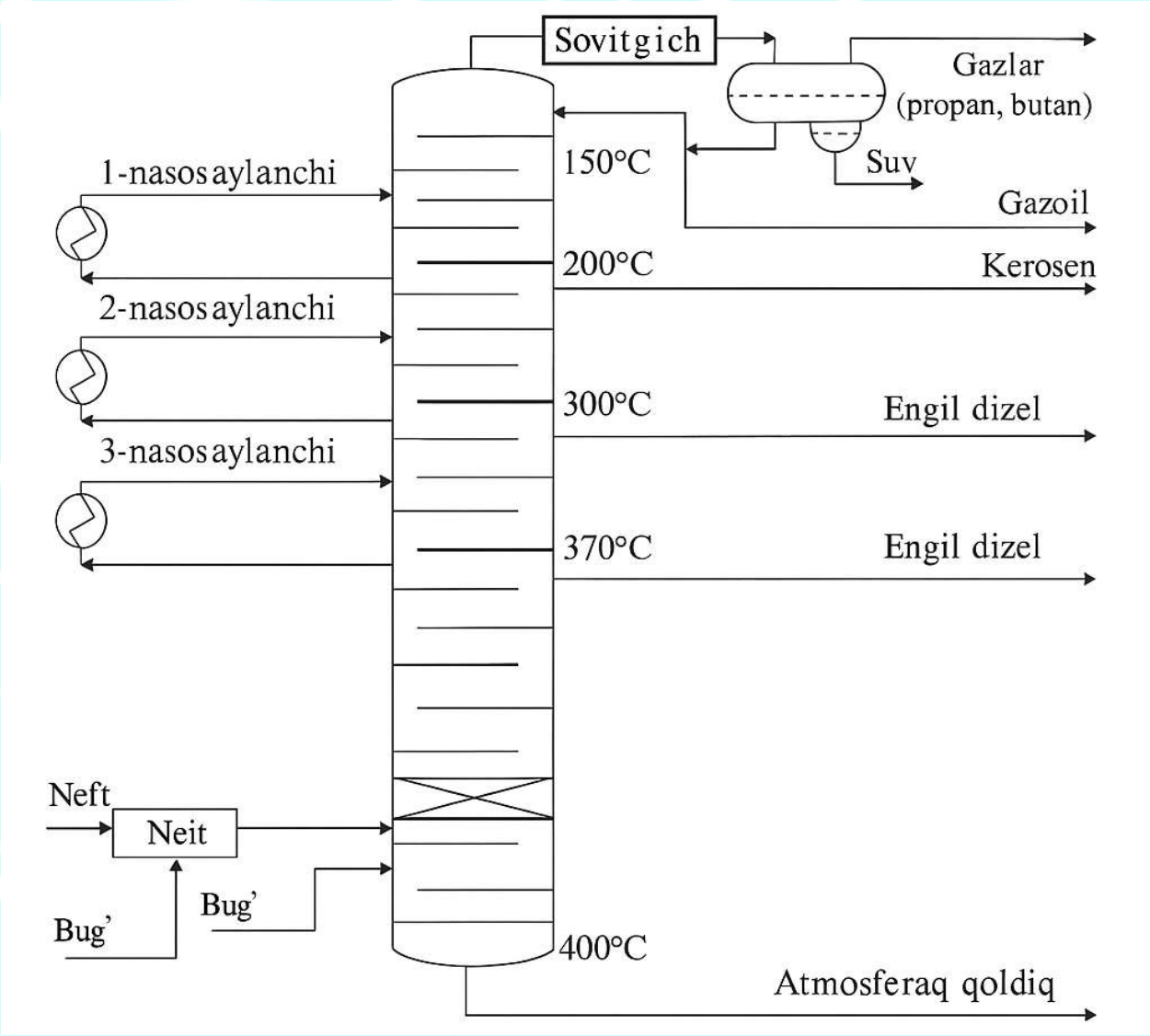
n – o‘qitish namunalarining umumiy soni.

Ushbu ko‘rsatkich har bir o‘qitish iteratsiyasida qayta hisoblanadi. Neyron tarmog‘ining vazni w_i va siljish (bias) w_0 qiymatlari shu xatolikni kamaytirish yo‘nalishida yangilanadi. Shu jarayon backpropagation (teskari tarqalish) algoritmi yordamida amalga oshiriladi.

