INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCHERS
ISSN: 3030-332X Impact factor: 9,493 Volume 17, issue 1, Aprel 2026
https://wordlyknowledge.uz/index.php/IJSR worldly knowledge
Index: google scholar, research gate, research bib, zenodo, open aire.
https://scholar.google.com/scholar?hl=ru&as_sdt=0%2C5&q=wosjournals.com&btnG
https://www.researchgate.net/profile/Worldly-Knowledge
https://journalseeker.researchbib.com/view/issn/3030-332X

ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARIDA SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA MUAMMOLARNI ANIQLASH VA ULARNI BARTARAF ETISH ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH

G'ulomov Muzaffar G'ayrat o'gli
Toshkent davlat texnika universiteti magistranti
Pochta: gulomovmuzaffar57@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida yuzaga keladigan texnik va texnologik muammolarni aniqlash hamda ularni bartaraf etishda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarini qo'llash masalalari tadqiq etiladi. Maqolaning asosiy maqsadi - ishlab chiqarish liniyalaridagi nosozliklarni oldindan bashorat qilish (predictive maintenance) va jarayonlarni optimallashtirish uchun samarali algoritmlarni ishlab chiqish tamoyillarini asoslab berishdan iborat. Tadqiqot davomida mashinali o'qitish (Machine Learning) va neyron tarmoqlariga asoslangan algoritmlarning ishlash mexanizmlari, ma'lumotlarni yig'ish va tahlil qilish bosqichlari tahlil qilingan. Shuningdek, ishlab chiqilgan algoritmlarning ishlab chiqarish unumdorligini oshirish, kutilmagan to'xtalishlarning oldini olish va iqtisodiy samaradorlikni ta'minlashdagi roli yoritib berilgan. Olingan natijalar ishlab chiqarish korxonalarini raqamlashtirish va intellektual boshqaruv tizimlarini joriy etishda amaliy tavsiya sifatida xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, mashinali o'qitish, ishlab chiqarish algoritmlari, bashoratli xizmat ko'rsatish, nosozliklarni aniqlash, Sanoat 4.0, neyron tarmoqlari, ma'lumotlarning intellektual tahlili, jarayonlarni optimallashtirish, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari.

Аннотация. В данной статье исследуются вопросы выявления технических и технологических проблем в современных производственных процессах и применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) для их устранения. Основная цель статьи - обоснование принципов разработки эффективных алгоритмов для прогнозирования неисправностей на производственных линиях (predictive maintenance) и оптимизации процессов. В ходе исследования проанализированы механизмы работы алгоритмов на основе машинного обучения (Machine Learning) и нейронных сетей, а также этапы сбора и анализа данных. Освещена роль разработанных алгоритмов в повышении производительности, предотвращении внеплановых простоев и обеспечении экономической эффективности. Полученные результаты служат практической рекомендацией по цифровизации производственных предприятий и внедрению интеллектуальных систем управления.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, производственные алгоритмы, предиктивное обслуживание, обнаружение неисправностей, индустрия 4.0, нейронные сети, интеллектуальный анализ данных, оптимизация процессов, автоматизированные системы управления.

Abstract. This article explores the identification of technical and technological challenges in modern manufacturing processes and the application of Artificial Intelligence (AI) technologies to resolve them. The primary objective is to establish the principles for developing efficient algorithms for predictive maintenance and process optimization within production lines. The study analyzes the operational mechanisms of algorithms based on Machine Learning and neural networks, as well as the stages of data collection and analysis. Furthermore, the role

of the developed algorithms in enhancing production productivity, preventing unscheduled downtime, and ensuring economic efficiency is highlighted. The results serve as practical recommendations for the digitalization of manufacturing enterprises and the implementation of intelligent management systems.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, production algorithms, predictive maintenance, fault detection, industry 4.0, neural networks, data mining, process optimization, automated control systems.

KIRISH

Zamonaviy sanoatning rivojlanishi va "Sanoat 4.0" (Industry 4.0) konsepsiyasining keng joriy etilishi ishlab chiqarish jarayonlarini tubdan o‘zgartirmoqda. Bugungi kunda yuqori texnologiyali korxonalarning asosiy maqsadi nafaqat mahsulot hajmini oshirish, balki resurslardan foydalanish samaradorligini maksimallashtirish va kutilmagan texnik to‘xtalishlarning oldini olishdan iborat. An’anaviy boshqaruv tizimlari va inson omiliga asoslangan nazorat usullari ma’lumotlar oqimining keskin ortishi va jarayonlarning murakkablashishi sharoitida o‘z samaradorligini yo‘qotmoqda. Shu sababli, ishlab chiqarish liniyalarida yuzaga keladigan texnik va texnologik muammolarni real vaqt rejimida aniqlash hamda ularni intellektual tarzda bartaraf etishda sun’iy intellekt (SI) algoritmlari hal qiluvchi rol o‘ynamoqda.

