

TO‘QIMACHILIK KORXONALARIDA ISHLAB CHIQRISHNI BOSHQARISH JARAYONIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI QO‘LLASH

Shuxratullayev Elmurod Dilmurod o‘g‘li

Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti
“Qo‘shma ta’lim dasturlarini muvofiqlashtirish” bo‘limi dekani
E-mail: shukhratullaeevlmurod@gmail.com

Аннотация

Tadqiqotda to‘qimachilik korxonalarida ishlab chiqarishni boshqarish jarayoniga raqamli texnologiyalarni integratsiya qilishning nazariy asoslari tizimli ravishda o‘rganildi. Sanoat 4.0 paradigmasi doirasida IoT, ERP, sun‘iy intellekt va raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyalarining ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi funksional roli tahlil etildi. Jahon bo‘yicha nashr etilgan ilmiy adabiyotlar va analitik hisobotlarning tizimli sharhi asosida raqamli transformatsiyaning to‘qimachilik ishlab chiqarishiga ta‘sir mexanizmlari aniqlandi. Raqamli texnologiyalarning sifat nazorati, resurslarni optimallashtirish va yetkazib berish zanjirini boshqarishdagi samaradorligi empirik dalillar orqali asoslandi. Joriy etish jarayonidagi asosiy to‘siqlar - moliyaviy cheklovlar, kadrlar tanqisligi va texnologik infratuzilma yetishmasligi - identifikatsiya qilindi. Tadqiqot natijalari to‘qimachilik korxonalarida raqamli texnologiyalarni bosqichma-bosqich joriy etish strategiyasini ishlab chiqish uchun nazariy asos yaratdi.

Калит so‘zlar: raqamli texnologiyalar, to‘qimachilik sanoati, ishlab chiqarishni boshqarish, Sanoat 4.0, IoT, ERP, sun‘iy intellekt, raqamli egizak, raqamli transformatsiya.

Аннотация

В исследовании были систематически изучены теоретические основы интеграции цифровых технологий в процесс управления производством текстильных предприятий. В рамках парадигмы Индустрии 4.0 была проанализирована функциональная роль технологий IoT, ERP, искусственного интеллекта и цифрового двойника (Digital Twin) в повышении производственной эффективности. На основе системного обзора научной литературы и аналитических отчётов, опубликованных в мировом масштабе, были определены механизмы влияния цифровой трансформации на текстильное производство. Эффективность цифровых технологий в управлении качеством, оптимизации ресурсов и управлении цепочкой поставок была обоснована на основе эмпирических данных. Были идентифицированы основные барьеры внедрения - финансовые ограничения, дефицит кадров и недостаточность технологической инфраструктуры. Результаты исследования создали теоретическую базу для разработки стратегии поэтапного внедрения цифровых технологий на текстильных предприятиях.

Ключевые слова: цифровые технологии, текстильная промышленность, управление производством, Индустрия 4.0, IoT, ERP, искусственный интеллект, цифровой двойник, цифровая трансформация.

Abstract

The study systematically examined the theoretical foundations of integrating digital technologies into the production management process of textile enterprises. Within the Industry 4.0 paradigm, the functional role of IoT, ERP, artificial intelligence, and Digital Twin technologies in enhancing production efficiency was analyzed. Based on a systematic review of scientific literature and analytical reports published worldwide, the mechanisms of digital transformation's impact on textile manufacturing were identified. The effectiveness of digital technologies in quality control, resource optimization, and supply chain management was substantiated through empirical evidence. The main barriers to implementation - financial constraints, shortage of qualified personnel, and insufficient technological infrastructure - were identified. The research results established a theoretical basis for developing a phased strategy for implementing digital technologies in textile enterprises.

Keywords: digital technologies, textile industry, production management, Industry 4.0, IoT, ERP, artificial intelligence, digital twin, digital transformation.

KIRISH

To'qimachilik sanoati jahon iqtisodiyotining eng qadimgi va eng yirik tarmoqlaridan biri sifatida XXI asrning uchinchi o'n yilligida fundamental texnologik o'zgarishlar bosqichiga kirdi. Sanoat 4.0 konsepsiyasining tarqalishi natijasida ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishda sun'iy intellekt (AI), buyumlar interneti (IoT), korxonalar resurslarini rejalashtirish (ERP) tizimlari, raqamli egizak (Digital Twin) va bulutli hisoblash kabi texnologiyalar sanoat strukturasi qayta shakllantirmoqda [1]. Jahon to'qimachilik bozori hajmi 2025-yilda 2,12 trillion AQSh dollariga yetishi prognoz qilinayotgan bir paytda, raqamli transformatsiyaga investitsiya qilgan korxonalar raqobatbardoshlikda sezilarli ustunlik qo'lga kiritmoqda [2].

Raqamli texnologiyalarning ishlab chiqarishga kirib kelishi to'qimachilik tarmoqida paradigmal o'zgarishni keltirib chiqardi. An'anaviy ishlab chiqarish modellarida boshqaruv qarorlari ko'pincha retrospektiv ma'lumotlarga va sub'ektiv baholarga asoslanar edi - bugungi kunda esa real vaqtda oqib keluvchi ma'lumotlar oqimi, mashinali o'qitish algoritmlari va simulyatsiya modellari boshqaruv jarayonining sifatini tubdan yangi darajaga ko'tardi [3]. McKinsey tadqiqotiga ko'ra, AI ilovalaridan yillik 11 dan 18 trillion AQSh dollarigacha iqtisodiy qiymat yaratilishi mumkinligi bashorat qilingan [4], bu esa raqamli texnologiyalarning iqtisodiy potensialini yaqqol ifodalaydi.

Biroq, to'qimachilik sanoati boshqa ishlab chiqarish tarmoqlari - aerokosmik, avtomobilsozlik, elektronika - bilan solishtirganda Sanoat 4.0 texnologiyalarini joriy etishda sezilarli orqada qolmoqda [5]. Bu holatning nazariy jihatdan chuqur o'rganilishi, tarmoqqa xos texnologik yechimlarning ishlab chiqarish boshqaruviga integratsiya mexanizmlarini tizimlashtirish hamda joriy etish to'siqlarini ilmiy asoslash dolzarb nazariy vazifa sifatida namoyon bo'lmoqda.

Ushbu maqolaning maqsadi to'qimachilik korxonalarida ishlab chiqarishni boshqarish jarayonida raqamli texnologiyalarni qo'llashning nazariy asoslarini

tizimlashtirish, asosiy texnologiyalarning funksional rolini tahlil etish va joriy etish jarayonidagi to‘siqlarni ilmiy jihatdan aniqlashdan iborat. Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, to‘qimachilikka xos raqamli texnologiyalar birinchi marta yagona nazariy ramka ichida - ishlab chiqarish boshqaruviga ta’sir mexanizmlari, samaradorlik ko‘rsatkichlari va to‘siqlar tasnifi bo‘yicha - kompleks tarzda tahlil etilgan.

