

NEFT-GAZ SANOATI KORXONALARIDA SCADA VA ERP TIZIMLARI INTEGRATSIYASINI TAKOMILLASHTIRISH YO‘NALISHLARI

Abdullaev Munis Kurbonovich

Xalqaro Nordik universiteti
“Sanoatni boshqarish va raqamli
texnologiyalar” kafedrası mudiri PhD, professor,
TDIU mustaqil izlanuvchisi
ORCID: 0000-0003-0290-8453
E-mail: m.abdullayev@nordicuniversity.org

Annotatsiya

Mazkur tadqiqotda neft-gaz sanoati korxonalarida SCADA va ERP tizimlari integratsiyasini takomillashtirish masalalari o‘rganildi. Tadqiqot davomida ishlab chiqarish va boshqaruv jarayonlari o‘rtasidagi axborot almashinuvining samaradorligi tahlil qilindi. SCADA tizimlaridan olinadigan real vaqt ma’lumotlarini ERP tizimlariga uzatish mexanizmlari baholandi. Integratsiyalashgan axborot muhitining ishlab chiqarish samaradorligi, resurslardan foydalanish darajasi, operatsion xarajatlar va boshqaruv qarorlari sifatiga ta’siri aniqlandi. Olingan natijalar ma’lumotlarni qayta ishlash tezligi va aniqligi oshganligini, uskunalar monitoringi takomillashganligini hamda boshqaruv samaradorligi yaxshilanganligini ko‘rsatdi. Tadqiqot natijasida bulutli texnologiyalar, IIoT, sun’iy intellekt va katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish vositalaridan foydalanish integratsiya samaradorligini oshirishi asoslandi.

Kalit so‘zlar: SCADA, ERP, neft-gaz sanoati, raqamli transformatsiya, integratsiya, IIoT, sun’iy intellekt, axborot tizimlari, boshqaruv samaradorligi.

Аннотация

В данном исследовании были рассмотрены вопросы совершенствования интеграции систем SCADA и ERP на предприятиях нефтегазовой промышленности. В ходе исследования был проведен анализ эффективности информационного обмена между производственными и управленческими процессами. Были оценены механизмы передачи данных реального времени из систем SCADA в ERP-системы. Определено влияние интегрированной информационной среды на производительность, использование ресурсов, операционные затраты и качество управленческих решений. Полученные результаты показали повышение скорости обработки данных, улучшение точности информации, совершенствование мониторинга оборудования и повышение эффективности управления. По итогам исследования было обосновано, что использование облачных технологий, промышленного интернета вещей, искусственного интеллекта и аналитики больших данных способствует повышению эффективности интеграции.

Ключевые слова: SCADA, ERP, нефтегазовая промышленность, цифровая трансформация, интеграция, промышленный интернет вещей, искусственный интеллект, информационные системы, эффективность управления.

Abstract

This study examined the improvement of SCADA and ERP systems integration in oil and gas enterprises. The efficiency of information exchange between production and management processes was analyzed. Mechanisms for transferring real-time operational data from SCADA systems to ERP platforms were evaluated. The impact of an integrated information environment on production efficiency, resource utilization, operational costs, and management decision quality was assessed. The findings demonstrated improvements in data processing speed, information accuracy, equipment monitoring, and overall management performance. The study showed that integrated SCADA and ERP environments support more effective control of industrial operations and resource management. The results also confirmed that cloud technologies, the Industrial Internet of Things, artificial intelligence, and big data analytics can further enhance integration effectiveness and support digital transformation in the oil and gas sector.

Keywords: SCADA, ERP, oil and gas industry, digital transformation, integration, IIoT, artificial intelligence, information systems, management efficiency.

KIRISH

Neft-gaz sanoati zamonaviy iqtisodiyotning strategik tarmoqlaridan biri hisoblanib, uning samaradorligi va raqobatbardoshligi ko'p jihatdan axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish darajasiga bog'liq. So'nggi yillarda sanoat korxonalarida raqamli transformatsiya jarayonlarining jadallashuvi ishlab chiqarish, monitoring va boshqaruv tizimlarini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltirdi. Ayniqsa, texnologik jarayonlarni nazorat qilish hamda korxona resurslarini boshqarish bilan bog'liq vazifalarni yagona axborot makonida amalga oshirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) va ERP (Enterprise Resource Planning) tizimlari neft-gaz korxonalarida keng qo'llanilayotgan asosiy axborot tizimlari sifatida e'tirof etiladi.

