

SANOAT ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARIDA SUN'IY INTELLEKTDAN FOYDALANISH YO'NALISHLARI

Rixsiboyev Nozimbek Abdurasul o'g'li

Toshkent xalqaro universiteti
tadqiqotchisi

E-mail: n.rixsiboyev@tiunail.uz

Annotatsiya

Ushbu maqola sanoat ishlab chiqarish jarayonlarida sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning asosiy yo'nalishlari, ularning amaliy qo'llanilishi hamda zamonaviy sanoat korxonalarida raqamli transformatsiya jarayonlariga ta'sirini tahlil qilishga bag'ishlangan. Tadqiqotda sun'iy intellektning sanoat ishlab chiqarishidagi prognozli texnik xizmat ko'rsatish, sifat nazorati, ta'minot zanjirini boshqarish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish kabi sohalaridagi amaliy natijalari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, O'zbekiston sanoat korxonalarida sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etish istiqbollari va dolzarb muammolar tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, sanoat ishlab chiqarish, Sanoat 4.0, prognozli texnik xizmat ko'rsatish, sifat nazorati, mashinali o'rganish, raqamli egizak, aqlli ishlab chiqarish, avtomatlashtirish, ta'minot zanjiri.

Аннотация

В статье проанализированы основные направления использования технологий искусственного интеллекта в промышленных производственных процессах, их практическое применение, а также влияние на процессы цифровой трансформации современных промышленных предприятий. Рассмотрены результаты внедрения искусственного интеллекта в таких областях, как предиктивное техническое обслуживание, автоматизация контроля качества, управление цепями поставок и оптимизация производственных процессов. Особое внимание уделено оценке перспектив внедрения технологий искусственного интеллекта на промышленных предприятиях Узбекистана и выявлению существующих институциональных, технологических и кадровых ограничений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, промышленное производство, Industry 4.0, предиктивное техническое обслуживание, контроль качества, машинное обучение, цифровой двойник, умное производство, автоматизация, цепи поставок.