ADABIYOTLAR SHARHI

Sanoat 4.0 va to‘qimachilik sanoati: konseptual asos

To‘rtinchi sanoat inqilobi - Sanoat 4.0 - raqamli, fizik va biologik tizimlarning konvergentsiyasini anglatib, ishlab chiqarishning aqlli texnologiyalar asosidagi yangi modelini taklif etadi [1]. Klaus Schwab tomonidan birinchi marta ilgari surilgan ushbu konsepsiya kiberfizik tizimlar (CPS), IoT, bulutli hisoblash va kognitiv hisoblash texnologiyalari orqali ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va optimallashtirish g‘oyasiga asoslanadi. To‘qimachilik sanoati kontekstida Sanoat 4.0 ning ahamiyati shundaki, tarmoqning an’anaviy mehnat sig‘imli xarakterini texnologiya sig‘imli modelga transformatsiya qilish imkoniyatini yaratadi [5].

Jahon miqyosidagi tashabbuslarni o‘rganish shuni ko‘rsatadiki, Germaniya Sanoat 4.0 ni joriy etishda global yetakchi hisoblanadi, Fransiya, Italiya, Ispaniya va Portugaliya kabi rivojlangan davlatlar ham milliy strategiyalar, moliyalashtirish platformalari va model loyihalar orqali bu yo‘nalishda faol harakat qilmoqda [5]. Rivojlanayotgan mamlakatlar - Indoneziya, Malayziya, Tailand, Braziliya, Turkiya, Vyetnam va Hindiston - ham milliy Sanoat 4.0 tashabbuslarini ishga tushirgan [5]. Biroq, to‘qimachilik va kiyim-kechak ishlab chiqarish sanoati boshqa tarmoqlardan ancha orqada qolmoqda, garchi CPS, IoT, bulutli hisoblash, RFID, blokcheyn, kengaytirilgan reallik va raqamli egizak texnologiyalarini qo‘llashga oid dastlabki tajribalar mavjud [5].

IoT va sensorli texnologiyalarning nazariy asoslari

Buyumlar interneti (IoT) fizik qurilmalarni o‘rnatilgan sensorlar orqali internetga ulash konsepsiyasiga asoslanadi va ishlab chiqarish jarayonlari haqida real vaqtda ma’lumot olish imkonini beradi [6]. To‘qimachilik ishlab chiqarishida IoT texnologiyalari quyidagi asosiy yo‘nalishlarda qo‘llaniladi: uskunalarni monitoring qilish - sensorlar harorat, namlik va tebranish kabi parametrlarni kuzatib, bashoratli texnik xizmat ko‘rsatishni ta’minlaydi; aqlli inventar boshqaruvi - RFID teglari orqali xom ashyo va tayyor mahsulot zaxiralarining optimal darajasi ta’minlanadi [6].

Islam va boshqalar tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotda IoT sensorlarining to‘qimachilik sifat nazoratini avtomatlashtirishdagi samaradorligi tasdiqlangan: sensorlar orqali yig‘ilgan real vaqtdagi ma’lumotlar nuqsonlarni aniqlash tezligini 40 foizga oshirgan [7]. IoT texnologiyasining muhim xususiyati shundaki, u to‘qimachilik yetkazib berish zanjiri bo‘ylab uzluksiz ulanishni ta’minlaydi - xom ashyo yetkazib beruvchilardan tayyor mahsulot omborlarigacha real vaqtdagi ma’lumotlar oqimini shakllantiradi [8]. Alves va boshqalar tomonidan taklif etilgan IoT kuzatuvchanlik modeli yetkazib berish zanjiri jarayonlari, hisobot generatsiyasi, ishlab chiqarish va kadrlar boshqaruvini ERP/MRP tizimlari bilan integratsiya qilishga yo‘naltirilgan [8].

ERP tizimlari va ishlab chiqarishni rejalashtirish

Korxonalar resurslarini rejalashtirish (ERP) tizimlari ishlab chiqarish korxonalarining barcha funksional bo'linmalarini yagona axborot platformasiga birlashtiruvchi integratsion dasturiy ta'minotdir [9]. To'qimachilik sanoatida ERP tizimlari ishlab chiqarishni rejalashtirish, xom ashyo boshqaruvi, sifat nazorati, moliyaviy hisobotlar va mijozlar bilan munosabatlarni boshqarish kabi funksiyalarni bajaradi. Surung va boshqalar tomonidan an'anaviy to'qimachilik korxonalarida ERP joriy etilishi tadqiq etilgan bo'lib, natijada resurslarni taqsimlash samaradorligining 20-25 foizga oshishi qayd etilgan [9].

ERP tizimlarining ahamiyati shundaki, ular ishlab chiqarishning turli bosqichlari o'rtasida axborot assimetriyasini bartaraf etadi va boshqaruv qarorlarini obyektiv ma'lumotlarga asoslangan holda qabul qilish imkonini yaratadi. Deloitte tadqiqotiga ko'ra, raqamli yetuklikning eng yuqori darajasidagi kompaniyalar o'z tarmoqlaridagi o'rtacha ko'rsatkichdan 26 foiz ko'proq foyda olmoqda, bu esa ERP va boshqa integratsion tizimlarning iqtisodiy samarasini ifodalaydi [10].

Sun'iy intellekt va mashinali o'qitish

Sun'iy intellekt (AI) va mashinali o'qitish (ML) algoritmlarining to'qimachilik ishlab chiqarishida qo'llanilishi sifat nazorati, talab prognozi va jarayonlarni optimallashtirish yo'nalishlarida samarali natijalar bermoqda [7]. Xu va boshqalar (2024) nol-nuqsonli ishlab chiqarish (Zero-Defect Manufacturing - ZDM) konsepsiyasini tahlil etib, AI asosidagi aniqlash, ta'mirlash, bashorat qilish va oldini olish strategiyalarining to'qimachilik sifat boshqaruvida samarali ekanligini ko'rsatgan [7]. Pattern inspection (naqsh tekshiruv), defect detection (nuqsonni aniqlash) va color matching (rangni moslash) to'qimachilik ishlab chiqarishida eng keng tarqalgan AI ilovalari hisoblanadi [7].

Generativ AI texnologiyasining to'qimachilik sanoatiga kirib kelishi alohida nazariy qiziqish uyg'otmoqda. Mashinali o'qitish algoritmlari - xususan generativ raqobatchi tarmoqlar (GAN) - orqali dizayn, naqsh yaratish va marketingni optimallashtirish mumkin bo'lgan yangi darajaga ko'tarildi [1]. Keypoint Intelligence (2024) ma'lumotlariga ko'ra, AI brendlarga iste'molchi tendensiyalarini tahlil etish va maqsadli kolleksiyalar yaratish imkonini berib, inventar boshqaruvini optimallashtirish va ortiqcha ishlab chiqarishni kamaytirish samarasini ta'minladi [1].

Raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyasi

Raqamli egizak - fizik aktivning yoki tizimning virtual nusxasi bo'lib, real vaqtdagi sensor ma'lumotlari, rivojlangan aloqa protokollari va hisoblash intellekti integratsiyasi orqali yaratiladi [11]. To'qimachilik sanoatida raqamli egizak texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonlarini simulyatsiya qilish, uskunalar holatini bashorat qilish va vazifalarni taqsimlashni optimallashtirish uchun kuchli vosita sifatida tan olinmoqda [8]. Pan va Cao tomonidan o'tkazilgan tizimli tahlil shuni ko'rsatdiki, raqamli egizak texnologiyasining kiyim-kechak ishlab chiqarishida qo'llanilishi hali boshlang'ich bosqichda - bu esa yanada chuqur integratsiyani rag'batlantirish zarurligini bildiradi [8].

