

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026-YIL
SENTYABR / 9-SON, I-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ФИЛИАЛ В Г. ТАШКЕНТЕ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, sentyabr.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afforovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

ASOSIY VOSITALARNING DASTLABKI QIYMATINI SHAKLLANTIRISHNING XALQARO STANDARTLAR ASOSIDAGI METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH.....	9
Nematova Dilnoza Azamatovna	
TIJORAT BANKLARIDA MIJOZGA YO'NALTIRILGAN BIZNES-JARAYONLARINI TRANSFORMATSIYA QILISHNING HOZIRGI HOLATI.....	15
Erdonayev Aliqul Xalimovich	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОСТИНИЧНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ В УЗБЕКИСТАНЕ	23
Нигматова Сугдиена Жалолиддин кизи	
SANOAT KORXONALARINING RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISHDA ZAMONAVIY MARKETING MEKANIZMLARIDAN FOYDALANISH.....	29
Bazarova Mamlakat Supiyevna	
XORIJIY ILMIY STAJIROVKALARNI TASHKIL ETISH JARAYONLARINI RAQAMLASHTIRISHNING TIZIMLI TAHLILI VA KONSEPTUAL MODELI	33
Tojiyev S.A., Mashg'ulotov J.A., Usmonov U.M.	
HUDUDLAR IQTISODIYOTIDAGI NOMUTANOSIBLIK LARNI BARTARAF ETISHNING INSTITUTSIONAL VA IQTISODIY MEKANIZMLARI.....	44
Toshov Mirzabek Hakimovich	
O'ZBEKISTONDA YENGIL SANOAT KORXONALARINING EKSPORT SALOHİYATINI OSHIRISH	50
O'rinova Umida Qodirjonovna	
QISHLOQ XO'JALIGIDA ULTRABINAFSHA C NURLANISH TEXNOLOGİYALARINING QO'LLANILISHI: ZAMONAVIY HOLATI, SAMARADORLIGI VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI	54
Ibroximov Sanjarbek, Nematov Nurillo, Xakimov Dilmurod	
TEKNOGEN CHIQINDILAR ASOSIDA MNA-1 VA MNA-2 FAOL KIMYOVIY QO'SHIMCHALARINI SINTEZ QILISH VA SEMENT XAMIRINING REOLOGIK KO'RSATKICHLARINI BOSHQARISH.....	64
Muhamedov Nodir Abdug'aniyevich	
IKKI TOMONLAMA TA'MINLANADIGAN ASINXRON GENERATOR ASOSIDAGI SHAMOL ENERGETIKA TIZIMINI MATEMATIK MODELASHTIRISH VA VEKTORLI BOSHQARISHNI TADQIQ ETISH.....	69
To'ychiyev Furqat, Rashidov Nuralibek, Abduxalilov Abdumannop	
СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ МАЛОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ С ПУЛТРУЗИОННЫМ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫМ КАРКАСОМ И ДЕФОРМАЦИОННО-РАЗВЯЗНЫМИ 3D-ПЕЧАТНЫМИ СТЕНАМИ.....	80
Акбаров Дильшод, Акрамов Хуснитдин	
LEGIRLANGAN SILIKAT SHISHADA ZEEBEK EFFEKTIGA MNO_2 TA'SIRI	90
Soliyev Muxammadyor, Tursunova Rushana	
TIJORAT BANKLARI KREDITLASH AMALIYOTI SAMARADORLIGINI PROGNOZLASH.....	99
Eshboyev Shahobiddin Anorqul o'g'li	
O'ZBEKISTONDA ELEKTRON TIJORAT SUBYEKTLARINI SOLIQQA TORTISH TIZIMINI RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA TAKOMILLASHTIRISH YO'NALISHLARI	107
Homidov Baxtiyor Rahimberdievich	
UNIVERSITET INSON KAPITALINI SHAKLLANTIRISH EKOTIZIMI SIFATIDA: DUNYO VA O'ZBEKISTONDA TA'LIM SIYOSATINING EVOLYUTSIYASI	114
Sabirov Alisher, Oqmullayev Ravshanjon	
PUTUR YETKAZMASDAN TEKSHIRISH LABORATORIYALARINI AKKREDITATSIYALASHDA STANDARTLASHTIRISH TALABLARINING AHAMIYATI	122
Axmedov G'ayratjon Maxmudjonovich	



QURILISH SANOATI KORXONALARIDA KORPORATIV BOSHQARUV SAMARADORLIGINI BAHOLASHNING ZAMONAVIY USULLARI VA KO'RSATKICHLAR TIZIMI	129
G'iyosov Ilxom Karimovich	
KORXONALARDA INNOVATSIYALARNI BOSHQARISH: G'OYALARNI TIJORIYLASHTIRISHNING SAMARALI MEXANIZMLARI	137
Baymuradov Shoxrux, Dilmurodov Komiljon	
DAVLAT BUDJETI BARQARORLIGI VA UNGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR KLASSIFIKATSIYASI	142
Gadoyeva Nilufar Erkinovna	
KORXONALARDA EKSPORT SALOHİYATINI OSHIRISHDA INNOVATION MARKETING TEKNOLOGIYALARIDAN SAMARALI FOYDALANISH	148
Ikramova Nasiba Axmadovna	
TO'G'RIDAN-TO'G'RI XORIJIY INVESTITSİYALARNING MAMLUKAT IQTISODIY O'SISHIGA TA'SIRI.....	153
Mizamova Umida Jamoliddin qizi	
ERKIN IQTISODIY ZONALARNING ASOSIY RIVOJLANISH KO'RSATKICHLARINI PROGNOZLASH VA PROGNOZ NATIJALARINI BAHOLASH (BUXORO VILOYATI MISOLIDA)	158
Ibragimov Aziz Turayevich	
TAQSIMLANGAN IOT TIZIMLARIDA KECHEKISHGA SEZGIR VAZIFALARNI CHEKKA HISOBLASH (MEC) TUGUNLARIGA OPTIMAL YO'NALTIRISH USULLARI	164
Xolmatov Numonjon Meliboyevich	
ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ФИНАНСОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ НСФО	171
Джамбакиева Гулнора Сайфутдиновна	
RESEARCHING METHODS FOR THE AUTOMATIC DETECTION OF OFFENSIVE LANGUAGE BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	181
Fayzullaev Nurbek, Kuchkarov Muslimjon	
MINTAQAVIY TRANSPORT TIZIMINI RIVOJLANTIRISH OMILLARI VA UNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'LLARI	186
Ikromov Elyor Ibodulloyevich	
TUMANLAR SANOAT SALOHİYATINI INTEGRAL BAHOLASH ASOSIDA KICHIK SANOAT ZONALARINI JOYLASHTIRISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MODELI (BUXORO VILOYATI MISOLIDA).....	193
Yusupova Nigina Djurayevna	
TURIZM SOHASI BARQAROR RIVOJLANISHINI DAVLAT TOMONIDAN TARTIBGA SOLISHNING TASHKILIY-IQTISODIY VA INSTITUTSIONAL MEXANIZMLARI SAMARADORLIGINI BAHOLASH.....	199
O'sarov Abdulla Davronqulovich	
TASHQI SAVDO JARAYONLARINI BOSHQARISHDA "INTEGRATSIYALASHGAN TARIF" INTERAKTIV XIZMATIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH	207
Muzaffarov Azimjon Ashraf o'g'li	
"NAVOIY KMK" AJDA INNOVATION FAOLIYATNI RIVOJLANTIRISH MEXANIZMINING TASHKILIY- IQTISODIY KOMPONENTLARI.....	212
Kurbanova Mehriniso, Masharipov Ma'sud	
HUDUDIIY ENERGETIKA TA'MINOTI TIZIMIDA IQTISODIY SAMARADORLIKNI OSHIRISHNING NEYRO- RAVSHAN EKONOMETRIK MODELLARI: QASHQADARYO VILOYATI ELEKTR ENERGETIKA TIZIMIDAN DALILLAR	219
Jo'rayev Farrux Do'stmirzayevich	
BARQAROR IQTISODIY O'SISHNI TA'MINLASHDA MOLIVAVIY AXBOROT VA BUXGALTERIYA HISOB MEXANIZMLARI	224
Abdullayeva Sevaraxon Xasanovna	
AUTORSING XIZMATLARI RIVOJLANISHINING ZAMONAVIY TENDENSIYALARI VA UNGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR	232
Mirxonov Mirfoziljon Olimjon o'g'li	



