

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

№7

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

2025
IYUL



Milliy nashrlar

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

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Academic
Resource
Index
ResearchBib

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

OpenAIRE

ROAD

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

BASE

Crossref

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



UZBEKISTAN

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



muhandislik & iqtisodiyot

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

Elektron nashr,
280 sahifa, iyul, 2025-yil.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

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

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalandar 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, 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)

Sharipov Botirali Roxataliyevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor

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.



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
- 05.09.01 – 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

Yashil ish o'rinlari va ekologik ta'lim: o'zbekiston yoshlari uchun yangi imkoniyatlar	12
Rashidov Saidislom, Zaripova Mardona	
Soliqlarni to'lashdan bo'yin tovlash holatlarining informatsion assimetriyaga ta'siri	16
Babanazarova Nilufar Xolmatovna	
Iqtisodiy barqarorlikni ta'minlashda budget mablag'laridan foydalanish mexanizmining o'rni va ahamiyati	23
Rustamova Gulmira Aliqulovna	
Dasturiy mahsulotlar logistikasi	30
Uzaqov Ortik Shaymardanovich	
Banklarda moliyaviy barqarorligini ta'minlashda moliyaviy natijalar ahamiyati	35
Djalilov G'ayrat Qaxramanovich	
Oliy ta'lim muassasalarini "yashil universitet" tizimiga transformatsiya qilish istiqbollari (buxoro davlat texnika universiteti va malayziyaning oliy ta'lim muassasalari o'rtasidagi hamkorlik misolida)	39
Rahmatov Shuxrat Axatovich	
Davlat qarzi siyosati samaradorligini oshirish orqali makroiqtisodiy barqarorlikni mustahkamlash	43
Sayfutdinov Xasanboy Dilshodovich	
Оптимизация бизнес-процессов и модернизация занятости в условиях цифровизации	47
Явкачев Шохзод Зайниддин углы	
Strategik rivojlanish sharoitida investitsion jozibadorlikning o'rni	54
Otaboyev Axmed Maxsudbek o'g'li	
Kichik biznes subyektlarini moliyalashtirishni rag'batlashtirish	61
Annaklichev Saxi Saparmuxamedovich	
Альтернативный подход к распределению финансовых ресурсов для эффективного финансирования высшего образования	65
Гулшат Карлибаева	
Banklarda moliyaviy barqarorligini ta'minlashda moliyaviy natijalar ahamiyati	70
Djalilov G'ayrat Qaxramanovich	
O'zbekistonda jahon sivilizatsiyasiga ta'sir o'tkaza oladigan zamonaviy qarashlarga ega memolarning yetishmasligi	74
Nabiyev Hamidjon Mirzo o'g'li	
General Concept and Principles of Quality Management System	78
Atamirzayev Nodirbek Bekmirzayevich	
Transformatsiya jarayonida tijorat banklarining kreditlash faoliyatini rivojlantirish	84
Absamatov Anvar Ergashovich	
Интегральный показатель отбора экспертов для принятия коллегиальных диагностических решений	94
Uraqov Shokir Ulashovich	
Korxona faoliyatini tahlil qilishda boshqaruv hisobining roli	100
Abdurasulov Xumoyun Jalil o'g'li, Axmedov Xasan Ruzibayevich	
Raqamli iqtisodiyot va buxgalteriya hisobini tashkil etish	107
Abdullayev Abdurauf	
Moliyaviy hisobotni transformatsiya qilish	112
Sheraliyev Xayrulla Karimovich	
O'zbekiston sharoitida raqamli transformatsiyaning makroiqtisodiy indikatorlarga ta'siri	116
Samarqand davlat uiversiteti, Kuldoshev Lazizjon Sharifovich	



Raqamli iqtisodiyotning turizm sohasidagi bandlik shakllariga ta'siri.....	120
Rasulova Muxabbat Teshabayevna, Normurodov Sarvar Norboy o'g'li	
Xalqaro moliya-kredit institutlari bilan hamkorlikning xorij tajribasi.....	126
Qosimov Bobur Sobirovich	
Jahonda moliyaviy munosabatlar rivojlanishida korporativ tuzilmalar faoliyatining o'rni	131
Kurbaniyazov Shaxzodbek Karimovich	
Iqtisodiyotning real sektor subyektlarining faoliyatini moliya-kredit mexanizmlari orqali rag'batlantirishning xalqaro tajribasi	136
Mahmudov Nurali Komilovich	
O'zbekiston sharoitida raqamli transformatsiyaning makroiqtisodiy indikatorlarga ta'siri	140
Sanakulova Iroda, Kuldoshev Lazizjon Sharifovich	
Sho'r suvni chuchuklashtirish uchun absorber sifatida foydalanilgan quyosh elementlari tuzilmasining tajriba sinov tahlillar	144
Tursunov Muxamad Nishanovich, Sabirov Xabibullo, Axtamov Tohir Zuxriddinovich, Abriyev Shaxzod Akbar o'g'li, Bobomuratov Sardor Abdurasul o'g'li	
Развитие банков в системе цифровых финансовых услуг в Республике Узбекистан.....	151
Даденова Гульхан Кенесбаевна	
Внедрение экологических стандартов в транспортной системе: проблемы и перспективы	156
Абдурахманова М.Т.	
Elektron o'quv kontenti orqali mustaqil ta'lim va tadqiqot faoliyatini rivojlantirish	162
Ahunova Tamannoxon Zokir qizi	
Raqamli transformatsiya sharoitida davlat va xususiy sektorda korporativ boshqaruv strategiyasini yangilash: O'zbekiston modeli	167
Tojialiye Sherdorbek Elmurod o'g'li, Ergashev Axmadjon Maxmudjon o'g'li	
Jismoniy shaxslar uchun aksiyalar bozoriga kirish strategiyalari va investitsiya imkoniyatlari: O'zbekiston va xalqaro tajriba tahlili	171
O'raqov Bekzodbek Abdurayxon o'g'li	
Energetika tarmog'ida moliyaviy hisobotning xalqaro standartlarini (mhxs) joriy etishning nazariy asoslari	176
Uralov Temur Boxodir O'g'li	
Nodavlat notijorat tashkilotlarini mablag'larini shakllanishi va nazorat qilinishi	181
Xolbekov Ulug'bek Toshpulat o'g'li	
Oliy ta'lim muassasalarining xalqaro reyting ko'rsatkichlarini oshirishning strategik boshqaruv mexanizmlari	185
Mamajonova Muxlisaxon Muzaffar qizi	
Economic Efficiency of Digital Twin and Bim Technologies in Construction Enterprises.....	189
Nigmatjonova Nozima Ulmasjonovna	
Uzumchilikka ixtisoslashgan xo'jaliklarning iqtisodiy samaradorligini oshirish yo'llari	197
Tursunov To'liqin Jo'raqulovich	
Совершенствование проверки налогового аудита в Узбекистане	202
Юсупов Мансур Расулович	
Navoiy viloyatida mehnat resurslaridan foydalanishni ekonometrik modellashirish usullari	207
Hamroyev Anvar Ashurovich	
Texnika fanining bugungi kunda o'rni va ahamiyati	214
Ulasheva Shaxlo Tagayevna, Xujamurotova Mashxura G'ayrat qizi	
Globalashuv sharoitida mamlakat iqtisodiy xavfsizligini ta'minlash masalalari.....	219
Nurmurodov Olmos Eshmuradovich	
Banklarda xalqaro hisob-kitoblar hisobini takomillashtirish	226
Uzaqova Gulmira Yuldashovna	



