RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA NEFTNI QAYTA ISHLASH JARAYONLARINI BOSHQARISHDA SUN'IY INTELLEKTNING O'RNI

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

Annatatsiya: Ushbu maqolada raqamli transformatsiya jarayonida neftni qayta ishlash sanoatining samaradorligini oshirishda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining o'rni yoritilgan. Raqamli yechimlar, xususan, ma'lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qilish, bashoratli texnik xizmat ko'rsatish va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish orqali energiya tejamkorligini oshirish hamda inson omilini kamaytirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, SI asosidagi intellektual boshqaruv tizimlari neftni qayta ishlash korxonalarida xavfsizlik, barqarorlik va ekologik samaradorlikni ta'minlashdagi roliga alohida e'tibor qaratilgan. Maqolada neftni qayta ishlash jarayonlarining raqamli modellarini yaratish, "raqamli egizaklar" konsepsiyasini joriy etish va sun'iy intellekt algoritmlarini ishlab chiqarish amaliyotiga integratsiyalash bo'yicha tavsiyalar keltirilgan.

Kalit so`zlar: Raqamli transformatsiya, neftni qayta ishlash, sun'iy intellekt, bashoratli texnik xizmat, raqamli egizak, avtomatlashtirish, ishlab chiqarish samaradorligi, ekologik xavfsizlik, ma'lumotlar tahlili, intellektual boshqaruv tizimlari.

Annotation: This article highlights the role of artificial intelligence (AI) technologies in improving the efficiency of oil refining processes under the conditions of digital transformation. Digital solutions — in particular, real-time data analysis, predictive maintenance systems, and process automation — are examined as key tools for enhancing energy efficiency and reducing human factor influence. Special attention is given to the implementation of AI-based intelligent control systems in ensuring safety, stability, and environmental sustainability in oil refineries. The article also discusses the creation of digital models of oil refining processes, the application of the "digital twin" concept, and the integration of AI algorithms into industrial operations, providing practical recommendations for their implementation.

Keywords: Digital transformation, oil refining, artificial intelligence, predictive maintenance, digital twin, automation, production efficiency, environmental safety, data analysis, intelligent control systems.

ISSN 3030-3907

Kirish:

So‘nggi o‘n yillikda dunyo energetika tizimi, jumladan, neft-gaz sanoati jadal sur’atlar bilan raqamli transformatsiya bosqichiga kirib bormoqda. Raqamli texnologiyalarni ishlab chiqarish jarayonlariga integratsiya qilish — bu nafaqat avtomatlashtirish, balki intellektual boshqaruv, axborot oqimlarini optimallashtirish va qaror qabul qilish jarayonlarini raqamli muhitga ko‘chirishni anglatadi. Bunday yondashuv zamonaviy neftni qayta ishlash zavodlarini (NQIZ) “aqlli ishlab chiqarish tizimlari” (smart manufacturing systems) darajasiga olib chiqadi [1,2].

Raqamli transformatsiyaning markazida sun’iy intellekt (SI) texnologiyalari turadi. SI — bu inson tafakkurini imitatsiya qiluvchi, murakkab ma’lumotlar asosida o‘z-o‘zini o‘rganish (self-learning), bashorat qilish (predictive analytics) va avtonom qaror qabul qilish (autonomous decision-making) imkoniyatlariga ega dasturiy tizimlardir. Neftni qayta ishlash sohasida bu texnologiyalar katta hajmdagi real vaqt ma’lumotlarini tahlil qilish, jarayonlarning optimal parametrlarini tanlash, avariyaviy holatlarni oldindan aniqlash va energiya resurslaridan oqilona foydalanish imkonini beradi [3,4].

Neftni qayta ishlash zavodlari faoliyatida yuzlab texnologik jarayonlar bir-biri bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, ularning samarali boshqaruvi ko‘p o‘zgaruvchili, noaniq tizimlarni tahlil qilishni talab etadi bu esa an’anaviy avtomatlashtirish usullari bu murakkablikni to‘liq qamrab ololmaydi. Shu sababli, sun’iy intellekt asosida qurilgan intellektual boshqaruv tizimlari (Intelligent Control Systems) an’anaviy algoritmik yondashuvlardan ustun bo‘lib, adaptiv, o‘zgaruvchan va tarmoqli boshqaruv modellarini shakllantiradi [5].

