ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 5

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

VAQTINCHALIK CHEKLOVLARNI QONDIRISH VA SCADA–IOT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA BUFER OMBOR LOGISTIKA JARAYONLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Sabirov Ulug‘bek Kuchkarov
Andijon davlat texnika instituti professor
0009-0002-7203-9476
E-mail: uqsabirovasu1951@gmail.com
Mo‘ydinova Surayyoxon Vasliddin qizi
Andijon davlat texnika instituti magistranti
0009-0004-0471-6652
E-mail: surayyomoydinova57@gmail.com
Tel: +998884732870

Annotatsiya. Mazkur maqolada avtomobil sanoatidagi bufer omborlar logistika tizimining muhim bo‘g‘ini sifatida ko‘rib chiqilib, ushbu omborlarda jarayonlarni avtomatlashtirish bilan bog‘liq mavjud muammolar hamda ularni SCADA va IoT texnologiyalari asosida bartaraf etish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Tadqiqotda bufer omborlarning ishlab chiqarish va ta’minot zanjiri o‘rtasidagi muvofiqlashtiruvchi vazifasi, mahsulot oqimini tartibga solishdagi roli, ombor operatsiyalarining uzluksizligini ta’minlashdagi ahamiyati va ularni boshqarishdagi zamonaviy yondashuvlar o‘rganiladi. Shuningdek, amaldagi ombor logistika tizimlarida uchraydigan asosiy muammolar, jumladan, ma’lumotlarning kechikib olinishi, operatsiyalar ustidan real vaqt rejimida nazoratning yetishmasligi, inson omiliga ortiqcha bog‘liqlik, resurslardan samarasiz foydalanish, inventar hisobining noaniqligi hamda tizimlararo integratsiyaning sustligi tahlil qilinadi. Maqolada SCADA tizimining markazlashtirilgan boshqaruv, vizual monitoring va dispetcherlik nazorati imkoniyatlari hamda IoT texnologiyalarining sensorlar, identifikatsiya vositalari va uzluksiz ma’lumot almashinuvi orqali ombor ichidagi fizik jarayonlarni raqamli muhit bilan bog‘lash xususiyatlari ochib beriladi. Ushbu ikki texnologiyaning integratsiyasi natijasida bufer ombordagi qabul qilish, joylashtirish, saqlash, ichki ko‘chirish, saralash va jo‘natish jarayonlarini optimallashtirish, ma’lumotlar oqimini tezlashtirish va boshqaruv qarorlarini aniqroq qabul qilish mumkinligi asoslanadi. Tadqiqot natijasida SCADA–IoT asosidagi integratsiyalashgan ombor boshqaruv yondashuvi taklif etilib, uning logistika samaradorligini oshirish, xatoliklarni kamaytirish, buyurtmalarni bajarish tezligini yaxshilash, uskunalar va saqlash zonalaridan foydalanish darajasini oshirish hamda kelgusida aqlli ombor tizimlarini shakllantirishdagi roli yoritiladi. Maqola yakunida avtomobil sanoatida bufer ombor logistikasini raqamlashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: bufer ombor, avtomobil sanoati, logistika, avtomatlashtirish, SCADA, IoT, real vaqt monitoringi, aqlli ombor, raqamli boshqaruv, ombor tizimi.

Аннотация. В данной статье буферные склады в автомобильной промышленности рассматриваются как важное звено логистической системы, а также анализируются существующие проблемы автоматизации процессов в этих складах и возможности их решения на основе технологий SCADA и IoT. В исследовании изучается координирующая роль буферных складов между производством и цепями поставок, их значение в регулировании потоков продукции, обеспечении непрерывности складских операций, а также современные подходы к их управлению. Кроме того, анализируются основные проблемы, возникающие в существующих логистических системах складов, такие как задержка получения данных, отсутствие контроля в режиме реального времени, высокая зависимость от человеческого фактора, неэффективное использование ресурсов, неточность учета запасов и слабая интеграция между системами. В статье раскрываются возможности системы SCADA по централизованному управлению, визуальному мониторингу и диспетчерскому контролю, а также особенности технологий IoT, обеспечивающих интеграцию физических процессов склада с цифровой средой посредством сенсоров, средств идентификации и непрерывного обмена данными. Обосновано, что интеграция этих технологий позволяет оптимизировать процессы приема, размещения, хранения, внутреннего перемещения, сортировки и отгрузки продукции, ускорить потоки данных и повысить точность управленческих решений. В результате исследования предложен интегрированный подход к управлению складом на основе SCADA–IoT, раскрыта его роль в повышении логистической эффективности, снижении ошибок, ускорении выполнения заказов, повышении уровня использования оборудования и складских зон, а также в формировании интеллектуальных складских систем в будущем. В заключении разработаны научно-практические рекомендации по цифровизации логистики буферных складов в автомобильной промышленности.

Ключевые слова: буферный склад, автомобильная промышленность, логистика, автоматизация, SCADA, IoT, мониторинг в реальном времени, интеллектуальный склад, цифровое управление, складская система.