Natijada model haqiqiy ma’lumotlarga tobora yaqinlashadi, ya’ni xatolik qiymati E_total minimal bo‘ladi. Neftni qayta ishlash sanoatida bunday optimallashtirish jarayonlari reaktor samaradorligini bashorat qilish, ishlab

ISSN 3030-3907

chiqarish parametrlarini avtomatik moslashtirish, hamda yoqilg‘i sifatini nazorat qilishda qo‘llanilishi mumkin.



3-rasm: Atmosferali distillatsiya kolonnasi

Atmosferali distillatsiya jarayoni neftni dastlabki qayta ishlashning asosiy bosqichi bo‘lib, unda xom neft tarkibidagi uglevodorodlar haroratga qarab turli fraksiyalarga ajratiladi. Ushbu jarayon neftni qayta ishlash zavodlarida eng muhim energiya sarf qiluvchi bosqichlardan biri hisoblanadi. Shu sababli uning samaradorligi, barqarorligi va iqtisodiy ko‘rsatkichlarini oshirish maqsadida zamonaviy texnologiyalar, xususan, sun’iy intellekt tizimlarini joriy etish katta ahamiyat kasb etadi.

Buxoro neftni qayta ishlash zavodida ishlatiladigan atmosferali distillatsiya kolonnasi neft xomashyosini fraksiyalarga ajratish uchun mo‘ljallangan. Dastlab, neft pechda (furnace) 380–400 °C haroratgacha qizdiriladi va so‘ngra distillatsiya kolonnasiga yuboriladi. Kolonna bo‘ylab harorat bosqichma-bosqich pasayadi: yuqori qismda 150 °C, o‘rta qismda 200–300 °C, pastki qismda esa 370–400 °C atrofida bo‘ladi. Natijada quyidagi mahsulotlar hosil bo‘ladi: yuqori qismdan

ISSN 3030-3907

gazlar (propandan butangacha), suv, gazoil va kerosin, o‘rta qismdan yengil va og‘ir dizel yoqilg‘ilari, pastki qismdan esa atmosferali qoldiq (residuum).

Jarayonning optimal ishlashi uchun harorat, bosim, oqim tezligi va suyuqlik sathini aniq boshqarish zarur. Shu nuqtada sun’iy intellekt texnologiyalari ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Neyron tarmoqlar asosida yaratilgan raqamli tvin (digital twin) modeli kolonna jarayonini real vaqt rejimida kuzatish va boshqarish imkonini beradi. Mazkur model ishlab chiqarish ma’lumotlarini doimiy ravishda tahlil qilib, jarayon parametrlarini avtomatik ravishda optimallashtiradi.

Sun’iy intellekt asosida boshqariluvchi tizimlar yordamida quyidagi texnologik yechimlar amalga oshiriladi:

-Real vaqt monitoringi – harorat, bosim va oqim ko‘rsatkichlarini onlayn nazorat qilish;

-Avtomatik optimallashtirish – sun’iy neyron tarmoqlar yordamida kolonna ish rejimini doimiy sozlash;

-Bashoratli texnik xizmat (predictive maintenance) – nosozliklar va avariya holatlarini oldindan aniqlash;

-Energiya samaradorligini tahlil qilish – yoqilg‘i sarfini kamaytirish uchun pech ish rejimini optimallashtirish.

Masalan, sun’iy intellekt tizimi kolonnadagi harorat gradienti bilan distillat chiqish tezligi o‘rtasidagi bog‘lanishni o‘rganib, real vaqt rejimida optimal harorat rejimini tanlaydi. Bu jarayon inson omilining ta’sirini kamaytiradi, ishlab chiqarish barqarorligini ta’minlaydi hamda energiya resurslaridan samarali foydalanish imkonini yaratadi.

Sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish orqali quyidagi natijalarga erishish mumkin:

-yoqilg‘i sarfi 10–15 % gacha kamayadi;

-harorat va bosimdagi tebranishlar 2–3 baravar pasayadi;

-ishlab chiqarish samaradorligi 8–12 % oshadi;

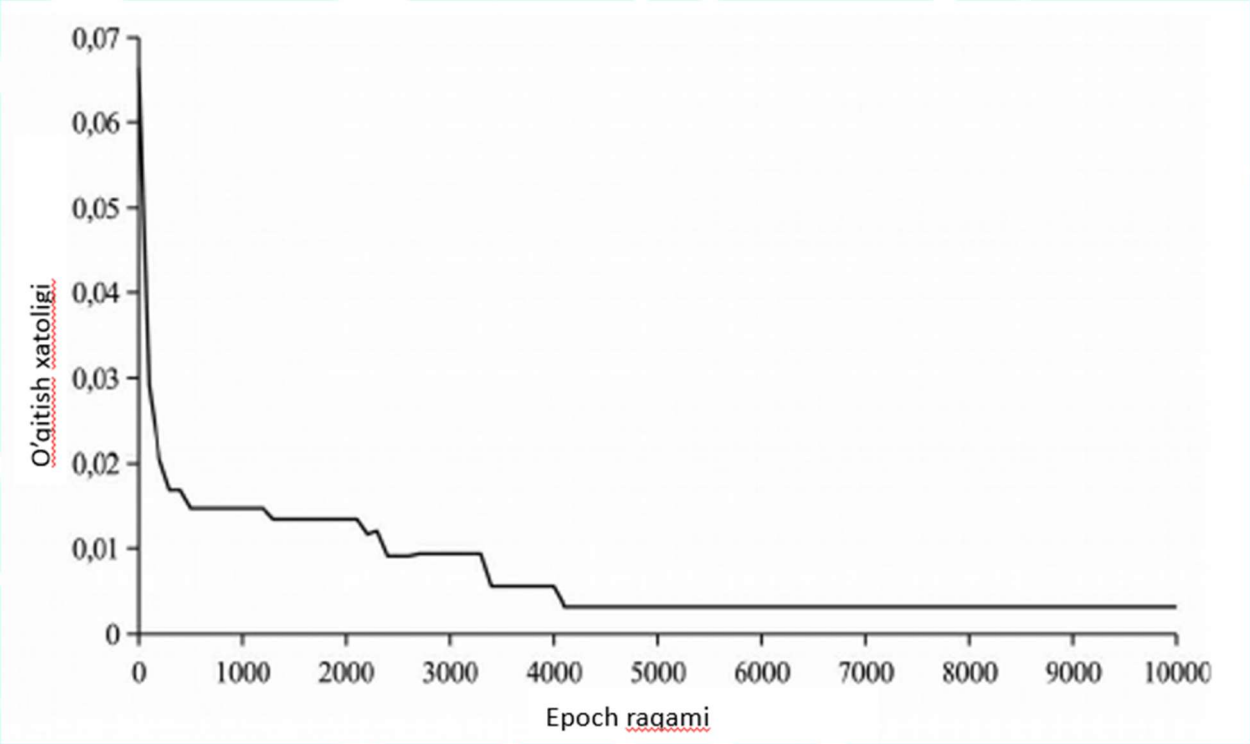
-inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklar minimal darajaga tushadi.

Natijada, Buxoro neftni qayta ishlash zavodida ishlab chiqarishning ekologik xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi sezilarli darajada yaxshilanadi. Sun’iy intellekt tizimlari zavodning raqamli transformatsiyasini jadallashtiradi, boshqaruvni avtomatlashtiradi va ishlab chiqarish sifatini barqaror darajada ushlab turishni ta’minlaydi.

Natijalar va ularning muhokamasi: Sun’iy intellekt texnologiyalarining samaradorligini aniqlashda neyron tarmog‘ining o‘qitish jarayoni muhim ahamiyatga ega. Model sifatini baholash uchun **o‘rganish egri chizig‘i (learning curve)**dan foydalaniladi, u xatolik qiymatining iteratsiyalar (epoch) soniga

ISSN 3030-3907

nisbatan o‘zgarishini ifodalaydi. Quyidagi grafikda 10% kerosin namunasi bug‘lanish harorati bo‘yicha o‘qitilgan neyron tarmoq modelining o‘rganish natijalari keltirilgan (4-rasm).



5-rasm. 10 % kerosin namunasi bug‘lanish harorati uchun neyron tarmoq modelining o‘rganish egri chizig‘i.

