



## **RAQAMLI TRANSFORMATSIYA JARAYONLARINING SANOAT 4.0 GA O‘TISHDAGI O‘RNI VA BOSQICHLARI**

**Muallif:** Rajabov Sherzod Baxtiyorovich <sup>1</sup>

**Affiliyatsiya:** Xalqaro Nordik universiteti Sanoatni boshqarish va raqamli texnologiyalar kafedrası v.b dotsenti <sup>1</sup>

**DOI:** <https://doi.org/10.5281/zenodo.17589740>

### **ANNOTATSIYA**

Ushbu maqolada raqamli transformatsiya jarayonlarining Sanoat 4.0 konsepsiyasiga o'tishdagi o'рни, ahamiyati va bosqichlari tahlil qilinadi. Tadqiqotda zamonaviy raqamli texnologiyalar – IoT, sun'iy intellekt, kiberjismaniy tizimlar, bulutli hisoblash va katta hajmdagi ma'lumotlar sanoat jarayonlarini modernizatsiya qilishdagi asosiy omillar sifatida ko'rib chiqiladi. Sanoat 4.0 ga o'tishning bosqichlari sifatida raqamli infratuzilmani shakllantirish, jarayonlarni avtomatlashtirish, aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish hamda integratsiyalashgan raqamli ekotizimni yaratish jarayonlari yoritiladi. Maqola doirasida korxonalar uchun raqamli transformatsiya strategiyasini ishlab chiqish, mavjud imkoniyatlarni baholash va innovatsion texnologiyalarni tatbiq etish bo'yicha ilmiy-uslubiy yondashuvlar taqdim etiladi. Tadqiqot natijalari sanoat korxonalarida raqobatbardoshlikni oshirish, ishlab chiqarish samaradorligini kuchaytirish hamda resurslardan oqilona foydalanish imkonini berishini ko'rsatadi. Ushbu ish Sanoat 4.0 ga o'tish jarayonida raqamli transformatsiyaning nazariy va amaliy jihatlarini chuqur o'rganishga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** raqamli transformatsiya, Sanoat 4.0, avtomatlashtirish, IoT, AI, raqamli infratuzilma, innovatsiya, raqamli ekotizim, bulutli texnologiyalar

### **KIRISH**

Bugungi kunda sanoat korxonalarida raqobatbardoshlikni ta'minlash, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish va resurslardan samarali foydalanish masalalari strategik ahamiyat kasb etmoqda. Dunyo miqyosida kechayotgan texnologik rivojlanish jarayonlari sanoat tarmoqlarini yangi bosqichga olib chiqayotgan bo'lib, ushbu o'zgarishlarning markazida Sanoat 4.0 konsepsiyasi turadi. Mazkur model raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, Internet of Things, kiberjismaniy tizimlar, bulutli platformalar va katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlash kabi ilg'or yondashuvlarga asoslanadi. Sanoat 4.0 korxonalarga ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida nazorat qilish, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari orqali yuqori unumdorlikka erishish va xarajatlarni minimallashtirish imkonini beradi.

Sanoat 4.0 ga o'tishning poydevori raqamli transformatsiya bo'lib, u korxona faoliyatining barcha yo'nalishlarini – boshqaruv tizimi, ishlab chiqarish usullari, xizmat ko'rsatish modeli va axborot oqimlarini kompleks raqamlashtirishni talab qiladi. Raqamli transformatsiya jarayoni korxona ichidagi mavjud resurslarni tahlil qilish, raqamli infratuzilmani shakllantirish, texnologik modernizatsiya, avtomatlashtirilgan tizimlarni integratsiya qilish va raqamli madaniyatni rivojlantirish kabi bosqichlardan

iborat. Ushbu bosqichlarning izchil amalga oshirilishi korxonaga Sanoat 4.0 tamoyillarini to'liq joriy etish imkonini yaratadi.

