

<https://gospodarkainnowacje.pl>**GOSPODARKA I INNOWACJE****Volume: 72 | 2026****Economy and Innovation****ISSN: 2545-0573**For more information contact : [editor@gospodarkainnowacje.pl](mailto:editor@gospodarkainnowacje.pl)

## **IOT TEXNOLOGIYALARIGA ASOSLANGAN ADAPTIVI JARAYONLARNING BOSHQARILGAN INTELLIGENT KONVEYOR TIZIMI**

**Bekmurodov Ulug'bek Bahrom o'g'li**

Oriental universiteti dotsenti PhD

[ulugbek\\_bekmurodov@mail.ru](mailto:ulugbek_bekmurodov@mail.ru)

+998 97 912 00 53

**Xayitov Shohzod Erkin o'g'li**

Oriental universiteti o'qituvchisi

[shohzodxayitov@gmail.com](mailto:shohzodxayitov@gmail.com)**Ruziyeva Zulfiya Qurvonovna**

Oriental universiteti magistri

[ruziyevazulfiya299@gmail.com](mailto:ruziyevazulfiya299@gmail.com)

+998 90 281 83 18

**ARTICLE INFO.****Abstract:**

**Keywords:** IoT, intelligent konveyor tizimi, adaptiv jarayonlar, sensorlar, avtomatlashtirish, real vaqt monitoring, energiya samaradorligi, ishlab chiqarish optimallashtirish, aqlli boshqaruv.

Maqolada IoT (Buyumlar Interneti) texnologiyalari asosida adaptiv jarayonlarni boshqarish imkoniyatlarini o'rganish va ularni intelligent konveyor tizimlariga tatbiq etish masalalari tahlil qilinadi. IoT sensorlari, real vaqt rejimida ma'lumot yig'ish, tahlil qilish va avtomatik qaror qabul qilish orqali ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkoniyatlari yoritiladi. Shuningdek, maqolada tizimning amaliy jihatlari, xavfsizlik va energiya samaradorligi bo'yicha istiqbollari ham ko'rib chiqiladi.

<http://www.gospodarkainnowacje.pl/> © 2026 LWAB.**Kirish**

Bugungi ishlab chiqarish va logistika jarayonlari doimiy ravishda avtomatlashtirish va raqamlashtirish talabiga duch kelmoqda. IoT texnologiyalari ishlab chiqarish tizimlarini interaktiv, moslashuvchan va

ma'lumotga asoslangan boshqaruvga o'tkazish imkonini beradi. Ayniqsa, konveyor tizimlarida adaptiv jarayonlarni tatbiq etish ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, nosozliklarni kamaytiradi va energiya resurslarini optimallashtiradi.[1]

Intelligent konveyor tizimi — bu IoT sensorlar, aktuatorlar, real vaqt monitoring va avtomatik boshqaruv algoritmlari orqali ishlaydigan tizim bo'lib, u ishlab chiqarish jarayonidagi o'zgaruvchilarga moslashib harakat qiladi.[2]

### **Metodologiya.**

#### **IoT asosida adaptiv jarayonlar tushunchasi**

IoT texnologiyalari qurilmalarning internet orqali bir-biri bilan bog'lanishi va real vaqt rejimida ma'lumot almashish imkonini beradi. Adaptiv jarayonlar esa tizimning o'zini atrof-muhit va jarayon sharoitlariga moslashtirish qobiliyatini bildiradi.[3]

Intelligent konveyor tizimida adaptiv jarayonlar quyidagicha ishlaydi:

- **Ma'lumot yig'ish:** IoT sensorlari konveyorning harakat tezligi, yuk miqdori, harorat, vibratsiya va boshqa parametrlarni doimiy ravishda kuzatadi.
- **Tahlil qilish:** Yig'ilgan ma'lumotlar markaziy boshqaruv tizimi yoki bulut platformasida real vaqt rejimida tahlil qilinadi.[4]
- **Qaror qabul qilish:** Algoritmlar tizimni optimal ish rejimiga moslashtiradi — masalan, tezlikni oshirish yoki kamaytirish, yuk taqsimotini o'zgartirish, nosozlikni aniqlash.
- **Moslashuv:** Tizim avtomatik ravishda konveyorning harakatini va boshqa parametrlarni o'zgartiradi.

### **Natijalar va muhokama.**

#### **Intelligent konveyor tizimining tarkibiy qismlari**

- **Sensorlar:** Harorat, vibratsiya, og'irlik, tezlik va holatni o'lchovchi qurilmalar.
- **Aktuatorlar:** Motorlar, valflar va boshqa harakatlantiruvchi qurilmalar.
- **Markaziy boshqaruv tizimi:** Ma'lumotlarni qabul qilish, tahlil qilish va qaror qabul qilish jarayonini boshqaradi.[5]
- **Bulut yoki lokal server:** Ma'lumotlar saqlanishi, tahlil algoritmlari va monitoring paneli joylashadi.

