



YETAKCHI XORIJIY DAVLATLAR TAJRIBASI ASOSIDA IQTISODIYOT OBYEKTлари BARQARORLIGINI OSHIRISHDA SANOAT 4.0 NING O‘RNI.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15493610>

Sherbayev M.R t.f.f.d (PhD)

Favqulodda vaziyatlar vazirligi fuqaro muhofazasi instituti o‘quv-uslubiy bo‘lim
boshlig‘i

Yuldashev Rixsiboy Nasriddinovich

Favqulodda vaziyatlar vazirligi fuqaro muhofazasi instituti 1- bosqich magistratura
talabasi

Rahmonov Mirshod Berdiyori o‘g‘li

Favqulodda vaziyatlar vazirligi fuqaro muhofazasi instituti 1- bosqich magistratura
talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada dunyo sanoati juda yuqori o‘zgarish jarayonini boshdan kechirmoqda. Sanoat 4.0 ning paydo bo‘lishi zamonaviy ishlab chiqarish, avtomatlashtirish va raqamlashtirishning yanada yangi davrini boshlab berdi. Bugungi kunda dunyo iqtisodiyotlari samaradorlikni oshirish, barqarorlikni ta‘minlash va raqobatbardoshlikni kuchaytirishga intilayotgan bir paytda, sun‘iy intellekt, katta hajmdagi ma‘lumotlar tahlili (Big Data), internet ma‘lumotlar (IoT) va kiber-jismoniy (cyber-physical) tizimlar kabi ilg‘or texnologiyalarni joriy etish sanoat muvaffaqiyatining asosiy omiliga aylandi.

Kalit so‘zlar: Sanoat 4.0, avtomatlashtirish, raqamlashtirish, barqaror ishlab chiqarish, texnologik kommunikatsiyalar, kommunal va energetika tarmoqlari, yashil iqtisodiyot, raqamli texnologiyalar.

Аннотация. В этой статье говорится, что мировая промышленность переживает очень высокий процесс трансформации. Появление Индустрии 4.0 положило начало еще более новой эре современного производства, автоматизации и цифровизации. Сегодня, когда мировые экономики стремятся

к повышению эффективности, обеспечению устойчивости и повышению конкурентоспособности, внедрение передовых технологий, таких как искусственный интеллект, анализ больших данных (Big Data), интернет-данные (IoT) и киберфизические (cyber-physical) системы, стало ключевым фактором успеха отрасли.

Ключевые слова: Промышленность 4.0, автоматизация, цифровизация, устойчивое производство, технологические коммуникации, коммунальные и энергетические сети, зеленая экономика, цифровые технологии.

Abstract. In this article, global industry is undergoing a very rapid transformation process. The emergence of Industry 4.0 has ushered in a new era of modern production, automation, and digitalization. Today, as world economies strive to increase efficiency, ensure stability, and enhance competitiveness, the introduction of advanced technologies such as artificial intelligence, big data analysis (Big Data), internet data (IoT), and cyber-physical systems has become a key factor in industrial success.

Key words: Industry 4.0, automation, digitalization, sustainable production, technological communications, utilities and energy, green economy, digital technologies.

Kirish. Mazkur maqolada "Markaziy Osiyoda ishlab chiqarishni o'zgartirishda Sanoat 4.0 ning o'rni" mavzusiga bag'ishlangan bo'lib, sanoat inqiloblarining rivojlanishi, to'rtinchi sanoat inqilobini shakllantiruvchi asosiy texnologiyalar hamda Markaziy Osiyo mamlakatlarining ushbu ilg'or texnologiyalarni qabul qilishdagi o'ziga xos muammolari va imkoniyatlarini o'rganadi.

Iqtisodiyot ob'yekti ishlashi barqarorligi deganda korxonaning rejalashtirilgan hajmda va belgilangan nomlanishdagi mahsulot chiqarishga qodirligi, shuningdek, izdan chiqqan ishlab chiqarishni qisqa muddatda qayta tiklash mumkinligi tushuniladi. Bevosita moddiy boyliklar ishlab chiqarmaydigan ob'yektlar (energetika, transport, aloqa va hokazo) uchun ular ishlashining barqarorligi deganda favqulodda vaziyat holati sharoitida o'z vazifalarini bajarishga

qodirliklari tushuniladi. Murakkab holatlar yuzaga kelishi ehtimolini hisobga olib, har bir korxonada uning ishlashi barqarorligini oshiradigan tadbirlar majmui (ilmiy-tadqiqot, texnologik va muhandislik-texnik chora-tadbirlar boshqa) amalga oshirilishi kerak [1].