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, dastlabki 1000–2000 ta epoch davomida modeldagi o‘qitish xatoligi (training error) keskin kamayadi. Bu bosqichda neyron tarmog‘i asosiy ma’lumot chiziqlarini o‘zlashtiradi. So‘ngra 3000–6000 ta epoch oralig‘ida o‘rganish jarayoni barqarorlashadi va xatolik qiymati 0,01 dan past darajagacha tushadi. 6000–10000 ta epoch oralig‘ida esa xatolik deyarli o‘zgarmaydi, bu esa modelning optimal o‘qitilganligini bildiradi. Bunday natijalar sun’iy neyron tarmog‘ining jarayonlarni yuqori aniqlikda modellashtira olishini ko‘rsatadi. Neyron tarmoq Buxoro neftni qayta ishlash zavodida kerosin fraksiyasining bug‘lanish jarayonini model qilish orqali jarayon haroratini bashoratlash, yo‘qotishlarni kamaytirish, va energiya sarfini optimallashtirish imkonini beradi.

Modelning amaliy samarasi sun’iy intellekt yordamida tuzilgan model laboratoriya ma’lumotlariga asoslanib quyidagi afzalliklarni beradi:

-jarayon parametrlarini tezkor tahlil qilish va o‘zgarishlarga avtomatik javob berish;

-haroratni optimal diapazonda ushlab turish orqali yoqilg‘i sifatini oshirish;

-ortiqcha energiya sarfini kamaytirish va ekologik chiqindilarni minimallashtirish;

-variya holatlari va asbob-uskunalar nosozligini oldindan bashorat qilish.

ISSN 3030-3907

Shunday qilib, Buxoro neftni qayta ishlash zavodida sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki texnologik xavfsizlikni ta'minlaydi va iqtisodiy tejamkorlikni ham kuchaytiradi. Sun'iy neyron tarmog'ining aniqligi va barqaror ishlashi ko'p jihatdan uning tuzilma (strukturaviy) parametrlariga hamda o'qitish algoritmiga bog'liq. Bunda tarmoq arxitekturasi va o'qitish jarayonini optimallashtirish uchun genetik algoritmdan foydalaniladi. Genetik algoritm biologik evolyutsiya tamoyillariga asoslanib, o'zgaruvchan "xromosomalar" to'plami orqali eng maqbul yechimni izlaydi.

Jadvalda 10% hajmli kerosin namunasi bug'lanish harorati uchun yaratilgan sun'iy neyron tarmoq modelining asosiy parametrlari keltirilgan (1-jadval).

1-jadval

10 % hajmdagi kerosin namunasi bug'lanish harorati bo'yicha genetik algoritm yordamida sun'iy neyron tarmoq tuzilmasini optimallashtirish parametrlari

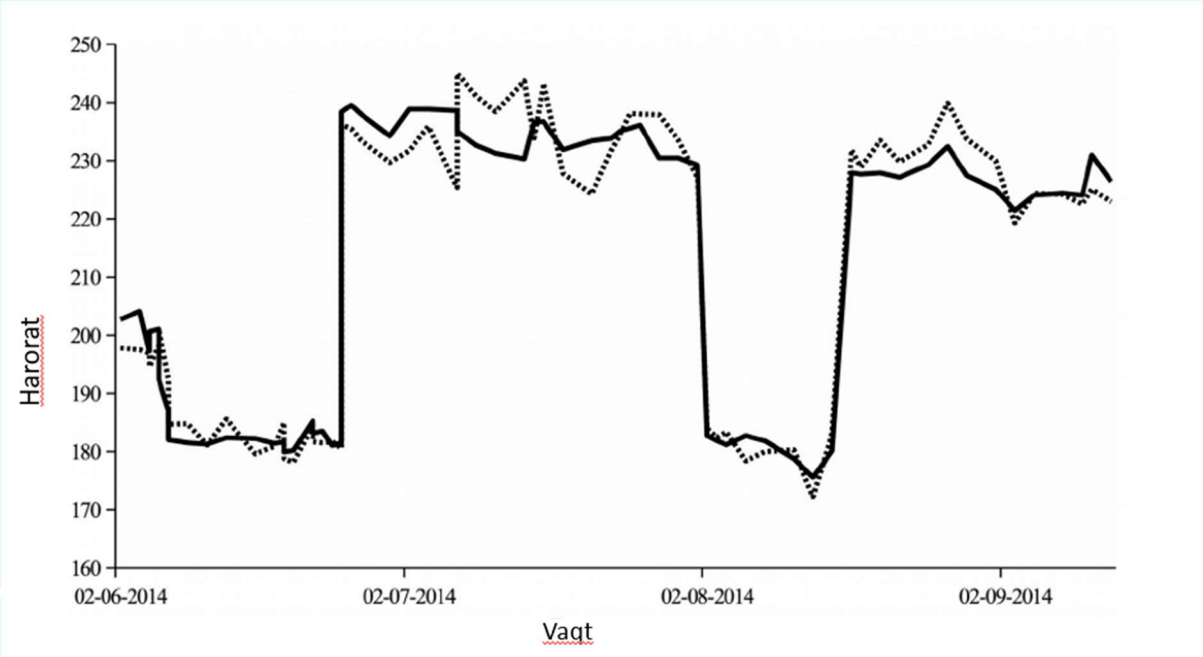
	Tanlangan qiymatlar oralig'i	Olingan natija
Sun'iy neyron tarmoqning strukturaviy parametrlari		
Kirish signallari soni	-	13
Chiqish signallari soni	-	1
Yashirin qatlamlar soni	0–2	1
Birinchi yashirin qatlamdagi neyronlar soni	1–10	5
Ikkinchi yashirin qatlamdagi neyronlar soni	1–10	-
Genetik algoritm yordamida sun'iy neyron tarmog'ining o'qitish parametrlari		
Populyatsiya soni	5–60	40
O'rganish bosqichi qadami (yoki o'rganish qadamining kattaligi)	0.05–0.6	0.35
Har bir xromosomaga to'g'ri keladigan mutatsiyalar soni	10–70	33
Xromosomalar kesishish (crossing-over) amaliyotlari soni	10–70	40
Xromosoma mutatsiyasining maksimal uzunligi	1–10	4
Har bir o'qitish siklida (epoch) yo'q qilinadigan xromosomalar ulushi (foizi)	0.2–0.8	0.6
Sigmoid funksiyasining tiklik (steepness) parametri	0.3–0.5	0.4