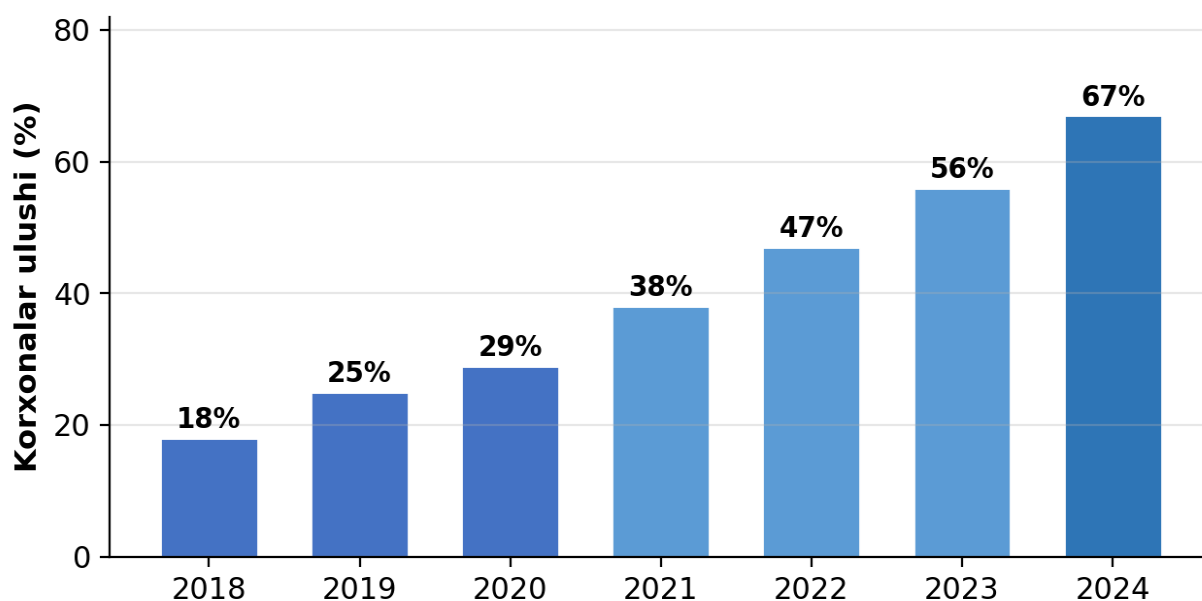
Abstract

This article is devoted to the analysis of the main directions of using artificial intelligence technologies in industrial production processes, their practical application, and the impact on digital transformation processes in modern industrial enterprises. The study examines the practical results of artificial intelligence in areas such as predictive maintenance, quality control, supply chain management, and production process optimization. Furthermore, the prospects and current challenges of implementing artificial intelligence technologies in Uzbekistan's industrial enterprises are analyzed.

Keywords: artificial intelligence, industrial production, Industry 4.0, predictive maintenance, quality control, machine learning, digital twin, smart manufacturing, automation, supply chain.

Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishida to'rtinchi sanoat inqilobi — Sanoat 4.0 konsepsiyasi doirasida sun'iy intellekt texnologiyalari muhim o'rin egallashni boshladi. Jahon iqtisodiy forumining 2024-yilgi hisobotiga ko'ra, global sanoat korxonalarining 67 foizi o'z ishlab chiqarish jarayonlariga sun'iy intellekt elementlarini joriy etgan yoki joriy etish bosqichida turibdi. Bu ko'rsatkich 2020-yilga nisbatan 2,3 baravar o'sishni tashkil etadi, bu esa sun'iy intellektning sanoat sohasida tobora kuchayib borayotgan ahamiyatini yaqqol ko'rsatadi.

Sun'iy intellektning sanoat ishlab chiqarishida qo'llanilishining birinchi va eng keng tarqalgan yo'nalishi prognozli texnik xizmat ko'rsatish (predictive maintenance) hisoblanadi. An'anaviy usullarda uskunalarga rejalashtirilgan vaqt oralig'ida, ya'ni kalendar jadvali asosida texnik xizmat ko'rsatilgan bo'lsa, bu yondashuv ko'pincha ikki xil muammoga olib kelgan: uskunalar hali buzilmagan paytda ortiqcha xarajat sarflangan yoki aksincha, kutilmagan nosozliklar ishlab chiqarish jarayonini to'xtatib qo'ygan.



1-rasm. Sanoat korxonalarida sun'iy intellektni qo'llash darajasi dinamikasi¹

Sun'iy intellektga asoslangan prognozli texnik xizmat ko'rsatish tizimlari esa bu muammoni tubdan hal etadi — ular uskunalariga o'rnatilgan tebranish, harorat, bosim, akustik emissiya va boshqa parametrlarni o'lchovchi datchiklar orqali yig'ilgan katta hajmdagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qiladi, mashinali o'rganish algoritmlari yordamida uskunaning eskirish tendensiyasini modellashtiradi va buzilish ehtimolini bir necha kun yoki hafta oldin oldindan aniqlaydi. Bunday tizimlar nafaqat