Tabiiy resurslarga boy va katta iqtisodiy salohiyatga ega bo'lgan mintaqalar hozir muhim burilish nuqtasida turibdi, va Sanoat 4.0 ni qabul qilish sanoatni diversifikatsiya qilish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish hamda global bozorlarga integratsiyalashish imkoniyatlarini taqdim etadi. Har bir sohada integratsiyalashish yuzaga kelmasa sohada rivojlanish bo'lmaydi.

Mazkur tadqiqot sanoat transformatsiyasi jarayonini to'liq tahlil qilishga qaratilgan bo'lib, quyidagi jihatlarni yoritadi:

- Sanoat inqiloblarining tarixiy rivojlanishi va Sanoat 4.0 ning texnologik asosi;
- Markaziy Osiyoda ishlab chiqarishning hozirgi holati
- Aqlli texnologiyalarning ishlab chiqarishga qo'llanilishi;
- Raqamli sanoat uchun kadrlar tayyorlash va ta'limning roli.

Shuningdek, ushbu maqolada Sanoat 4.0 ni muvaffaqiyatli joriy etish strategiyalarini global ilg'or tajribalar, mintaqaviy siyosatlar va amaliy tadqiqotlar asosida tahlil qiladi.

Sanoatda ishlab chiqarishining hozirgi davrda rivojlanishi bir necha inqilobiy o'zgarishlar bilan belgilanib, har bir ishlab chiqazilgan tovar va xizmatlar ishlab chiqarish usullarini tubdan o'zgartirgan. Ushbu jarayonning so'nggi bosqichi – Sanoat 4.0 aqlli, o'zaro bog'langan va yuqori darajada avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlariga o'tish jarayonini ifodalaydi. Oldingi sanoat inqiloblari mexanizatsiya, elektrifikatsiya va kompyuterlashtirishga qaratilgan bo'lsa, Sanoat 4.0 esa ma'lumotlar, sun'iy intellekt (AI), mashinaviy o'rganish va kiber-fizik tizimlar asosida shakllanib, mashinalar, insonlar va raqamli platformalar o'rtasida uzluksiz o'zaro aloqani ta'minlaydi.

Raqamlashtirish, bog'liqlik va aqlli texnologiyalarning jadal rivojlanishi tufayli Sanoat 4.0 global ishlab chiqarish jarayonlarini o'zgartirmoqda, ta'minot

zanjirlarini, operatsion samaradorlikni va qaror qabul qilish jarayonlarini inqilobiy tarzda o'zgartirmoqda. Bu o'zgarish robototexnika, IoT bulutli hisoblash (cloud computing), katta ma'lumotlar tahlili, blokcheyn va raqamli egizak (digital twins) texnologiyalari kabi innovatsiyalar tomonidan qo'llab-quvvatlanib, sanoatning yuqori mahsuldorlik, chiqindilarni kamaytirish, moslashuvchanlik va xarajat tejamkorligini oshirishiga xizmat qilmoqda.

Ushbu kirish qismida Sanoat 4.0 mohiyati va rivojlanishini tarixiy ildizlari orqali o'rganadi, uning asosiy xususiyatlarini aniqlaydi va uni kengaytirayotgan texnologik hamda iqtisodiy omillarni tahlil qiladi. Sanoat 4.0 asoslarini tushunish orqali biz uning ishlab chiqarish, ishchi kuchi moslashuvi va iqtisodiy raqobatbardoshlikka hamda sanoatning o'zini barqaror ishlashiga olib kelishimiz mumkin yana sanoatga ta'sirini yaxshiroq baholashimiz mumkin, ayniqsa sanoat transformatsiyasini boshdan kechirayotgan Markaziy Osiyo mamlakatlari (1 - rasm) kabi mintaqalarda.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili:

So'nggi yillarda global iqtisodiyot raqamli texnologiyalar jadal rivojlanayotgan bir davrda, korxonalar o'z raqobatbardoshligini saqlab qolish va bozor ulushini oshirish uchun innovatsion yechimlarga ehtiyoj sezmoqda. Ushbu jarayonda Sanoat 4.0 (Industry 4.0) konsepsiyasi muhim strategik omil sifatida namoyon bo'lmoqda.

Sanoat 4.0 va raqobatbardoshlik tushunchasi

Henning Kagermann (2013) tomonidan ilgari surilgan Sanoat 4.0 kontsepsiyasi kiber-fizik tizimlar, sun'iy intellekt, IoT (Internet of Things), bulutli hisoblash va katta ma'lumotlar (Big Data) orqali ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va optimallashtirishni nazarda tutadi. Bu texnologiyalar korxonalarni raqobatchilardan ajratib turuvchi narx, sifat, moslashuvchanlik va tezlik kabi mezonlarda ustunlikni ta'minlaydi.