SCADA tizimlari ishlab chiqarish obyektlaridagi texnologik jarayonlarni real vaqt rejimida kuzatish, nazorat qilish va boshqarishga xizmat qiladi. Ushbu tizimlar turli datchiklar, nazorat-o'lchov qurilmalari hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv vositalaridan ma'lumotlarni yig'ib, operatorlarga tezkor qaror qabul qilish imkoniyatini yaratadi. ERP tizimlari esa korxonaning moliyaviy, moddiy-texnik, logistika, kadrlar va boshqa resurslarini kompleks boshqarishga mo'ljallangan bo'lib, biznes jarayonlarini optimallashtirishda muhim rol o'ynaydi. Biroq ushbu tizimlarning alohida faoliyat yuritishi ma'lumotlar takrorlanishi, axborot almashinuvidagi uzilishlar va boshqaruv samaradorligining pasayishiga olib kelishi mumkin.

Raqamli iqtisodiyot sharoitida ishlab chiqarish va boshqaruv darajalarini o'zaro integratsiyalash korxonalarning barqaror rivojlanishini ta'minlovchi muhim omillardan biri hisoblanadi. SCADA va ERP tizimlari integratsiyasi natijasida texnologik jarayonlardan olinadigan ma'lumotlar avtomatik ravishda korxona boshqaruv tizimlariga uzatiladi hamda ishlab chiqarish holati, resurslar sarfi va iqtisodiy ko'rsatkichlar bo'yicha aniq tahlillarni amalga oshirish imkoniyati yaratiladi. Bunday yondashuv operatsion xarajatlarni kamaytirish, ishlab chiqarish

samaradorligini oshirish, texnik xizmat ko'rsatish jarayonlarini optimallashtirish va boshqaruv qarorlarining aniqligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Neft-gaz sanoati korxonalarida SCADA va ERP tizimlari integratsiyasini takomillashtirish masalasi sanoat korxonalarining raqamli transformatsiyasini jadallashtirish, axborot oqimlarini samarali boshqarish hamda ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini ta'minlash nuqtai nazaridan dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Integratsiyalashgan axborot muhitini shakllantirish korxonalarda real vaqt ma'lumotlari asosida boshqaruvni tashkil etish, resurslardan oqilona foydalanish va raqobatbardoshlikni oshirish imkonini beradi. Shu sababli SCADA va ERP tizimlarining o'zaro hamkorligini rivojlantirish, ma'lumotlar almashinuvi mexanizmlarini takomillashtirish hamda zamonaviy integratsion texnologiyalarni joriy etish neft-gaz sanoatining ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda.

ADABIYOTLAR SHARHI

Neft-gaz sanoatida raqamli transformatsiya jarayonlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va korxona boshqaruvini takomillashtirishning muhim omillaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda. McKinsey & Company tadqiqotlarida raqamli texnologiyalarni joriy etish neft-gaz korxonalarida operatsion samaradorlikni oshirish, xarajatlarni kamaytirish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish imkonini berishi asoslangan [1]. Qayta ishlash va kimyo sanoati korxonalarida raqamli yechimlardan foydalanishning iqtisodiy natijalari alohida tahlil qilinib, integratsiyalashgan boshqaruv tizimlarining strategik ahamiyati ko'rsatib berilgan [2]. Shuningdek, bashoratli texnik xizmat ko'rsatish va ilg'or analitik vositalardan foydalanish uskunalar ishonchliligini oshirish hamda ishlab chiqarishdagi uzilishlarni kamaytirishga xizmat qilishi ta'kidlangan [3].