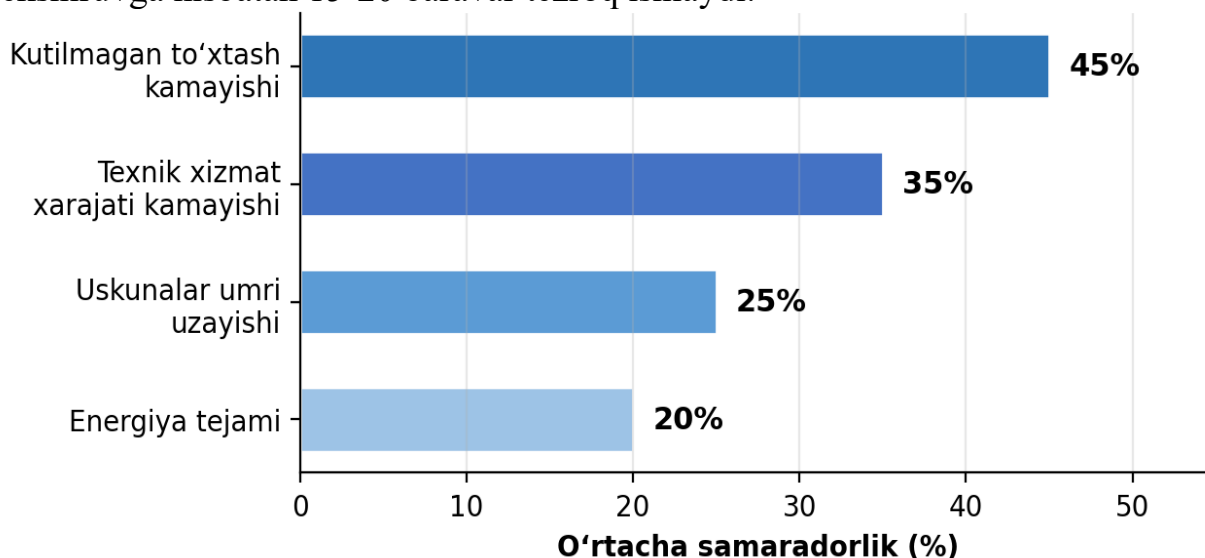
¹ Muallif ishlanmasi

nosozlik yuz berishi mumkin vaqtni bashorat qiladi, balki qaysi detal yoki qism almashtirilishi kerakligini ham aniqlab beradi, bu esa texnik xizmat ko'rsatish jamoasiga maqsadli va samarali ish olib borish imkonini yaratadi.

McKinsey Global Institute ma'lumotlariga ko'ra, prognozli texnik xizmat ko'rsatish uskunalarning kutilmagan to'xtab qolishini 30-50 foizga kamaytiradi, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini 20-40 foizga pasaytiradi, uskunalarning xizmat muddatini esa o'rtacha 20-25 foizga uzaytiradi. Amaliy misollar bu raqamlarni yaqqol tasdiqlaydi: General Electric kompaniyasi o'z gaz turbinalarida qo'llagan sun'iy intellektga asoslangan "Predix" platformasi yordamida yiliga 1,5 milliard dollar tejashga erishgan bo'lib, bu tizim 50 mingdan ortiq turbinani real vaqtda monitoring qiladi va har bir uskunaning individual eskirish profilini yaratadi. Shuningdek, Rolls-Royce kompaniyasi aviatsiya dvigatellarida joriy etgan "TotalCare" dasturi sun'iy intellekt yordamida dvigatel ma'lumotlarini parvoz paytida uzluksiz tahlil qiladi, natijada rejalashtirilmagan dvigatel almashtirishlari 40 foizga kamaygan.

Neft-gaz sohasida esa Shell kompaniyasi o'z burg'ulash uskunalarida prognozli texnik xizmat ko'rsatish tizimini joriy etish orqali yiliga 1 milliard dollardan ortiq iqtisodiy samara olgan, chunki har bir soatlik kutilmagan to'xtash bu sohada o'rtacha 500 ming dollardan 2 million dollargacha zarar keltirishi mumkin.

Ikkinchi muhim yo'nalish — ishlab chiqarish jarayonida sifat nazoratini avtomatlashtirishdir. Kompyuter ko'rish (computer vision) texnologiyalariga asoslangan sun'iy intellekt tizimlari mahsulotlarning sifatini inson ko'zi ilg'ay olmaydigan darajada tekshirish imkoniyatiga ega. BMW zavodlarida joriy etilgan sun'iy intellektga asoslangan sifat nazorati tizimi nuqsonli qismlarni aniqlash tezligini 90 foizga oshirgan va inson xatolarini deyarli to'liq bartaraf etgan. Bu tizimlar bir daqiqada yuzlab mahsulotlarni tekshirish qobiliyatiga ega bo'lib, an'anaviy vizual tekshiruvga nisbatan 15-20 baravar tezroq ishlaydi.