Jay Lee (2015) o'z tadqiqotida ishlab chiqarish tizimlariga aqlli tahlil tizimlarini joriy etish natijasida mahsulot sifati va xizmat ko'rsatish darajasining

sezilarli darajada oshishini ta'kidlaydi. Bu esa mijozlar talablariga tez javob berish va mahsulotni bozorga tez chiqarish imkonini beradi.

Sanoat 4.0 va bozor strategiyasi

Klaus Schwab (2016) "To'rtinchi sanoat inqilobi" asarida raqamli transformatsiyaning nafaqat ishlab chiqarishga, balki marketing va strategik menejmentga ham chuqur ta'sir ko'rsatishini ko'rsatadi. Masalan:

Personalizatsiyalashgan mahsulotlar ishlab chiqarish – mijoz xohishiga mos mahsulotlar yaratish orqali segmentatsiyani kuchaytirish;

Real vaqt rejimida marketing – IoT va Big Data asosida foydalanuvchi xatti-harakatlarini tahlil qilib, onlayn reklama kampaniyalarini tezda moslashtirish;

Yetkazib berish zanjirining soddalashuvi – avtomatlashtirilgan logistika orqali xarajatlarni kamaytirish.

Moeuf et al. (2018) kichik va o'rta korxonalar uchun Sanoat 4.0 texnologiyalarini joriy etish orqali strategik barqarorlikka erishish, innovatsion salohiyatni oshirish va yangi bozor segmentlariga chiqish imkoniyati mavjudligini isbotlagan [11].

Dunyo siyosiy xaritasida Markaziy Osiyo hududi 1-rasm.

Ushbu manbalar orqali Sanoat 4.0 ning asosiy texnologiyalari va tamoyillariga umumiy nuqtai nazar bilan boshlanadi, so'ngra sanoat inqiloblarining tarixiy rivojlanishi tahlil qilinadi. Shundan so'ng, quyidagi savollarga javob chuqurroq ko'rib chiqiladi:

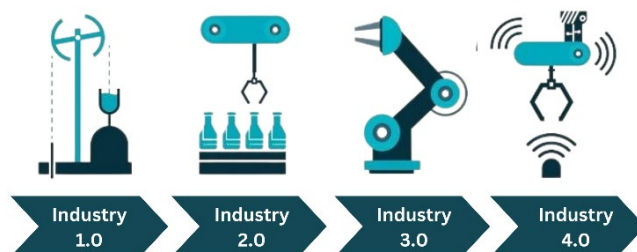
- Raqamlashtirish va avtomatlashtirishga global intilish kabi omillar ushbu o'zgarishlarni qanday tezlashtirmoqda?

- Infratuzilma yetishmovchiligi, ishchi kuchi malakasining mos kelmasligi va kiberxavfsizlik xavflari kabi omillar Sanoat 4.0 ni keng joriy etishda qanday to'siq bo'lishi mumkin?

- Yuqori mahsuldorlik, barqarorlik va yangi biznes modellarining paydo bo'lishi kabi potentsial foydalar qanday imkoniyatlar yaratadi?

Bundan tashqari, ushbu bob Sanoat 4.0 ning ishchi kuchi muhitiga qanday ta'sir ko'rsatayotganini ham o'rganadi, jumladan:

- Yangi ko‘nikmalar talabi va raqamli savodxonlikka ehtiyojning ortishi
- Sun‘iy intellekt asosidagi qaror qabul qilish tizimlarining ishlab chiqarish jarayonlariga integratsiyasi
- Samaradorlik va moslashuvchanlikni oshiruvchi o‘z-o‘zini optimallashtiruvchi aqlli zavodlarning rivojlanishi

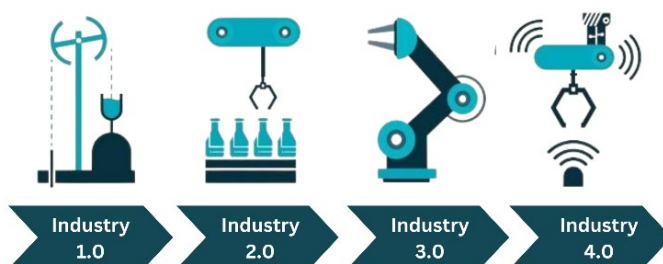


Ushbu tahlil Sanoat 4.0 ning global va mintaqaviy miqyosdagi ahamiyatini to‘liq tushunishga imkon beradi. Bu esa uning ishlab chiqarish, iqtisodiy siyosatlar

Dunyo siyosiy xaritasida Markaziy Osiyo hududi 1-rasm.

va ishchi kuchini rivojlantirish sohalarida qanday qo‘llanilishini yanada chuqurroq o‘rganish uchun poydevor yaratadi. Ushbu o‘zgarishlarni tushunish siyosatchilar, sanoat rahbarlari va ta‘lim muassasalari uchun muvaffaqiyatli moslashuv va global raqamli iqtisodiyotda uzoq muddatli raqobatbardoshlikni ta‘minlash yo‘lida muhim ahamiyat kasb etadi.