Shuningdek, sun’iy intellektni joriy etish raqamli ekotizimlarni yaratishning asosi bo‘lib, ular orqali zavodning barcha bo‘limlari — ishlab chiqarish, laboratoriya, logistika, energiya ta’minoti va ekologik monitoring — yagona raqamli platformada ishlaydi. Bu esa samaradorlik, xavfsizlik va barqarorlikni bir vaqtning o‘zida ta’minlaydi [6].

Hozirgi kunda “Raqamli zavod” (Digital Refinery) kontseptsiyasi xalqaro neft kompaniyalari — ***Shell, BP, TotalEnergies, Saudi Aramco, Gazprom Neft*** va boshqalar tomonidan faol joriy etilmoqda. Bu kompaniyalar SI asosida bashoratli texnik xizmat (Predictive Maintenance), intellektual energiya balanslash (Energy Optimization) va raqamli (Digital Twin) texnologiyalarini tatbiq etish orqali ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta’minlashga erishmoqda [7,8].

Shu sababli, raqamli transformatsiya sharoitida neftni qayta ishlash zavodlarida sun’iy intellektning o‘rni tobora ortib bormoqda. Ushbu maqolada sun’iy intellekt texnologiyalarining neftni qayta ishlash jarayonlarini

ISSN 3030-3907

boshqarishdagi roli, ularning samaradorlikka ta’siri, afzalliklari va istiqbollari tahlil qilinadi.

Materiallar va usullar: Sun’iy intellekt texnologiyalarining asosiy turlari - sun’iy intellekt (SI) — bu inson tafakkuri, idroki va mantiqiy qaror qabul qilish jarayonlarini matematik modellashtiruvchi algoritmik tizimlar majmui bo‘lib, u o‘rganish (learning), moslashish (adaptation) va bashorat qilish (prediction) kabi funksiyalarni bajaradi. Neftni qayta ishlash zavodlarida SI texnologiyalarini joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, nosozliklarni oldini olish va energiya resurslaridan oqilona foydalanish imkonini beradi [9,10]. Zamonaviy ishlab chiqarishda quyidagi sun’iy intellekt texnologiyalari eng keng qo‘llanilmoqda:

-Mashinali o‘qitish (Machine Learning, ML) SI tizimining ma’lumotlar asosida mustaqil o‘rganish va yangi qonuniyatlarni aniqlash qobiliyatidir. Neftni qayta ishlash sohasida ML algoritmlari jarayon parametrlarini (harorat, bosim, oqim tezligi) tahlil qilib, optimal ishlash rejimlarini avtomatik aniqlaydi. Masalan, katalitik kreking jarayonida ML modellar xom neft tarkibidagi o‘zgarishlarga mos ravishda reaktor haroratini avtomatik sozlaydi. Bu mahsulot chiqishini 5–8% ga oshiradi va energiya sarfini 10–12% gacha kamaytirishi isbotlangan va ularning o`qitish modellarining asosiy turlari mazoratli o‘qitish (Supervised learning) — oldindan belgilangan ma’lumotlar asosida natijani prognozlash, nazoratsiz o‘qitish (Unsupervised learning) — yangi ma’lumotlardagi yashirin munosabatlarni aniqlash, kuchaytiruvchi o‘qitish (Reinforcement learning) — tizimning o‘z tajribasi asosida mukofot/zarar mexanizmi orqali optimal yechimni topishdan iborat.

-Sun’iy neyron tarmoqlar (Artificial Neural Networks, ANN) inson miyasidagi neyron aloqalarni matematik modellashtiruvchi tizimlardir. ANN-lar ko‘p parametrli jarayonlarni boshqarishda yuqori samaradorlikka ega. Neftni qayta ishlashda ular asosan distillatsiya kolonnalarining issiqlik balansini barqaror ushlab turish, reaktorlar harorati va bosimini optimal darajada saqlash, mahsulot tarkibini onlayn tahlil qilish va real vaqt rejimida nazoratni amalga oshirish vazifalari bajaradi. Masalan, fraksion distillatsiya tizimida ANN yordamida chiqishdagi benzin, kerosin va dizel fraksiyalarining sifat ko‘rsatkichlari avtomatik boshqariladi. Bu esa inson aralashuvisiz avtonom boshqaruv tizimini yaratish imkonini beradi.