2-rasm. Prognozli texnik xizmat ko'rsatishning iqtisodiy samarasi¹

¹ Muallif ishlanmasi

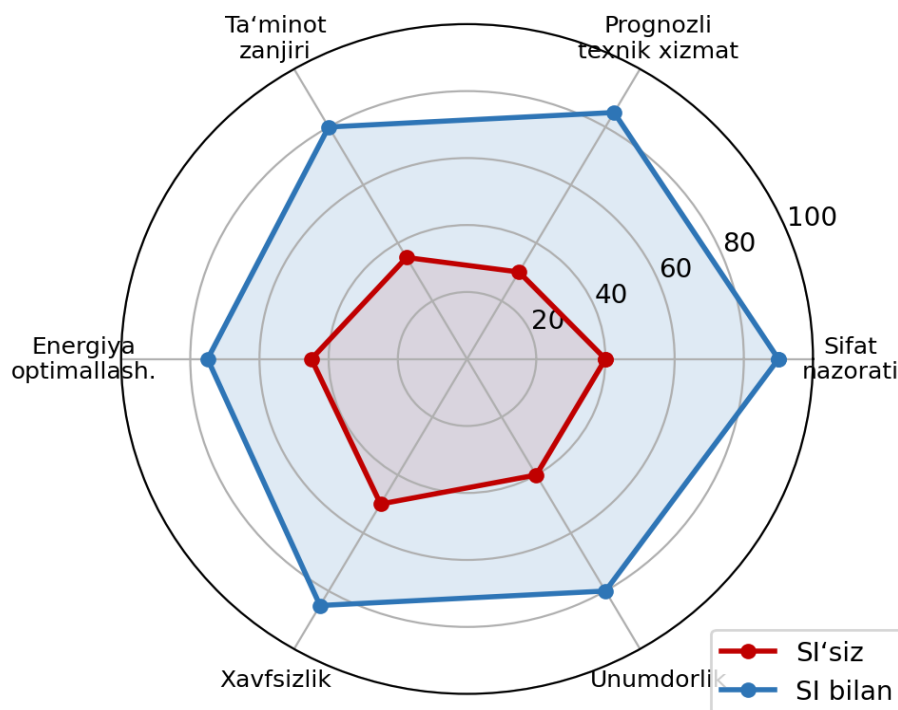
Uchinchi yo'nalish ta'minot zanjirini boshqarishda sun'iy intellektidan foydalanish bo'lib, bu soha zamonaviy sanoat korxonalari uchun raqobatbardoshlikning hal qiluvchi omillaridan biriga aylangan. An'anaviy ta'minot zanjiri boshqaruvi asosan tarixiy ma'lumotlar va inson tajribasiga tayangan bo'lsa, sun'iy intellekt algoritmlari minglab o'zgaruvchilarni bir vaqtning o'zida tahlil qilish orqali talab prognozini aniqlashtirish, inventarizatsiya darajasini optimallashtirish, yetkazib beruvchilarni baholash va logistik yo'nalishlarni samarali rejalashtirish imkoniyatini beradi. Sun'iy intellektga asoslangan talab prognozlash tizimlari ob-havo ma'lumotlari, ijtimoiy tarmoqlardagi trendlar, makroiqtisodiy ko'rsatkichlar, mavsumiy o'zgarishlar va hatto geosiyosiy voqealarni hisobga olgan holda iste'molchi xatti-harakatlarini 85-95 foiz aniqlikda bashorat qila oladi, bu esa an'anaviy statistik usullarga nisbatan 30-50 foiz aniqroq natija beradi.

To'rtinchi yo'nalish — ishlab chiqarish jarayonlarini to'liq optimallashtirish bo'lib, bu sun'iy intellektning sanoat sohasidagi eng ko'p qirrali va keng qamrovli qo'llanilish sohasi hisoblanadi. Bunda sun'iy intellekt algoritmlari energiya iste'molini kamaytirish, xom ashyo sarfini minimallashtirish, ishlab chiqarish sikl vaqtini qisqartirish va umumiy resurs samaradorligini oshirish uchun ishlab chiqarish jarayonining barcha bosqichlarini yagona tizim sifatida tahlil qiladi va real vaqtda optimal parametrlarni aniqlaydi. An'anaviy usullarda jarayonlarni optimallashtirish muhandislarning tajribasi va cheklangan miqdordagi o'zgaruvchilarni hisobga olish asosida amalga oshirilgan bo'lsa, sun'iy intellekt tizimlari bir vaqtning o'zida yuzlab va minglab parametrlarni — harorat, bosim, tezlik, namlik, xom ashyo tarkibi, atrof-muhit sharoitlari va boshqalarni — o'zaro bog'liqlikda tahlil qilish orqali inson tomonidan aniqlab bo'lmaydigan optimal kombinatsiyalarni topadi.

