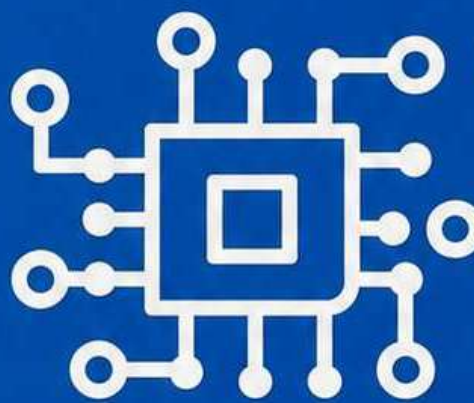




TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



**№ 3-maxsus
son (4) 2026**

BOSH MUHARRIR:

ABBAZOV ILHOM ZAPIROVICH

TAHRIR HAY'ATI:

Usmankulov Alisher Kadirkulovich — Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax, O'zbekiston;

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent, O'zbekiston;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent, O'zbekiston;

Adizov Bobirjon Zamirovich – Texnika fanlari doktori, professor, Toshkent, O'zbekiston;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich — Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax, O'zbekiston;

Eshonkulov Ravshan Abdurazakovich — Texnika fanlari doktori, dotsent, Qashqadaryo, O'zbekiston;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax, O'zbekiston;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro, O'zbekiston;

Maxmudov Muxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro, O'zbekiston;

Asatov Nurmuxammad Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax, O'zbekiston;

Mamayev G'ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax, O'zbekiston;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro, O'zbekiston.

OAK Ro'yxati

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika instituti.

TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA**FANLARINING DOLZARB****MASALALARI** elektron jurnali

15.09.2023-yilda 130343-sonli

guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan o'tkazilgan.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com

Barcha huquqlar himoyalangan.

© Scienceproblems team, 2026-yil

© Mualliflar jamoasi, 2026-yil

MUNDARIJA

Abdurakhmanova Ezoza

NUMERICAL MODELING OF TRANSIENT OIL FILTRATION WITH PRESSURE-GRADIENT-SENSITIVE PARTICLE RETENTION IN POROUS MEDIA 4-10

Urinova Gulxayo

TRANSPORT OQIMI REJIMINING SVETOFOR BOSHQARUVI SAMARADORLIGIGA TA'SIRI: QAT'IIY VAQTLI, WEBSTER VA ADAPTIV ALGORITMLARNI MODELLASHTIRISH ORQALI TAQQOSLASH 11-19

Ergashev Dilshodbek

PARAMETERS FOR THERMAL CYCLIC TREATMENT OF HIGH ALLOY STEELS 20-27

Durdiyev Oxunjon, Axmedov Barat, Murodov Jurabek

AXBOROT TEXNOLOGIYALARINING MAHSULOT VA XIZMATLAR SIFATINI NAZORAT QILISHDAGI XALQARO VA MAHALLIY TAJRIBASI: QIYOSIY TAHLIL VA RAQAMLASHTIRISH INDEKSI 28-34

Orifboyev Abdullaxon, Mamadaliyev Islombek

O'ZBEKISTONDA HALOL STANDARTLASHTIRISH TIZIMINING SHAKLLANISHI VA RIVOJLANISHI: MILLIY SIFAT INFRATUZILMASINI XALQARO TALABLAR BILAN UYG'UNLASHTIRISHNING INSTITUTSIONAL MEXANIZMLARI 35-42

Begaliyev Xashim, Ulug'muratov Jurabek, Ismatullayev Ilyos, Hamitov Ali, Islomova Nodirabegim

TUYAQUSH TERI XOMASHYOSIGA ISHLOV BERISHDA YOG'SIZLANTIRISH JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH 43-49

AXBOROT TEXNOLOGIYALARINING MAHSULOT VA XIZMATLAR SIFATINI NAZORAT QILISHDAGI XALQARO VA MAHALLIY TAJRIBASI: QIYOSIY TAHLIL VA RAQAMLASHTIRISH INDEKSI