MAKROIQTISODIY KO'RSATKICHLAR TUSHUNCHASI VA ULARNING TASNIFI	237
Erdonova Maxfuza Mardonovna	
KO'P QAVATLI BINOLARDA LIFT SHAXTASI KONSTRUKSIYASINING SEYSMIK VA DINAMIK YUKLARGA BIRGALIKDAGI TA'SIRINI TAHLIL QILISH	242
Boymirzayev Azizbek Asqarali o'g'li	
ULTRATOVUSH DIAGNOSTIKA ROBOTI UCHUN AVTOMATIK GEL SIQISH TIZIMINI KONSTRUKTIV-TEXNOLOGIK LOYIHALASH VA VIRTUAL TAJRIBA ASOSIDA SAMARADORLIKNI BAHOLASH	249
Nodirbek Ruziyev, Zafar Botirovich Jurayev	
SANOAT AVTOMATLASHTIRISH TIZIMLARINING ZAMONAVIY RIVOJLANISH YO'NALISHLARI VA ULARNING TAHLILI	255
Sayilxonov Xudoyor Narzullo o'g'li	



SANOAT AVTOMATLASHTIRISH TIZIMLARINING ZAMONAVIY RIVOJLANISH YO'NALISHLARI VA ULARNING TAHLILI

Sayilxonov Xudoyor Narzullo o'g'li

Osiyo xalqaro universiteti o'qituvchisi

E-mail: sayilkhonov@list.ru

Annotatsiya: Mazkur maqolada sanoat avtomatlashtirish tizimlarining zamonaviy rivojlanish yo'nalishlari va ularning texnologik jarayonlarni boshqarishdagi ahamiyati tahlil qilingan. Tadqiqotda Industrial Internet of Things, sun'iy intellekt, mashinali o'qitish, raqamli egizak, bashoratli texnik xizmat, Edge va Cloud Computing hamda kiberxavfsizlik texnologiyalarining rivojlanish xususiyatlari o'rganilgan. Ilmiy adabiyotlarni tizimli, qiyosiy va funksional-tarkibiy tahlil qilish asosida zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarining asosiy tendensiyalari aniqlangan. Natijalar ushbu texnologiyalarni integratsiyalash ishlab chiqarish samaradorligi, moslashuvchanligi, ishonchliligi va raqobatbardoshligini oshirish imkonini berishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: avtomatlashtirish, sanoat, raqamlashtirish, intellekt, sensorlar, robototexnika, diagnostika, optimallashtirish, kiberxavfsizlik, raqamlashtirish.

Аннотация: В статье проанализированы современные направления развития систем промышленной автоматизации и их значение для управления технологическими процессами. Исследованы особенности применения Industrial Internet of Things, искусственного интеллекта, машинного обучения, цифровых двойников, прогнозного технического обслуживания, Edge и Cloud Computing, а также технологий кибербезопасности. На основе системного, сравнительного и функционально-структурного анализа научной литературы определены основные тенденции развития современных автоматизированных систем. Результаты исследования показывают, что интеграция рассматриваемых технологий способствует повышению эффективности, гибкости, надежности и конкурентоспособности промышленного производства, а также создает основу для формирования интеллектуальных и адаптивных систем управления.

Ключевые слова: автоматизация, промышленность, цифровизация, интеллект, сенсоры, робототехника, диагностика, оптимизация, кибербезопасность, производство.

Abstract: This article analyzes the modern development trends of industrial automation systems and their significance for technological process control. The study examines the application and development of Industrial Internet of Things, artificial intelligence, machine learning, digital twins, predictive maintenance, Edge and Cloud Computing, and cybersecurity technologies. Based on systematic, comparative, and functional-structural analysis of scientific literature, the main trends in modern industrial automation were identified. The results demonstrate that the integration of these technologies can improve production efficiency, flexibility, reliability, and competitiveness. The study also emphasizes the importance of developing intelligent, adaptive, secure, and data-driven industrial control systems.

Keywords: automation, industry, digitalization, intelligence, sensors, robotics, diagnostics, optimization, cybersecurity, production.