- Foydalanuvchi interfeysi: Operatorlar tizim holatini kuzatadi va zarur bo'lganda qo'lda aralashadi.[6]

Hozirgi sanoat ishlab chiqarishida raqamli texnologiyalarni joriy etish samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyatga ega. An'anaviy konveyer liniyalari ko'pincha shart-sharoitlardagi o'zgarishlarga moslasha olmaydi, bu esa ishlab chiqarish samaradorligini pasaytiradi. IoT asosidagi intellektual konveyer tizimlari sensorlardan olingan ma'lumotlarni avtomatik tahlil qiladi, ehtimoliy o'zgarishlarni oldindan aniqlaydi va jarayonlarni real vaqt rejimida to'g'rilaydi, bu esa barqaror ishlash va avariylarni kamaytirish imkonini beradi.[7]

**Jadval -1. IoT asosida adaptiv intelligent konveyor tizimi komponentlari va funksiyalari**

Komponent	Funksiyasi	Afzalliklari
Sensorlar	Harorat, vibratsiya, tezlik, yuk miqdori va boshqa parametrlarni o'lchash	Real vaqt monitoring, nosozlikni erta aniqlash
Aktuatorlar	Motorlar, valflar, konveyor harakatini boshqarish	Tezkor moslashuv, jarayonni avtomatik nazorat qilish
Markaziy boshqaruv tizimi	Ma'lumotlarni qabul qilish, tahlil qilish va qaror qabul qilish	Qarorlarni tez va aniqlik bilan qabul qilish
Bulut yoki server platformasi	Ma'lumotlarni saqlash va tahlil algoritmlarini bajarish	Global monitoring, ma'lumotga asoslangan prognozlash
Operator interfeysi	Tizim holatini kuzatish va zarur aralashuv	Masofadan boshqarish va inson omilini qo'shish imkoniyati

Ushbu jadval IoT asosidagi intelligent konveyor tizimining asosiy komponentlarini va ularning funksiyalarini ko'rsatadi. Sensorlar va aktuatorlar real vaqt rejimida tizim parametrlarini kuzatib, moslashtirishga yordam beradi. Markaziy boshqaruv va bulut platformasi qaror qabul qilishni tezlashtiradi,

operator interfeysi esa tizimning inson nazorati bilan integratsiyasini ta'minlaydi. Shu tarzda tizim ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini, samaradorligini va xavfsizligini oshiradi.[8]

Industriya 4.0 konsepsiyasining rivojlanishi raqamli infratuzilmaga integratsiyalashadigan intellektual tizimlarning zarurligini kuchaytiradi, shu jumladan bulut platformalari, tahlil vositalari va vizualizatsiya tizimlari.[9]

IoT (Internet of Things) va adaptiv boshqaruvning nazariy asoslari bu ma'lumot yig'ish, qayta ishlash va uzatish imkoniga ega bog'langan qurilmalar tarmog'idir.[10]

**Jadval 2. Adaptiv intelligent konveyor tizimining imkoniyatlari va istiqbollari**

Yo'nalish	Amaliy imkoniyatlar	Kelajak istiqbollari
Ishlab chiqarish	Mahsulotlarni paketlash va yetkazib berishda tezlik va samaradorlikni oshirish	Mashinaviy o'rganish orqali optimal jarayonlarni avtomatik aniqlash
Logistika va omborxona	Yuklarni samarali taqsimlash va transport jarayonini boshqarish	Global monitoring va IoT orqali masofadan boshqarish
Energiya samaradorligi	Tezlik va yuk parametrlarini moslashtirish orqali energiya iste'molini kamaytirish	Aqlli energiya boshqaruvi va resurslarni tejash
Xavfsizlik	Nosozlik va favqulodda holatlarni oldindan aniqlash	Avtonom favqulodda to'xtash va xavfsizlik protokollarini integratsiya qilish

Ushbu jadval adaptiv intelligent konveyor tizimining amaliy imkoniyatlari va kelajak istiqbollari aks ettiradi. IoT sensorlari va boshqaruv tizimi yordamida tizim ishlab chiqarish va logistika jarayonlarini optimallashtiradi, energiya samaradorligini oshiradi va xavfsizlikni ta'minlaydi. Kelajakda mashinaviy o'rganish, bulut texnologiyalari va avtonom boshqaruv tizimlari

tizimni yanada aqlli va moslashuvchan qiladi.[11]

Texnologik jarayonlarning adaptiv boshqaruvi parametrlarni doimiy monitoring qilish va boshqaruv ta'sirini algoritmlar (mashina o'rganish, neyron tarmoqlar va to'liq bolmagan mantiq) orqali avtomatik to'g'rilashga asoslanadi.