Durdiyev Oxunjon Orifjon o'g'li

«O'zbekiston Standartlar instituti» DM

tayanch doktorant

Email: oxunjon.durdiyev@mail.ru

Tel: +998-94-125-15-01

Axmedov Barat Maxmudovich

Kadastr agentligi Davlat kadastrlari palatasi

t.f.d., professor

Murodov Jurabek Norpulatovich

PhD, direktor o'rinbosari

Annotatsiya. Maqolada mahsulot va xizmatlar sifatini nazorat qilishda axborot texnologiyalarini (IoT, MES/SCADA, Digital Twin, Big Data) qo'llashning xalqaro va O'zbekiston tajribasi qiyosiy tahlil qilinadi. Sifat menejmentida raqamli infratuzilma yetukligini baholovchi SMRDI kompozit indeksi taklif etiladi hamda operatsion texnologiyalar kiberxavfsizligi (IEC 62443), axborot xavfsizligi (ISO/IEC 27001) va sun'iy intellekt menejmenti (ISO/IEC 42001) standartlarini ISO 9001 tizimiga integratsiyalashning institutsional mexanizmlari asoslanadi.

Kalit so'zlar: sifat nazorati; axborot texnologiyalari; IoT; Digital Twin; Big Data; SMRDI indeksi; ISO 9001; IEC 62443; ISO/IEC 42001; ISO/IEC 27001; raqamlashtirish.

INTERNATIONAL AND DOMESTIC EXPERIENCE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN PRODUCT AND SERVICE QUALITY CONTROL: A COMPARATIVE ANALYSIS AND DIGITALIZATION INDEX

Durdiyev Okhunjon Orifjon o'g'li

"Uzbek Institute of Standards" DM

Key doctoral student

Akhmedov Barat Makhmudovich

Cadastr Agency State Cadastre Chamber

D.Sc., Professor

Murodov Jurabek Norpulatovich

PhD, Deputy Director

Annotation. This study provides a comparative analysis of global best practices and the current state of Uzbekistan's industrial sector regarding the integration of information technologies (IoT, MES/SCADA, Digital Twin, Big Data) into quality monitoring processes. A composite SMRDI index is proposed to evaluate digital infrastructure maturity in quality management. Institutional mechanisms for integrating operational technology

cybersecurity (IEC 62443), information security (ISO/IEC 27001), and AI management (ISO/IEC 42001) with ISO 9001 are substantiated.

Keywords: quality control; information technology; IoT; digital twin; big data; SMRDI index; ISO 9001; IEC 62443; ISO/IEC 42001; ISO/IEC 27001; digitalization.

DOI: <https://doi.org/10.47390/ts-v4is/3y2026N04>

Kirish

Jahon iqtisodiyotining jadal transformatsiyalashuvi va ishlab chiqarish jarayonlarining murakkablashuvi mahsulot va xizmatlar sifatini ta'minlash uslubiyotini tubdan o'zgartirmoqda. An'anaviy ravishda qo'llanilgan, tayyor mahsulotni bosqichma-bosqich qo'lda tekshirishga asoslangan nazorat tizimlari bugungi kunda real vaqt rejimida ishlaydigan avtomatlashtirilgan monitoring majmualariga o'z o'rnini bo'shatib bermoqda. Ushbu evolyutsiya, eng avvalo, ISO 9001:2015 «Sifat menejmenti tizimlari – Talablar» xalqaro standartining 9.1-bandida muhrlangan «monitoring, o'lchash, tahlil va baholash» jarayonlarini raqamli vositalar yordamida uzluksiz amalga oshirish zaruriyati bilan bog'liqdir [5; 9.1-band]. Sanoat korxonalariga Buyumlar interneti (IoT), kiber-fizik tizimlar hamda ijroiya tizimlarining (MES/SCADA) joriy etilishi ma'lumotlar hajmining keskin oshishiga va ularning kiberxavfsizligini ta'minlash masalasiga birinchi darajali dolzarblik bag'ishladi. Korporativ va ma'muriy darajada ma'lumotlar muhofazasi ISO/IEC 27001:2022 standarti bilan tartibga solinsa, operatsion texnologiyalar (OT) hamda sanoat avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida (IACS) kiber-chidamlilikni ta'minlash IEC 62443 xalqaro standartlar seriyasini tatbiq etishni talab qiladi [4]. Bunga parallel ravishda, sifat nazoratida sun'iy intellekt modellari qo'llanilishining kengayishi ushbu algoritmik tizimlarning shaffofligi hamda ishonchligini ISO/IEC 42001:2023 «Sun'iy intellekt menejmenti tizimi» standarti doirasida boshqarishni kun tartibiga qo'ymoqda [7].