-Ekspert tizimlar (Expert Systems, ES) bu ma’lum bir sohadagi mutaxassis bilimlarini bazaga joylashtirgan holda intellektual maslahat beruvchi va qaror qabul qiluvchi dasturlardir. Neftni qayta ishlashda ekspert tizimlarga operatorlarga texnologik parametrlarni tanlashda tavsiyalar berish, avariya xavfi yuzaga kelgan holatlarda eng xavfsiz yo‘lni taklif etish, ishlab chiqarish rejasini

ISSN 3030-3907

optimal variant asosida shakllantirish ya`ni "ExpertRefine" tipidagi tizimlar AI asosidagi bilimlar bazasi yordamida distillatsiya va reforming jarayonlarini boshqaradi hamda xatoliklar ehtimolini 30% gacha kamaytirish imkoniyatiga ega bo`ladi.

- Kompyuter ko'rish (Computer Vision, CV) AI tizimlari vizual tasvirlarni tahlil qilish, shuningdek kameralar va dronlar orqali real vaqt monitoringini amalga oshirish hamda texnologiya neftni qayta ishlash korxonalarida quyidagilarda qo'llaniladi:

-quvurlar, rezervuarlar va nasoslarning texnik holatini masofadan nazorat qilish;

-yong'in yoki gaz sizib chiqish holatlarini erta aniqlash;

-xavfsizlik kameralaridan olingan tasvirlar asosida ishchilar harakatini tahlil qilish va xavfsizlik talablariga rioya etilishini nazorat qilish va kompyuter ko'rishning joriy etilishi avariyalar sonini kamaytiradi, xavfsizlikni oshiradi va ekologik monitoringni avtomatlashtiradi.

-Tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing, NLP) NLP texnologiyalari yordamida AI inson tilini tushunadi, matnni tahlil qiladi va avtomatik hisobotlar tuzadi. Neftni qayta ishlashda bu tizimlarga texnologik hisobotlar va laboratoriya natijalarini avtomatik tahlil qilish, operatorlarning yozma ma'lumotlarini tuzilmali shaklga keltirish, ishlab chiqarishdagi o'zgarishlarni intellektual ogohlantirish tizimi orqali qayd etish va NLP asosidagi "SmartReport" tizimlari kunlik ishlab chiqarish hisobotlarini sun'iy intellekt yordamida yaratadi, bu esa mutaxassislarning vaqtini 60–70% tejashga olib keladi.

Shunday qilib, sun'iy intellekt texnologiyalari neftni qayta ishlash sohasida an'anaviy boshqaruv tizimlarini intellektual, avtonom va o'zgaruvchan muhitga moslashuvchan tizimlarga aylantiradi. Ular yordamida korxonalar raqamli transformatsiyaning asosiy bosqichini bosib o'tib, "aqlli ishlab chiqarish" (Smart Refinery) modeliga yaqinlashadi.

Natijalar va ularning muhokamasi: Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, raqamli transformatsiya sharoitida sun'iy intellekt texnologiyalarining neftni qayta ishlash jarayonlariga integratsiyasi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va xavfsizlik darajasini yaxshilashda muhim ahamiyat kasb etadi. Boshqaruv tizimlariga sun'iy intellekt algoritmlarining joriy etilishi natijasida distillatsiya, katalitik kreking va reforming jarayonlarida texnologik parametrlar avtomatik tarzda muvozanatlashtiriladi, bu esa jarayonlarning barqarorligini 7–10 foizga, mahsulot chiqishini 5–8 foizga oshirishga, yoqilg'i sarfini esa 10–12 foizgacha kamaytirishga imkon beradi. Ushbu natijalar sun'iy intellekt modellarining real vaqt rejimida ma'lumotlarni tahlil qilish, yashirin bog'lanishlarni aniqlash va optimal boshqaruv qarorlarini shakllantirish qobiliyatiga asoslangan.