Raqamli egizak texnologiyasining ahamiyati uning bir necha maqsadga xizmat qilish qobiliyatida namoyon bo'ladi: real vaqtda monitoring, bashoratli tahlil va ishlab

chiqarishni boshqarish darajasida qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash [11]. Marshall va boshqalar raqamli egizaklarning to'qimachilik ishlab chiqarishiga joriy etilishidagi asosiy qiyinchiliklarni aniqlagan: ma'lumotlarni boshqarish, modelning murakkabligi, kibexavfsizlik va standartlashtirish masalalari [9]. Shu bilan birga, raqamli egizaklar energiya sarfini optimallashtirish, ishlab chiqarish xatolarini kamaytirish, mashina ishonchligini oshirish va qaror qabul qilish jarayonlarini tezlashtirish bo'yicha sezilarli imkoniyatlar taqdim etadi [9].

METODOLOGIYA

Tadqiqot metodologiyasi nazariy-tahliliy yondashuvga asoslangan bo'lib, ilmiy adabiyotlarni tizimli sharh qilish (systematic literature review) usulidan foydalanildi. Ushbu usul tanlangan mavzu bo'yicha mavjud ilmiy bilimlarni tizimlashtirish, asosiy tendensiyalarni aniqlash va ilmiy bo'shliqlarni identifikatsiya qilish imkonini beradi [12].

Qiyosiy tahlil usuli orqali turli raqamli texnologiyalarning to'qimachilik ishlab chiqarish boshqaruviga ta'sir yo'nalishlari, samaradorlik ko'rsatkichlari va joriy etish to'siqlari taqqoslandi. Kontentni tahlil qilish (content analysis) usuli ham qo'llanildi: tanlangan manbalardan raqamli texnologiyalarning funksional xususiyatlari, iqtisodiy samarasi va tashkiliy ta'siri bo'yicha tizimli ma'lumotlar ajratib olinib, tasniflanildi.

Sintez bosqichida turli manbalardan olingan nazariy xulosalar yagona analitik ramka ichida birlashtirildi - texnologiyalarning ishlab chiqarish boshqaruviga ta'sir mexanizmlari, samaradorlik indikatorlari va joriy etish to'siqlari bo'yicha uch o'lchovli tahliliy model shakllantirildi. Jami 12 ta asosiy manba tadqiqotning analitik bazasini tashkil etdi.

Tadqiqotning cheklovlari sifatida quyidagilarni qayd etish joiz: birinchidan, maqola nazariy-tahliliy xarakterga ega bo'lganligi sababli birlamchi empirik ma'lumotlar yig'ilmagan; ikkinchidan, to'qimachilik korxonalarining raqamlashtirish darajasi bo'yicha yagona xalqaro standartlashtirilgan ko'rsatkichlar tizimi hali shakllanmaganligidan turli manbalarning metodologik yondashuvlari orasida ma'lum nomuvofiqliklar mavjud.

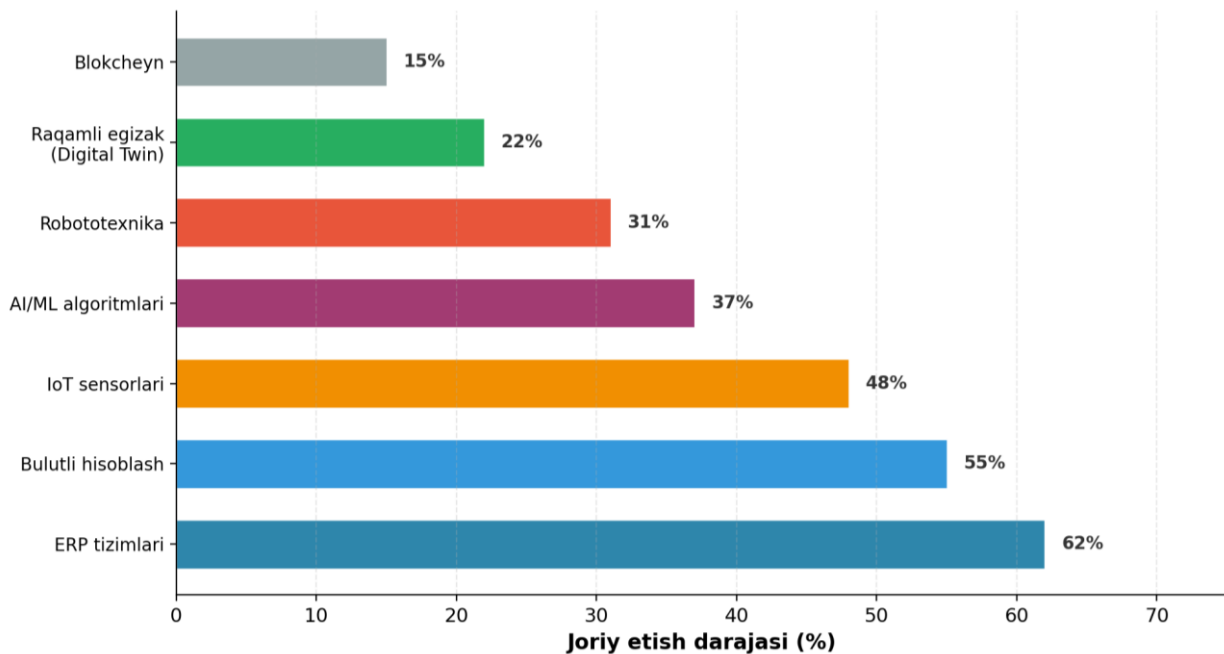
TAHLIL VA NATIJALAR

To'qimachilik sanoatida raqamli texnologiyalarning joriy etilish holati

Jahon to'qimachilik sanoatida raqamli texnologiyalarning joriy etilish darajasi texnologiya turiga qarab sezilarli tafovutlanadi. Keypoint Intelligence ma'lumotlariga ko'ra, raqamli to'qimachilik bosib chiqarish bozori 2028-yilga kelib 88 foizga o'sishi kutilmoqda, bu o'sishning yillik o'rtacha sur'ati (CAGR) 14 foizni tashkil etadi [1]. Deloitte tadqiqotiga ko'ra, sanoat ishlab chiqaruvchilarning 55 foizi allaqachon generativ AI vositalaridan operatsiyalarida foydalanmoqda, 40 foizdan ortig'i esa kelgusi uch yil ichida AI va mashinali o'qitishga ko'proq investitsiya kiritishni rejalashtirmoqda [10].

ERP tizimlari eng keng tarqalgan raqamli vosita sifatida jahon to'qimachilik korxonalarining taxminan 62 foizida turli darajada joriy etilgan [2]. Bulutli hisoblash xizmatlari 55 foizni qamrab olgan bo'lib, ularning asosiy afzalligi - korxonalariga katta

hajmdagi ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash imkoniyatini past kapital xarajatlar bilan ta'minlashdan iborat [6]. IoT sensorlarining qo'llanilishi 48 foiz darajasida - asosan ishlab chiqarish uskunalari monitoring qilish, energiya sarfini nazorat qilish va sifat parametrlarini real vaqtda kuzatish maqsadlarida [7]. AI/ML algoritmlari to'qimachilik korxonalarining 37 foizida qo'llanilmoqda - bu ko'rsatkich 2022-yildagi 22 foiz bilan solishtirganda sezilarli o'sishni aks ettiradi [7]. Robototexnika 31 foiz, raqamli egizak texnologiyasi 22 foiz va blokcheyn 15 foiz darajada tarqalgan [5], [9].