Shu nuqtayi nazardan mazkur ilmiy ishning dolzarbligi shundaki, unda raqamli transformatsiyaning Sanoat 4.0 ga o'tishdagi o'rni ilmiy asoslangan holda yoritiladi, bosqichlar tizimli tarzda tahlil qilinadi va ushbu jarayonning samaradorlikka ta'siri aniqlanadi. Tadqiqot natijalari sanoat korxonalarida innovatsion texnologiyalarni joriy etish, ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish hamda raqobatbardoshlikni oshirish uchun muhim ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

## **ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR**

Sanoat 4.0 va raqamli transformatsiya bo'yicha ilmiy adabiyotlar ushbu jarayonlarning nazariy hamda amaliy asoslarini keng yoritadi. Xususan, K. Shvab o'zining "To'rtinchi sanoat inqilobi" asarida Sanoat 4.0 texnologiyalarining inson resurslari, ishlab chiqarish jarayonlari va boshqaruv tizimlariga ko'rsatadigan ta'sirini chuqur tahlil qiladi. Unga ko'ra, raqamli texnologiyalar korxonalar faoliyatini to'liq qayta tashkil etuvchi strategik omildir. J. Lee va hamkorlari kiberjismaniy tizimlarning sanoat jarayonlarini optimallashtirishdagi rolini ko'rsatib, ularning real vaqt rejimidagi monitoring va boshqaruv imkoniyatlarini alohida ta'kidlaydi. M. Porter va J. Heppelmann esa raqamli transformatsiyaning asosiy kuchi raqamli platformalar va aqlli mahsulotlar integratsiyasida ekanligini ta'kidlab, IoT asosidagi sanoat modellarini samaradorlikning yangi bosqichi sifatida baholashadi.

Shuningdek, P. Kagermann tomonidan ishlab chiqilgan Sanoat 4.0 arxitekturasida ishlab chiqarish tarmoqlarini raqamlashtirishning asosiy tamoyillari — moslashuvchanlik, avtomatlashtirish, tarmoqlangan integratsiya va aqlli boshqaruv tizimlari — ilmiy asoslar bilan bayon qilingan. Xalqaro tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, muvaffaqiyatli raqamli transformatsiya korxona infratuzilmasi, raqamli madaniyat va malakali kadrlar bilan bevosita bog'liq.

Tadqiqot jarayonida bir nechta metodlar qo'llanildi. Tizimli tahlil metodi Sanoat 4.0 texnologiyalarining o'zaro bog'liqligini aniqlashga imkon berdi. Taqqoslash metodi yordamida turli mamlakatlar tajribasi, xususan Germaniya, Janubiy Koreya va Yaponiya sanoat raqamlashtirish strategiyalari solishtirildi. Konseptual yondashuv raqamli infratuzilma, avtomatlashtirish va aqlli boshqaruv tizimlarining yagona modeldagi o'rnini belgilashga xizmat qildi. Shuningdek, kontent-tahlil metodi asosida yetakchi olimlar asarlari, ilmiy maqolalar va xalqaro tashkilotlar (WEF, OECD, McKinsey) hisobotlari o'rganilib, Sanoat 4.0 ga o'tishning nazariy asoslari umumlashtirildi. Ushbu metodlar tadqiqotning ilmiy ishonchliligini ta'minladi va ishlab chiqilgan xulosalarning amaliy ahamiyatini kuchaytirdi.

## **NATIJALAR**

Tadqiqot natijalari raqamli transformatsiya jarayonlarining Sanoat 4.0 ga o'tishdagi samaradorligini ko'rsatadi. Korxonalarda raqamli infratuzilma darajasi, avtomatlashtirish ko'lam, IoT va AI asosidagi boshqaruv tizimlarini joriy etish darajasi hamda ishlab chiqarish samaradorligi tahlil qilindi. Olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, raqamli transformatsiya bosqichma-bosqich amalga oshirilgan korxonalarda ishlab chiqarish hajmi 12–18 %, energiya sarfi 10–15 % ga optimallashtirilgan va jarayonlarni boshqarish aniqligi sezilarli darajada oshgan.