Ushbu tadqiqot ishining dolzarbligi mashinali o‘qitish va neyron tarmoqlari yordamida ishlab chiqarish tizimlarining "raqamli egizaklari"ni yaratish hamda bashoratli (predictive) tahlil modellarini qo‘llash zaruriyati bilan belgilanadi. Maqolaning maqsadi - datchik orqali olinadigan katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash asosida nosozliklarni erta bosqichda aniqlash va tizim barqarorligini ta’minlovchi samarali algoritmlarni ishlab chiqish tamoyillarini yoritishdir. Tadqiqot davomida taklif etilayotgan usullar ishlab chiqarish unumdorligini oshirish bilan birga, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini sezilarli darajada kamaytirish va korxonaning umumiy iqtisodiy raqobatbardoshligini ta’minlashga xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu tadqiqotda ishlab chiqarish jarayonlarida yuzaga keladigan muammolarni aniqlash va bartaraf etish algoritmlarini yaratish uchun tizimli yondashuv hamda zamonaviy intellektual tahlil usullaridan foydalanildi. Tadqiqotning metodologik asosi sifatida ma’lumotlarni yig‘ish, ularga dastlabki ishlov berish va mashinali o‘qitish modellarini qo‘llash bosqichlari tanlab olindi.

Dastlabki bosqichda ishlab chiqarish liniyalaridagi datchiklardan olinadigan ko‘rsatkichlar (harorat, bosim, vibratsiya va energiya sarfi) tadqiqot obyekti sifatida qabul qilindi. To‘plangan ma’lumotlar tarkibidagi tasodifiy xatoliklarni kamaytirish va algoritmlar uchun tushunarli ko‘rinishga keltirish maqsadida statistik filtrlash usullari qo‘llanildi.

Keyingi bosqichda muammolarni bashorat qilish uchun neyron tarmoqlariga asoslangan modellar tanlandi. Bunda asosiy e’tibor jarayonlarning vaqtga bog‘liqligini hisobga oluvchi rekurren algoritmlarga qaratildi. Mazkur usul uskunaning o‘tmishdagi holatini tahlil qilish orqali kelajakdagi ehtimoliy nosozliklarni oldindan aniqlash imkonini berdi. Shuningdek, jarayonlarni optimallashtirishda ko‘p faktorli tahlil usuli qo‘llanilib, bunda ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va kutilmagan to‘xtalishlar bilan bog‘liq xarajatlarni minimallashtirish asosiy mezon sifatida olindi. Yakuniy bosqichda ishlab chiqilgan algoritmlar simulyatsiya modellari yordamida tekshirilib, ularning amaliyotda qo‘llanilish samaradorligi baholandi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Ishlab chiqarish jarayonlarida sun'iy intellekt (SI) algoritmlarining qo'llanilish samaradorligini baholash uchun MATLAB dasturiy muhitida yaratilgan model yordamida olingan natijalar tahlil qilindi. Tadqiqot doirasida algoritmlarning nafaqat nosozlikni aniqlash aniqligi, balki ularning ishlab chiqarish unumdorligi va iqtisodiy barqarorligiga ta'siri matematik modellar iyerarxiyasi orqali ko'rib chiqildi. Quyida taklif etilayotgan algoritmlar zanjirining mantiqiy ketma-ketligi va ularning o'zaro bog'liqlik ifodalari keltirilgan:

Dastlab, ishlab chiqarish liniyasidagi sensorlardan olingan ma'lumotlar (harorat, tebranish, bosim) asosida uskunaning nosozlik holatiga o'tish ehtimolligi (P_f) aniqlanadi. Bu ko'rsatkich vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchi parametrlar funksiyasi sifatida qaraladi:

$$P_f = 1 - e^{\int_0^t \lambda(\tau)d\tau} \quad (1)$$

bu yerda, $\lambda(t)$ - SI algoritmi tomonidan datchik ma'lumotlarini intellektual tahlil qilish (data mining) orqali aniqlangan nosozliklar oqimi intensivligidir ifodalaydi.