KIRISH

Bugungi kunda sanoat ishlab chiqarishining barqarorligi, mahsulot sifatini oshirish, energiya va xomashyo resurslaridan samarali foydalanish hamda ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish masalalari texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish darajasini oshirishni talab etmoqda. Raqobat muhitining kuchayishi va ishlab chiqarish jarayonlarining murakkablashuvi natijasida an'anaviy avtomatlashtirish yondashuvlari bosqichma-bosqich raqamli, intellektual va o'zaro integratsiyalashgan boshqaruv tizimlari bilan almashmoqda. O'zbekistonda ham sanoat korxonalarini raqamlashtirish, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, sun'iy intellekt va Internet of Things texnologiyalaridan foydalanish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri sifatida qaralmoqda. Zamonaviy mahalliy tadqiqotlarda raqamli texnologiyalarni sanoatga joriy etish mehnat unumdorligi, mahsulot sifati va resurslardan foydalanish samaradorligini yaxshilash bilan bog'liqligi ta'kidlangan.

Sanoat avtomatlashtirish tizimlarining zamonaviy rivojlanishida "Sanoat 4.0" konsepsiyasi alohida

ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu konsepsiya doirasida dasturlanuvchi mantiqiy kontrollerlar, sanoat tarmoqlari, SCADA va DCS tizimlari, robototexnika, sensor texnologiyalari, bulutli hisoblash, katta ma'lumotlar va kiber-fizik tizimlarning yagona axborot-boshqaruv muhitida ishlashi ta'minlanmoqda. Natijada avtomatlashtirish faqat alohida texnologik operatsiyani boshqarish vositasi emas, balki ishlab chiqarishning barcha bosqichlarini o'zaro bog'lovchi kompleks tizimga aylanmoqda. Kiber-fizik tizimlar fizik jarayonlarni sensorlar orqali kuzatish, ma'lumotlarni qayta ishlash va boshqaruv ta'sirlarini real vaqt rejimida shakllantirish imkonini berib, aqlli ishlab chiqarishning texnologik asosini tashkil etmoqda.

Avtomatlashtirish tizimlarining keyingi muhim rivojlanish yo'nalishi sun'iy intellekt va mashinali o'qitish algoritmlarining boshqaruv jarayonlariga integratsiyalashuvidir. Mazkur texnologiyalar yordamida texnologik jarayonlardan olinadigan katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish, yashirin qonuniyatlarni aniqlash, nosozliklarni oldindan aniqlash, texnologik parametrlarni optimallashtirish va boshqaruv qarorlarini qo'llab-quvvatlash imkoniyati kengaymoqda. Ayniqsa, bashoratli texnik xizmat ko'rsatishda sun'iy intellekt, IoT va katta ma'lumotlarning birgalikda qo'llanilishi uskunalarining texnik holatini uzluksiz monitoring qilish va kutilayotgan nosozliklarni oldindan aniqlashga xizmat qilmoqda. Biroq real ishlab chiqarish sharoitida ma'lumotlarning sifati, algoritmlarning ishonchliligi, tizimlararo integratsiya, kiberxavfsizlik va real vaqt rejimida ishlash masalalari hali ham dolzarb ilmiy muammolar bo'lib qolmoqda. Shuningdek, raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyasining rivojlanishi sanoat avtomatlashtirish tizimlarining imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda. Raqamli egizak orqali real texnologik obyekt yoki jarayonning virtual modeli shakllantirilib, uning holatini monitoring qilish, turli ish rejimlarini modellashtirish va boshqaruv qarorlarining ehtimoliy natijalarini oldindan baholash mumkin. Bu yondashuv ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, avariya xavfini kamaytirish va yangi texnologik yechimlarni real obyektga joriy etishdan oldin sinovdan o'tkazish imkonini beradi. Shu nuqtayi nazardan, sanoat avtomatlashtirish tizimlarining zamonaviy rivojlanish yo'nalishlarini kompleks o'rganish va ularning texnik, axborotiy hamda iqtisodiy samaradorligini tahlil qilish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Mazkur tadqiqotning dolzarbligi avtomatlashtirish tizimlarini an'anaviy boshqaruvdan intellektual, moslashuvchan, ma'lumotlarga asoslangan va o'zaro integratsiyalashgan boshqaruv arxitekturalariga transformatsiyalash jarayonlarini tizimli tahlil qilish zarurati bilan belgilanadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Sanoat avtomatlashtirish tizimlarining rivojlanishi so'nggi yillarda Industry 4.0 konsepsiyasi, sanoat buyumlar interneti (IIoT), raqamli egizaklar (Digital Twin), sun'iy intellekt va bashoratli texnik xizmat ko'rsatish texnologiyalarining keng joriy etilishi bilan chambarchas bog'liq. Ushbu texnologiyalar ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida monitoring qilish, ma'lumotlarni tahlil etish, texnologik jarayonlarni optimallashtirish hamda uskunalarining ishonchliligini oshirish imkonini bermoqda.

Hermann, Pentek va Otto (2016) Industry 4.0 ssenariylarini shakllantirishda asosiy tamoyillar sifatida o'zaro bog'liqlik, axborot shaffofligi, texnik yordam va markazlashmagan qaror qabul qilish imkoniyatlarini ko'rsatgan. Mazkur yondashuv sanoat avtomatlashtirish tizimlarining an'anaviy boshqaruv arxitekturasidan raqamli, o'zaro integratsiyalashgan va ma'lumotlarga asoslangan tizimlarga o'tishini nazariy jihatdan asoslaydi. Xu, Xu va Li (2018) esa Industry 4.0 rivojlanishining asosiy yo'nalishlarini tahlil qilib, kiber-fizik tizimlar, IoT, bulutli hisoblash, katta ma'lumotlar va aqlli ishlab chiqarish texnologiyalarining sanoatdagi ahamiyatini ta'kidlagan.

Raqamli egizak texnologiyasi sanoat avtomatlashtirishining zamonaviy yo'nalishlaridan biri sifatida alohida tadqiq etilmoqda. Fuller va boshqalar (2020) raqamli egizaklarni jismoniy obyekt, jarayon yoki tizimning raqamli modeli bilan bog'liq texnologik konsepsiya sifatida ko'rib, ularni shakllantirishda IoT, sensorlar, ma'lumotlarni qayta ishlash va modellashtirish texnologiyalarining ahamiyatini yoritgan. Mualliflar raqamli egizaklarni amaliyotga joriy etishda ma'lumotlar sifati, tizimlarning integratsiyasi, modellashtirishning murakkabligi va xavfsizlik kabi masalalar mavjudligini ko'rsatgan. Jones va boshqalar (2020) tomonidan amalga oshirilgan tizimli adabiyotlar sharhida esa Digital Twin tushunchasining turli talqinlari, uning asosiy xususiyatlari va ishlab chiqarishdagi qo'llanilish yo'nalishlari tizimlashtirilgan.