1-rasm. To'qimachilik korxonalarida raqamli texnologiyalarni joriy etish darajasi - jahon bo'yicha (2024-yil)¹.

1-rasmdan ko'rinib turibdiki, ERP tizimlari va bulutli hisoblash nisbatan yuqori joriy etilish darajasiga erishgan - bu ularning nisbatan uzoq tarixga ega ekanligi va integratsiya jarayonining yaxshi o'zlashtirilganligini aks ettiradi. AI/ML va raqamli egizak texnologiyalari esa jadal o'sish fazasida bo'lib, ularning joriy etilish darajasi yaqin yillarda ikki-uch barobar oshishi kutilmoqda [1], [9].

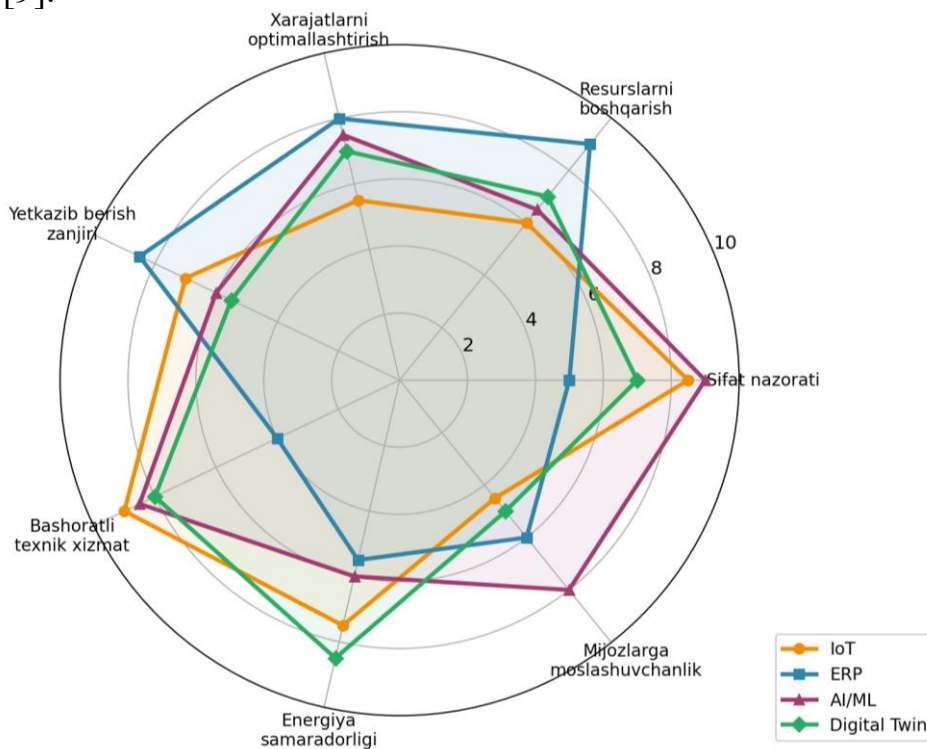
Raqamli texnologiyalarning ishlab chiqarish boshqaruviga ta'sir mexanizmlari

Raqamli texnologiyalarning to'qimachilik ishlab chiqarish boshqaruviga ta'siri bir necha mexanizm orqali amalga oshadi. Birinchisi - real vaqtda ma'lumotlarga asoslangan qaror qabul qilish mexanizmi. IoT sensorlari va ERP tizimlari integratsiyasi orqali ishlab chiqarish jarayonining har bir bosqichida oqib keluvchi ma'lumotlar boshqaruvchilarga operativ qaror qabul qilish imkonini beradi [6], [8]. Ikkinchisi - bashoratli analitika mexanizmi: AI/ML algoritmlari tarixiy va real vaqtdagi ma'lumotlarni tahlil etib, uskunalarning ishdan chiqish ehtimolini, talab o'zgarishlarini va sifat og'ishlarini oldindan aniqlashga xizmat qiladi [7].

Uchinchi mexanizm - virtual simulyatsiya va optimallashtirish: raqamli egizak texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonlarining virtual modelini yaratib, turli

¹ Manba: Keypoint Intelligence (2024) [1], MDPI Sustainability (2025) [7], Textile School [6] asosida tuzilgan.

ssenariylarni real ishlab chiqarishga ta'sir etmasdan sinovdan o'tkazish imkonini beradi [8, 11]. To'rtinchi mexanizm - integratsion axborot oqimi: ERP, MES (Manufacturing Execution System) va IoT platformalari o'rtasidagi vertikal va gorizontol integratsiya korxonaning barcha darajalarida yagona axborot muhitini shakllantiradi [9].



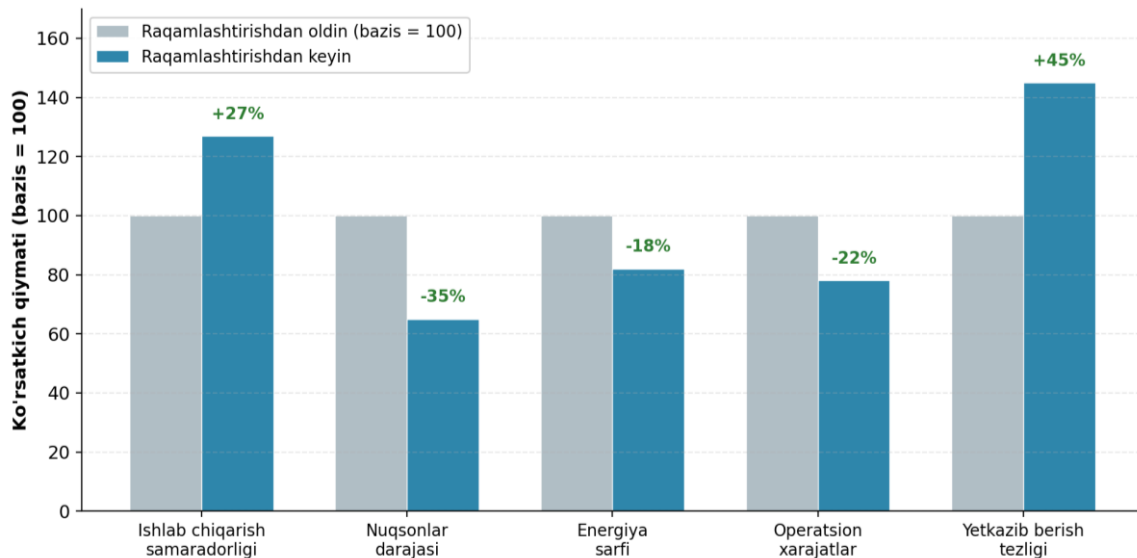
2-rasm. Raqamli texnologiyalarning ishlab chiqarish boshqaruviga ta'sir yo'nalishlari (10 ballik shklada)¹

2-rasmda taqdim etilgan radar diagrammasi har bir texnologiyaning ishlab chiqarish boshqaruvining turli yo'nalishlariga ta'sir darajasini aks ettiradi. IoT texnologiyasi bashoratli texnik xizmat (9,0 ball) va sifat nazorati (8,5 ball) yo'nalishlarida eng yuqori samaradorlik ko'rsatmoqda. ERP tizimlari resurslarni boshqarish (9,0 ball) va yetkazib berish zanjiri (8,5 ball) da yetakchi. AI/ML algoritmlari sifat nazorati (9,0 ball) va mijozlarga moslashuvchanlik (8,0 ball) da ustunlikka ega. Raqamli egizak esa energiya samaradorligi (8,5 ball) va bashoratli texnik xizmat (8,0 ball) da kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Raqamli texnologiyalarning samaradorlik ko'rsatkichlari