Texnologiyalar vaqt o‘tishi bilan rivojlanib, sanoat ishlab chiqarishiga inqilobiy o‘zgarishlar olib kelmoqda. Ushbu o‘zgarishlar nafaqat ishlab chiqarish jarayonlariga, balki iqtisodiy tizimlarga, ijtimoiy tuzilmalarga va siyosiy sohalarga



ham ta‘sir ko‘rsatyapti. Sanoat 4.0 ga global o‘tish jarayoni bu rivojlanishning so‘nggi bosqichi bo‘lib, uning tarixiy ildizlarini tushunish muhim ahamiyatga ega.

1760-yildan buyon uchta yirik sanoat inqilobi (2 - rasm) yuz bergan bo‘lib, har biri sanoat va iqtisodiyotlarni tubdan o‘zgartirgan texnologik yutuqlar bilan ajralib turadi. Ushbu inqiloblar natijasida joriy etilgan asosiy texnologiyalarning

aksariyati – elektr energiyasi, mexanizatsiya va raqamli avtomatlashtirish – hanuzgacha ishlab chiqarish jarayonlarida keng qo‘llanilmoqda

2-rasm. Sanoat rivojlanish bosqichlari

Har bir sanoat inqilobi o‘ziga xos xususiyatlarga ega bo‘lib, turli hududlarga turlicha ta’sir ko‘rsatgan. Industrial rivojlangan davlatlar ushbu texnologik yutuqlarni tezda o‘zlashtirgan bo‘lsa, Qozog‘iston va Markaziy Osiyo mintaqalari tarixiy, iqtisodiy va siyosiy omillar tufayli boshqacha rivojlanish yo‘lini bosib o‘tgan. Quyidagi bo‘limlarda ushbu uch sanoat inqilobining global va mintaqaviy rivojlanishga ta’siri kengroq tahlil qilinadi.

Sanoat 1.0: Mexanizatsiya davri (1760-1870)

Birinchi sanoat inqilobi mahsulot ishlab chiqarish usullarida tub burilish yasadi va qo‘l mehnatidan mexanizatsiyalashgan ishlab chiqarishga o‘tishga zamin yaratdi. Bu jarayon 18-asr oxirlarida Buyuk Britaniyada boshlangan bo‘lib, uni bug‘ dvigateli, mexanizatsiyalashgan to‘qimachilik ishlab chiqarishi va dastlabki fabrikalar tizimi kabi yirik innovatsiyalar tezlashtirdi. Ushbu texnologik yutuqlar mahsulot ishlab chiqarish samaradorligini keskin oshirdi, jismoniy mehnatga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirdi va zamonaviy sanoat iqtisodiyotining poydevorini yaratdi.

Bu davrning eng inqilobiy ixtirolaridan biri 1769-yilda Jeyms Uott tomonidan ishlab chiqilgan bug‘ dvigateli (3 - rasm) bo‘lib, u fabrikalar va transport tizimlariga suv va shamol energiyasidan mustaqil ravishda ishlash imkonini berdi. 1764-yilda yaratilgan Spinning Jenny, 1769-yilda ishlab chiqilgan Water Frame va 1785-yilda ixtiro qilingan Power Loom kabi mexanizatsiyalashgan to‘qimachilik



texnologiyalari sanoatni tubdan o‘zgartirdi, matolarni ommaviy ishlab chiqarish imkonini yaratdi.

Jeyms Uott tomonidan ishlab chiqilgan bug‘ dvigateli 3-rasm.

Sanoat 2.0: Elektrlashtirish va ommaviy ishlab chiqarish davri (1870–1969) Ikkinchi sanoat inqilobi XIX asr oxiridan XX asr o‘rtalarigacha bo‘lgan davrni qamrab olib, keng miqyosda elektr energiyasining qo‘llanilishi, ommaviy ishlab chiqarish va konveyerli ishlab chiqarish tizimlari bilan ajralib turdi. Birinchi sanoat inqilobidagi mexanizatsiyadan farqli o‘laroq, bu inqilob tizimli ishlab chiqarish jarayonlari, rivojlangan transport tarmoqlari va yirik sanoatlashtirishni joriy etib, samaradorlikni oshirish hamda misli ko‘rilmagan iqtisodiy o‘sishni ta’minladi.