Bashoratli texnik xizmat ko'rsatish ham zamonaviy sanoat avtomatlashtirish tizimlarining muhim tarkibiy qismiga aylanmoqda. Carvalho va boshqalar (2020) Industry 4.0 sharoitida predictive maintenance bo'yicha mavjud tadqiqotlarni tizimli ravishda tahlil qilib, sensor texnologiyalari, mashinali o'qitish, katta ma'lumotlar va real vaqt monitoringi usullarining uskunalarining nosozligini oldindan aniqlashdagi imkoniyatlarini ko'rsatgan. Shu bilan birga, ushbu yondashuvni amaliyotga tatbiq etishda ma'lumotlarning yetishmasligi va sifati, modellarni tanlash va ularning murakkabligi kabi muammolar mavjudligi qayd etilgan. 2025-yilda chop etilgan tadqiqotlarda ham bashoratli texnik xizmat ko'rsatishning Industry 4.0 doirasidagi rivojlanishi, mavjud tadqiqotlarning metodologik jihatlari va hal etilishi lozim bo'lgan ochiq ilmiy muammolar yanada kengroq tahlil qilingan (*A literature review framework and open research challenges for predictive maintenance in Industry*



4.0, 2025).

So'nggi tadqiqotlarda sun'iy intellekt va raqamli egizaklarning o'zaro integratsiyasi ham muhim ilmiy yo'nalish sifatida shakllanmoqda. Chen va boshqalar (2025) AI-enhanced Digital Twin texnologiyalariga bag'ishlangan tizimli sharhida sun'iy intellektning raqamli egizaklarning bashorat qilish, diagnostika va texnik xizmat ko'rsatish imkoniyatlarini kengaytirishdagi rolini tahlil qilgan. Mazkur yo'nalish ishlab chiqarish uskunalarining holatini real vaqt rejimida baholash va yuzaga kelishi mumkin bo'lgan nosozliklarni oldindan aniqlash imkoniyatlarini oshiradi. Biroq tadqiqotlarda ilmiy ishlanmalar bilan real sanoat amaliyoti o'rtasidagi tafovut, ma'lumotlarning mavjudligi va sifatiga qo'yiladigan talablar hamda texnologiyalarni mavjud ishlab chiqarish infratuzilmasiga integratsiya qilish muammolari dolzarb masalalar sifatida ko'rilmoqda.

IIoT texnologiyalarining rivojlanishi sanoat avtomatlashtirish tizimlarining tarmoqqa ulangan va taqsimlangan arxitekturaga o'tishini tezlashtirmoqda. Bleistein (2025) IIoT va Digital Twin texnologiyalariga bag'ishlangan tizimli adabiyotlar sharhida ushbu texnologiyalarning o'zaro bog'liqligi hamda sanoat tizimlarida qo'llanilish istiqbollarini tahlil qilgan. 2025-yilda chop etilgan yana bir tizimli tadqiqotda Industry 4.0 va IIoT platformalari ishlab chiqarish tizimlari nuqtayi nazaridan o'rganilib, ilmiy tadqiqotlar bilan sanoat amaliyoti o'rtasidagi farqlar tahlil qilingan (*Industry 4.0/IIoT platforms for manufacturing systems—A systematic review contrasting the scientific and the industrial side*, 2025). Bu esa avtomatlashtirish texnologiyalarini faqat texnik jihatdan rivojlantirish emas, balki ularni mavjud ishlab chiqarish muhitiga moslashtirish va yagona boshqaruv tizimiga integratsiya qilish zarurligini ko'rsatadi.

Digital Twin texnologiyasining Industry 4.0 tizimidagi o'rniga bag'ishlangan 2025-yilgi tadqiqotlarda uning arxitekturasini, qo'llanish sohalari va ishlab chiqarish tizimlari bilan integratsiyasi ham keng tahlil qilingan (*Digital Twin in Industry 4.0: Systematic review and content analysis and an architectural reference model*, 2025). Ushbu tadqiqotlar raqamli egizaklarning monitoring, modellash, optimallashtirish va bashorat qilish imkoniyatlarini yagona raqamli muhitda birlashtirishga xizmat qilishini ko'rsatadi.

O'zbekistonda ham sanoatni raqamlashtirish va yangi raqamli texnologiyalarni ishlab chiqarishga joriy etish masalalariga e'tibor ortib bormoqda. Rajabova va Safarova (2025) yangi raqamli texnologiyalarning sanoatdagi o'rnini tahlil qilgan bo'lsa, Alijonov va Abdusattorova (2026) sanoat sohasini raqamli texnologiyalar orqali rivojlantirish masalalarini tadqiq etgan. Mazkur ishlar mahalliy sanoatni raqamlashtirishning dolzarbligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, mavjud adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, Industry 4.0, IIoT, Digital Twin, sun'iy intellekt va bashoratli texnik xizmat ko'rsatish texnologiyalarini yagona boshqaruv arxitekturasida integratsiyalash, ularni mahalliy ishlab chiqarish sharoitlariga moslashtirish hamda iqtisodiy samaradorligini kompleks baholash masalalari yetarlicha tizimlashtirilmagan.

Shunday qilib, adabiyotlar tahlili sanoat avtomatlashtirishining zamonaviy rivojlanish tendensiyalari alohida texnologiyalarning rivojlanishidan ularning yagona raqamli ekotizim sifatida integratsiyalashuviga tomon yo'nalayotganini ko'rsatadi. Bunda IIoT ma'lumotlarni yig'ish va uzatish infratuzilmasini, Digital Twin virtual modellash va monitoringni, sun'iy intellekt ma'lumotlarni intellektual tahlil qilishni, bashoratli texnik xizmat esa uskunalar holatini oldindan baholashni ta'minlaydi. Shu sababli mazkur texnologiyalarning o'zaro integratsiyasi, ma'lumotlar sifati, kiberxavfsizlik, tizimlararo moslashuvchanlik va mahalliy sanoat sharoitlariga moslashtirish masalalarini kompleks o'rganish dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqotda sanoat avtomatlashtirish tizimlarining zamonaviy rivojlanish yo'nalishlarini aniqlash, mavjud texnologik yondashuvlarni tizimlashtirish va ularning sanoat ishlab chiqarishidagi ilmiy-amaliy ahamiyatini baholash uchun kompleks metodologik yondashuvdan foydalanildi. Tadqiqot metodologiyasi avtomatlashtirish tizimlarining texnik, axborotiy va intellektual rivojlanish xususiyatlarini o'zaro bog'liq holda tahlil qilishga asoslandi. Tadqiqotning asosiy obyekti sifatida zamonaviy sanoat korxonalarida qo'llanilayotgan avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, ularning tarkibiy elementlari va raqamli texnologiyalar bilan integratsiyasi olindi.