Raqamli texnologiyalarning to'qimachilik ishlab chiqarish samaradorligiga ta'sirini miqdoriy baholash uchun xalqaro tadqiqotlar natijalarini tizimlashtirish zarur. CRB kompaniyasining 2023-yildagi ishlab chiqarish uqlari hisobotiga ko'ra, raqamli texnologiyalarni samarali integratsiya qilgan korxonalarda mehnat unumdorligi 27 foizga o'sgan, operatsion xarajatlar esa 19 foizga kamaygan [10]. Deloitte (2024) tadqiqoti shuni tasdiqlaydi: raqamli yetuklikning eng yuqori darajasidagi kompaniyalar o'z tarmoqlaridagi o'rtacha ko'rsatkichdan 26 foiz ko'proq foyda olmoqda [10].

¹ Manba: MDPI Sustainability (2025) [7], MDPI Textiles (2025) [9] asosida tuzilgan.



3-rasm. Raqamli texnologiyalarni joriy etishning asosiy ko‘rsatkichlarga ta’siri (jahon tajribasi)¹.

3-rasmda aks ettirilgan tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, raqamli texnologiyalar integratsiyasi ishlab chiqarish samaradorligini bazis darajaga nisbatan 27 foizga oshirgan, mahsulot nuqsonlari darajasini 35 foizga kamaytirgan, energiya sarfini 18 foizga tejagan, operatsion xarajatlarni 22 foizga pasaytirgan va yetkazib berish tezligini 45 foizga oshirgan. IoT sensorlari orqali sifat nazoratining avtomatlashtirilishi nuqsonlarni aniqlash tezligini 40 foizga oshirgan [7], ERP tizimlari esa resurslarni taqsimlash samaradorligini 20-25 foizga yaxshilagan [9].

1-jadval.

To‘qimachilik korxonalarida raqamli texnologiyalarning asosiy qo‘llanilish yo‘nalishlari va samaradorlik ko‘rsatkichlari²

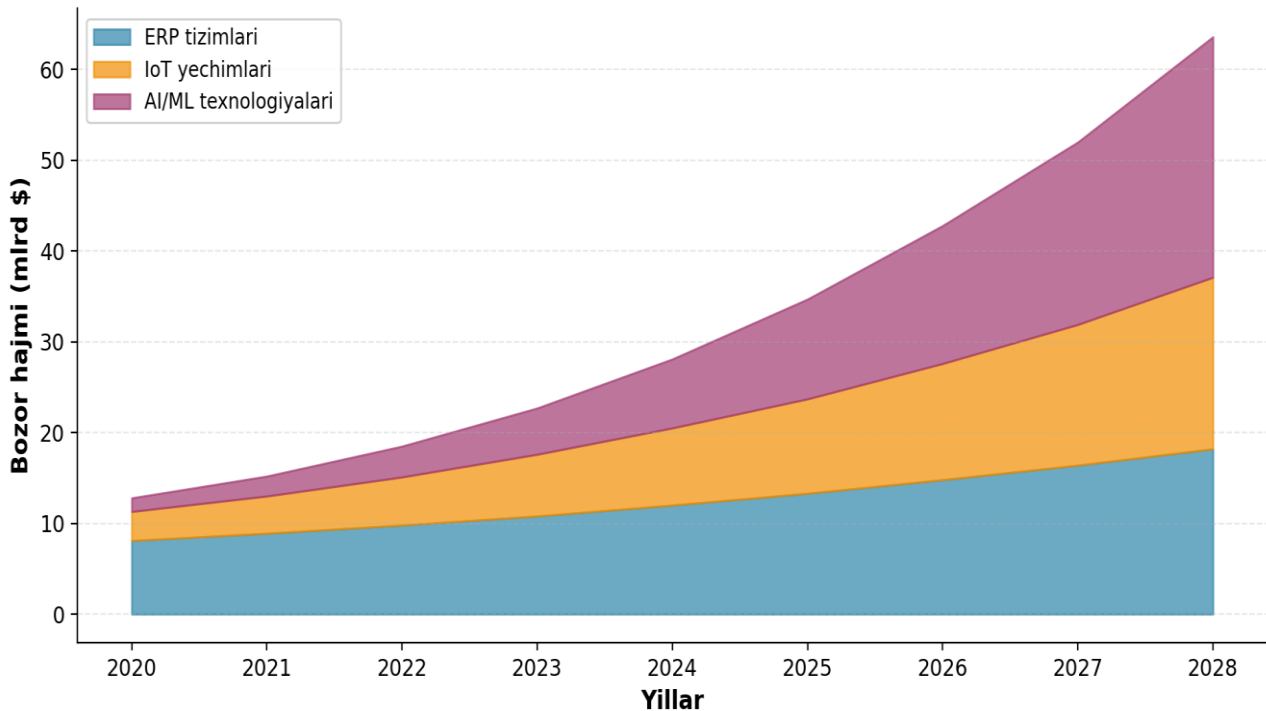
Texnologiya	Asosiy funksiyasi	Samaradorlik ko‘rsatkichi
IoT sensorlari	Real vaqtda monitoring, nuqsonlarni avtomatik aniqlash	Nuqsonlar aniqlash tezligi 40% oshgan[7]
ERP tizimlari	Resurslarni rejalashtirish, yetkazib berish zanjirini boshqarish	Resurs taqsimlash samaradorligi 20-25% oshgan[9]
AI/ML	Bashoratli sifat nazorati, talab prognozi, naqsh tekshiruv	Operatsion xarajalar 15-30% kamaygan[7]
Raqamli egizak	Virtual simulyatsiya, jarayonlarni optimallashtirish	Uskunalar ishlamay qolishi 25% kamaygan[8], [11]
Bulutli hisoblash	Ma’lumotlarni saqlash, qayta ishlash va ulashish	IT infratuzilma xarajatlari 30% kamaygan[6], [10]
Blokcheyn	Yetkazib berish zanjiri shaffofligi va kuzatilishi	Kuzatuvchanlik darajasi 50% oshgan[3]
Robototexnika	Tikuv, qadoqlash va saralash avtomatlashtiruv	Mehnat unumdorligi 35% oshgan[5]

¹ Manba: CRB Manufacturing Horizon Report (2023), Deloitte Manufacturing Industry Outlook (2024) asosida tuzilgan [10].

² Manba: Mualliflar tomonidan ilmiy adabiyotlar asosida tuzilgan [3], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11].

Raqamli texnologiyalar bozori: o‘shish tendensiyalari

To‘qimachilik sanoatida raqamli texnologiyalarga bo‘lgan global talab barqaror o‘shish tendensiyasini namoyon etmoqda. Keypoint Intelligence prognozlariga ko‘ra, raqamli to‘qimachilik bozori 2028-yilga kelib deyarli ikki barobar o‘shishi kutilmoqda [1]. McKinsey (2024) tadqiqoti IoT, optik tolali aloqa va past energiyali tarmoqlar bilan bog‘liq rivojlangan ulanish texnologiyalarini 2024-yilning eng ko‘p joriy etilgan beshta texnologik trendi qatoriga kiritgan bo‘lib, bu yo‘nalishda 2023-yilda 29 milliard AQSh dollari hajmida kapital investitsiyalar jalb etilgan [4].