Korxona mehnat unumdorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar va ularning o'zaro bog'liqligi. (artel korxonasi misolida)	230
Abdug'aniyev Ilyosbek Shavkatbek o'g'li	
Gaz sanoatiga xorijiy investitsiyalarni jalb qilishning moliyaviy jihatlarini	238
Ergashev Muhibbek Aslam o'g'li	
Namangan viloyatida investitsiya faoliyatining o'ziga xos xususiyatlari.....	242
Inamov Farxodjon Ikrom o'g'li	
Математическое моделирование кинематики движения шаров различного размера в барабанных мельницах	246
Акмал Жуманазаров	
Влияние «зеленых» инвестиций на устойчивое экономическое развитие: теоретические и прикладные аспекты	253
Исомов Б. С.	
Bozor xizmatlari ko'rsatish sohasini innovatsion rivojlantirishning konseptual asoslarining shakllanish xususiyatlari	260
Alimdjanova Oydin Nodirovna	
Korxonalar faoliyatida yashil marketing strategiyalarini qo'llash imkoniyatlari.....	266
Rahmatov Dilshod Shermat o'g'li	
Sanoatda raqamli egizak texnologiyalarining o'rni	271
Ibragimov Sanjarbek Salijanovich	



SANOATDA RAQAMLI EGIZAK TEKNOLOGIYALARINING O'RNI

Ibragimov Sanjarbek Salijanovich

Andijon davlat texnika instituti

“Axborot texnologiyalari” kafedrası dotsenti, t.f.f.d. (PhD)

sanjari07@yahoo.com, ORCID: 0000-0001-5990-8046

Annotatsiya: Ishlab chiqarish texnologiyalarining rivojlanishi sanoat faoliyatini tubdan o'zgartirib, raqamli egizak texnologiyalari inqilobiy yechim sifatida maydonga chiqmoqda. Raqamli egizak — bu real obyektlarning virtual modeli bo'lib, u real vaqt rejimida kuzatish, tahlil qilish va jarayonlarni optimallashtirish imkonini beradi. Ushbu maqolada raqamli egizak texnologiyasining mohiyati, uning qo'llanilishi va zamonaviy ishlab chiqarishda samaradorlik, xarajatlarni qisqartirish va innovatsiyalarni rivojlantirishdagi ahamiyati o'rganiladi. Shuningdek, ushbu texnologiyani joriy etishdagi muammolar tahlil qilinib, kelajak istiqbollari yoritib beriladi.

Kalit so'zlar: Raqamli egizak (Digital Twin), Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlari, IoT (Narsalar interneti), Sun'iy intellekt (AI), 5G texnologiyasi, Sanoat 4.0, Texnik xizmatni rejalashtirish

Abstract: The development of manufacturing technologies is fundamentally transforming industrial activities, with digital twin technologies emerging as a revolutionary solution. A digital twin is a virtual model of a real-world object that enables real-time monitoring, analysis, and optimization of processes. This article explores the essence of digital twin technology, its applications, and its significance in enhancing efficiency, reducing costs, and fostering innovation in modern manufacturing. Furthermore, the study examines the challenges associated with the implementation of this technology and highlights its future prospects.

Keywords: Digital Twin, Modern Manufacturing Processes, IoT (Internet of Things), Artificial Intelligence (AI), 5G Technology, Industry 4.0, Predictive Maintenance

Аннотация: Развитие производственных технологий кардинально меняет деятельность промышленности, и технологии цифровых двойников выступают как революционное решение. Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель реального объекта, которая позволяет осуществлять мониторинг, анализ и оптимизацию процессов в режиме реального времени. В данной статье рассматривается сущность технологии цифровых двойников, её применение, а также значение в повышении эффективности, снижении затрат и развитии инноваций в современном производстве. Кроме того, проанализированы проблемы внедрения данной технологии и обозначены перспективы её развития.