Adaptiv boshqaruvning asosiy afzalliklari bular uskunalar holatini prognoz qilish imkoniyati, to'xtovlar va avariya holatlarini kamaytirish, energiya va resurslarni optimizatsiya qilish, ishlab chiqarish shartlari o'zgarganda moslashuvchanlik hisoblanadi.[12]

Intellectual konveyer tizimining arxitekturasini bir nechta qatlamdan, ya'ni bular fizik qatlam (sensorlar, kontrollerlar, privozlar), kommunikatsion qatlam (ma'lumot uzatish protokollari - MQTT, OPC UA, Modbus TCP), tahlil qatlami (IoT platformalarda ma'lumotlarni qayta ishlash - Siemens MindSphere, Azure IoT Hub, ThingWorx) va boshqaruv qatlami (ma'lumot tahlili va uskuna holatini prognoz qilish asosida adaptiv boshqaruv algoritmlari) iborat bo'ladi.[13]

Har bir komponent parametrlarni o'lchash uchun intellektual sensorlar bilan jihozlangan: harorat, vibratsiya, yuk va konveyer harakat tezligi. Real vaqt rejimida to'plangan ma'lumotlar tahlil tizimiga uzatiladi va texnologik jarayonlar to'g'rilanadi.

Ayni paytda, eng umumiy va numerik jihatdan barqaror shakl Moore–Penrose pseudoinverse hisoblanadi:

Mashina o'rganish modellari opastrior ma'lumotlar asosida ushbu matritsalarini baholash va jarayonlarni real vaqt rejimida optimizatsiya qilish imkonini beradi.[14]

Ushbu masalani echish uchun qo'llaniladigan texnologiyalar va dasturiy ta'minoti intellektual konveyer tizimini amalga oshirish uchun, sensorlar(harorat, vibratsiya, yuk, tezlik), PLC kontrollerlari (IoT bilan integratsiya qo'llab- quvvatlanadi), dasturiy platformalar (Node-RED, MATLAB, ThingWorx), ma'lumot uzatish protokollari (MQTT, OPC UA), bulut platformalari (ma'lumotni saqlash, qayta ishlash va vizualizatsiya) qilish uchun ushbu vositalardan foydalaniladi.

Ko'rilyotgan masalani amaliy joriy qilish va qo'llash uchun intellektual konveyer tizimini olishimiz mumkin, bunda yukga qarab konveyer tezligini avtomatik tarzda tartibga solish, ovozsiz va tasodifiy avariya holatlarini erta aniqlash orqali xavfni kamaytirish, energiya sarfini optimizatsiya qilish va

prognozli texnik xizmat ko'rsatish mumkin.

Misol uchun elektronika yig'ish korxonasida IoT-konveyer joriy etish to'xtovlarni 25% ga kamaytirdi va liniya samaradorligini 15% ga oshirdi.

Intellectual konveyer tizimlarini joriy etishning asosiy afzalliklari bu mahsulot samaradorligi va sifati oshishi, ekspluatatsiya xarajatlarining kamayishi, Industriya 4.0 raqamli tizimlariga integratsiya imkoniyati, kelajakda to'liq avtonom ishlab chiqarish liniyalari rivojidir. Istiqbolda prognozli xizmat ko'rsatish funksiyasini kengaytirish, mahsulot yo'nalishlarini optimizatsiya qilishda AIdan foydalanish, ERP tizimlari bilan integratsiya qilish yaxshi samara beradi.[15]

### **Xulosa qilib aytganda**

IoT asosidagi intellektual konveyer tizimi va texnologik jarayonlarni adaptiv boshqarish zamonaviy sanoatning muhim qismi hisoblanadi. Bunday tizimlarni joriy etish samaradorlik, ishonchlilik va moslashuvchanlikni oshiradi, to'xtov va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi. Prognozli xizmat va raqamli platformalar bilan integratsiya texnologiyalari rivojlanishi "aqlli fabrikalar" yaratishda yangi imkoniyatlar ochadi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Russell, S., va Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson Education. – 1136 p, 2022.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., va Courville, A. Deep Learning. MIT Press. – 775 p, 2016.
3. Shukla, A., va Nagar, S. Machine Learning Algorithms: Supervised and Unsupervised Learning Models. Springer Nature. – 420 p, 2021.
4. Zhang, G., Patuwo, B. E., va Hu, M. Y. Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of the Art. International Journal of Forecasting, 14(1), 35–62, 1998.
5. Ostonov, I., va To'xtayev, B. Sun'iy intellekt texnologiyalarining iqtisodiyotdagi qo'llanilishi va ularning bashoratlash imkoniyatlari. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti. – 215 b, 2023.
6. Karimov, D., va Rakhimov, A. Application of Hybrid Machine Learning Models for Predictive Analytics. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science, 3(10), 120–130, 2022.