Ikkinchi sanoat inqilobining muhim yutug‘i zavodlarning elektrifikatsiyasi bo‘lib, bu bug‘ quvvatini almashtirdi va ishlab chiqarish jarayonlarini sezilarli darajada yaxshiladi. Ayniqsa, 1913-yilda Genri Ford tomonidan joriy etilgan konveyerli ishlab chiqarish (4 - rasm), avtomobillar va boshqa mahsulotlarni ommaviy ravishda arzonroq narxlarda ishlab chiqarishga imkon berdi. Boshqa asosiy texnologik innovatsiyalar orasida ichki yonish dvigatelining ixtiro qilinishi, neft va kimyoviy moddalarning keng qo‘llanilishi hamda po‘lat ishlab chiqarish hajmining kengayishi mavjud edi. Bu yutuqlar temir yo‘llar, avtomobillar va dastlabki aviatsiyaning rivojlanishiga turtki berib, global savdo va transport tizimini tubdan o‘zgartirdi.



Genri Fordning konveyerli ishlab chiqarishi 4-rasm.

Sanoat 3.0: Avtomatlashtirish va raqamlashtirishning yuksalishi (1969 yildan hozirgi kungacha) Uchinchi sanoat inqilobi, shuningdek, Raqamli inqilob deb ham nomlanadi, XX – asrning oxirida boshlangan va bugungi kunda ham global sanoatga ta’sir ko‘rsatishda davom etmoqda. Ushbu bosqich elektronika,

avtomatlashtirish va axborot texnologiyalarining (IT) rivojlanishi bilan bog‘liq bo‘lib, ishlab chiqarish jarayonlari va iqtisodiy tuzilmalarda tub o‘zgarishlarni yuzaga keltirdi. Sanoat 2.0 elektrifikatsiya va ommaviy ishlab chiqarishga e‘tibor qaratgan bo‘lsa, Sanoat 3.0 ishlab chiqarishga kompyuterlar, dasturlashtiriladigan mantiqiy kontrollerlar (PLC) va robototexnika texnologiyalarini kiritish orqali avtomatlashtirilgan va yuqori samarali ishlab chiqarish tizimlariga yo‘l ochdi.

Sanoat 3.0 ning asosiy xususiyati mikroelektronika va hisoblash texnologiyalarining sanoat jarayonlariga integratsiyalashuvi edi. Yarim-o‘tkazgichlar, mikroprotssessorlar va dastlabki kompyuter tarmoqlari ishlab chiqarish korxonalariga mexanik va qo‘l mehnatidan avtomatlashtirilgan tizimlarga o‘tishga imkon berdi. 1970 – 1980 – yillarda paydo bo‘lgan dasturlashtiriladigan mashinalar sanoatda aniqlikni oshirish, inson aralashuvini kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini yaxshilashga imkon yaratdi. Shu davrda robototexnika va avtomatlashtirish jadal rivojlandi, ishlab chiqarishda robot qo‘llar va CNC (kompyuter orqali boshqariladigan dastgohlar) tizimlari keng qo‘llanila boshlandi.

1990 – 2000 – yillarda internet va raqamli aloqa texnologiyalarining keng tarqalishi sanoat samaradorligini yanada oshirdi. Kompaniyalar korxona resurslarini rejalashtirish tizimlari, kompyuter yordamida loyihalash (CAD) va ta‘minot zanjirini boshqarish dasturlari kabi texnologiyalardan foydalana boshladilar. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarining yanada samarali rejalashtirilishi, muvofiqlashtirilishi va boshqarilishini ta‘minladi. Shuningdek, katta hajmdagi ma‘lumotlar (Big Data) tahlili va bulutli hisoblash texnologiyalari biznes modellarini shakllantirishda muhim rol o‘ynay boshladi, bu esa real vaqt rejimida ishlab chiqarish operatsiyalarini kuzatish va optimallashtirish imkonini yaratdi.

G‘arb mamlakatlari avtomatlashtirish va raqamlashtirish jarayonlarini tezkor ravishda qabul qilgan bo‘lsa-da,

Sanoat 3.0 ning Qozog‘iston va Markaziy Osiyoga ta‘siri sezilarli kechikish bilan amalga oshdi. Ushbu sanoat inqilobining dastlabki bosqichlarida Qozog‘iston hali ham Sovet Ittifoqi tarkibida edi. Sovet sanoat siyosati asosan og‘ir sanoat, konchilik va markazlashgan iqtisodiy rejalashtirishga yo‘naltirilgan bo‘lib,

texnologik innovatsiyalar ikkinchi darajali ahamiyatga ega edi. G'arb davlatlari moslashuvchan avtomatlashtirish va raqamli tizimlarni faol joriy etayotgan bir paytda, Sovet modeli asosan mehnat talab qiluvchi sanoatlarga va cheklangan kompyuterizatsiya darajasiga asoslangan edi.