Ключевые слова: Цифровой двойник, Современные производственные процессы, IoT (Интернет вещей), Искусственный интеллект (AI), Технология 5G, Индустрия 4.0, Плановое техническое обслуживание

KIRISH

Ishlab chiqarish sohasi IoT (Narsalar interneti), sun'iy intellekt (AI) va raqamli egizak tizimlari kabi ilg'or texnologiyalarni joriy etish orqali tubdan o'zgarish jarayonini boshdan kechirmoqda. Ushbu texnologiyalar ishlab chiqarish jarayonlarini nafaqat avtomatlashtirishda, balki ularni aqlli boshqarish, tahlil qilish va optimallashtirishda ham muhim rol o'ynamoqda. Bu o'zgarishlar sanoatning turli tarmoqlarida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va resurslardan foydalanishni optimallashtirish imkoniyatlarini yaratmoqda. Ayniqsa, raqamli egizak texnologiyasi zamonaviy sanoatda inqilobiy yechim sifatida ajralib turadi. Bu texnologiya ishlab chiqarish jarayonlarining har bir jihatini real vaqt rejimida kuzatib borish, bashorat qilish va boshqarish imkonini beradi. Raqamli egizakning mohiyati shundaki, u real dunyo obyektlarining virtual nusxasini yaratish orqali ularning ishlashini simulyatsiya qilish, yuzaga keladigan muammolarni oldindan aniqlash va jarayonni optimallashtirishga xizmat qiladi. Shu tariqa, ishlab chiqarish jarayonlari nafaqat yanada samarador va tejamkor, balki texnik jihatdan ham xavfsiz bo'ladi. Raqamli egizak texnologiyasi dastlab kosmik muhandislik sohasida rivojlangan. NASA uni koinot kemalarini kuzatish va boshqarishda qo'llagan bo'lib, texnologiya astronomiya sohasida katta yutuqlarni ta'minlagan. Kosmosda ishlayotgan asbob-uskunalarini real vaqt rejimida monitoring qilish va ularga texnik xizmatni masofadan boshqarish orqali raqamli egizaklar xavfsizlik va samaradorlikni oshirgan [1,5].

Hozirgi kunda raqamli egizak texnologiyasi kosmik muhandislik doirasidan chiqib, sanoatning deyarli barcha tarmoqlarida muvaffaqiyat bilan qo'llanilmoqda. Avtomobilsozlikda u yangi avtomobil modellari loyihalash va ularni sinovdan o'tkazish jarayonini tezlashtiradi. Dizayndan tortib, yo'lovchilarning xavfsizligini ta'minlashgacha bo'lgan barcha bosqichlar raqamli model asosida tahlil qilinadi va takomillashtiriladi. Ener-

getika sohasida esa raqamli egizaklar elektr stansiyalari va tarmoqlarining samaradorligini monitoring qilish va energiya yo'qotishlarini kamaytirishga yordam beradi. Shuningdek, sog'liqni saqlash sohasida raqamli egizaklar yangi yondashuvlarni kiritmoqda. Masalan, tibbiy asbob-uskunalar ishlashining virtual modellarini yaratish orqali ular bilan bog'liq xatolarni oldindan aniqlash va davolash jarayonlarini optimallashtirish imkoniyati yaratilmoqda. Kelajakda bu texnologiyaning sun'iy intellekt bilan integratsiyasi nafaqat ishlab chiqarishda, balki kundalik hayotda ham tub o'zgarishlarni ta'minlashi kutilmoqda [3].

Raqamli Egizak Texnologiyasining Rivojlanish Jadvali



1-Rasm. Raqamli egizak texnologiyasining rivojlanishi

Raqamli egizak texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonlarini oddiy avtomatlashtirishdan yuqori darajaga olib chiqib, tizimlarning real vaqtdagi faoliyatini tahlil qilish, muammolarni bashorat qilish va murakkab muam-molarga yechim topish imkonini beradi. Ushbu texnologiya sanoatning kelgusi rivoji uchun mustahkam poy-devor yaratmoqda. Raqamli egizak texnologiyasi fizik tizim yoki obyektning raqamli nusxasini yaratish va uni real vaqt ma'lumotlari asosida boshqarish imkonini beradi. Ushbu maqolada raqamli egizak texnologiyasining zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlaridagi ahamiyati, uning qo'llanilishi va keltiradigan foydalari o'rganiladi [2-5].

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyasi sanoat 4.0 doirasida shakllanib borayotgan ilg'or raqamli yechimlardan biri bo'lib, ishlab chiqarish, sog'liqni saqlash, energetika, transport va boshqa ko'plab soha-larda keng qo'llanilmoqda. Adabiyotlar tahlili ushbu texnologiyaning nazariy asoslari, amaliy qo'llanilishi, texnik tarkibi, iqtisodiy samaradorligi va kelajakdagi istiqbollari bilan bog'liq asosiy ilmiy ishlarga tayanadi.

Raqamli egizak texnologiyasining ilk tushunchasi Grieves (2014) tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, u raqamli egizakni fizik obyektlarning virtual modelini yaratish orqali ishlab chiqarish samaradorligini oshirish vositasi sifatida ta'riflaydi. Grieves'ning ishlari texnologiyaning paydo bo'lishiga, konsepsiyasi va dastlabki qo'llanilishiga asos yaratgan [1].