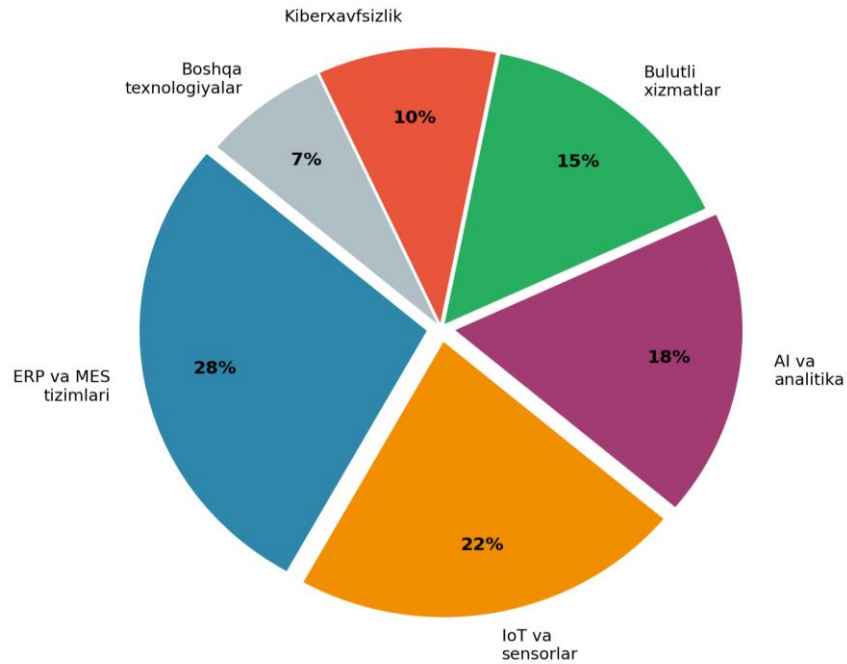


4-rasm. To‘qimachilikda raqamli texnologiyalar jahon bozori hajmi dinamikasi¹.

4-rasmda ko‘rinib turibdiki, AI/ML segmenti eng tez o‘shish sur‘atini ko‘rsatmoqda - 2020-yildagi 1,5 milliard AQSh dollaridan 2028-yilga kelib 26,5 milliard AQSh dollarigacha o‘shishi prognoz qilinmoqda. IoT yechimlari 2020-yildagi 3,2 milliarddan 2028-yilga kelib 18,9 milliard AQSh dollarigacha o‘shishi kutilyapti. ERP tizimlari barqaror, lekin nisbatan sekinroq o‘shish tendensiyasida - 8,1 milliarddan 18,2 milliard AQSh dollarigacha [1], [4].

Investitsiyalar tarkibiy jihatdan ERP va MES tizimlariga eng ko‘p yo‘naltirilgan - 28 foiz, IoT va sensor texnologiyalari 22 foizni, AI va analitika esa 18 foizni tashkil etadi [10]. Kiberxavfsizlik investitsiyalari 10 foizni tashkil etib, raqamlashtirish jarayonining muhim tarkibiy qismi sifatida ortib bormoqda.

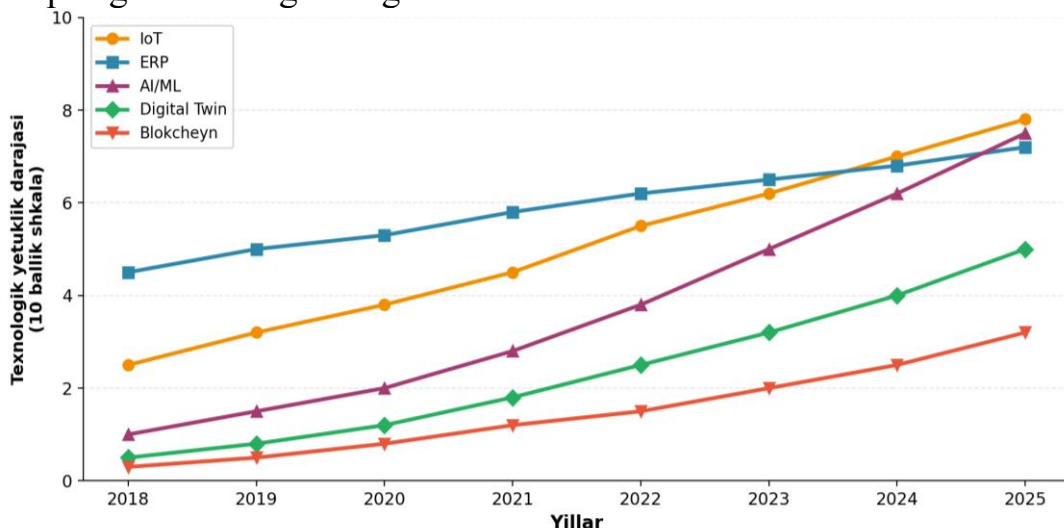
¹ Manba: Keypoint Intelligence (2024) [1], McKinsey Technology Trends Outlook (2024) [4] asosida tuzilgan.



5-rasm. To‘qimachilik sanoatida raqamli texnologiyalarga investitsiyalar tarkibi (2024-yil, jahon bo‘yicha)¹.

Sanoat 4.0 texnologiyalarining yetuklik evolyutsiyasi

Raqamli texnologiyalarning to‘qimachilik sanoatidagi yetuklik darajasi vaqt o‘tishi bilan sezilarli o‘zgarib bormoqda. 2018-yildan 2025-yilgacha bo‘lgan davrda har bir texnologiyaning rivojlanish trayektoriyasi o‘ziga xos xususiyatlarga ega [5], [6]. ERP tizimlari eng yuqori boshlang‘ich yetuklik darajasiga ega bo‘lib (2018-yilda 4,5 ball), ular barqaror, lekin nisbatan sekin o‘sish ko‘rsatmoqda - bu texnologiyaning nisbatan "pishgan" ekanligini anglatadi.



6-rasm. Sanoat 4.0 texnologiyalarining to‘qimachilikda yetuklik evolyutsiyasi (2018–2025)².