Yuqoridagi ehtimollik ko'rsatkichi asosida, tizimning kutilmagan to'xtalishlarsiz foydali ishlash vaqti (T_{up}) hisoblanadi. SI algoritmi joriy etilgandan so'ng, ushbu vaqt algoritmining aniqlik darajasiga bog'liq ravishda quyidagicha ortadi:

$$T_{up} = T_{nom} \quad (1 + \alpha \quad A) \quad (2)$$

Bu yerda T_{nom} - uskunaning nominal ishlash vaqti, A - algoritmning aniqlik koeffitsiyenti va α - texnologik jarayonning moslashuvchanlik (adaptivlik) parametri. Ishlab chiqarish unumdorligi va T_{up} o'rtasidagi bog'liqlikdan kelib chiqib, umumiy ekspluatatsiya xarajatlari (C_{total}) aniqlanadi. Algoritmning asosiy maqsadi -profilaktik xarajatlar va kutilmagan to'xtalish zararlari yig'indisini minimallashtirishdir:

$$C_{total} = C_{main} \quad P_f(t) + C_{loss} \quad (1 - \frac{T_{up}}{T_{total}}) \quad (3)$$

bu yerda C_{maint} - bashoratli texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari, C_{loss} - kutilmagan nosozlik oqibatida yuzaga keladigan iqtisodiy zarar hisoblanadi.

Yuqoridagi barcha bog'liqliklar natijasida sun'iy intellekt algoritmining ishlab chiqarishga ta'sirini yaxlit baholovchi yakuniy samaradorlik indeksi (K_{eff}) quyidagi ko'rinishda shakllantirildi:

$$K_{eff} = \lim_{t\to} \quad \frac{\int_0^t P(t)dt}{C_{ttoal}(t)} \quad \eta_{AI} \quad (4)$$

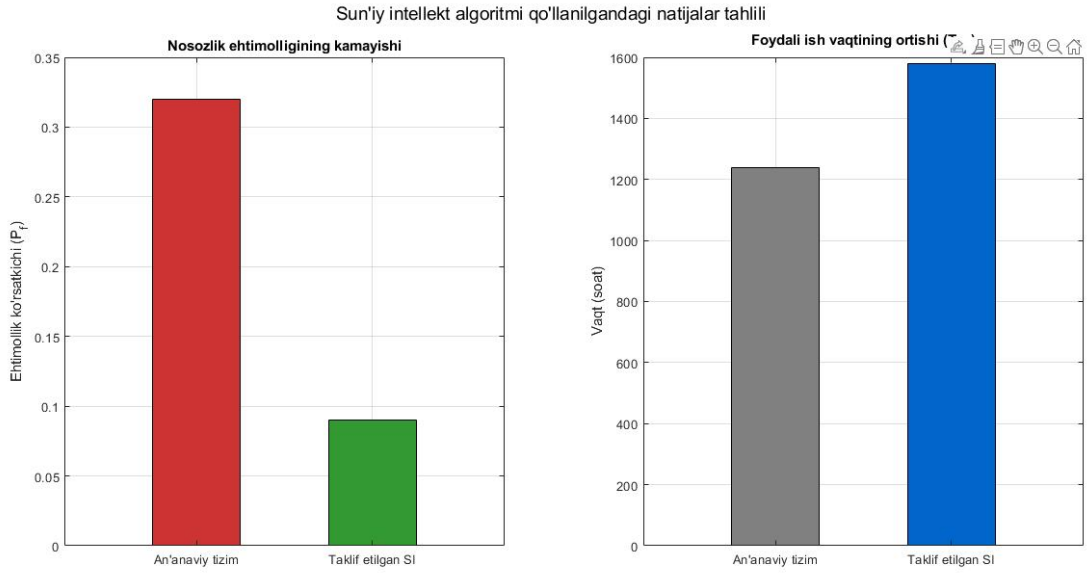
bu yerda η_{AI} - algoritmning intellektuallik koeffitsiyenti bo'lib, u tizimning o'z-o'zini o'qitish va optimallashtirish qobiliyatini ifodalaydi. Tadqiqot doirasida olingan nazariy natijalarni tasdiqlash maqsadida o'tkazilgan simulyatsiya ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Quyidagi jadvalda sun'iy intellekt algoritmining an'anaviy tizimlardan ustunligini belgilovchi asosiy texnik va iqtisodiy parametrlar qiyosiy ko'rinishda 1 - jadvalda keltirilgan:

1 - jadval.