Masalan, oddiy kimyoviy ishlab chiqarish jarayonida 50 dan ortiq mustaqil parametr mavjud bo'lib, ularning har birining boshqalarga ta'sirini inson analitik jihatdan to'liq qamrab olishi mumkin emas, holbuki sun'iy intellektning chuqur neyron tarmoqlari va mustahkamlash o'rganish algoritmlari bu parametrlar orasidagi nozik bog'liqliklarni aniqlaydi va jarayonni global optimumga yetkazadi.

Bundan tashqari, sun'iy intellekt tizimlari ishlab chiqarish sharoitlarining dinamik o'zgarishlariga — xom ashyo partiyalari orasidagi tarkibiy farqlar, atrof-muhit harorati va namligining mavsumiy tebranishlari, uskunalarning vaqt o'tishi bilan eskirishi kabi omillarga — avtomatik tarzda moslashadi va parametrlarni uzluksiz qayta kalibrlaydi, bu esa an'anaviy statik sozlamalarga asoslangan ishlab chiqarishda mumkin bo'lmagan darajada barqaror va yuqori sifatli natijalarni ta'minlaydi.

O'zbekiston sanoat korxonalari kontekstida sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etish alohida ahamiyat kasb etadi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 22-oktabrdagi PF-189-son "Sun'iy intellekt texnologiyalarini yanada rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi Farmoniga muvofiq, mamlakatda sanoat sohasida sun'iy intellektni qo'llash bo'yicha strategik dastur ishlab chiqilmoqda.



3-rasm. Sun'iy intellekt joriy etishdan oldingi va keyingi ta'sir ko'rsatkichlari taqqoslashi¹

Ammo hozirgi kunda O'zbekiston sanoat korxonalarining ko'pchiligi ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning boshlang'ich bosqichida turibdi va sun'iy intellekt texnologiyalarini to'liq joriy etish uchun malakali kadrlar tayyorlash, raqamli infratuzilmani rivojlantirish hamda investitsiyalarni jalb qilish kabi masalalarni hal etish talab etiladi.

Xulosa qilib aytganda, sun'iy intellekt texnologiyalari sanoat ishlab chiqarishini tubdan o'zgartirish salohiyatiga ega bo'lib, prognozli texnik xizmat ko'rsatish, sifat nazorati, ta'minot zanjirini boshqarish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish kabi yo'nalishlarda sezilarli iqtisodiy samara bermoqda.

Yuqorida keltirilgan xalqaro tajribalar shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellektni muvaffaqiyatli joriy etgan korxonalar o'rtacha 35-45 foiz samaradorlik o'sishiga, 20-40 foiz xarajatlar kamayishiga va mahsulot sifatining sezilarli yaxshilanishiga erishgan bo'lib, bu natijalar turli sanoat tarmoqlarida — mashinasozlik, kimyo, metallurgiya, farmatsevtika va energetika sohasida bir xil darajada namoyon bo'lmoqda. O'zbekiston sanoat sektori uchun sun'iy intellekt texnologiyalarini bosqichma-bosqich joriy etish, xalqaro tajribani o'rganish va mahalliy sharoitlarga moslashtirish strategiyasi eng maqbul yondashuv hisoblanadi.