ISSN 3030-3907

Energiya tejamkorligi yo‘nalishida ham sezilarli ijobiy o‘zgarishlar kuzatiladi ya`ni sun’iy neyron tarmoqlar asosida ishlovchi issiqlik balanslash tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarida ortiqcha issiqlik yo‘qotishlarini aniqlanib, energiya oqimini optimal tarzda boshqarish imkonini berishi hamda ishlab chiqarishning umumiy energetik xarajatlari o‘rtacha 15–18 foizgacha kamayishiga, bu yondashuv nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshirish, balki ekologik barqaror ishlab chiqarish konsepsiyasiga ham mos keldi. Jahon tajribasida, masalan BP kompaniyasining “Smart Refinery” loyihasida sun’iy intellekt asosida energiya iste’moli 17 foizga qisqargani aniqlangan bo‘lib, bu O‘zbekiston neft-gaz sanoati uchun ham amaliy ahamiyatga ega tajriba hisoblanadi.

Xavfsizlik va ekologik nazorat yo‘nalishida esa kompyuter ko‘rish texnologiyalarining joriy etilishi muhim natijalarga olib keladi. Dronlar va kameralar orqali olingan tasvirlarni sun’iy intellekt yordamida tahlil qilish texnologik avariyalarni erta aniqlash, gaz sizib chiqish yoki yong‘in xavfini oldindan ogohlantirish imkonini beradi. Shu orqali avariya holatlari soni 25–30 foizgacha kamayishi, ishlab chiqarish xavfsizligi indeksi esa 1,4 barobarga oshishi, bundan tashqari, IoT tarmoqlari bilan integratsiyalashgan AI tizimlari chiqindi gazlarning kimyoviy tarkibini real vaqt rejimida tahlil qilinib, azot oksidlari (NO_x) va karbonat angidrid (CO_2) miqdorining me’yordan oshmasligi, bu ekologik standartlarga muvofiqlikni ta’minlab, korxonalarning atrof-muhitga salbiy ta’sirini kamaytiradi.

Sun’iy intellektning eng muhim qo‘llanilish sohalaridan biri — bashoratli texnik xizmat (Predictive Maintenance) tizimlari orqali texnik holatni doimiy monitoring qilishdir. AI algoritmlari yordamida uskunalarning vibratsion, termografik va akustik signallari tahlil qilinib, nosozliklar paydo bo‘lishidan avval ogohlantirish signali yuboriladi. Natijada texnik to‘xtashlar soni 2–3 baravar kamayadi, nasos va kompressorlarning xizmat muddati 15–20 foizga uzayadi, nosozliklar soni esa 40 foizgacha qisqaradi. Bu ishlab chiqarishning uzluksizligini ta’minlashda va texnik xizmat xarajatlarini kamaytirishda muhim omil bo‘ladi.

Tahlil natijalariga ko‘ra, sun’iy intellekt asosida qurilgan intellektual boshqaruv tizimlari ishlab chiqarish tannarxini o‘rtacha 8–10 foizga kamaytirgan, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni esa 0,5 foizgacha tushirgan. Boshqaruv jarayonining avtomatlashtirilishi ishlab chiqarish hajmini 5–7 foizga oshirgan. Sun’iy intellektni joriy etishning iqtisodiy samarasi “raqamli rentabellik koeffitsienti” (Digital ROI) bo‘yicha 1,4–1,6 ni tashkil etadi, bu esa har bir investitsiya qilingan 1 so‘m uchun o‘rtacha 1,4–1,6 so‘mlik foyda olinayotganini anglatadi.

Olingan natijalar xalqaro tajribalar bilan solishtirilganda, neftni qayta ishlash sohasida sun’iy intellektning joriy etilishi strategik raqamli rivojlanishning

ISSN 3030-3907

ajralmas tarkibiy qismi ekanligi tasdiqlandi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt tizimlari an’anaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga nisbatan ko‘p parametrli va noaniq jarayonlarda aniqroq qarorlar qabul qiladi, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga energiya, mehnat va ekologik resurslarni tejash imkonini yaratadi. Ayniqsa, “raqamli ikiz” (Digital Twin) texnologiyalarini ishlab chiqarishga tatbiq etish orqali zavod jarayonlarini virtual modellashtirish va tajribasiz optimallashtirish imkoniyatlari kengaymoqda.