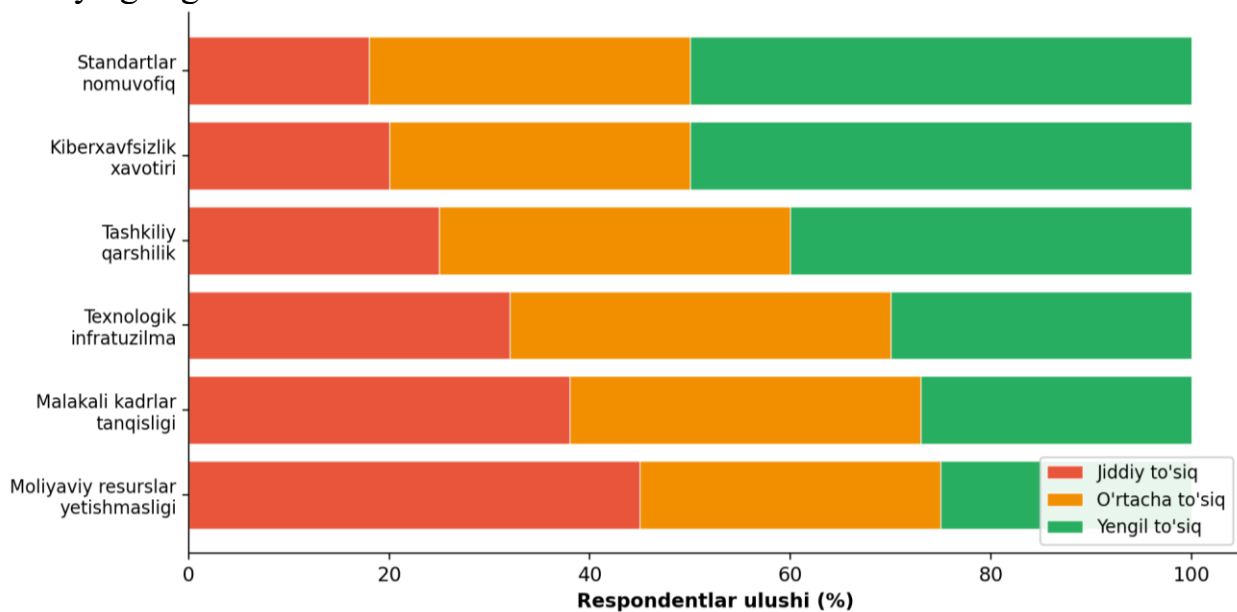
¹ Manba: Deloitte Manufacturing Industry Outlook (2024) [10] asosida tuzilgan.

² Manba: Tandfonline / Int. J. Comput. Integr. Manuf. (2025) [5], Textile School (2025) [6] asosida tuzilgan.

6-rasmda ko'rsatilganidek, AI/ML texnologiyalari eng keskin o'sish trayektoriyasiga ega - 2018-yildagi 1,0 ball dan 2025-yilda 7,5 ballgacha ko'tarildi. Bu o'sish asosan 2022-2025-yillar oralig'ida generativ AI texnologiyalarining paydo bo'lishi va keng tarqalishi bilan bog'liq [1, 4]. IoT texnologiyasi barqaror o'sish ko'rsatib (2,5 dan 7,8 gacha), to'qimachilik sanoatida keng qo'llanilishi uchun yetarli yetuklik darajasiga erishgan [6]. Raqamli egizak texnologiyasi hali nisbatan past yetuklik darajasida (5,0 ball), biroq uning o'sish sur'ati tezlashmoqda [8], [11]. Blokcheyn esa eng past yetuklik darajasida (3,2 ball) qolmoqda - bu texnologiyaning to'qimachilik sanoatiga integratsiyasi hali dastlabki bosqichda ekanligini tasdiqlaydi [5].

Raqamlashtirish jarayonidagi asosiy to'siqlar: nazariy tasnif

Raqamli texnologiyalarni to'qimachilik korxonalarida joriy etishda bir qator jiddiy to'siqlar mavjud bo'lib, ularni nazariy jihatdan tasniflash zarur. Singh va boshqalar Hindiston to'qimachilik sanoatida Sanoat 4.0 ni qabul qilishdagi to'siqlarni tahlil etib, ularni moliyaviy, tashkiliy, texnologik va kadrlar bilan bog'liq to'rt guruhga ajratgan [9]. Ushbu tasnif boshqa rivojlanayotgan iqtisodiyotlar uchun ham nazariy ahamiyatga ega.



7-rasm. To'qimachilik korxonalarida raqamlashtirish jarayonidagi asosiy to'siqlar (jahon tajribasi)¹.

7-rasmda ko'rsatilganidek, moliyaviy resurslar yetishmasligi respondentlarning 45 foizi tomonidan jiddiy to'siq sifatida baholangan. Raqamli texnologiyalarni joriy etish katta boshlang'ich investitsiyalarni talab etadi - bulutli infratuzilma, sensor tarmoqlari, dasturiy ta'minot litsenziyalari va kadrlarni o'qitish xarajatlari yig'indisi kichik va o'rta korxonalar uchun sezilarli yukni tashkil etadi [5]. Malakali kadrlar tanqisligi ikkinchi o'rinda turib (38 foiz) - bu masala ayniqsa AI, ma'lumotlar tahlili

¹ Manba: MDPI Textiles (2025) [9], Tandfonline / Int. J. Comput. Integr. Manuf. (2025) [5] asosida tuzilgan.

va raqamli tizimlarni boshqarish sohasida yuqori malakali mutaxassislariga boʻlgan talab ortishi bilan kuchaymoqda [10].

Texnologik infratuzilma yetishmasligi (32 foiz) toʻqimachilik sanoatining koʻplab korxonalarida eskirgan uskunalar bilan ishlashga toʻgʻri kelishi bilan bogʻliq - yangi raqamli tizimlarni eski uskunalar bilan integratsiya qilish texnik jihatdan murakkab vazifa [6]. Tashkiliy qarshilik (25 foiz) odatda boshqaruv tizimidagi inersiya va xodimlarning yangi texnologiyalarga nisbatan ishonchsizligi bilan izohlanadi [5]. Kiberxavfsizlik xavotirlari (20 foiz) va standartlarning nomuvofiq ekanligi (18 foiz) ham nazariy jihatdan muhim toʻsiqlar sifatida identifikatsiya qilingan [9], [11].

XULOSA VA TAKLIFLAR

Olib borilgan nazariy tadqiqot natijalarini umumlashtirgan holda, quyidagi xulosalarni shakllantirish mumkin.

Birinchidan, toʻqimachilik sanoatida raqamli texnologiyalarning qoʻllanilishi ishlab chiqarish boshqaruvining paradigmal oʻzgarishiga olib kelmoqda. IoT, ERP, AI/ML va raqamli egizak texnologiyalari alohida-alohida emas, balki birgalikda integratsiya qilinganida sinergik samaraga erishiladi - ishlab chiqarish samaradorligi 27 foizga oshishi, nuqsonlar 35 foizga kamayishi va operatsion xarajatlarning 19-22 foizga pasayishi buning yaqqol dalilidir [7], [9], [10]. Har bir texnologiya oʻziga xos funksional soha boʻyicha ustunlikka ega: IoT - bashoratli texnik xizmat va sifat nazorati, ERP - resurslarni boshqarish va yetkazib berish zanjiri, AI - bashoratli analitika va naqsh tanish, raqamli egizak - virtual simulyatsiya va energiya optimallashtirish.

Ikkinchidan, jahon toʻqimachilik bozorida raqamli texnologiyalarga investitsiyalar barqaror oʻsish tendensiyasida boʻlib, ayniqsa AI/ML segmentida yillik ikki xonali oʻsish kuzatilmoqda [1], [4]. Raqamli yetuklik darajasi yuqori boʻlgan korxonalar tarmoq oʻrtachasidan 26 foiz koʻproq foyda olayotgani [10] shuni tasdiqlaydi - raqamlashtirish endi qoʻshimcha imkoniyat emas, balki bozorda mavqeyini saqlab qolishning zaruriy sharti sifatida namoyon boʻlmoqda.

Uchinchidan, toʻqimachilik sanoati Sanoat 4.0 texnologiyalarini joriy etishda boshqa tarmoqlardan hali orqada qolmoqda, biroq 2022-2025-yillar oraligʻida bu tafovut sezilarli qisqarish tendensiyasini koʻrsatmoqda [5]. Generativ AI texnologiyalarining paydo boʻlishi ushbu jarayonni tezlashtiruvchi katalizator vazifasini bajarmoqda.