Qozog'iston 1991-yilda mustaqillikka erishganidan so'ng, mamlakat sanoat sektorini modernizatsiya qilish vazifasi bilan yuzlashdi. Ko'plab Sovet davridagi zavodlar eskirgan texnologiyalarga tayangan bo'lib, bozor iqtisodiyotiga o'tish raqamli infratuzilmaga katta sarmoya talab qildi. 1990-yillar va 2000-yillar boshlarida Qozog'iston zamonaviy hisoblash tizimlari, telekommunikatsiya va avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish texnologiyalarini sanoat tarmoqlariga integratsiya qilishni boshladi. Biroq, iqtisodiy beqarorlik va cheklangan texnologik imkoniyatlar tufayli bu jarayon sekin kechdi.

2010-yillarga kelib, Qozog'iston raqamli texnologiyalarni joriy etishda sezilarli yutuqlarga erishdi. Hukumat tashabbuslari, jumladan "Raqamli Qozog'iston" dasturi va sanoatni modernizatsiya qilish bo'yicha maxsus loyihalar avtomatlashtirish, IT yechimlari va Sanoat 4.0 texnologiyalarining keng joriy etilishini rag'batlantirishga qaratildi. Shunga qaramay, ushbu rivojlanishlarga qaramay, ko'plab sanoat tarmoqlari hali ham Sanoat 2.0 yoki Sanoat 3.0 ning dastlabki bosqichlarida ishlamoqda. Ular asosan yarim avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish jarayonlari va eski sanoat tizimlariga tayanib faoliyat yuritmoqda.

Qozog'iston va boshqa Markaziy Osiyo davlatlari sanoat sektoriga raqamli texnologiyalarni integratsiya qilishni davom ettirar ekan, Sanoat 4.0 ga o'tish bir vaqtning o'zida katta imkoniyatlar va jiddiy muammolarni yuzaga keltirmoqda. Avtomatlashtirish va raqamlashtirish iqtisodiy o'sish, mahsuldorlikni oshirish va global raqobatbardoshlikni kuchaytirish uchun ulkan salohiyatga ega bo'lsa-da, mintaqa texnologik tafovutlarni bartaraf etish, malakali kadrlar tayyorlash va infratuzilmaga sarmoya kiritish kabi muhim vazifalarni hal etishi zarur.

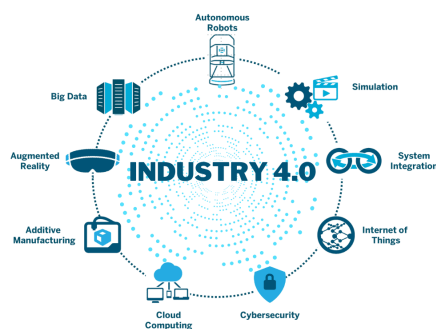
Keyingi bo'lim Sanoat 4.0 ning asosiy tamoyillari va texnologiyalarini tahlil qiladi. Sun'iy intellekt, robototexnika, Internet of Things (IoT) va aqlli ishlab

chiqarish sohasidagi so‘nggi yutuqlar sanoat va iqtisodiy rivojlanish kelajagini qanday shakllantirayotganini ko‘rsatib beradi [9, 10, 11, 12].

Sanoat 4.0 tushunchasi va asosiy texnologiyalar

Sanoat 4.0 sanoat tarixidagi to‘rtinchi yirik o‘zgarish bo‘lib, mahsulotlarning ishlab chiqarilishi, qayta ishlanishi va taqsimlanish jarayonlarini tubdan o‘zgartirmoqda. Oldingi sanoat inqiloblari asosan mexanizatsiya, elektrifikatsiya va kompyuterlashtirishga asoslangan bo‘lsa, Sanoat 4.0 raqamli texnologiyalar, aqlli avtomatlashtirish va real vaqt rejimidagi ma’lumotlarni qayta ishlash bilan bog‘liq bo‘lgan yangi bosqichdir (5 - rasm). Ushbu transformatsiya natijasida ishlab chiqarish tizimlari o‘zaro bog‘langan, moslashuvchan va avtonom bo‘lib, zavodlar, ta’minot zanjirlari va butun sanoat tarmoqlarini yanada samarali, moslashuvchan va bozor talablariga javob bera oladigan darajaga olib chiqmoqda.