ISSN 3030-3907

Modelda 13 ta kirish signali (inputs) va 1 ta chiqish signali (output) mavjud. Neyron tarmoq 1 ta yashirin qatlam (hidden layer) dan iborat bo‘lib, unda 5 ta neyron joylashtirilgan. Bu arxitektura modelning kerosin namunalaridagi fizik-kimyoviy xususiyatlarni samarali qayta ishlashiga imkon beradi.

Genetik algoritm yordamida o‘qitish jarayoni uchun populyatsiya soni 40, o‘rganish bosqichining qadam kattaligi (learning step size) esa 0,35 deb tanlangan. Har bir xromosomaga to‘g‘ri keluvchi mutatsiyalar soni 33 ta, kesishish (crossing-over) amaliyotlari esa 40 ta qilib belgilangan. Mutatsiya uzunligi 4 birlik, ya’ni har bir evolyutsiya bosqichida tarmoqning 4 ta genetik elementi o‘zgaradi. Bundan tashqari, har bir epoch (o‘qitish sikli)da 0,6 qism xromosomalar “yo‘q qilinadi” — bu jarayon tanlab o‘qitishni tezlashtiradi va tarmoqni ortiqcha o‘rganish (overfitting)dan himoya qiladi. Sigmoid aktivatsiya funksiyasining tiklik koeffitsienti (β) esa 0,4 deb olingan bo‘lib, bu modelning chiqish signallarini silliq va barqaror o‘tish bilan ta’minlaydi. Ushbu parametrlarning tanlanishi natijasida neyron tarmoq tez o‘rganish tezligi, barqaror xatolik kamayishi va aniq bashorat qobiliyatini namoyon etadi. Genetik algoritm asosida optimallashtirilgan bu model ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida tahlil qilish va nazorat qilishda yuqori samaradorlik ko‘rsatadi.

Sun’iy neyron tarmog‘i yordamida o‘rganilgan modelning ishlash natijalari 10% hajmdagi kerosin namunasi bug‘lanish haroratini vaqt bo‘yicha modellashtirish orqali baholandi. Quyidagi grafikda neyron tarmoq tomonidan hisoblangan natijalar (uzluksiz chiziq) laboratoriya tahlil natijalari (punktir chiziq) bilan solishtirilgan (5-rasm).