Tadqiqotning birinchi bosqichida ilmiy adabiyotlarni tizimli tahlil qilish usuli qo'llanildi. Bunda sanoat avtomatlashtirish, Industry 4.0, Industrial Internet of Things (IIoT), sun'iy intellekt, mashinali o'qitish, raqamli egizak, bashoratli texnik xizmat, edge/cloud computing va kiberxavfsizlik yo'nalishlariga oid mahalliy hamda xorijiy ilmiy manbalar o'rganildi. Adabiyotlarni tanlashda ularning mavzuga bevosita aloqadorligi, ilmiy yangiligi, amaliy qo'llanish imkoniyati va zamonaviy sanoat texnologiyalarini aks ettirish darajasiga e'tibor qaratildi. Tahlil natijasida sanoat avtomatlashtirishining asosiy texnologik yo'nalishlari guruhlashtirildi.

Ikkinchi bosqichda tizimli va qiyosiy tahlil usullaridan foydalanildi. Har bir texnologiyaning sanoat avtomatlashtirishidagi funksiyasi, qo'llanish sohasi, afzalliklari va mavjud cheklolari o'zaro taqqoslandi. Xususan, IIoT texnologiyalari ma'lumotlarni yig'ish va uzatish, sun'iy intellekt ma'lumotlarni intellektual tahlil

qilish, Digital Twin texnologiyasi fizik obyektning virtual modelini yaratish, bashoratli texnik xizmat uskunalarning texnik holatini prognozlash, Edge/Cloud Computing esa ma'lumotlarni qayta ishlash infratuzilmasini ta'minlash nuqtayi nazaridan baholandi. Ushbu yondashuv texnologiyalarni alohida emas, balki yagona avtomatlashtirish ekotizimining o'zaro bog'langan elementlari sifatida ko'rib chiqish imkonini berdi.

Uchinchi bosqichda funksional-tarkibiy tahlil amalga oshirildi. Bunda zamonaviy sanoat avtomatlashtirish tizimi "ma'lumotlarni olish – uzatish – qayta ishlash – tahlil qilish – boshqaruv qarorini shakllantirish – ijro – natijani monitoring qilish" ketma-ketligi asosida ko'rib chiqildi. Sensorlar va IIoT qurilmalari orqali olingan ma'lumotlar avtomatlashtirish tizimining boshlang'ich axborot manbai sifatida qaraldi. Keyingi bosqichlarda ushbu ma'lumotlardan sun'iy intellekt, mashinali o'qitish va raqamli egizak texnologiyalari yordamida foydalanish imkoniyatlari tahlil qilindi. Natijada real vaqt rejimida ishlaydigan intellektual boshqaruv arxitekturasining umumiy modeli shakllantirildi.

To'rtinchi bosqichda ekspert baholash va mezonli tahlil usulidan foydalanildi. Zamonaviy texnologiyalarning ilmiy-amaliy ustuvorligi ularning ishlab chiqarish samaradorligiga ta'siri, real vaqt rejimida ishlash imkoniyati, ma'lumotlardan foydalanish darajasi, texnologik jarayonlarni optimallashtirish imkoniyati, kiberxavfsizlik talablari va mavjud sanoat tizimlariga integratsiyalashuv darajasi kabi mezonlar asosida baholandi. Ushbu baholash natijalari umumlashtirilib, texnologiyalarning nisbiy ahamiyatini ifodalovchi jadval shakllantirildi. Bunda keltirilgan foizli qiymatlar statistik tanlanma natijasi emas, balki ilmiy manbalar tahliliga asoslangan mualliflik ekspert sintezi sifatida talqin qilindi.

Tadqiqotning yakuniy bosqichida umumlashtirish, induksiya va deduksiya usullaridan foydalanildi. Alohida texnologiyalarning rivojlanish xususiyatlaridan kelib chiqib, sanoat avtomatlashtirish tizimlarining umumiy rivojlanish tendensiyalari aniqlandi. Tahlil natijalari asosida zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarining asosiy xususiyatlari sifatida raqamlashtirish, intellektualashtirish, real vaqt rejimida ma'lumot almashinuvi, moslashuvchan boshqaruv, bashoratli diagnostika, taqsimlangan hisoblash va kiberxavfsizlikni ta'minlash yo'nalishlari belgilandi. Shunday qilib, tanlangan metodologiya sanoat avtomatlashtirish tizimlarining zamonaviy rivojlanishini faqat texnik qurilmalar evolyutsiyasi sifatida emas, balki ma'lumotlar, raqamli texnologiyalar, intellektual algoritmlar va boshqaruv mexanizmlarining yagona integratsiyalashgan tizimga aylanish jarayoni sifatida kompleks baholash imkonini berdi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Sanoat avtomatlashtirish tizimlarining rivojlanish tendensiyalarini o'rganishga bag'ishlangan ilmiy tadqiqotlar tahlili ushbu sohaning an'anaviy avtomatik boshqaruvdan raqamli, intellektual va o'zaro integratsiyalashgan boshqaruv tizimlariga o'tish bosqichida ekanligini ko'rsatadi. Zamonaviy ilmiy adabiyotlarda avtomatlashtirishning rivojlanishi alohida boshqaruv qurilmalarining funksional imkoniyatlarini oshirish bilan cheklanmasdan, ishlab chiqarish obyektlari, sensorlar, hisoblash vositalari, aloqa tarmoqlari va dasturiy platformalarni yagona axborot muhitida birlashtirish bilan tavsiflanadi. Ayniqsa, Industry 4.0 konsepsiyasi doirasida kiber-fizik tizimlar, Industrial Internet of Things (IIoT), bulutli va chekka hisoblash, sun'iy intellekt hamda katta ma'lumotlar texnologiyalarining integratsiyasi sanoat avtomatlashtirishining asosiy rivojlanish omillariga aylanmoqda.