Lee, Bagheri va Kao (2015) tomonidan taklif etilgan kiber-jismoniy tizimlar (Cyber-Physical Systems) ar-xitekturasida esa sanoat 4.0 doirasida raqamli egizaklar uchun zarur bo'lgan texnologik infratuzilmani tushu-nishga yordam beradi. Ushbu arxitekturaliy yondashuv ishlab chiqarish tizimlarining aqlli va moslashuvchan bo'lishini ta'minlaydi [4].



Digital Twin'ning simulyatsion jihatlarini, ya'ni raqamli muhitda fizik obyektlarning dinamikasini modellash-tirish va monitoring qilish masalalari Boschert va Rosen (2016) tomonidan yoritilgan. Ularning ishlari ayniqsa ishlab chiqarish jarayonlarida nosozliklarni oldindan aniqlash va texnik xizmat ko'rsatishni prognozlash nuqtayi nazaridan muhim ahamiyatga ega [3].

Shuningdek, Negri va boshqalar (2017) o'z izlanishlarida CPS asosidagi ishlab chiqarish tizimlarida raqamli egizaklarning roli, ularning samaradorlikka ta'siri, xavflarni boshqarish imkoniyatlari va real vaqt moni-toring tizimlarining ahamiyatiga urg'u beradilar. Bu maqola mualliflarining ishlab chiqarishdagi optimallashtirish va samaradorlikni oshirish borasidagi fikrlarini mustahkamlaydi [5].

Qi & Tao (2018) esa raqamli egizak va katta hajmdagi ma'lumotlar (Big Data) integratsiyasining aqlli ishlab chiqarishga qo'shgan hissasini keng qamrovda tahlil qilgan. Ularning 360 darajali taqqosloviiy tahlili raqamli egizaklarning zamonaviy sanoatdagi strategik o'rini ko'rsatadi [6].

Adabiyotlarda shuningdek, ta'minot zanjiri (supply chain) va ishlab chiqarish xavfini boshqarish sohasida ham raqamli egizaklarning muhimligi ko'rsatib o'tiladi. Masalan, Ivanov, Dolgui va Sokolov (2019) tomonidan taqdim etilgan tadqiqotda raqamli egizak texnologiyasi yordamida ta'minot zanjirining barqarorligi va xavflarga chidamliligi oshirilishi mumkinligi isbotlangan [7]. Bu maqolaning ishlab chiqarishdagi nosozliklarni oldindan prognozlash va resurslarni samarali taqsimlash mavzulari bilan uzviy bog'liq.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Raqamli egizak texnologiyasi fizik obyekt yoki jarayonning virtual ko'rinishi bo'lib, u quyidagi uch asosiy komponentdan iborat:

Fizik obyekt: Raqamli model asosida kuzatilayotgan haqiqiy tizim yoki jarayon.

Raqamli model: Fizik obyektning kompyuter orqali yaratilgan virtual nusxasi.

Ma'lumotlar oqimi: Fizik va raqamli obyektlar orasida ma'lumotlar uzatishni ta'minlovchi IoT datchiklari va tizimlar.

Raqamli egizak konsepsiyasi ilk bor NASA tomonidan 2000-yillarning boshida koinot kemalarini boshqa-rish va monitoring qilish uchun qo'llanilgan. Ushbu texnologiya koinotdagi obyektlarning ishlashini masofadan kuzatish, texnik xizmat ko'rsatish va xavfsizlikni ta'minlash kabi vazifalarni bajarishga yordam bergan. Ayniqsa, koinot kemalarining ishlash parametrlarini real vaqt rejimida tahlil qilish va yuzaga kelishi mumkin bo'lgan nosozliklarni oldindan aniqlash imkoniyati texnologiyaning o'ziga xos afzalliklaridan biri sifatida namoyon bo'lgan [9].

So'nggi yillarda zamonaviy kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi, bulutli hisoblash tizimlarining keng qo'llanilishi va sun'iy intellekt (AI) imkoniyatlarining kengayishi raqamli egizak texnologiyasini yanada takomil-lashtirdi. Endi bu texnologiya faqat kosmik muhandislik bilan cheklanmay, sanoatning boshqa tarmoqlarida ham qo'llanilmoqda. Masalan, zamonaviy zavodlarda raqamli egizaklar ishlab chiqarish liniyalari va uskunala-rini real vaqt rejimida kuzatish va boshqarish uchun qo'llaniladi. Bu esa samaradorlikni oshirish, nosozliklarni bartaraf etish va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga imkon beradi [5].

Bulutli hisoblash texnologiyalari esa raqamli egizaklardan foydalanishni yanada osonlashtirdi. Ma'lumot-larni markazlashtirilgan tarzda saqlash va ularga tezkor kirish imkoniyati turli obyektlarning raqamli egizaklarini boshqarishni oddiylashtiradi. Shu bilan birga, sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi raqamli egizaklarni aqlli qarorlar qabul qilish vositasiga aylantirdi. AI yordamida raqamli egizaklar nafaqat mavjud holatni kuzatish, balki jarayonlarni optimallashtirish va murakkab muammolarni hal qilishni ham ta'minlaydi. Natijada, raqamli egizak texnologiyasi avtomobilsozlik, energetika, sog'liqni saqlash, qurilish va transport kabi ko'plab sohalarda keng qo'llanilib, ushbu tarmoqlarda samaradorlik va innovatsiyani yangi bosqichga olib chiqmoqda. Texnologi-yaning bu darajada keng tarqalishi uning yanada rivojlanishi uchun katta imkoniyatlarni ochib bermoqda.