5-rasm. Laboratoriya tahlillari asosida 10 % kerosin namunasi bug‘lanish haroratini modellashtirish uchun sun’iy neyron tarmog‘ining o‘qitish jarayonidagi ishlash samaradorligi

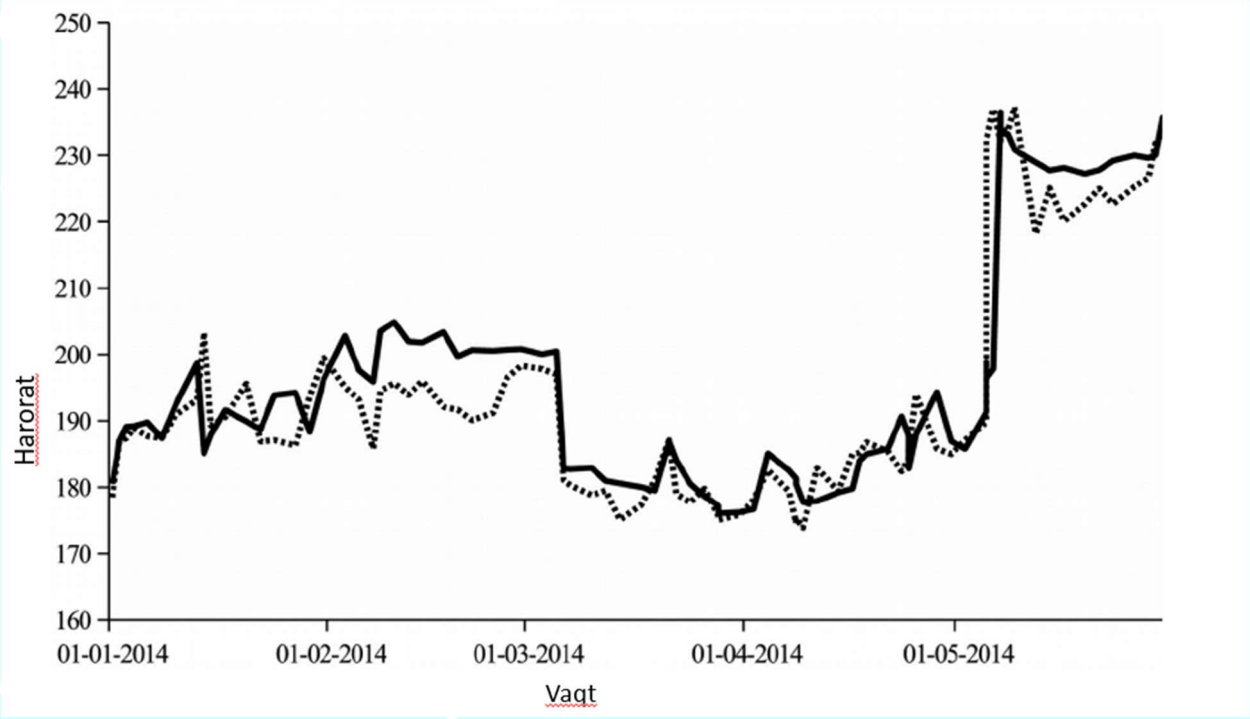
ISSN 3030-3907

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, neyron tarmoq tomonidan olingan natijalar laboratoriya o‘lchovlariga juda yaqin keladi. Harorat qiymatlari 160–250 °C oralig‘ida o‘zgarib turgan, bu esa bug‘lanish jarayonining tabiiy dinamikasini aks ettiradi. Modelning chiqish qiymatlari laboratoriya ma’lumotlari bilan deyarli bir xil trendda o‘zgarib, faqat ayrim nuqtalarda kichik farqlar (±2–3 °C) kuzatilgan. Bu farqlar modelning o‘qitish namunalarida mavjud bo‘lgan tasodifiy fluktuatsiyalar bilan izohlanadi.

Ushbu natijalar modelning yuqori aniqlik bilan jarayonni bashorat qila olish qobiliyatini ko‘rsatadi. O‘qitilgan sun’iy neyron tarmog‘i harorat o‘zgarishiga tez moslashadi, anomal holatlarni qayd etadi va jarayonning barqarorligini saqlash imkonini beradi. Bu ayniqsa Buxoro neftni qayta ishlash zavodidagi kerosin fraksiyasini ajratish jarayonida muhim ahamiyat kasb etadi.