Ilmiy manbalarni tahlil qilishda birinchi muhim yo'nalish sifatida sanoat Internet of Things (IIoT) texnologiyasini ajratish mumkin. IIoT texnologiyasi ishlab chiqarish uskunalari, o'lchash vositalari va ijro mexanizmlaridan real vaqt rejimida ma'lumot olish, ularni aloqa tarmoqlari orqali uzatish va markaziy yoki taqsimlangan hisoblash tizimlarida qayta ishlash imkonini beradi. Bunday yondashuv texnologik jarayonning holatini doimiy monitoring qilish, parametrlarning me'yoriy qiymatlardan og'ishini aniqlash va boshqaruv ta'sirlarini tezkor shakllantirish imkoniyatini kengaytiradi. Shu bilan birga, IIoTning keng joriy qilinishi ma'lumotlarning ishonchiligi, qurilmalararo moslashuvchanlik va axborot xavfsizligi bilan bog'liq yangi muammolarni yuzaga keltiradi.

Ikkinchi muhim yo'nalish sun'iy intellekt va mashinali o'qitish algoritmlarining avtomatlashtirish tizimlariga kiritilishi bilan bog'liq. An'anaviy avtomatik boshqarish tizimlarida boshqaruv algoritmlari ko'pincha oldindan belgilangan matematik model va qoidalar asosida ishlasa, sun'iy intellektga asoslangan tizimlar katta hajmdagi tarixiy va real vaqt ma'lumotlaridan foydalanib, jarayonning o'zgaruvchan xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi. Zamonaviy tadqiqotlarda mashinali o'qitish usullari nosozliklarni aniqlash, mahsulot sifatini nazorat qilish, texnologik parametrlarni optimallashtirish va uskunalarning texnik holatini bashorat qilishda faol qo'llanilayotgani ko'rsatilgan. Biroq bunday tizimlarning samaradorligi ma'lumotlar hajmi va sifati, modelning tushuntiriluvchanligi hamda o'qitish uchun yetarli miqdordagi ishonchli ma'lumotlarning mavjudligiga bevosita bog'liq.

Uchinchi rivojlanish yo'nalishi raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyasining sanoat avtomatlashtirish tizimlariga integratsiyalashuvi hisoblanadi. Raqamli egizak fizik obyekt yoki texnologik jarayonning virtual



modelini real obyekt bilan ma'lumot almashinuvi asosida bog'lashga imkon beradi. Bu texnologiya yordamida ishlab chiqarish jarayonining turli ish rejimlarini virtual muhitda baholash, uskunalarining texnik holatini kuzatish va boshqaruv qarorlarining ehtimoliy natijalarini oldindan aniqlash mumkin. Ayniqsa, raqamli egizak va bashoratli texnik xizmat ko'rsatishning birgalikdagi qo'llanilishi avtomatlashtirilgan diagnostikaning yangi imkoniyatlarini yaratmoqda. Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlarda raqamli egizaklarning ishlab chiqarish va texnik xizmat jarayonlarini yagona tizimda integratsiyalashuvi hali yetarlicha o'rganilmaganligi qayd etiladi.

To'rtinchi yo'nalish bashoratli texnik xizmat ko'rsatish (Predictive Maintenance) tizimlarining rivojlanishidir. An'anaviy rejalashtirilgan texnik xizmat ko'rsatishda uskunalariga ma'lum vaqt oralig'ida xizmat ko'rsatilsa, bashoratli yondashuvda texnik xizmat ko'rsatish zarurati uskunaning real holati va sensorlardan olinadigan ma'lumotlar asosida belgilanadi. Tadqiqotlarda IoT, mashinali o'qitish va katta ma'lumotlar texnologiyalarini birlashtirish orqali uskunaning nosozlik ehtimolini oldindan baholash, to'xtab qolish vaqtini kamaytirish va texnik xizmat xarajatlarini optimallashtirish imkoniyatlari ko'rsatilgan. Keng qamrovli tahlillar asosida bashoratli texnik xizmatning asosiy muammolari sifatida model murakkabligi, ma'lumotlar yetishmasligi va mashinali o'qitish uchun standartlashtirilgan ma'lumotlar to'plamlarining cheklanganligi ko'rsatilgan.

Beshinchi yo'nalish sifatida edge computing, bulutli texnologiyalar va real vaqt rejimidagi boshqaruvni ko'rsatish mumkin. Ishlab chiqarish jarayonlarida barcha ma'lumotlarni markaziy serverga yuborish o'rniqa ularning bir qismini bevosita ishlab chiqarish obyektiga yaqin joylashgan hisoblash qurilmalarida qayta ishlash kechikishni kamaytirish va real vaqt talablarini ta'minlash imkonini beradi. Bu ayniqsa tezkor boshqaruv, robototexnika, avariya holatlarini aniqlash va uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlari uchun muhimdir. Shu sababli kelajakdagi avtomatlashtirish arxitekturasida markazlashgan boshqaruvdan taqsimlangan va gibrid hisoblashga tomon rivojlanmoqda. Yana bir muhim masala — sanoat avtomatlashtirish tizimlarining kiberxavfsizligidir. Ishlab chiqarish qurilmalarining tarmoqqa ulanishi va masofadan boshqarilishi texnologik jarayonlarning moslashuvchanligini oshirgan bo'lsa-da, ruxsatsiz kirish, ma'lumotlarni o'zgartirish va boshqaruv tizimlariga kiberhujum qilish xavfini ham oshiradi. Shu sababli zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarini loyihalashda funksional xavfsizlik bilan bir qatorda axborot xavfsizligi ham asosiy talab sifatida qaralmoqda. Raqamli egizak, mashinali o'qitish va anomaliyalarni aniqlash texnologiyalaridan kiberxavflarni aniqlash va baholashda foydalanish bo'yicha tadqiqotlar ham jadallashmoqda.