Raqamli egizak texnologiyasi real vaqt ma'lumotlarini tahlil qilish orqali fizik obyektlarning virtual nusxasini simulyatsiya qilish va boshqarish imkonini beradi. Bu jarayon IoT (Narsalar interneti) datchiklari yordamida amalga oshiriladi, chunki ushbu datchiklar obyekt yoki tizimdan turli ma'lumotlarni, masalan, harorat, bosim, vibratsiya yoki ishlash tezligini uzatadi. Ushbu real vaqt ma'lumotlari raqamli egizakka yetkaziladi, u esa o'z navbatida fizik obyektning ishlashini batafsil kuzatib borish va tahlil qilishga imkon yaratadi. IoT datchiklaridan kelib tushayotgan katta hajmdagi ma'lumotlar sun'iy intellekt va tahlil vositalari yordamida qayta ishlanadi. Nati-jada, raqamli egizak tizim samaradorligini oshirish uchun zarur bo'lgan o'zgarishlarni aniqlaydi va ishlab chiqa-rish jarayonlarini optimallashtiradi. Masalan, ishlab chiqarish liniyasida uskunaning ishlash tezligi pasaygan yoki nosozlik belgisi kuzatilgan bo'lsa, raqamli egizak bu muammoni aniqlab, oldindan texnik xizmat ko'rsatish zarurligini ko'rsatishi mumkin. Bu esa nosozlikning kelgusida ishlab chiqarishdagi uzilishlarga olib kelishini oldini olishga yordam beradi [6].

Bundan tashqari, raqamli egizak texnologiyasi nafaqat mavjud muammolarni aniqlaydi, balki ularga samarali yechimlar taklif qiladi. Misol uchun, agar ishlab chiqarish jarayonida energiya iste'moli yuqori bo'lsa, raqamli egizak jarayonlarni qayta tahlil qilib, energiya samaradorligini oshirish uchun takliflar beradi. Shuningdek, texnologiya nosozliklarni prognoz qilish va ushbu muammolarni hal qilish uchun avtomatlashtirilgan yechimlarni ishlab chiqish imkoniyatini yaratadi. Natijada, raqamli egizak texnologiyasi nafaqat texnik xizmatni samaraliroq qilish, balki ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish, tizimlarni barqaror va ishonchli boshqarishni ta'minlashga ham xizmat qiladi. Ushbu innovatsiya ishlab chiqarish korxonalarini yangi texnologik darajaga olib chiqib, ularning raqobatbardoshligini oshirishda muhim rol o'ynaydi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish. Raqamli egizak texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonlarini simulyatsiya qilish va ularni optimallashtirishda samarali vosita sifatida keng qo'llaniladi. Ushbu texnologiya yordamida ishlab chiqarish jarayonlari virtual muhitda aks ettiriladi va ular real vaqt ma'lumotlari asosida tahlil qilinadi. Bu esa ishlab chiqarish tizimining samaradorligini oshirish, nosozliklarni aniqlash va muammolarni bartaraf etish imkoniyatini beradi.

Masalan, fabrikalardagi uskunalar ishlash samaradorligini kuzatish uchun raqamli egizak texnologiyasidan foydalanish ishlab chiqarish jarayonini yanada barqaror qiladi. IoT datchiklari yordamida har bir uskuna yoki ishlab chiqarish liniyasi haqida aniq ma'lumotlar yig'iladi va ushbu ma'lumotlar asosida tizimning real holati haqida xulosa chiqariladi. Agar uskunaning samaradorligi pasaygani yoki nostandart ishlashi aniqlansa, raqamli egizak bu holatni darhol ko'rsatadi va muammoni hal qilish uchun zarur choralarni belgilaydi. Shuningdek, raqamli egizak ishlab chiqarishdagi jarayonlarni optimallashtirishga yordam beradi. Masalan, ishlab chiqarish liniyasining ishini simulyatsiya qilib, uning samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillarni aniqlash va ularni yaxshilash bo'yicha takliflar ishlab chiqadi. Ushbu texnologiya yordamida resurslarni optimal taqsimlash, jarayonlar orasidagi to'siqlarni bartaraf etish va ishlab chiqarish jarayonini yanada tejamkor qilish mumkin.

Texnik xizmatni rejalashtirish. Raqamli egizak texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonlarini simulyatsiya qilish va optimallashtirishda keng qo'llanilib, zavod va fabrikalardagi samaradorlikni oshirishda muhim vosita hisoblanadi. Ushbu texnologiya uskunalarining ishlash holatini doimiy ravishda kuzatib boradi va ulardan kelib tushayotgan ma'lumotlarni tahlil qiladi. Bu jarayon orqali uskunalarining ishlash samaradorligi aniqlanadi, ishlab chiqarish liniyasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolar erta bosqichda aniqlanadi va bartaraf etiladi. Buning eng katta afzalliklaridan biri — nosozliklarni oldindan prognoz qilish imkoniyatidir. Raqamli egizak texnologiyasi IoT datchiklari yordamida uskunalarining holatini kuzatadi va real vaqt ma'lumotlarini tahlil qilib, kelgusida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan nosozliklarni aniqlaydi. Shu asosda texnik xizmatni oldindan rejalashtirish va nosozliklarni vaqtida bartaraf etish imkoniyati yaratiladi. Natijada, ishlab chiqarish jarayonlarida uzilishlarning oldi olinadi, bu esa ishlab chiqaruvchilar uchun vaqt va xarajatlarni sezilarli darajada tejaydi.