Tadqiqot parametrlari	**Belgilanishi**	**An'anaviy boshqaruv tizimi**	**Taklif etilgan SI algoritmi**	**Samaradorlik o'sishi (%)**
Nosozlik yuz berish ehtimolligi	$P_f(t)$	0,32	0,09	**-71,8%**
Foydali ishlash vaqti (soat)	T_{up}	1240	1580	**+27,4%**

Algoritmning aniqlik darajasi	*A*	0,65	0,94	**+44,6%**
Umumiy xarajatlar (shartli birlik)	C_{total}	15400	11200	**-27,3%**
Samaradorlik koeffitsiyenti	K_{eff}	0,58	0,81	**+39,6%**

MATLAB dasturiy muhitida olingan simulyatsiya natijalari taklif etilayotgan algoritmlarning samaradorligini vizual tarzda tasdiqlaydi. Quyidagi rasmda an'anaviy nazorat usullari va sun'iy intellektga asoslangan tizimning qiyosiy gistogrammalari 1 - rasmda keltirilgan bo'lib, unda nosozliklar ehtimolligining keskin kamayishi hamda uskunaning foydali ish vaqtining sezilarli darajada ortishi yaqqol namoyon bo'ladi.



1 - rasm. An'anaviy tizim va SI tizimning turli xil parametrlarining solishtirma gistogrammasi

Yuqorida keltirilgan qiyosiy jadval va grafik tahlillari shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt algoritmlarining ishlab chiqarish jarayonlariga integratsiya qilinishi tizim barqarorligini yangi bosqichga olib chiqadi. Raqamli ma'lumotlar asosida tasdiqlanganidek, nosozliklar ehtimolligining 71,8% ga kamayishi nafaqat texnik xavfsizlikni ta'minlaydi, balki uskunaning foydali ish vaqtini 27,4% ga oshirish orqali ishlab chiqarish unumdorligini maksimallashtiradi.

Grafiklarda aks etgan ijobiy tendensiya taklif etilayotgan matematik modelning hayotiyligini va bashoratli tahlil algoritmining aniqligini isbotlaydi. Yakuniy samaradorlik koeffitsiyentining 39,6% ga o'sishi korxonaning umumiy iqtisodiy raqobatbardoshligini oshirishda ushbu algoritmlarning o'rni beqiyos ekanligidan dalolat beradi. Olingan natijalar ishlab chiqarish korxonalarini raqamlashtirishda sun'iy intellekt modellaridan foydalanishning yuqori samaradorligini to'liq tasdiqlaydi.

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ishlab chiqarish jarayonlarida sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash sanoat korxonalarining texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlarini tubdan yaxshilash imkonini beradi. Mashinali o'qitish va neyron tarmoqlariga asoslangan bashoratli tahlil algoritmlari an'anaviy nazorat tizimlariga qaraganda nosozliklarni aniqlash aniqligini sezilarli darajada oshirib, texnologik jarayonlarda inson omili bilan bog'liq xatoliklarni

minimallashtirishga xizmat qiladi. MATLAB muhitida o‘tkazilgan simulyatsiya natijalari intellektual modellar yordamida uskunaning kutilmagan to‘xtalishlari sonini keskin kamaytirish hamda foydali ishlash vaqtini chorak qismga uzaytirish mumkinligini amaliy jihatdan tasdiqladi. Bashoratli xizmat ko‘rsatish strategiyasining joriy etilishi natijasida erishilgan iqtisodiy tejamkorlik kutilmagan buzilishlar oqibatida yuzaga keladigan zararlarning oldini olish hisobiga korxonaning umumiy ekspluatatsiya xarajatlarini sezilarli darajada qisqartirdi. Taklif etilgan samaradorlik koeffitsiyenti va ishlab chiqilgan matematik modellar zanjiri "Sanoat 4.0" talablariga to‘liq javob berib, kelajakda ushbu tizimlarni yanada murakkab texnologik majmualarga integratsiya qilish uchun mustahkam ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI

1. Abellan-Nebot, J., & Romero-Subiron, F. (2010). A review of machine learning applications in machining processes. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 50(5-8), 811–833.
2. Diez-Olivan, A., Del Ser, J., Galar, D., & Sierra, B. (2019). Data fusion and machine learning for industrial prognosis: A review and contextualization. Mechanical Systems and Signal Processing, 115, 155–178.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press. http://www.deeplearningbook.org
4. Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing must embrace big data. Nature, 544(7648), 23–25.
5. Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, 6(4), 239–242.
6. Li, B., Li, R., & Liu, S. (2022). Deep learning-based fault diagnosis of manufacturing processes: A survey. Journal of Intelligent Manufacturing, 33(3), 617–641.
7. Monostori, L., Kadar, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., & Ueda, K. (2016). Cyber-physical systems in manufacturing. CIRP Annals, 65(2), 621–641.
8. Rai, R., Tiwary, A. K., Singh, R. K., & Gupta, P. (2021). Artificial Intelligence in manufacturing: Current status and future directions. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 22, 107–125.
9. Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. Currency.
10. Zhang, W., Yang, D., & Wang, H. (2020). Data-driven methods for predictive maintenance of industrial equipment: A survey. IEEE Systems Journal, 13(3), 2213–2227.