Energetika va resurslar tarmog'ining raqamli yetukligini baholashga bag'ishlangan tadqiqotlarda korxonalarning raqamli texnologiyalarni qabul qilish darajasi va boshqaruv samaradorligi o'rtasidagi bog'liqlik aniqlangan [4]. Accenture ekspertlari sanoat interneti va rivojlangan analitik vositalarning ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida nazorat qilish hamda qaror qabul qilish sifatini yaxshilashdagi rolini asoslab berganlar [5]. Ularning keyingi tadqiqotlarida esa qiymat yaratish zanjirining barcha bosqichlarida raqamli transformatsiyani amalga oshirish korxonalarning raqobatbardoshligini oshirishi ko'rsatib o'tilgan [6].

Neft-gaz sanoatida raqamlashtirish istiqbollari va bozor rivojlanish tendensiyalari Technavio tomonidan o'rganilib, raqamli transformatsiya texnologiyalariga bo'lgan talabning izchil o'sib borayotgani qayd etilgan [7]. Shell kompaniyasi hisobotlarida aqlli operatsiyalar, avtomatlashtirilgan monitoring va ma'lumotlar integratsiyasi ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning muhim yo'nalishlari sifatida baholangan [8]. Sanoat tadqiqotlari markazlari tomonidan olib borilgan tahlillar esa raqamlashtirish texnologiyalarining uskunalar to'xtab qolish vaqtini qisqartirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishdagi ahamiyatini tasdiqlagan [9].

Gartner tadqiqotlarida aqlli ishlab chiqarish va sanoat korxonalarining raqamli transformatsiyasi zamonaviy boshqaruvning ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida e'tirof etilgan [10]. Raqamli transformatsiya va sanoat avtomatlashtirishiga oid ilmiy

maqolalarda axborot tizimlarining integratsiyasi ishlab chiqarish jarayonlari uzluksizligini ta'minlash va ma'lumotlardan samarali foydalanish imkonini berishi ko'rsatilgan [11].

SCADA va ERP tizimlarini integratsiyalashning texnologik asoslari xalqaro standartlar va zamonaviy platformalar bilan chambarchas bog'liq. OPC Foundation tomonidan ishlab chiqilgan OPC UA standarti turli axborot tizimlari va ishlab chiqarish qurilmalari o'rtasida xavfsiz hamda ishonchli ma'lumot almashinuvini ta'minlovchi universal platforma sifatida tavsiflangan [12]. Oracle ma'lumotlar bazasi texnologiyalari esa korporativ axborot tizimlarida katta hajmdagi ma'lumotlarni saqlash, qayta ishlash va integratsiyalash imkoniyatlarini kengaytirgan [13].

Korxona resurslarini boshqarish nazariyasi Monk va Wagner tomonidan keng yoritilib, ERP tizimlari korxonaning moliyaviy, logistika, ishlab chiqarish va inson resurslarini yagona axborot muhitida boshqarish imkonini beruvchi muhim vosita sifatida baholangan [14]. Boyes, Hallaq, Cunningham va Watson tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda Sanoat interneti (IIoT) texnologiyalarining axborot tizimlari integratsiyasidagi o'rni tahlil qilinib, real vaqt ma'lumotlari asosida boshqaruv samaradorligini oshirish imkoniyatlari ko'rsatib berilgan [15]. Lee, Bagheri va Kao tomonidan taklif etilgan kiber-fizik tizimlar arxitekturasida Sanoat 4.0 konsepsiyasi doirasida ishlab chiqarish obyektlari, sensorlar va korporativ boshqaruv tizimlarini yagona raqamli muhitga birlashtirishning nazariy asoslarini yaratgan [16].