Sanoat 4.0 tushunchasi 2011-yilda Germaniyada paydo bo‘lgan bo‘lib, u "Industrie 4.0" tashabbusi doirasida ishlab chiqilgan va hukumat tomonidan qo‘llab-quvvatlangan. Ushbu tashabbus aqlli va raqamlashtirilgan ishlab chiqarish modelini yaratishni maqsad qilgan bo‘lib, ашёлар интернет (IoT), sun‘iy intellect (AI),



robototexnika, katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish va kiber-jismoniy tizimlar kabi texnologiyalarning sanoat samaradorligini oshirishdagi rolini ta’kidlagan.

Industriya 4.0 elementlari 5 – rasm.

2012-yilga kelib, Sanoat 4.0 atamasi yanada takomillashtirildi, 2013-yilda esa "Raqamli egizak" (Digital Twin) tushunchasi paydo bo‘ldi. Ushbu texnologiya fizik obyektlarning virtual nusxalarini yaratish imkonini beradi va ishlab chiqaruvchilarga ishlab chiqarish jarayonlarini raqamli muhitda modellashtirish, tahlil qilish va optimallashtirishga yordam beradi. Shu orqali, real hayotdagi

o'zgarishlarni qo'llashdan oldin ularni sinovdan o'tkazish va samaradorlikni oshirish imkoniyati yaratiladi.

Tadqiqot metodologiyasi. Sanoat 4.0 avvalgi sanoat inqiloblaridan uch asosiy jihati bilan farqlanadi:

- **Tezlik** – Raqamli texnologiyalarning rivojlanish sur'ati misli ko'rilmagan darajada tez bo'lib, u chiziqli emas, balki eksponensial shaklda rivojlanmoqda. AI, bulutli texnologiyalar (Cloud Computing) va 5G tarmoqlari kabi innovatsiyalar sanoatning dunyo bo'ylab transformatsiyasini yanada tezlashtirmoqda.
- **Qamrov doirasi** – Oldingi sanoat inqiloblari asosan ishlab chiqarishga qaratilgan bo'lsa, Sanoat 4.0 deyarli barcha sohalarga ta'sir ko'rsatmoqda. Bu inqilob qishloq xo'jaligi, sog'liqni saqlash, energetika, logistika kabi ko'plab tarmoqlarda jadal o'zgarishlarni yuzaga keltirmoqda.
- **Tizimlarga ta'siri** – Ishlab chiqarish, boshqaruv va hukumat tizimlari tubdan o'zgarib bormoqda. Bugungi kunda milliardlab qurilmalar IoT orqali o'zaro bog'langan, bu esa misli ko'rilmagan hisoblash quvvati, ma'lumotlarni saqlash imkoniyati va real vaqt rejimida bilimlarga kirish imkoniyatini yaratmoqda.

Tahlil va natijalar. Sanoat 4.0 ning markazida ishlab chiqarish tarmog'i turadi. Raqamli texnologiyalar mahsulotlarning loyihalash, ishlab chiqarish va taqsimlash jarayonlarini tubdan o'zgartirmoqda. Asosiy texnologik yutuqlar quyidagilardir:

- Ommaviy moslashtirish va aqlli fabrikalar – An'anaviy ommaviy ishlab chiqarish moslashuvchan, yuqori darajada shaxsiylashtirilgan ishlab chiqarish tizimiga aylanmoqda. Mijozlar endi raqamli platformalar orqali bevosita dizayn jarayonida ishtirok etib, ishlab chiqarishga ta'sir o'tkazish imkoniyatiga ega.
- Real vaqt rejimida qaror qabul qilish – AI va katta ma'lumotlar tahlili fabrikalarga nosozliklarni oldindan bashorat qilish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va ta'minot zanjirini avtomatlashtirish imkonini

beradi. Bu esa ish vaqtining yo'qotilishini kamaytiradi va ishlab chiqarish chiqindilarini minimallashtiradi.

- Avtonom ishlab chiqarish – Robotlar va o'z-o'zini o'rganuvchi mashinalar xavfli, takrorlanuvchi va yuqori aniqlik talab qiluvchi vazifalarni bajarib, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va xavfsizlikni yaxshilash imkonini beradi.
- Markazsiz va taqsimlangan ishlab chiqarish – Raqamli ishlab chiqarish uzoq va murakkab global ta'minot zanjirlarini mahalliy ishlab chiqarish markazlari bilan almashtirish imkonini beradi, bu esa xarajatlar va ekologik ta'sirni kamaytirishga yordam beradi.