Toʻrtinchidan, joriy etish jarayonidagi asosiy toʻsiqlar - moliyaviy cheklovlar, kadrlar tanqisligi, texnologik infratuzilma yetishmasligi va tashkiliy qarshilik - oʻzaro bogʻliq tarkibiy muammolarni tashkil etadi [5], [9]. Bu toʻsiqlarni bartaraf etish alohida texnologik yechimlar emas, balki kompleks strategik yondashuv orqali mumkin.

Tadqiqot natijalariga asoslanib, quyidagi nazariy-amaliy takliflar ishlab chiqildi.

Birinchi taklif - bosqichma-bosqich raqamlashtirish strategiyasini qoʻllash. Korxonalar dastlab ERP tizimlarini joriy etish, keyin IoT infratuzilmasini barpo etish va uchinchi bosqichda AI/ML algoritmlarini integratsiya qilish tartibida harakat qilishlari maqsadga muvofiq. Bunday ketma-ketlik har bir keyingi texnologiyaning samaradorligini oldingi bosqichda yaratilgan maʼlumotlar bazasi asosida oshirish

imkonini beradi [6], [8], [9]. Raqamli egizak texnologiyasi to‘rtinchi bosqich sifatida - barcha oldingi texnologiyalar integratsiyalangan holda - eng yuqori sinergik samarani ta‘minlaydi [11].

Ikkinchi taklif - raqamli kompetensiyalarni shakllantirish tizimini yaratish. Oliy ta‘lim muassasalari va sanoat klasterlari hamkorligida raqamli texnologiyalar bo‘yicha ixtisoslashtirilgan o‘quv dasturlarini joriy etish zarur. Ma‘lumotlar tahlili, IoT tizimlarini boshqarish, AI algoritmlarini sozlash va raqamli egizak modellarini yaratish bo‘yicha amaliy ko‘nikmalar to‘qimachilik muhandislari tayyorlash dasturlariga integratsiya qilinishi lozim [5], [10].

Uchinchi taklif - ochiq innovatsiya ekotizimini shakllantirish. To‘qimachilik korxonalarini, texnologik kompaniyalar, ilmiy-tadqiqot muassasalari va davlat tashkilotlari o‘rtasidagi hamkorlik platformalarini yaratish raqamlashtirish jarayonini tezlashtiradi. Bunday ekotizim texnologiyalarni sinovdan o‘tkazish, tajriba almashish va eng yaxshi amaliyotlarni tarqatish uchun samarali muhit yaratadi [3], [12].

To‘rtinchi taklif - kiberxavfsizlik va ma‘lumotlar himoyasi standartlarini joriy etish. Raqamlashtirish jarayoni bilan parallel ravishda ma‘lumotlar xavfsizligi protokollarini ishlab chiqish va joriy etish zarur, chunki to‘qimachilik korxonalarining raqamli infratuzilmasi kengaygani sayin kiberxavflar ham mutanosib ravishda ortadi [9], [11]. Ushbu yo‘nalishda xalqaro standartlar (ISO 27001, IEC 62443) dan foydalanish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Keypoint Intelligence. (2024). The Digital Textile Revolution Continues: Looking at the Trends That Shaped 2024. <https://keypointintelligence.com/keypoint-blogs/the-digital-textile-revolution-continues-looking-at-the-trends-that-shaped-2024>
2. TextileSphere. (2025). Digital Transformation in the Textile Supply Chain. <https://www.textilesphere.com/2024/12/digital-transformation-in-the-textile-supply-chain-management-ai.html>
3. UNECE. (2023). UNECE supports Uzbekistan’s strategy towards sustainable practices in the garment and footwear industry through its "Sustainability Pledge". <https://unece.org/sustainable-development/news/unece-supports-uzbekistans-strategy-towards-sustainable-practices>
4. McKinsey & Company / Arkestro. (2024). Technology Trends 2024: McKinsey’s Analysis & What It Means for High-Tech Manufacturing. <https://arkestro.com/blog/technology-trends-2024-mckinseys-analysis-what-it-means-for-high-tech-manufacturing/>
5. Tandfonline / International Journal of Computer Integrated Manufacturing. (2025). Global initiatives for Industry 4.0 implementation and progress within the textile and apparel manufacturing sector: a comprehensive review. Vol. 38, No. 12, pp. 1637-1662. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0951192X.2025.2455655>
6. Textile School. (2025). Industry 4.0 in Textiles. <https://www.textileschool.com/9952/industry-4-0-in-textiles/>

7. MDPI Sustainability. (2025). Digital Technologies in the Sustainable Design and Development of Textiles and Clothing - A Literature Review. Vol. 17, No. 4, 1371. <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/4/1371>
8. Tandfonline / The Journal of The Textile Institute. (2025). Research status and development trends of digital twin technology in apparel production: a review. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00405000.2025.2496840>
9. MDPI Textiles. (2025). Digital Twins for a Sustainable Textile Industry: A Critical Analysis of Unexplored Applications and Future Directions. Vol. 5, No. 4, 49. <https://www.mdpi.com/2673-7248/5/4/49>
10. Deloitte / IndustryWeek. (2024). 6 (Mostly Digital) Trends Shaping Manufacturing in 2024. <https://www.industryweek.com/technology-and-iiot/article/21282000/6-mostly-digital-trends-shaping-manufacturing-in-2024>
11. Tandfonline / The Journal of The Textile Institute. (2024). The role of digital technologies in the circular transition of the textile sector. Vol. 116, No. 12, pp. 2860-2873. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00405000.2024.2414162>
12. Manufacturing Leadership Council. (2024). The Road to Digitalization: Evaluating Readiness for Digital Transformation. <https://manufacturingleadershipcouncil.com/the-road-to-digitalization-evaluating-readiness-for-digital-transformation-36163/>



Marketing

ilmiy, amaliy va ommabop jurnali

Muharrir:

Ingliz tili muharriri:

Rus tili muharriri:

Musahhih:

Sahifalovchi va dizaynerlar:

Xakimov Ziyodulla Axmadovich

Tursunov Boburjon Ortiqmirzayevich

Kaxramonov Xurshidjon Shuxrat o'g'li

Karimova Shirin Zoxid qizi

Sadikov Shoxrux Shuxratovich

Abidjonov Nodirbek Odijon o'g'li

2026-yil, yanvar, 1-son

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar mas'ul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelavermasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga murojaat qilish mumkin. Ilmiy maqola, ommabop maqola, reklama, hikoya va boshqa ilmiy-ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.

Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

Elektron pochta:

info@marketingjournal.uz

Tel.:

+998977838464, +998939266610

Jurnalning rasmiy sayti: <https://marketingjournal.uz>

Marketing jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi **Oliy attestatsiya komissiyasi rayosatining 2024-yil 04-oktabrdagi 332/5 sonli qarori** bilan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali 2024-yil 15-martdan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan **C-5669517** reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan. **Litsenziya raqami: №240874**



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnalining xalqaro darajasi: **9710**. GOCT 7.56-2002 " Seriyali nashrlarning xalqaro standart raqamlanishi" davlatlataro standartlari talablari. **Berilgan ISSN tartib raqami: 3060-4621**