Shunday qilib, ishlab chiqilgan model real texnologik jarayonlarni tahlil qilishda va ularni avtomatik boshqarishda samarali vosita sifatida qo‘llanishi mumkin. U ishlab chiqarishdagi energiya tejamkorlik, barqarorlik, va mahsulot sifatini optimallashtirish kabi ko‘rsatkichlarni sezilarli darajada yaxshilaydi.

Modelni o‘qitish bosqichidan so‘ng uning aniqligi va barqarorligi test ma’lumotlari to‘plamida sinovdan o‘tkazildi. Quyidagi grafikda (6-rasm) sun’iy neyron tarmog‘i tomonidan hisoblangan qiymatlar (to‘liq chiziq) hamda laboratoriya o‘lchov natijalari (punktir chiziq) orasidagi solishtirma tahlil keltirilgan.



6-rasm. Laboratoriya tahlillari asosida test bosqichida 10 % kerosin namunasi bug‘lanish haroratini modellashtirish uchun sun’iy neyron tarmog‘ining ishlash samaradorligi

ISSN 3030-3907

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, model laboratoriya natijalarini yuqori aniqlikda takrorlay olgan. Harorat o‘zgarishlari 160 °C dan 250 °C gacha bo‘lgan oraliqda aniq qayd etilgan. Neyron tarmoq o‘z chiqishlarini real ma’lumotlardagi dinamikaga mos holda o‘zgartirib borgan — bu esa modelning yetarli darajada umumlashganligini va ortiqcha o‘qitilmaganligini (overfitting yo‘qligini) ko‘rsatadi. Test bosqichidagi o‘rtacha og‘ish qiymati ±2–3 °C dan oshmagan, bu esa amaliy sanoat modellashtirish uchun yetarli aniqlik darajasi hisoblanadi. Shuningdek, grafikdagi keskin harorat o‘zgarishlariga modelning moslashuvchan javob bergani uning chiziqli bo‘lmagan jarayonlarni muvaffaqiyatli aniqlay olish qobiliyatini tasdiqlaydi.

Sun’iy intellekt asosida ishlab chiqilgan bunday model Buxoro neftni qayta ishlash zavodida kerosin fraksiyasi ajratish jarayonlarini avtomatik boshqarish uchun qo‘llanilishi mumkin. U real vaqt rejimida haroratni kuzatadi, o‘zgarishlarni oldindan bashorat qiladi hamda energetik resurslar sarfini kamaytirish imkonini beradi. Natijada, ishlab chiqarish jarayonining barqarorligi, xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi ortadi.

Sun’iy neyron tarmog‘ini tahlil qilish jarayonida modelning kirish o‘zgaruvchilari (input variables) orasida qaysi parametrlar kerosin sifatiga eng katta ta’sir ko‘rsatishini aniqlash maqsadida ta’sir indeksi (Casual Index, CI) hisoblandi. Ushbu indeks model kirishlari orasidagi sezuvchanlik (sensitivity)ni baholaydi va parametrlarning muhimligini miqdoriy jihatdan ifodalaydi. Natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Kerosin sifati uchun o‘qitilgan sun’iy neyron tarmoqdagi sababiy indeks qiymatlari

CI	Kirish o‘zgaruvchisi tavsifi
141	Kerosin chiqishi (kerosene draw)
76	Kerosin aylanishi (kerosene pumparound)
61	Ustunga beriladigan bug‘ (steam to column)
41	Yon ajratgichga bug‘ (steam to side stripper)
37	Ustun tepasining harorati (top column temperature)
15	Umumiy oziqlantirish (total feed)
-8	Kerosin podnoskasining harorati (kerosene tray temperature)
-9	Pech harorati (furnace temperature)

ISSN 3030-3907

-35	Ustun tepasidagi bosim (column top pressure)
-43	Yuqori qaytish oqimi (top reflux)
-56	Yengil dizel aylanishi (light diesel pumparound)
-56	Kerosin aylanishi harorati (kerosene pumparound temperature)
-151	Yengil dizel chiqishi (light diesel draw)