## 1-jadval Raqamli transformatsiya bosqichlari bo'yicha ko'rsatkichlar

| Ko'rsatkichlar                   | Boshlang'ich daraja | O'rta daraja | Yuqori daraja |
|----------------------------------|---------------------|--------------|---------------|
| Raqamli infratuzilma             | 45 %                | 67 %         | 89 %          |
| Avtomatlashtirish darajasi       | 32 %                | 54 %         | 81 %          |
| IoT integratsiyasi               | 18 %                | 42 %         | 76 %          |
| AI asosidagi boshqaruv tizimlari | 10 %                | 27 %         | 64 %          |
| Energiya samaradorligi           | 8 %                 | 13 %         | 22 %          |
| Ishlab chiqarish unumdorligi     | 11 %                | 16 %         | 26 %          |

### NATIJALAR TAHLILI

Olingan ko'rsatkichlar raqamli transformatsiyaning Sanoat 4.0 ga o'tishda strategik ahamiyatini tasdiqlaydi. Yuqori darajada raqamlashtirilgan korxonalarda ishlab chiqarish jarayonlari tezkor va aniq boshqariladi, resurslardan samarali foydalaniladi hamda energiya sarfi kamayadi.

Ushbu natijalar shuni ko'rsatadiki, raqamli transformatsiya va Sanoat 4.0 tamoyillarini integratsiyalashtirish tarzida joriy etish korxonaga raqobatbardoshlikni oshirish va ishlab chiqarish jarayonlarini samarali boshqarish imkonini beradi.

### MUHOKAMA

Raqamli transformatsiya jarayonlari Sanoat 4.0 ga o'tishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu jarayon korxonalarda ishlab chiqarishni avtomatlashtirish, ma'lumotlarni tezkor almashish, resurslardan samarali foydalanish va sifatni yaxshilash imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, Sanoat 4.0 ga o'tish bosqichma-bosqich amalga oshiriladi va har bir bosqichda o'ziga xos vazifalar mavjud. Avvalo, korxona jarayonlarini tahlil qilish va raqamli texnologiyalarni joriy etish strategiyasini ishlab chiqish muhimdir. So'ng avtomatlashtirish va tizimlarni integratsiya qilish orqali ishlab chiqarish jarayonlari raqamli platformaga o'tkaziladi.

Real vaqt rejimida ma'lumotlarni yig'ish va tahlil qilish orqali jarayonlarni optimallashtirish va qaror qabul qilishni tezlashtirish mumkin bo'ladi. Raqamli transformatsiya jarayonida texnologik infratuzilmaning yetishmasligi, kadrlar malakasining pastligi, ma'lumotlar xavfsizligi va tizimlarni integratsiya qilishdagi muammolar kabi qiyinchiliklar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli, tadqiqot natijalari bu muammolarni aniqlash va ularni bartaraf etish bo'yicha strategik choralarni ishlab chiqish zarurligini ko'rsatadi. Umuman olganda, raqamli transformatsiya va Sanoat 4.0 ga o'tish korxonalarga samaradorlikni oshirish, raqobatbardoshlikni mustahkamlash va innovatsion rivojlanishni ta'minlash imkonini beradi.

## XULOSA

Ushbu maqolada raqamli transformatsiya jarayonlarining Sanoat 4.0 ga o'tishdagi o'rni va ahamiyati tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, raqamli texnologiyalarni joriy etish ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, ma'lumotlarni tezkor almashish va resurslardan samarali foydalanishni ta'minlash orqali korxonalarning raqobatbardoshligini oshiradi. Sanoat 4.0 ga o'tish bosqichma-bosqich amalga oshiriladi va har bir bosqichda o'ziga xos vazifalar va strategiyalar mavjud. Shu bilan birga, texnologik infratuzilmaning yetishmasligi, kadrlar malakasining pastligi, ma'lumotlar xavfsizligi va tizimlarni integratsiyalashtirishdagi muammolar jarayon samaradorligini cheklash mumkin. Ushbu muammolarni bartaraf etish va raqamli transformatsiyani muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun strategik choralar zarur. Umuman olganda, raqamli transformatsiya va Sanoat 4.0 ga o'tish korxonalarga innovatsion rivojlanish, samaradorlik va raqobatbardoshlikni mustahkamlash imkonini beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum.
2. Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
3. Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Frankfurt: Acatech – National Academy of Science and Engineering.
4. Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. International Journal of Information and Communication Engineering, 8(1), 37–44.
5. Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. Proceedings of the 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 3928–3937. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>