Masalan, biror fabrikada raqamli egizak texnologiyasi yordamida ishlaydigan mashinalar tahlil qilinsa, nosozlik ehtimoli aniqlangandan keyin, kerakli texnik xizmatlar muammoning jiddiylashishini kutmasdan amalga oshiriladi. Bu usul nafaqat ishlab chiqarishdagi uzilishlarning oldini oladi, balki uskunalarining umumiy ishlash muddatini ham uzaytiradi. Shu bilan birga, keraksiz ehtiyot qismlar zahirasini saqlash zarurati kamayadi, bu esa yana bir bor xarajatlarni optimallashtiradi. Raqamli egizak texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonlarini barqaror va samarali boshqarish uchun inqilobiy vosita bo'lib, korxonalarga ko'proq mahsulot ishlab chiqarish, kamroq resurs sarflash va iqtisodiy jihatdan tejamkor bo'lish imkonini beradi. Shu sababli, bu texnologiya zamonaviy ishlab chiqarishning ajralmas qismiga aylanmoqda.

Raqamli egizak texnologiyasi mahsulotlarni virtual muhitda sinab ko'rish va tahlil qilish uchun ajoyib imkoniyat yaratadi. Ushbu texnologiya yordamida muhandislar va dizaynerlar mahsulotning bir nechta variantlarini raqamli shaklda yaratib, ularning ishlashini, mustahkamligini va samaradorligini sinab ko'rishlari mumkin. Bu usul mahsulotni real prototipda sinovdan o'tkazishdan oldin ko'plab muhim xatolarni aniqlash va ularni bartaraf etish imkoniyatini beradi.

Raqamli egizak modelida mahsulotning barcha texnik va funksional xususiyatlari aks ettiriladi. Muhandislar bu model orqali turli sinov sharoitlarini, masalan, yuqori bosim, issiqlik yoki mexanik yuklanish kabi omillarni simulyatsiya qilib, mahsulotning real hayotdagi ishlash samaradorligini baholaydilar. Bu jarayon nafaqat muammolarni aniqlashga, balki mahsulotning dizayni va xususiyatlarini mukammallashtirishga xizmat qiladi. Natijada, yakuniy mahsulot yuqori sifatli bo'lib, iste'molchilarning talab va ehtiyojlariga to'liq javob beradi.

Bunday yondashuv ishlab chiqarish korxonalariga vaqt va mablag'ni sezilarli darajada tejash imkonini beradi. Masalan, mahsulotni real prototipda sinash bir necha oy yoki yil talab qilishi mumkin bo'lsa, raqamli egizak texnologiyasi bu jarayonni qisqa muddatda amalga oshirishga imkon beradi. Bundan tashqari, bunday texnologiya yordamida innovatsion dizaynlar va murakkab loyihalarni tezkor sinovdan o'tkazish va amalga oshirish ham osonlashadi.



Muhandislar raqamli egizaklar yordamida mahsulot dizaynidagi muammolarni ertaroq aniqlash bilan birga, ishlab chiqarish jarayonlarini ham tahlil qilishlari mumkin. Masalan, mahsulotni qanday materiallardan yaratish iqtisodiy va samarali bo'lishini aniqlash, ishlab chiqarish texnologiyalarini sinab ko'rish yoki ishlab chiqarish liniyasini optimallashtirish imkoniyatlari yaratiladi. Natijada, mahsulot ishlab chiqarishning umumiy xarajatlari kamayadi va korxonalar raqobatbardoshligini oshiradi.

Energiya samaradorligi. Zavodlarning energiya iste'molini samarali boshqarish va optimallashtirish bugungi sanoatning dolzarb masalalaridan biri bo'lib, bu borada raqamli egizak texnologiyasi muhim rol o'ynaydi. Raqamli egizaklar yordamida zavodlarning energiya iste'moli real vaqt rejimida monitoring qilinib, jarayonlarning qay darajada samarali ishlayotganligi tahlil qilinadi. Bu texnologiya energiya iste'molini qisqartirish va ishlab chiqarish jarayonlarini ekologik jihatdan xavfsiz qilish uchun yangi imkoniyatlar yaratadi. IoT datchiklari va boshqa monitoring vositalaridan olinadigan ma'lumotlar asosida raqamli egizak energiya sarfini har bir uskunada yoki ishlab chiqarish liniyasida aniq kuzatib boradi. Agar ortiqcha energiya sarfi yoki noto'g'ri ishlash natijasida yuzaga keladigan energiya yo'qotishlari aniqlansa, raqamli egizak texnologiyasi buni darhol ko'rsatib, muammoni bartaraf etish bo'yicha takliflarni ishlab chiqadi. Misol uchun, energiya sarfini kamaytirish uchun ma'lum uskunalarni optimallashtirish yoki ularni samarali ishlash rejimiga o'tkazish mumkin.

Bundan tashqari, raqamli egizak texnologiyasi yordamida energiya iste'molini simulyatsiya qilish va muqobil variantlarni tahlil qilish imkoniyati mavjud. Zavod rahbarlari turli rejimlarni sinab ko'rish va eng samarali ishlash sharoitlarini aniqlash orqali energiya tejashga erishadilar. Masalan, ishlab chiqarish vaqtini eng kam energiya iste'mol qiladigan vaqtga moslashtirish yoki qayta tiklanadigan energiya manbalarini qo'llash strategiyasini ishlab chiqish raqamli egizak modeli orqali rejalashtirilishi mumkin. Eng muhimi, raqamli egizak texnologiyasi atrof-muhitga zarar yetkazishni kamaytirishga xizmat qiladi. Energiyani tejash orqali karbon chiqindilari kamayadi, bu esa ekologik barqarorlikka hissa qo'shadi. Ushbu texnologiya joriy etilishi sanoat korxonalariga nafaqa iqtisodiy manfaatlar keltiradi, balki ularni ekologik javobgarlikni oshirishga ham undaydi.