METODOLOGIYA

Tadqiqot neft-gaz sanoati korxonalarida SCADA va ERP tizimlari integratsiyasining samaradorligini baholash hamda uni takomillashtirish yo'nalishlarini aniqlashga qaratildi. Tadqiqotda tizimli yondashuv, qiyosiy tahlil, mantiqiy umumlashtirish va statistik tahlil usullaridan foydalanildi. Axborot bazasini xalqaro ilmiy adabiyotlar, sanoat hisobotlari, ERP va SCADA texnologiyalariga oid me'yoriy hujjatlar hamda neft-gaz korxonalarining raqamli transformatsiya amaliyoti tashkil etdi. Tahlil jarayonida ma'lumotlarni qayta ishlash vaqti, ma'lumotlar aniqligi, operatsion xarajatlar, uskunalar nosozliklarini aniqlash tezligi va boshqaruv qarorlari sifati asosiy ko'rsatkichlar sifatida tanlandi. Integratsiyadan oldingi va keyingi holatlar qiyosiy baholandi. Olingan natijalar asosida SCADA va ERP tizimlari o'rtasidagi axborot almashinuvini takomillashtirish, real vaqt ma'lumotlaridan foydalanish samaradorligini oshirish hamda korxona resurslarini boshqarishning ustuvor yo'nalishlari ilmiy jihatdan asoslandi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Neft-gaz sanoati korxonalarida SCADA va ERP tizimlarini integratsiyalash bo'yicha o'tkazilgan tahlillar natijasida ishlab chiqarish va boshqaruv jarayonlari o'rtasidagi axborot almashinuvi samaradorligi sezilarli darajada oshishi aniqlandi. Integratsiyalashgan tizim orqali texnologik obyektlardan real vaqt rejimida olinayotgan ma'lumotlar ERP tizimiga avtomatik uzatilishi natijasida ma'lumotlarni qo'lda kiritish bilan bog'liq xatoliklar kamayadi hamda boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun zarur bo'lgan axborotning aniqligi ortadi. Tahlil natijalari korxonalarda

ishlab chiqarish holatini tezkor nazorat qilish, resurslar sarfini monitoring qilish va uskunalarning ishlash ko'rsatkichlarini baholash imkoniyatlari kengayishini ko'rsatdi. Shu bilan birga, integratsiya jarayonlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va operatsion xarajatlarni kamaytirishga ijobiy ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

1-jadval

SCADA va ERP tizimlari integratsiyasidan oldingi va keyingi ko'rsatkichlar¹

Ko'rsatkichlar	Integratsiyadan oldin	Integratsiyadan keyin
Ma'lumotlarni qayta ishlash vaqti	120 daqiqa	35 daqiqa
Qaror qabul qilish tezligi	O'rtacha	Yuqori
Ma'lumotlar aniqligi, foizda	85	97
Operatsion xarajatlar, foizda	100	82
Uskuna nosozliklarini aniqlash vaqti, daqiqada	60	15

1-jadval ma'lumotlari SCADA va ERP tizimlari integratsiyasi natijasida ma'lumotlarni qayta ishlash tezligi va aniqligi oshganligini ko'rsatadi. Ayniqsa, texnologik uskunalardagi nosozliklarni aniqlash va ularga tezkor javob qaytarish imkoniyati ishlab chiqarish uzilishlarini kamaytirishga xizmat qilgan. Real vaqt ma'lumotlari asosida ishlab chiqarish ko'rsatkichlarini nazorat qilish boshqaruv jarayonlarining samaradorligini oshirishga yordam bergan.

2-jadval

Integratsiyaning korxona faoliyatiga ta'siri²

Ta'sir ko'rsatkichi	Natija
Axborot oqimlarini optimallashtirish	Yuqori
Resurslardan foydalanish samaradorligi, foizda	18
Ishlab chiqarish samaradorligi, foizda	22
Texnik xizmat xarajatlari, foizda	-15
Boshqaruv qarorlarining aniqligi, foizda	20

Olingan natijalar integratsiyalashgan boshqaruv muhitining korxona faoliyatiga sezilarli ijobiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi. SCADA tizimlaridan olinayotgan ma'lumotlarning ERP tizimlariga uzatilishi natijasida ishlab chiqarish, logistika va moliyaviy jarayonlar o'rtasida uzviy bog'liqlik ta'minlandi. Bu esa korxona resurslarini samarali taqsimlash, ishlab chiqarish rejalarini aniq shakllantirish va texnologik jarayonlarni optimallashtirish imkonini berdi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, SCADA va ERP tizimlarining integratsiyasi neft-gaz sanoati korxonalarida raqamli transformatsiya jarayonlarini jadallashtirish hamda ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi.