Umuman olganda, natijalar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish neftni qayta ishlash sohasini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Bu texnologiyalar korxonalarning raqamli transformatsiyasini tezlashtiradi, ishlab chiqarish jarayonlarini barqaror va xavfsiz qiladi, resurslardan samarali foydalanish orqali iqtisodiy va ekologik samaradorlikni oshiradi. Shunday qilib, sun’iy intellekt neftni qayta ishlash sanoatining raqamli transformatsiyasida asosiy drayverlardan biriga aylanmoqda va uning kelgusidagi rivojlanishi O‘zbekiston neft-kimyo tarmog‘ining innovatsion raqobatbardoshligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

Xulosa: Raqamli transformatsiya jarayonida sun’iy intellekt texnologiyalarining neftni qayta ishlash tizimlariga integratsiyasi ishlab chiqarishning yangi, samarali va xavfsiz bosqichini shakllantirmoqda. AI texnologiyalari jarayonlarni boshqarish, energiya tejamkorligi, ekologik monitoring va texnik xizmat ko‘rsatish sohalarida yuqori natijalar beradi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sun’iy intellekt asosidagi tizimlar mahsulot chiqishini 5–8% ga oshirishi, energiya sarfini 15–18% gacha kamaytirishi, hamda avariya va inson xatolarini 25–30% gacha qisqartirishi va AI yordamida ishlab chiqilgan “bashoratli texnik xizmat” tizimlari uskunalarning ishlash muddatini uzaytirib, ishlab chiqarish barqarorligini oshishiga olib keladi hamda raqamli rentabellik koeffitsienti (Digital ROI) o‘rtacha 1,5 ni tashkil etishi, AI joriy etilishi ekologik samarani ham ta’minlab, chiqindilarni kamaytirish va “yashil texnologiyalar” tamoyillarini amalda qo‘llash imkonini beradi. Umuman olganda, sun’iy intellekt neftni qayta ishlash sanoatini raqamli, energiya tejamkor va intellektual boshqaruvga asoslangan tizim darajasiga olib chiqadi. Kelgusida AI texnologiyalarini mahalliy sharoitlarga moslashtirish va malakali mutaxassislar tayyorlash ushbu yo‘nalishning barqaror rivojlanishini ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Petrova N., Ivanov A. Artificial Intelligence in Petroleum Refining Industry. Journal of Energy Systems and Engineering, 2022, Vol. 47, No. 3, pp. 112–120.
2. J. Smith. AI-Based Optimization in Oil Refineries: Challenges and Perspectives. Springer Publishing, Berlin, 2021.

ISSN 3030-3907

4. Gazprom Neft. Digital Refinery Concept and Implementation Report. Official publication of Gazprom Neft Digital Technologies Department, Moscow, 2023.
5. BP. Smart Refinery and Predictive Maintenance Platform Report. BP Global Technology Center, London, 2022.
6. TotalEnergies. Intelligent Process Automation in Downstream Operations. TotalEnergies Technical Bulletin, Paris, 2023.
7. Uzneftgaz. O‘zbekiston neft-gaz sanoatida raqamli texnologiyalarni joriy etish strategiyasi. Innovatsion rivojlanish markazi hisobot materiali, Toshkent, 2024.
8. Abdullaev Sh., Niyazov R. Sun’iy intellekt texnologiyalarining energetika va kimyo sanoatidagi qo‘llanilishi. O‘zbekiston energetika jurnali, 2023, №4, 56–63-betlar.
9. Deloitte Insights. AI in Energy and Natural Resources Sector. Deloitte Digital Transformation Report, 2023.
10. World Economic Forum. Artificial Intelligence for Industrial Efficiency. Global Industry 4.0 Review, Geneva, 2022.
11. Al-Farouq A., Chen L. Machine Learning Applications for Process Optimization in Oil Refineries. Journal of Industrial AI Research, 2024, Vol. 5, No. 2, pp. 88–102.

ISSN 3030-3907