Samaradorlikni oshirish. Raqamli egizak texnologiyasi yordamida ishlab chiqarish jarayonlari samaradorlikni oshirish va uzluksiz faoliyatni ta'minlashning yangi bosqichiga ko'tariladi. Ushbu texnologiya ishlab chiqarish tizimlarini real vaqt rejimida kuzatib borib, har bir bosqichdagi ishlash holati, jarayonlarning samaradorligi va yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolar haqida aniq ma'lumot beradi. Bu esa ishlab chiqarishni rejalashtirish va boshqarishda aniq va tezkor qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi.

Raqamli egizak texnologiyasining asosiy afzalliklaridan biri — ishlab chiqarish tizimlaridagi uzilishlarni minimal darajaga tushirishdir. IoT datchiklari orqali yig'ilgan ma'lumotlar tahlil qilinib, tizimdagi har qanday muammolar, masalan, uskunaning noto'g'ri ishlashi yoki texnik xizmat ko'rsatish zarurligi, oldindan aniqlanadi. Shu tarzda, reaktiv yondashuvdan oldindan rejalashtirishga o'tish orqali ishlab chiqarish liniyalarining uzluksiz ishlashini ta'minlash mumkin. Bundan tashqari, raqamli egizak texnologiyasi yordamida ishlab chiqarish jarayonlari optimallashtiriladi. Masalan, ma'lumotlar tahlili asosida ishlab chiqarish liniyasidagi resurslar samaradorligini oshirish, ortiqcha energiya iste'molini kamaytirish yoki ishlab chiqarish bosqichlarini qayta tashkil qilish orqali jarayonlar yanada tezkor va samarali bo'ladi. Natijada, korxonalar vaqt va mablag'ni tejash bilan birga, mahsulot sifatini ham oshirish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Shuningdek, raqamli egizaklar yordamida jarayonlarning moslashuvchanligi oshadi. Agar ishlab chiqarish jarayonlarida o'zgarish zarur bo'lsa, masalan, yangi mahsulot ishlab chiqarishni boshlash yoki texnologiyani yangilash talab etilsa, ushbu o'zgarishlar avval raqamli modelda sinovdan o'tkaziladi. Bu jarayon yangi sharoitlarga muammosiz moslashishni ta'minlaydi va xatolik ehtimolini sezilarli darajada kamaytiradi. Umuman olganda, raqamli egizak texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonlarini samarali boshqarish va uzluksiz faoliyatni ta'minlash uchun ajralmas vosita bo'lib, korxonalarni zamonaviy texnologiyalar yordamida raqobatbardosh qilishda muhim ahamiyatga ega. Bu texnologiya ishlab chiqarishning barqarorligini oshiradi va sanoatni yanada ilg'or darajaga olib chiqadi.

Raqamli egizak texnologiyasi nosozliklarni oldindan aniqlash va oldini olish imkonini berib, ishlab chiqarish jarayonlarida texnik xizmat xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi. An'anaviy yondashuvlarda texnik xizmat ko'rsatish ko'pincha nosozlik yuz berganidan so'ng amalga oshirilsa, raqamli egizak texnologiyasi yordamida bu jarayonni oldindan rejalashtirish va nosozliklarni paydo bo'lishidan oldin bartaraf etish mumkin. Natijada, uskunalar uzoq muddat davomida barqaror ishlashni ta'minlaydi, bu esa ishlab chiqarish liniyasining samaradorligini oshiradi va texnik xizmat ko'rsatish bilan bog'liq ortiqcha xarajatlarni kamaytiradi.

Bundan tashqari, raqamli egizaklar prototip yaratish jarayonini ham sezilarli darajada optimallashtiradi. Real prototiplarni ishlab chiqarish o'rniga, mahsulotni raqamli modelda yaratish va sinovdan o'tkazish orqali vaqt va mablag' tejiladi. Muhandislar raqamli model yordamida turli xil dizaynlarni, ishlash parametrlari va xususiyatlarni sinab ko'rishlari mumkin, bu esa prototiplarni mukammal darajaga yetkazib, ishlab chiqarish jarayoniga o'tishda muvaffaqiyatsizlik ehtimolini kamaytiradi. Raqamli egizaklardan to'plangan ma'lumotlar boshqaruvchilar uchun aniq va ishonchli qarorlar qabul qilish imkoniyatini yaratadi. IoT datchiklari va real vaqt rejimida kuzatuv vositalari orqali yig'ilgan katta hajmdagi ma'lumotlar tahlil qilinib, jarayonlarning holati, ishlash

samaradorligi va muammolarni aniqlash bo'yicha chuqur tushunchalar beradi. Bu esa boshqaruvchilarga operatsion jarayonlarni optimallashtirish va resurslarni yanada samarali taqsimlash imkonini beradi.

Kelajakda raqamli egizak texnologiyasining sun'iy intellekt (AI) va 5G tarmoqlari bilan integratsiya qilinishi texnologiyani yangi bosqichga olib chiqishi kutilmoqda. Ushbu integratsiya raqamli egizaklarni nafaqat aqlli va o'zini o'zi boshqaruvchi tizimlarga aylantiradi, balki ularning ishlash tezligi va samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarini yanada avtomatlashtirish va innovatsion rivojlanishni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

AI yordamida raqamli egizaklar real vaqt rejimida yig'iladigan katta hajmdagi ma'lumotlarni yanada chuqurroq tahlil qilishi va oldindan bashorat qilish imkoniyatlarini kengaytiradi. Masalan, AI algoritmlari yordamida raqamli egizaklar faqat mavjud muammolarni aniqlabgina qolmay, balki jarayonlarni optimallashtirishning eng samarali usullarini taklif qiladi. Shuningdek, AI asosida raqamli egizaklar o'z-o'zidan o'rganish qobiliyatiga ega bo'lib, vaqt o'tishi bilan ishlab chiqarish jarayonlarini doimiy ravishda yaxshilab boradi. Bu esa murakkab ishlab chiqarish tizimlarini boshqarishni oddiylashtiradi va inson ishtirokini minimal darajaga tushiradi.