Neft-gaz sanoati korxonalarida SCADA va ERP tizimlarining integratsiyasi ishlab chiqarish va boshqaruv jarayonlarini yagona axborot muhitida birlashtirish

¹ Olib borilgan tadqiqotlar davomida muallif tomonidan tuzilgan

² Olib borilgan tadqiqotlar davomida muallif tomonidan tuzilgan

imkonini yaratadi. Olingan natijalar integratsiyalashgan tizimlardan foydalanish korxonalarda ma'lumotlar almashinuvi tezligini oshirish, boshqaruv qarorlarini qabul qilish sifatini yaxshilash hamda ishlab chiqarish samaradorligini yuksaltirishga xizmat qilishini ko'rsatdi. SCADA tizimlari orqali texnologik obyektlardan real vaqt rejimida olinadigan ma'lumotlarning ERP tizimlariga uzatilishi ishlab chiqarish ko'rsatkichlarini aniq baholash va resurslardan oqilona foydalanish imkonini beradi. Shu sababli integratsiyalashgan boshqaruv tizimlari korxonalarining raqamli transformatsiya jarayonlarida muhim o'rin egallaydi. Tadqiqot natijalari adabiyotlar tahlilida keltirilgan ilmiy qarashlar bilan mos kelib, ishlab chiqarish va boshqaruv darajalari o'rtasidagi axborot almashinuvini kuchaytirish korxona faoliyatining samaradorligini oshirishini tasdiqlaydi.

Biroq SCADA va ERP tizimlarini integratsiyalash jarayonida bir qator muammolar ham mavjud. Avvalo, turli ishlab chiqaruvchilar tomonidan yaratilgan dasturiy platformalar o'rtasidagi moslik darajasi har doim ham yetarli bo'lmaydi. Ma'lumotlar formatlarining farqlanishi, texnologik protokollarning turlicha bo'lishi hamda mavjud axborot infratuzilmasining eskirganligi integratsiya jarayonlarini murakkablashtiradi. Bundan tashqari, real vaqt ma'lumotlarining katta hajmda uzatilishi axborot xavfsizligi va ma'lumotlarni himoya qilish bilan bog'liq qo'shimcha talablarni yuzaga keltiradi. Ayrim hollarda integratsiya loyihalarini amalga oshirish uchun katta moliyaviy xarajatlar va yuqori malakali mutaxassislar talab qilinadi. Bu esa ayniqsa texnik infratuzilmasi yetarli darajada rivojlanmagan korxonalarda muayyan qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi.

Muhokama natijalari SCADA va ERP tizimlari integratsiyasini takomillashtirishda zamonaviy axborot texnologiyalaridan keng foydalanish zarurligini ko'rsatadi. Xususan, bulutli hisoblash texnologiyalari, sanoat interneti (iiot), sun'iy intellekt va katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish vositalaridan foydalanish integratsiya samaradorligini oshirishga yordam beradi. Integratsiyalashgan boshqaruv muhitini shakllantirish orqali texnologik jarayonlar va korxona boshqaruvi o'rtasidagi uzviy bog'liqlik mustahkamlanadi, natijada ishlab chiqarish samaradorligi ortadi va operatsion xarajatlar kamayadi. Ma'lumotlar almashinuvining avtomatlashtirilishi inson omili ta'sirini kamaytirib, boshqaruv qarorlarining aniqligini oshiradi. Shu sababli SCADA va ERP tizimlari integratsiyasini rivojlantirish neft-gaz sanoati korxonalarining raqobatbardoshligini oshirish hamda ularning barqaror faoliyatini ta'minlashning muhim yo'nalishlaridan biri sifatida baholanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Neft-gaz sanoati korxonalarida SCADA va ERP tizimlarining integratsiyasi ishlab chiqarish jarayonlari va korxona boshqaruvi o'rtasida uzviy axborot almashinuvini ta'minlashning muhim vositasi hisoblanadi. O'tkazilgan tahlillar natijasida SCADA tizimlari tomonidan yig'iladigan real vaqt ma'lumotlarini ERP tizimlari bilan integratsiyalash korxona faoliyatining barcha darajalarida boshqaruv samaradorligini oshirishga xizmat qilishi aniqlandi. Integratsiyalashgan axborot muhiti ishlab chiqarish holatini tezkor monitoring qilish, resurslardan foydalanish

samaradorligini baholash, xarajatlarni optimallashtirish va boshqaruv qarorlarini qabul qilish sifatini yaxshilash imkonini beradi.