O'zbekiston Respublikasida sanoat tarmoqlarini modernizatsiya qilish va ishlab chiqarish sohasiga raqamli yechimlarni singdirish bo'yicha salmoqli huquqiy-institutsional baza yaratilgan. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabrdagi PF-6079-son Farmoni bilan tasdiqlangan «Raqamli O'zbekiston – 2030» strategiyasi [13] hamda 2021-yil 17-fevraldagi PQ-4996-son Qarori [14] milliy iqtisodiyotga sun'iy intellekt va yuqori texnologik yechimlarni tatbiq etishning asosiy ustuvor yo'nalishlarini belgilab berdi. Shuningdek, 2018-yil 12-dekabrdagi PQ-4059-son Qarori texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va metrologiya infratuzilmasini zamonaviylashtirish vazifalarini yukladi [12], 2024-yil 10-yanvardagi PQ-15-son Qarori esa sanoat korxonalarida ERP, MES va PLM raqamli tizimlarini joriy etish xarajatlarini davlat tomonidan qisman qoplashni nazarda tutdi [15]. Shunga qaramay, mahalliy ilmiy adabiyotlarda va sanoat amaliyotida mahsulot hamda xizmatlar sifatini nazorat qilishning axborot-texnologik ta'minoti darajasi xalqaro amaliyot bilan tizimli ravishda qiyoslanmagan.

Ushbu tadqiqot dissertatsiya ishining 2-bobi, 2.3-bo'limi («Sifatni avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari») doirasida bajarilgan bo'lib, axborot texnologiyalarining mahsulot va xizmatlar sifatini nazorat qilishdagi xalqaro hamda mahalliy tajribasini qiyosiy tahlil qilishga bag'ishlanadi. Qayd etish joizki, dissertatsiyaning boshqa bo'limlarida ko'rilgan AI algoritmlari (2.4-bo'lim), xavflarni tahlil qilishning FMEA/HAZOP modellari (2.2-bo'lim) hamda ISO 10012/17025 asosidagi metrologik nazorat (2.1-bo'lim) masalalari ushbu maqolada

takrorlanmaydi. Mazkur ishning asosiy maqsadi – rivojlangan mamlakatlar amaliyotidagi ilg'or raqamli yechimlarni tizimlashtirish, ularni O'zbekiston sanoati holati bilan solishtirish hamda sifat monitoringining raqamlashtirilganlik darajasini miqdoriy baholovchi kompozit ko'rsatkich – SMRDI (Sifat Monitoringini Raqamlashtirish Darajasi Indeksi) modelini ishlab chiqishdan iborat. Ushbu indeks va tahlil natijalari dissertatsiyaning 3-bobida taklif etiladigan, ISO 9001, IEC 62443 va ISO/IEC 42001 standartlari integratsiyasiga asoslangan AI-boshqaruv modelining boshlang'ich (bazaviy) sharti sifatida xizmat qiladi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya

Industriya 4.0 konseptual asoslari doirasida sifat nazoratini raqamli texnologiyalar asosida avtomatlashtirish masalalari xalqaro ilmiy jamoatchilik tomonidan keng tadqiq qilingan. H.Kagermann, W.Wahlster va J.Helbig tomonidan ilgari surilgan Industrie 4.0 strategik tashabbusi kiber-fizik tizimlar (Cyber-Physical Systems, CPS) orqali ishlab chiqarish jarayonlarini, jumladan sifat monitoringini, real vaqt rejimida boshqarish konseptual poydevorini yaratdi [8; 4–5-b.]. J.Lee, B.Bagheri va H.-A.Kao tomonidan taklif etilgan 5C arxitekturasini (ulanish, konversiya, kiber, kognitiv va konfiguratsiya) sensor ma'lumotlarini sifat ko'rsatkichlariga aylantirishning bosqichli mexanizmini nazariy jihatdan asosladi [10; 19–20-b.]. L.Atzori, A.Iera va G.Morabito o'zlarining fundamental ishida Buyumlar interneti (IoT) texnologiyasining sanoat parametrlarini uzluksiz kuzatishdagi rolini tahlil qilgan bo'lsa [1; 2795–2797-b.], V.Mayer-Schönberger va K.Cukier Katta ma'lumotlar (Big Data) tahlilining sifat tendensiyalarini barvaqt aniqlashdagi ustunliklarini ko'rsatdi [11; 12–14-b.]. M.Grieves va J.Vickers tomonidan ishlab chiqilgan «Raqamli egizak» (Digital Twin) konsepsiyasi fizik va virtual ob'ektlar sinxronizatsiyasi orqali nuqsonlarni ishlab chiqarish bosqichigacha bashorat qilish imkonini yaratdi [3; 90–92-b.]. A.Kusiak prediktiv sifat nazoratini «aqli ishlab chiqarish» tizimining o'zagi sifatida ta'rifladi [9; 510–511-b.]. Operatsion texnologiyalar darajasida esa IEC 62443 standartlar seriyasi tarmoqni zonalar va o'tkazgich kanallarga (Zones and Conduits) ajratish arxitekturasini hamda SL1–SL4 xavfsizlik darajalari orqali sanoat boshqaruv tizimlarining kiber-chidamliligini ta'minlashning me'yoriy asosini beradi [4]. Zamonaviy bosqichda Yevropa Komissiyasining Industry 5.0 konsepsiyasi inson-markazli yondashuvni ilgari surib, sifat tizimlarida kognitiv qaror qabul qilishda inson omili va sun'iy intellekt muvozanatini saqlash zarurligini ta'kidlaydi [2; 8–10-b.], ISO/IEC 42001:2023 standarti esa AI-modellarning shaffofligi, adolatligi va hisobdorligini boshqaruv tizimi darajasida kafolatlovchi talablarni belgilaydi [7].

Milliy amaliyotda «O'zbekiston Standartlar instituti» DM standartlashtirish va sifat menejmenti sohasida yagona davlat siyosatini amalga oshiruvchi markaziy muassasa hisoblanadi. PF–6079-son Farmon [13] doirasida umumiy raqamlashtirish (elektron xizmatlar, hujjat aylanishi) rivojlanayotgan bo'lsa-da, sifat nazoratiga ixtisoslashgan IoT-sensorlar, MES/SCADA, raqamli egizaklar hamda blokcheyn asosidagi izlanuvchanlik (traceability) yechimlarini joriy etishni me'yoriy-uslubiy rag'batlantirish yetarli darajada yo'lga qo'yilmagan. PQ–4059-son Qaror doirasida metrologik va akkreditatsiya infratuzilmasi yaratilgani [12] ushbu texnologik transformatsiyaning birinchi bosqichdagi poydevori bo'lib xizmat qiladi, PQ–15-son Qaror esa [15] elektrotexnika sanoati korxonalarida ERP/MES/PLM tizimlarini joriy etish xarajatlarini qisman qoplash orqali raqamlashtirishning amaliy rag'batlantirish mexanizmiga ilk qadam bo'ldi.

Tadqiqot metodologiyasi ikki bosqichli kompleks yondashuvga tayanadi. Dastlabki bosqichda qiyosiy-tahliliy usul yordamida Yevropa Ittifoqi, AQSH, Yaponiya va Janubiy Koreya

kabi yetakchi hududlar hamda O'zbekistonda qo'llanilayotgan axborot-texnologik vositalar guruhlanadi. Ikkinchi bosqichda Delphi ekspert baholash usuliga asoslangan SMRDI (Sifat Monitoringini Raqamlashtirish Darajasi Indeksi) kompozit modeli shakllantiriladi. Indeks to'rtta asosiy mezon bo'yicha hisoblanadi: C1 – real vaqt monitoringi va IoT qamrovi; C2 – sun'iy intellekt va mashinaviy o'rgatish (AI/ML) integratsiyasi darajasi (ISO/IEC 42001 prinsiplari asosida); C3 – standartlarga muvofiqlik va kiber-chidamlik chuqurligi (ISO 9001, ISO/IEC 27001 va IEC 62443); C4 – korporativ va operatsion tizimlar (LIMS/MES/ERP/QMS) o'rtasidagi ma'lumotlar integratsiyasi. Har bir mezon ekspertlar guruhi tomonidan 0–10 ballik shkalada baholanib, so'ngra [0;1] oralig'ida quyidagi tenglama orqali normallashtiriladi:

$$x_i = \frac{V_i - V_{min,i}}{V_{max,i} - V_{min,i}} \quad (1)$$

Bunda:

x_i – i-mezon bo'yicha normallashtirilgan qiymat;