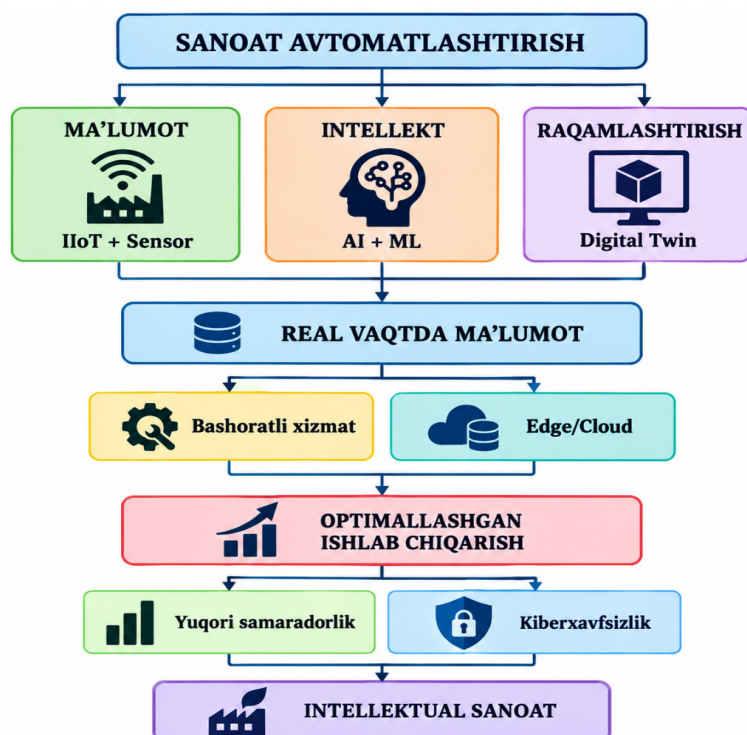
O'zbekistondagi ilmiy tadqiqotlar va amaliy ishlanmalar tahlili ham sanoat korxonalarida raqamlashtirish, avtomatlashtirish, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish hamda ishlab chiqarish jarayonlarini intellektualashtirishga e'tibor ortib borayotganini ko'rsatadi. Biroq mahalliy sharoitda zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalarini joriy etishda mavjud ishlab chiqarish uskunalarini yangi raqamli tizimlar bilan integratsiyalash, mahalliy mutaxassislarining raqamli kompetensiyasini oshirish, texnik infratuzilmani modernizatsiya qilish va kiberxavfsizlikni ta'minlash masalalari alohida ilmiy-amaliy ahamiyatga ega (1-jadval).

1-jadval. Sanoat avtomatlashtirishining zamonaviy rivojlanish yo'nalishlari¹

№	Rivojlanish yo'nalishi	Asosiy texnologiyalar	Asosiy qo'llanish sohasi	Ilmiy-amaliy ahamiyati, %
1	Industrial IoT (IIoT)	Sensorlar, IIoT platformalari, sanoat tarmoqlari	Real vaqt rejimida monitoring va ma'lumot yig'ish	95
2	Sun'iy intellekt (AI/ML)	Mashinali o'qitish, neyron tarmoqlar, ma'lumotlar tahlili	Diagnostika, prognozlash va jarayonlarni optimallashtirish	93
3	Raqamli egizak (Digital Twin)	Virtual modellashtirish, simulyatsiya, real vaqt ma'lumotlari	Texnologik jarayon va uskunalar holatini tahlil qilish	91
4	Bashoratli texnik xizmat	Machine Learning, Big Data, sensorlar	Nosozliklarni oldindan aniqlash va texnik xizmatni rejalashtirish	90
5	Edge/Cloud Computing	Edge computing, bulutli platformalar, Edge AI	Ma'lumotlarni tezkor qayta ishlash va taqsimlangan boshqaruv	86
6	Kiberxavfsizlik	IDS, autentifikatsiya, anomaliyalarni aniqlash	ICS/SCADA tizimlarini himoyalash	88
7	Robototexnika	Sanoat robotlari, kobotlar, avtomatlashtirilgan operatsiyalar	Ishlab chiqarish operatsiyalarini avtomatlashtirish	84

1 Manba: Muallif ishlanmasi.

Foizlar bibliometrik ko'rsatkich emas, adabiyotlar tahlili asosida ushbu yo'nalishlarning nisbiy ilmiy-amaliy ustuvorligini ifodalovchi mualliflik ekspert sintezidir (1-rasm).



1-rasm. Sanoat avtomatlashtirish tizimlarining zamonaviy texnologik rivojlanish tendentsiyasi²

Sanoat avtomatlashtirish tizimlarining rivojlanishi alohida texnologiyalarni mustaqil qo'llashdan ularni yagona intellektual boshqaruv muhitida integratsiyalashga tomon yo'nalayotganini ko'rsatadi. Bunda IIoT ma'lumotlarni yig'ish, sun'iy intellekt ularni tahlil qilish, Digital Twin jarayonning virtual modeli bilan ishlash, edge/cloud texnologiyalari hisoblash infratuzilmasini ta'minlash, bashoratli texnik xizmat uskunalar holatini oldindan baholash, kiberxavfsizlik esa tizimning ishonchli ishlashini ta'minlash vazifasini bajaradi. Zamonaviy tadqiqotlarning umumiy natijasi shundan dalolat beradiki, kelajakdagi sanoat avtomatlashtirish tizimlari moslashuvchan, avtonom, ma'lumotlarga asoslangan, kiberxavfsiz va o'z-o'zini optimallashtira oladigan tizimlar sifatida shakllanadi.

Tadqiqot natijalari sanoat avtomatlashtirish tizimlarining rivojlanishi an'anaviy avtomatik boshqaruv vositalarini takomillashtirishdan raqamli va intellektual boshqaruv arxitekturalarini shakllantirishga tomon yo'nalayotganini ko'rsatdi. Zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarida alohida qurilma yoki texnologiyaning funksional imkoniyatlarini oshirishdan ko'ra, turli texnologiyalarni yagona axborot-boshqaruv muhitiga integratsiyalash muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, IIoT, sun'iy intellekt, Digital Twin, Edge/Cloud Computing va bashoratli texnik xizmat texnologiyalarining o'zaro uyg'unlashuvi ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishning yangi modelini shakllantirmoqda. Tahlil natijalariga ko'ra, Industrial Internet of Things (IIoT) zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarining axborot bazasini tashkil etuvchi asosiy texnologiyalardan biridir. Sensorlar va intellektual o'lchash vositalarining ishlab chiqarish obyektlariga keng joriy etilishi texnologik parametrlarni uzluksiz kuzatish va real vaqt ma'lumotlarini shakllantirish imkonini beradi. Biroq ma'lumotlar hajmining ortishi ularni saqlash, qayta ishlash va himoyalash masalalarini ham murakkablashtiradi. Shuning uchun IIoTni mustaqil texnologiya sifatida emas, balki sun'iy intellekt va taqsimlangan hisoblash tizimlari bilan birgalikda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalarining joriy etilishi avtomatlashtirish tizimlarini reaktiv boshqaruvdan prognozli boshqaruvga o'tkazish imkonini bermiqda. An'anaviy tizimlar asosan mavjud holatga javob beradigan bo'lsa, intellektual algoritmlar tarixiy va real vaqt ma'lumotlari asosida jarayonning kelajakdagi holatini baholashi mumkin. Bu, ayniqsa, uskunalar nosozligini oldindan aniqlash, mahsulot sifatini prognozlash va texnologik parametrlarni optimallashtirishda muhimdir. Shu bilan birga, sun'iy intellekt algoritmlarining natijasi ma'lumotlar sifati va miqdoriga kuchli bog'liqligi sababli, sanoat korxonalarida ishonchli ma'lumotlar bazasini shakllantirish dolzarb masala bo'lib qolmoqda. Digital Twin texnologiyasining rivojlanishi esa avtomatlashtirish