Xulosa va takliflar. Sanoat 4.0 da Ta'lim va Ishlab Chiqarishning Integratsiyasi tavsiyalari:

1. Ta'lim dasturlarini sanoat ehtiyojlariga moslashtirish. Universitetlar va texnik institutlar AI, IoT, robototexnika, kiberxavfsizlik va ma'lumotlar tahlili kabi Sanoat 4.0 fanlarini o'quv dasturlariga kiritishlari kerak. Amaliy mashg'ulotlar, stajirovkalar va sanoat bilan hamkorlik orqali nazariy bilimlarni amaliy qo'llash bo'yicha o'quv jarayonini kuchaytirish zarur.

2. Raqamli ko'nikmalarni rivojlantirish va kadrlarni qayta tayyorlash. Milliy raqamli savodxonlik dasturlari orqali ishchilarni Sanoat 4.0 kompetensiyalari bilan tanishtirish. Uzluksiz o'qitish tashabbuslarini rag'batlantirish va raqamli qayta tayyorlanish istagida bo'lgan ishchilarga moliyaviy qo'llab-quvvatlash ko'rsatish. Kasb-hunar ta'limini kuchaytirish, ayniqsa, aqlli ishlab chiqarish va avtomatlashtirish yo'nalishlari bo'yicha yangi dasturlar yaratish.

3. Universitetlarda innovatsiyalar va tadqiqotlarni rivojlantirish. Sanoat 4.0 texnologiyalariga bag'ishlangan ilmiy markazlarni tashkil etish va ilmiy muassasalar bilan korxonalar o'rtasida hamkorlikni rivojlantirish. Raqamli transformatsiya va barqaror ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy-tadqiqot loyihalariga moliyaviy sarmoya ajratish. Universitetlar qoshida startap inkubatorlarini tashkil qilish, innovatsion texnologiyalarni tijoratlashtirishga ko'maklashish.

4. Sanoat 4.0 texnologiyalariga bag‘ishlangan ilmiy markazlarni tashkil etish yani zamon rivojlangan sari texnikani so‘nggi yutuqlaridan foydalanmas ekansiz siz zamondan ortda qolasiz ichlab chiqazish sifati sifatsizroq bo‘ladi hamda vaqtdan ham yutqazishingiz mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Sherbayev M.R., Yuldashev R.N. “Yetakchi xorijiy davlatlar tajribasi asosida iqtisodiyot obyektlari barqarorligini oshirish” O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi Fuqaro muhofazasi instituti “Fan Muhofaza Xavfsizlik” Scientific and Practical Journal 1(15), 2025 ISSN 2181-970X. 82-90 b.
2. Azimov X.G. “Obyekt barqarorligini oshirish” O‘zbekistonda fanlararo inovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali 10-son 20.08.2022yil.
3. Abdrakhmanova, G., et al. (2019). The Digital Economy in the Russian Federation. Moscow: Higher School of Economics.
4. ASEAN (2015b). The ASEAN Economic Community Blueprint 2025. Jakarta: ASEAN Secretariat.
5. Asian Development Bank (2021). The Impact of Sanoat 4.0 on Jobs and Skills in Asia. Manila: ADB.
6. Balliester, T., & Elsheikhi, A. (2018). The Future of Work: A Literature Review. ILO Research Paper Series. Geneva: International Labour Organization.
7. Bilitewski, B. (2012). Circular Economy: Bridging the Gap Between Environmental Protection and Resource Management. Waste Management & Research, 30(3), 219–220.
8. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015). Industrie 4.0—The Future of German Manufacturing. Berlin: BMBF.
9. Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Berlin: Acatech – National Academy of Science and Engineering.[Sanoat 4.0 konsepsiyasi asoslari]

10. Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum. [Bozor strategiyasiga texnologik transformatsiyaning ta'siri]
11. 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. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001> [Kiber-fizik tizimlarning ishlab chiqarishga ta'siri]
12. Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118–1136. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1372647> [KO'Klar uchun Industry 4.0 ga o'tish strategiyalari]
13. Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. de F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 – a systematic literature review and research agenda. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609–3629. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576> [Industry 4.0 bo'yicha tizimli adabiyotlar tahlili]
14. Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040> [Sanoat 4.0 tayyorgarlik darajasini baholash]
15. Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of Industry 4.0: An outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1). <https://doi.org/10.1155/2016/3159805> [Aqlli zavod va ishlab chiqarish samaradorligi]
16. Xu, X. (2012). From cloud computing to cloud manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28(1), 75–86. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2011.07.002> [Bulutli ishlab chiqarish modeli]