V_i – tekshirilayotgan ob'ektning i-mezon bo'yicha ekspert bahosi;

$V_{min,i}, V_{max,i}$ – mos ravishda tanlangan ob'ektlar to'plamidagi minimal va maksimal qiymatlar.

Yakuniy indeks vazn koeffitsientlari yordamida quyidagicha hisoblanadi:

$$SMRDI = \sum_{i=1}^4 w_i \cdot x_i \quad (2)$$

Bunda:

w_i – i-mezonning nisbiy salmog'i bo'lib, $\sum w_i = 1$ shartiga bo'ysinadi.

Delphi usuli orqali o'tkazilgan tahlillar natijasida mezonlarning ustuvorlik koeffitsientlari ISO/IEC 42001, ISO 9001 va IEC 62443 talablariga muvofiqlik (C3) hamda AI integratsiyasiga (C2) asosiy urg'u berilgan holda quyidagicha qabul qilindi: $w_1=0,20$ (C1), $w_2=0,30$ (C2), $w_3=0,30$ (C3), $w_4=0,20$ (C4). SMRDI ko'rsatkichi 0 dan 1 gacha bo'lgan oralikda o'zgarib, 1 ga yaqinlashish monitoring tizimining yuqori raqamli yetukligini anglatadi.

Muhokama

Xalqaro amaliyot tahlili sifat nazoratini axborot texnologiyalari bilan qurollantirishning uch bosqichli evolyutsiyasini namoyon etadi. Birinchi bosqich korporativ ERP tizimlariga (SAP QM, Oracle Quality) integratsiyalangan sifat modullaridan iborat bo'lib, ular asosan hujjat aylanishini avtomatlashtirishga xizmat qiladi. Ikkinchi bosqich MES va SCADA tizimlari orqali IoT-sensorlar ma'lumotlarini yig'ib, real vaqt rejimida statistik jarayon nazoratini (SPC) ta'minlaydi, bu [10]da tavsiflangan CPS arxitekturaning amaliy ko'rinishidir. Uchinchi va eng yuqori bosqich – raqamli egizaklar [3], ISO/IEC 42001 asosidagi prediktiv AI modellari [7] va blokcheyn texnologiyasi orqali ta'minot zanjiri bo'ylab mahsulot kelib chiqishini to'liq izlash (traceability) imkoniyatini beruvchi ekotizimdir. Germaniya, Yaponiya va Janubiy Koreyaning yetakchi korxonalarida uchinchi bosqich unsurlari keng tatbiq etilgan bo'lib, bu mahsulot nuqsonlarini bartaraf etish xarajatlarini keskin kamaytirish imkonini berdi [9; 512-b.]. Operatsion texnologiyalar darajasida kiber-xavfsizlikni ta'minlash uchun ushbu mamlakatlarda IEC 62443 standarti asosida tarmoqni zonalar va o'tkazgich kanallarga (Zones and Conduits) ajratish arxitekturasini majburiy hisoblanadi [4].

O'zbekiston sanoat amaliyotida ko'pchilik korxonalar hali birinchi bosqich – ERP bazasidagi hujjatli sifat nazorati darajasida qolmoqda. IoT va MES tizimlari faqat cheklangan sondagi yirik, asosan xorijiy investitsiyalar ishtirokidagi korxonalardagina uchraydi. Raqamli

egizak va blokcheyn yechimlari amaliyotda deyarli qo'llanilmaydi. Ushbu holat moliyaviy-texnik cheklovlar bilan birga, sifat nazoratini raqamlashtirish bo'yicha maxsus milliy uslubiy ko'rsatmalar hamda IEC 62443 va ISO/IEC 42001 kabi ixtisoslashgan standartlarning joriy etilmagani bilan izohlanadi [4]. «O'zbekiston Standartlar instituti» tomonidan ISO 9001 [5] va ISO/IEC 27001 [6] milliy standart sifatida qabul qilingan bo'lsa-da, ularni IoT va AI vositalari bilan integratsiyalash metodologiyasi hali ishlab chiqilishi talab etiladi.