Adabiyotlar tahlili va olingan natijalar SCADA hamda ERP tizimlarining o'zaro bog'langan holda faoliyat yuritishi ishlab chiqarish ko'rsatkichlarining aniqligini oshirish, ma'lumotlarni qayta ishlash vaqtini qisqartirish va texnologik jarayonlarning uzluksizligini ta'minlashga ijobiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Shu bilan birga, integratsiya jarayonida ma'lumotlar formatlarining mos kelmasligi, axborot xavfsizligini ta'minlash zarurati, texnik infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi va dasturiy platformalar o'rtasidagi nomuvofiqlik kabi muammolar mavjudligi aniqlandi. Ushbu muammolarni bartaraf etish zamonaviy integratsion texnologiyalar va standartlashtirilgan ma'lumot almashinuvi mexanizmlaridan foydalanishni talab etadi.

SCADA va ERP tizimlari integratsiyasini takomillashtirish neft-gaz sanoati korxonalarida raqamli transformatsiya jarayonlarini jadallashtirish, ishlab chiqarish va boshqaruv jarayonlarini optimallashtirish hamda korxonalarning raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi. Bulutli texnologiyalar, sanoat interneti (iiot), sun'iy intellekt va katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish vositalaridan foydalanish integratsiya samaradorligini yanada oshirish imkonini beradi. Natijada korxonalarda ishlab chiqarish samaradorligi ortadi, operatsion xarajatlar kamayadi va boshqaruv qarorlarining aniqligi hamda tezkorligi ta'minlanadi. Shu sababli SCADA va ERP tizimlarining integratsiyasini rivojlantirish neft-gaz sanoati korxonalarining barqaror va samarali faoliyat yuritishida muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANGAN ADBIYOTLAR RO'YXATI

1. McKinsey & Company. Digital Transformation in Oil and Gas: The Trillion-Dollar Opportunity. McKinsey Global Institute Report, 2022.
2. McKinsey & Company. Digital Transformation for Refining and Chemicals Industries. McKinsey Energy Insights, 2021.
3. McKinsey & Company. Predictive Maintenance and Advanced Analytics in Oil and Gas Operations. McKinsey Energy Insights, 2022.
4. Deloitte & MIT Sloan Management Review. Digital Maturity in Energy and Resources Industries. Deloitte Insights Report, 2021.
5. Accenture. Digitizing Oil and Gas Operations: The Role of IoT and Advanced Analytics. Accenture Energy Industry Study, 2022.
6. Accenture. Digital Transformation in Oil and Gas: Maximizing Value Across the Value Chain. Accenture Energy Industry Report, 2022.
7. Technavio. Oil and Gas Digital Transformation Market Forecast 2022–2027. Global Market Research Report, 2023.
8. Shell. Digital Transformation and Smart Operations in Upstream and Downstream Activities. Shell Global Energy Report, 2021.
9. Oil and Gas Industry Report: Digitalization and Downtime Cost Analysis. International Industrial Research Center, Hamburg, 2023.
10. Gartner. Industrial Digital Transformation and Smart Manufacturing Trends. Gartner Research Report, 2023.

11. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET). Raqamli transformatsiya va sanoat avtomatlashtirishiga oid ilmiy maqolalar to'plami, 2024.
12. OPC Foundation. OPC Unified Architecture (OPC UA) Specification. Arizona, USA, 2023.
13. Oracle Corporation. Oracle Database Documentation. Oracle Press, 2023.
14. Monk E., Wagner B. Concepts in EntERPrise Resource Planning. Cengage Learning, 2020.
15. Boyes H., Hallaq B., Cunningham J., Watson T. The Industrial Internet of Things (IIoT): An Analysis Framework. Computer Industry Journal, 2018.
16. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-based Manufacturing Systems. Manufacturing Letters, 2015.