5G texnologiyasi esa raqamli egizaklarning ishlash tezligi va ma'lumotlar almashinuvi samaradorligini keskin oshiradi. 5G tarmoqlari yuqori tezlikda ma'lumotlarni uzatish imkonini beradi, bu esa raqamli egizaklar va fizik obyektlar o'rtasida real vaqt rejimida uzluksiz aloqa o'rnatadi. Natijada, raqamli egizaklar fizik tizimlarning har qanday o'zgarishlariga tezkor javob berib, ishlab chiqarish jarayonlarini yanada tezkor va aniqlik bilan boshqaradi. Masalan, ishlab chiqarish liniyasidagi biror uskuna noto'g'ri ishlay boshlasa, 5G texnologiyasi orqali bu muammo raqamli egizakka bir necha soniyada yetkaziladi va AI yordamida muammoni bartaraf etish choralari darhol qo'llaniladi.

Bundan tashqari, AI va 5G bilan integratsiya qilingan raqamli egizaklar avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining ajralmas qismiga aylanadi. Bu tizimlar ishlab chiqarish jarayonlarini mustaqil ravishda boshqarish, energiya iste'molini optimallashtirish va resurslarni yanada samarali taqsimlash imkonini beradi. Masalan, bir nechta zavoddan yig'ilgan ma'lumotlarni bir vaqtning o'zida tahlil qilib, raqamli egizaklar barcha ishlab chiqarish obyektlarini yagona tizim sifatida boshqarishi mumkin.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Raqamli egizak texnologiyasi bugungi kunda zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida samaradorlikni oshirish, xarajatlarni sezilarli darajada qisqartirish va innovatsiyalarni jadallashtirish uchun muhim vositaga aylangan. Bu texnologiya real vaqt rejimida ishlab chiqarish jarayonlarini kuzatish, tahlil qilish va optimallashtirish imkonini berib, korxonalarga nafaqat mavjud muammolarni hal qilish, balki ishlab chiqarish jarayonlarini strategik jihatdan yaxshilashga yordam beradi. Raqamli egizak texnologiyasining asosiy afzalliklaridan biri samaradorlikni oshirishdir. Uskunalarining ishlash holatini doimiy kuzatish va nosozliklarni oldindan aniqlash orqali ishlab chiqarish jarayonlari uzluksiz davom etadi. Natijada, ishlab chiqarishning uzilishsiz faoliyat ko'rsatishi ta'minlanadi va mahsulot hajmi oshadi. Bundan tashqari, jarayonlarni optimallashtirish orqali resurslardan yanada samarali foydalanish imkoniyati yaratiladi, bu esa xarajatlarni sezilarli darajada kamaytiradi. Xarajatlarni kamaytirish raqamli egizak texnologiyasining yana bir muhim afzalligi hisoblanadi. Real prototiplarni ishlab chiqarish o'rniga mahsulotlarni raqamli muhitda sinab ko'rish xarajatlarni qisqartiradi, texnik xizmat ko'rsatish jarayonlari esa nosozliklar sodir bo'lishidan oldin rejalashtiriladi, bu esa keraksiz xarajatlarni kamaytirishga yordam beradi. Bunday yondashuv nafaqat iqtisodiy foyda keltiradi, balki ishlab chiqarish samaradorligini ham oshiradi.

Sun'iy intellekt va 5G kabi ilg'or texnologiyalar bilan integratsiya qilingan raqamli egizaklar kelajakda ishlab chiqarish jarayonlarining markaziy qismiga aylanadi. Ushbu texnologiya korxonalarga samaradorlikni oshirish, ekologik xavfsizlikni ta'minlash va innovatsion imkoniyatlarni kengaytirish orqali sanoatni yangi bosqichga olib chiqadi. Kelajakda raqamli egizak texnologiyasi sanoat rivojining ajralmas qismi bo'lishi shubhasiz.

Xulosa qilib aytganda, AI va 5G tarmoqlari bilan integratsiya qilingan raqamli egizak texnologiyasi ishlab chiqarish tizimlarini yanada aqlli, tezkor va samarador qiladi. Ushbu texnologiyaning rivojlanishi sanoatning turli tarmoqlarida inqilobiy o'zgarishlarni ta'minlab, kelajakdagi avtomatlashtirilgan ishlab chiqarishning markaziy qismiga aylanishi muqarrar.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Grieves, M. (2014). Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. Florida Institute of Technology.
2. Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital Twin in Industry: State-of-the-Art. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 15(4), 2405-2415.
3. Boschert, S., & Rosen, R. (2016). Digital Twin—The Simulation Aspect. In Mechatronic Futures (pp. 59-74). Springer, Cham.
4. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing



- Systems. Manufacturing Letters, 3, 18-23.
5. Negri, E., Fumagalli, L., & Macchi, M. (2017). A Review of the Roles of Digital Twin in CPS-Based Production Systems. *Procedia Manufacturing*, 11, 939-948.
 6. Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital Twin and Big Data Towards Smart Manufacturing and Industry 4.0: 360 Degree Comparison. *IEEE Access*, 6, 3585-3593.
 7. Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2019). The Impact of Digital Twin on Supply Chain Resilience and Risk Management. *IFAC PapersOnLine*, 52(13), 42-47.
 8. 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.

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: Iskandar Islomov

2025. № 7

© 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