1-jadval.

Texnologik vosita va standartlarning xalqaro yetakchi amaliyot (EU, JP, KR) va O'zbekiston sanoat amaliyotidagi qo'llanilish darajasi

Texnologiya	Xalqaro amaliyot	O'zbekiston amaliyoti
ERP-QMS integratsiyasi	Tizimli va to'liq avtomatlashtirilgan (SAP, Oracle)	Yirik korxonalarda qisman joriy qilingan
MES/SCADA + IoT monitoring	Standart amaliyot (real vaqtli SPC nazorati)	Cheklangan miqdordagi korxonalarda mavjud
Digital Twin (Raqamli egizak)	Sanoat miqyosida prediktiv nazorat uchun qo'llaniladi	Amaliyotda deyarli uchramaydi
OT Kiberxavfsizligi (IEC 62443)	Zonalashtirish va SL1-SL4 darajalari majburiy	Amaliyotda deyarli joriy etilmagan
AI Menejmenti (ISO/IEC 42001)	AI modellarining etik va sifat sertifikatlashi	Dastlabki o'rganish va tajriba bosqichida
ISO/IEC 27001 integratsiyasi	QMS va ISMS yagona tizim sifatida ishlaydi	QMSdan ajratilgan holda alohida yuritiladi

SMRDI indeksining uslubiy qo'llanilishini ko'rsatish maqsadida quyidagi jadvalda to'rtta guruh (Yevropa Ittifoqi yetakchi korxonalari, Yaponiya/Janubiy Koreya, O'zbekistonning yirik korxonalari va O'zbekiston KO'K sektori) bo'yicha ekspert baholariga asoslangan illyustrativ hisob-kitoblar keltirilgan. Ushbu qiymatlar adabiyotlar tahlili va dastlabki monitoring natijasida shakllantirilgan bo'lib, dissertatsiyaning 4-bobida empirik so'rovnomalar orqali aniqlashtiriladi.

2-jadval.

SMRDI indeksining guruhlar bo'yicha illyustrativ qiymatlari ($w_1=0,20$; $w_2=0,30$; $w_3=0,30$; $w_4=0,20$)

Ob'ektlar guruhi	C1 (IoT)	C2 (AI/ML)	C3 (Standart)	C4 (Integr.)	SMRDI
Yevropa Ittifoqi rivojlangan korxonalari	0,85	0,75	0,90	0,80	0,82
Yaponiya / Janubiy Koreya korxonalari	0,90	0,80	0,85	0,85	0,85
O'zbekiston yirik korxonalari	0,45	0,30	0,45	0,40	0,40
O'zbekiston KO'K sektori	0,20	0,10	0,25	0,20	0,19

Natijalar

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, sifat monitoringini raqamlashtirish darajasi bo'yicha O'zbekistonning yirik sanoat korxonalari (SMRDI $\approx 0,40$) xalqaro yetakchi amaliyotdan (SMRDI $\approx 0,82-0,85$) taxminan ikki baravar orqada qolmoqda (2-jadval). Kichik va o'rta biznes korxonalarida esa ushbu tafovut deyarli to'rt baravarni tashkil etadi (SMRDI $\approx 0,19$).

Natijalarning ikkinchi va uchinchi tartibli tahlili shuni namoyon qiladiki, eng katta uzilish C2 (AI/ML integratsiyasi) hamda C1 (real vaqtlı IoT infratuzilmasi) mezonlariga to'g'ri keladi. Bu holat dissertatsiyaning 3-bobida ishlab chiqilishi rejalashtirilgan AI-boshqaruv modelini amaliyotga tatbiq etishdan oldin, korxonalarda birlamchi IoT ma'lumotlar infratuzilmasi (C1) hamda tizimlararo integratsiyani (C4) yo'lga qo'yish shartligini ko'rsatadi. Chunki ishonchli va uzluksiz ma'lumotlar oqimisiz sun'iy intellekt algoritmlarini sifat nazoratiga tatbiq etish kutilgan samarani bermaydi, bu esa Industry 4.0 kontseptsiyasidagi «data-to-knowledge» (ma'lumotdan bilimga) tamoyiliga mos keladi [10].