Jadval tahlili shuni ko‘rsatadiki, kerosin ajratib olish miqdori (kerosene draw), kerosin pumparound va kolonnaga berilgan bug‘ (steam to column) eng muhim o‘zgaruvchilar hisoblanadi. Ularning ta’sir indekslari mos ravishda 141, 76 va 61 bo‘lib, bu parametrlar kerosin fraksiyasining sifati va harorat dinamikasiga bevosita ta’sir etishini bildiradi. Shuningdek, bug‘ning yon tomonli stripperga berilishi (steam to side stripper) va kolonna yuqori qismidagi harorat (top column temperature) ham muhim rol o‘ynaydi. Bu parametrlar fraksion ajratish jarayonida distillat sifatining barqarorligini ta’minlaydi. Aksincha, kolonna yuqori bosimi (column top pressure), refluks (top reflux), dizel pumparound va dizel tortib olish (light diesel draw) manfiy indeks qiymatlariga ega. Bu ularning kerosin sifatiga bilvosita yoki teskari ta’sir ko‘rsatishini anglatadi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, modelda kerosin tortib olish va bug‘ berish parametrlarining to‘g‘ri nazorati sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimi uchun eng muhim omillardandir. Buxoro neftni qayta ishlash zavodida ushbu parametrlarning optimal boshqaruvi kerosin mahsulotining sifatini barqaror saqlash, energiya sarfini kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini berdi.

Xulosa*:* Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt texnologiyalarini neftni qayta ishlash jarayonlariga joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va mahsulot sifatini barqaror nazorat qilishda katta imkoniyatlarga ega. Neyron tarmoqlar asosidagi modellar texnologik jarayonlar o‘zgaruvchanligini yuqori aniqlikda tahlil qilish, harorat va bosim parametrlarini real vaqt rejimida optimallashtirish imkonini beradi. Buxoro neftni qayta ishlash zavodi misolida olib borilgan tahlillar sun’iy neyron tarmog‘ining 10 % kerosin namunasi bug‘lanish haroratini modellashtirishda yuqori aniqlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. O‘qitish bosqichida modelning xatolik qiymati 0,01 dan past bo‘lgan, test bosqichida esa laboratoriya ma’lumotlariga nisbatan farq ±2–3 °C oralig‘ida bo‘lib, bu amaliy modellashtirish uchun yetarli aniqlik darajasini ta’minlaydi. Model parametrlarining genetik algoritm yordamida

ISSN 3030-3907

optimallashtirilishi neyron tarmog‘ining o‘rganish tezligi va barqarorligini oshirdi. Natijada, tizim real ishlab chiqarish jarayonlaridagi keskin o‘zgarishlarga tezkor javob bera oladi. Eng muhim kirish o‘zgaruvchilar sifatida kerosin tortib olish miqdori, bug‘ sarfi va kolonna yuqori harorati aniqlangan bo‘lib, ularning optimal boshqaruvi kerosin sifatining barqarorligini ta’minlaydi. Sun’iy intellekt asosida ishlovchi raqamli boshqaruv tizimlarining Buxoro NQIZdagi tatbiqi quyidagi ijobiy natijalarga olib keladi: energiya sarfini 10–15 % gacha kamaytirish, jarayon tebranishlarini 2–3 baravar qisqartirish, ishlab chiqarish samaradorligini 8–12 % oshirish hamda inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni minimallashtirish. Shunday qilib, neftni qayta ishlash zavodlarida sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, energetik va ekologik ko‘rsatkichlarni yaxshilash hamda raqamli transformatsiya yo‘lida barqaror rivojlanish uchun muhim qadam hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Smith K. A., Gupta J. N. D., Neural networks in business: techniques and applications for the operations researcher, Computers & Operations Research 27, 2000, 1023-1044.
2. Yin-ju B., Application of genetic BP network to discriminating earthquakes and explosions, Acta Seismologica Sinica, 2002, 540-549.
3. Dokur Z., Segmentation of MR and CT Images Using a Hybrid Neural Network Trained by Genetic Algorithm, Neural Processing Letters 16, 2002, 211-225.
4. Henderson C. E., Potter W. D., Predicting Aflatoxin Contamination in Peanuts:A Genetic Algorithm/Neural Network Approach, Applied Intelligence 12, 2000, 183-192.
5. Brambilla A., Distillation control and optimization, McGraw-Hill Education, 2014, 309-319.
6. Kaes G. L., Some Practical Aspects Of Modeling Crude Oil Distillation, VMGSimUser'sManual, 2012, 1-18.
7. Kriesel D., A Brief introduction to Neural Networks, www.dkriesel.com, 2007, 15-37.
8. Stastny J., Skorpil V., Genetic Algorithm and Neural Network, Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Applied Informatics and Communications, Athens, 2007, 345-349.

ISSN 3030-3907