Birinci bosqichda raqamli infratuzilmani mustahkamlash, ishlab chiqarish uskunalari zamonaviy datchiklar va IoT tizimlarini o'rnatish hamda ma'lumotlarni markazlashtirilgan yig'ish platformalarini yaratish lozim. Ikkinchi bosqichda to'qimachilik, oziq-ovqat qayta ishlash va qurilish materiallari ishlab chiqarish kabi

¹ Muallif ishlanmasi

mamlakatning yetakchi sanoat tarmoqlarida pilot loyihalar amalga oshirilishi va muvaffaqiyatli natijalar asosida eng yaxshi amaliyotlar shakllantirilishi kerak.

Uchinchi bosqichda esa tajribani boshqa korxonalarga kengaytirish, milliy sun'iy intellekt kompetensiya markazini tashkil etish va sanoat korxonalari uchun bulutli sun'iy intellekt xizmatlari platformasini ishga tushirish orqali kichik va o'rta korxonalarga ham bu texnologiyalardan foydalanish imkoniyatini yaratish zarur.

Shu bilan birga, oliy ta'lim muassasalarida sun'iy intellekt va ma'lumotlar tahlili bo'yicha mutaxassislar tayyorlash dasturlarini kengaytirish, xorijiy texnologik kompaniyalar bilan hamkorlik aloqalarini o'rnatish va sanoatda sun'iy intellektni qo'llash bo'yicha normativ-huquqiy bazani shakllantirish ushbu jarayonning muvaffaqiyatli amalga oshirilishining kalit omillari bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 22-oktabrdagi PF-189-son "Sun'iy intellekt texnologiyalarini yanada rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi Farmoni <https://lex.uz/docs/-7789403>.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 3-iyul PQ-3832-son "O'zbekiston Respublikasida raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarori. <https://lex.uz/docs/-3806053>.
3. O O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son "Sun'iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Qarori. <https://lex.uz/docs/-7158604>
4. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2024. — Geneva, 2024. — pp. 32-58.
5. McKinsey Global Institute. Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier? — 2023. — pp. 47-65.
6. McKinsey & Company. The State of AI in 2024: Gen AI adoption and beyond. — New York, 2024. — pp. 1-28.
7. Deloitte Insights. State of AI in the Enterprise, 5th Edition. — 2024. — pp. 12-38.
8. Lee J., Bagheri B., Kao H. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems // Manufacturing Letters. — 2015. — Vol. 3. — pp. 18-23.
9. Zhong R.Y., Xu X., Klotz E., Newman S.T. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review // Engineering. — 2017. — Vol. 3(5). — pp. 616-630.
10. Tao F., Qi Q., Liu A., Kusiak A. Data-driven smart manufacturing // Journal of Manufacturing Systems. — 2018. — Vol. 48. — pp. 157-169.
11. Wang J., Ma Y., Zhang L. et al. Deep learning for smart manufacturing: Methods and applications // Journal of Manufacturing Systems. — 2018. — Vol. 48. — pp. 144-156.
12. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. — W.W. Norton & Company, 2014. — 306 p.

13. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. — World Economic Forum, Geneva, 2016. — 184 p.
14. Siemens AG. Digital Twin Technology in Manufacturing: Applications and Benefits. — Munich, 2023.
15. Mobley R.K. An Introduction to Predictive Maintenance. — 2nd ed. — Butterworth-Heinemann, 2002. — 437 p.
16. Ran Y., Zhou X., Lin P. et al. A Survey of Predictive Maintenance: Systems, Purposes and Approaches // IEEE Communications Surveys & Tutorials. — 2022. — Vol. 24(1). — pp. 231-264.
17. Kusiak A. Smart manufacturing // International Journal of Production Research. — 2018. — Vol. 56(1-2). — pp. 508-517.
18. Wuest T., Weimer D., Irgens C., Thoben K.D. Machine learning in manufacturing: advantages, challenges, and applications // Production & Manufacturing Research. — 2016. — Vol. 4(1). — pp. 23-45.
19. www.stat.uz — O'zbekiston Respublikasi Statistika qo'mitasining rasmiy sayti.
20. www.mitc.uz — O'zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligi rasmiy sayti.
21. www.weforum.org — Jahon iqtisodiy forumining rasmiy sayti.
22. www.mckinsey.com/mgi — McKinsey Global Institute rasmiy sayti.