Ayni paytda, C3 mezonı (standartlarga muvofıqlık va kiber-chidamlık) bo'yicha tafovut boshqa mezonlarga nisbatan kamroq ekani O'zbekistonda standartlashtirish sohasidagi institutsional baza, xususan, «O'zbekiston Standartlar instituti» faoliyati hamda milliy standartlarnı uyg'unlashtirish jarayoni nisbatan barqaror ekanidan dalolat beradi [5], [6]. Biroq, ushbu institutsional poydevorni zudlik bilan IEC 62443 va ISO/IEC 42001 kabi zamonaviy texnik va algoritmik standartlar bilan boyitish talab etiladi [4]. 1-jadvalda keltirilgan sifat jihatidan taqqoslash ham buni tasdiqlaydi: O'zbekiston amaliyotida institutsional-normativ negiz (ERP, ISO 9001/27001 muvofıqlıgi) nisbatan shakllangan, biroq texnologik amalga oshirish (IoT, Digital Twin, OT kiberxavfsizligi, AI menejmenti) darajasi past qolmoqda.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, axborot texnologiyalarining sifat nazoratidagi o'rni uch bosqichli evolyutsion yo'lnı namoyish etadi va O'zbekiston amaliyoti hozirda birinchi bosqichdan ikkinchi bosqichga o'tish pallasida turibdi. Ishlab chiqilgan SMRDI indeksi ushbu texnologik va uslubiy tafovutni miqdoriy baholash va uzluksiz monitoring qilish imkonini beruvchi diagnostik vositadir. Tadqiqot xulosalari dissertatsiyaning 3-bobida yaratiladigan, ISO 9001, IEC 62443 va ISO/IEC 42001 standartlari integratsiyasiga asoslangan AI-boshqaruv modelining amaliy samaradorligi, eng avvalo, real vaqtlı IoT infratuzilmasi (C1) hamda kiber-chidamli tizimlar integratsiyasi (C4) darajasini oshirishga bog'liq ekanini isbotladi. SMRDI indeksini kamida 20–25 ta turli miqyosdagi sanoat korxonasi namunasida empirik validatsiya qilish, shuningdek Delphi usulida ajratilgan vazn koeffitsientlarini statistik regression tahlillar orqali qayta tekshirish dissertatsiyaning 4-bobi doirasida amalga oshiriladi.

Adabiyotlar/Литература/References:

1. Atzori L., Iera A., Morabito G. The Internet of Things: A survey // Computer Networks. – 2010. – Vol. 54, No. 15. – P. 2787–2805.
2. European Commission. Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry. – Brussels: European Commission, 2021.
3. Grieves M., Vickers J. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems // Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems. – Springer, 2017. – P. 85–113.
4. IEC 62443–3–3:2013. Industrial communication networks – Network and system security – System security requirements and security levels. – Geneva: IEC, 2013.
5. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. – Geneva: ISO, 2015.
6. ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection – Information security management systems – Requirements. – Geneva: ISO/IEC, 2022.
7. ISO/IEC 42001:2023. Information technology – Artificial intelligence – Management system. – Geneva: ISO/IEC, 2023.

8. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0. – Frankfurt: Acatech, 2013.
9. Kusiak A. Smart manufacturing // International Journal of Production Research. – 2018. – Vol. 56, No. 1–2. – P. 508–517.
10. Lee J., Bagheri B., Kao H.-A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems // Manufacturing Letters. – 2015. – Vol. 3. – P. 18–23.
11. Mayer-Schoenberger V., Cukier K. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work and Think. – Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.
12. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 12-dekabrdagi PQ-4059-son Qarori. Texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish, sertifikatlashtirish va metrologiya tizimlarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida.
13. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabrdagi PF-6079-son Farmoni. «Raqamli O'zbekiston – 2030» strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida.
14. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi PQ-4996-son Qarori. Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to'g'risida.
15. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 10-yanvardagi PQ-15-son Qarori. Elektrotexnika sanoatining ishlab chiqarish va eksport salohiyatini yanada oshirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida.

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ S/3 (4)-2026

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130346-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com