tizimlarining modellashtirish va boshqaruv imkoniyatlarini kengaytiradi. Fizik obyektning virtual modelini real vaqt ma'lumotlari bilan bog'lash orqali turli texnologik rejimlarni oldindan baholash, uskunaning texnik holatini kuzatish va optimal boshqaruv parametrlarini aniqlash mumkin. Biroq Digital Twinni amaliyotga joriy etish uchun yuqori aniqlikdagi modellar, yetarli hisoblash resurslari va real obyekt bilan uzluksiz ma'lumot almashinuvi talab etiladi.

Muhokama jarayonida Edge Computing texnologiyasining ahamiyati ham alohida namoyon bo'ldi. Real vaqt rejimida ishlaydigan ishlab chiqarish tizimlarida ma'lumotlarni faqat markaziy yoki bulutli serverga uzatish boshqaruv kechikishlarini yuzaga keltirishi mumkin. Edge computing ma'lumotlarni bevosita ishlab chiqarish obyektiqa yaqin joyda qayta ishlash orqali ushbu kechikishni kamaytiradi. Natijada tezkor boshqaruv, avariya holatlarini aniqlash va avtomatlashtirilgan diagnostika samaradorligi oshadi. Shuningdek, avtomatlashtirishning yuqori darajada raqamlashtirilishi kiberxavfsizlik talablarini kuchaytiradi. Sanoat qurilmalarining tarmoqqa ulanishi boshqaruvning moslashuvchanligini oshirishi bilan birga, kiberhujumlar xavfini ham oshiradi. Shu sababli kelajakdagi avtomatlashtirish tizimlarida funksional xavfsizlik va axborot xavfsizligini birgalikda ta'minlash zarur. Umuman olganda, tadqiqot natijalari sanoat avtomatlashtirishining kelajakdagi rivojlanishi alohida texnologiyalarni joriy etish emas, balki ularni yagona intellektual, moslashuvchan va kiberxavfsiz ekotizimga integratsiyalash bilan belgilanayotganini ko'rsatadi. Bunday tizimlarda IIoT ma'lumotlarni shakllantiradi, AI/ML ularni tahlil qiladi, Digital Twin jarayonni virtual aks ettiradi, Edge/Cloud hisoblashni ta'minlaydi, bashoratli texnik xizmat uskunalar holatini prognozlaydi, kiberxavfsizlik esa tizimning ishonchli ishlashini ta'minlaydi. Shu jihatdan, sanoat avtomatlashtirishining asosiy strategik yo'nalishi inson ishtirokini to'liq istisno qilish emas, balki inson qarorlarini yuqori aniqlikdagi ma'lumotlar va intellektual tahlil vositalari bilan qo'llab-quvvatlaydigan inson–mashina hamkorligi modelini shakllantirishdan iborat.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot natijalari sanoat avtomatlashtirish tizimlarining zamonaviy rivojlanishi raqamlashtirish, intellektuallashtirish va ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv texnologiyalarining keng joriy etilishi bilan tavsiflanishini ko'rsatdi. Industrial Internet of Things, sun'iy intellekt, mashinali o'qitish, raqamli egizak, bashoratli texnik xizmat va Edge/Cloud Computing zamonaviy avtomatlashtirishning asosiy yo'nalishlarini tashkil etmoqda.

Ushbu texnologiyalarni yagona axborot-boshqaruv muhitiga integratsiyalash ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida monitoring qilish, texnologik parametrlarni optimallashtirish, uskunalar holatini prognozlash va mahsulot sifatini oshirish imkonini beradi. Umuman olganda, sanoat avtomatlashtirishining istiqboldagi rivojlanishi intellektual, moslashuvchan, kiberxavfsiz va o'z-o'zini optimallashtiruvchi boshqaruv tizimlarini shakllantirish bilan belgilanadi. Bunday yondashuv ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, resurslardan oqilona foydalanish va sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios. 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 3928–3937. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
2. Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962.
3. Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE Access*, 8, 108952–108971.
4. Carvalho, T. P., Soares, F. A. A. M. N., de Souza, F. L., Souza, J. C., Francisco, R. da P., & Soares, E. A. (2020). Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 150, 106889. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106889>
5. Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 29, 36–52.
6. Bleistein, T. (2025). IIoT and Digital Twin: A systematic literature review and looking beyond the state. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 41(1). <https://doi.org/10.1002/asmb.2923>
7. Chen, S., Turanoglu Bekar, E., Bokrantz, J., & Skoogh, A. (2025). AI-enhanced digital twins in maintenance: Systematic review, industrial challenges, and bridging research–practice gaps. *Journal of Manufacturing Systems*, 82, 678–699. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2025.07.006>
8. A literature review framework and open research challenges for predictive maintenance in Industry 4.0. (2025). *Computers & Industrial Engineering*, 206, 111193. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2025.111193>
9. Industry 4.0/IIoT platforms for manufacturing systems—A systematic review contrasting the scientific and the industrial side. (2025). *Information and Software Technology*, 179, 107650. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2024.107650>
10. Digital Twin in Industry 4.0: Systematic review and content analysis and an architectural reference model. (2025).



Procedia Computer Science, 253, 2919–2928. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.02.016>

11. Rajabova, D. I., & Safarova, B. J. (2025). Yangi raqamli texnologiyalarning sanoatdagi oʻrni. Modern Science and Research, 505–508.
12. Alijonov, J. A., & Abdusattorova, D. (2026). Sanoat sohasini raqamli texnologiyalar orqali rivojlantirish. Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot.

muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 9

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100