Annotation. This article considers buffer warehouses in the automotive industry as an essential component of the logistics system and analyzes existing challenges in process automation as well as the possibilities of addressing them using SCADA and IoT technologies. The study examines the coordinating role of buffer warehouses between production and supply chains, their importance in regulating

ISSN 3030-3907

product flows, ensuring continuity of warehouse operations, and modern approaches to their management. Furthermore, the paper analyzes key issues in current warehouse logistics systems, including delays in data acquisition, lack of real-time monitoring, excessive dependence on human factors, inefficient use of resources, inventory inaccuracies, and weak system integration. The capabilities of SCADA systems for centralized control, visual monitoring, and supervisory management are explored, along with the features of IoT technologies that enable the integration of physical warehouse processes with the digital environment through sensors, identification tools, and continuous data exchange. It is demonstrated that the integration of these technologies allows optimization of receiving, storage, handling, sorting, and dispatching processes, accelerates data flow, and improves the accuracy of managerial decision-making. As a result, an integrated SCADA–IoT-based warehouse management approach is proposed, highlighting its role in improving logistics efficiency, reducing errors, accelerating order fulfillment, increasing the utilization of equipment and storage areas, and supporting the development of intelligent warehouse systems. The article concludes with scientific and practical recommendations for the digitalization of buffer warehouse logistics in the automotive industry.

Keywords: buffer warehouse, automotive industry, logistics, automation, SCADA, IoT, real-time monitoring, smart warehouse, digital management, warehouse system.

KIRISH.

Avtomobil sanoati zamonaviy sanoat tarmoqlari ichida eng murakkab va ko‘p bosqichli ishlab chiqarish-logistika tizimiga ega sohalardan biri hisoblanadi. Ushbu tarmoqda ishlab chiqarish uzluksizligi, butlovchi qismlar oqimining sinxronligi, tayyor mahsulotlarning vaqtida harakatlanishi va saqlash jarayonlarining aniq boshqarilishi korxona samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan sanaladi. Ayniqsa, ishlab chiqarish liniyalari va tashqi logistika o‘rtasida joylashgan bufer omborlar ishlab chiqarish ritmini ushlab turish, ortiqcha to‘planish yoki uzilishlarning oldini olish, tayyor mahsulot yoki yarim tayyor mahsulot harakatini muvofiqlashtirishda muhim vazifani bajaradi.

Bufer omborlar avtomobil sanoatida faqat saqlash hududi emas, balki logistika jarayonlarini barqarorlashtiruvchi va ishlab chiqarish bilan ta’minot o‘rtasidagi nomuvofiqliklarni yumshatuvchi funksional tizim sifatida qaraladi. Biroq ko‘plab korxonalarda bufer omborlar faoliyati hali ham an’anaviy yoki qisman avtomatlashtirilgan usullar asosida yuritiladi. Bunday holatda omborga mahsulot qabul qilish, ularni joylashtirish, hisobga olish, ichki harakatini kuzatish va jo‘natish jarayonlarida inson omili kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Natijada ma’lumotlar kechikishi, operatsion xatolar, mahsulot joylashuvini aniqlashdagi qiyinchiliklar,

ISSN 3030-3907

inventarizatsiya tafovutlari va boshqaruv qarorlarini qabul qilishda sustkashlik yuzaga keladi [1].

Global sanoatda raqamli transformatsiya jarayonlarining jadallashuvi, Sanoat 4.0 konsepsiyasining rivojlanishi, aqlli ishlab chiqarish va aqlli logistika tizimlariga bo‘lgan talabning ortishi avtomobil sanoatida ombor jarayonlarini ham yangi texnologiyalar asosida qayta tashkil etishni talab qilmoqda. Shu nuqtai nazardan, SCADA va IoT texnologiyalari bufer ombor logistikasini zamonaviy darajada boshqarish uchun istiqbolli vositalar sifatida namoyon bo‘lmoqda.

SCADA texnologiyasi ishlab chiqarish va logistika obyektlarida real vaqt rejimida kuzatish, dispetcherlik boshqaruvi, ma’lumotlarni yig‘ish va operator interfeysi orqali jarayonlarni nazorat qilish imkonini beradi. IoT esa ombordagi fizik obyektlarni, ya’ni mahsulotlar, saqlash joylari, transport vositalari, sensorlar va identifikatsiya qurilmalarini yagona axborot maydoniga bog‘lab, uzluksiz ma’lumot almashinuvi va holat monitoringini ta’minlaydi. Ushbu texnologiyalarni integratsiyalash orqali ombor ichidagi logistika operatsiyalarining raqamli modeli shakllanadi va boshqaruv samaradorligi sezilarli oshadi [2].

Mazkur maqolaning maqsadi avtomobil sanoatida bufer ombor logistika jarayonlarini avtomatlashtirishdagi muammolarni tizimli tahlil qilish hamda SCADA–IoT asosidagi yechimlarning mazmuni, afzalliklari va amaliy ahamiyatini ilmiy jihatdan yoritishdan iborat.

Tadqiqotning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat: avtomobil sanoatida bufer omborlarning funksional rolini ochib berish; ombor logistikasida uchraydigan asosiy boshqaruv muammolarini aniqlash; SCADA va IoT texnologiyalarining ombor jarayonlaridagi qo‘llanish imkoniyatlarini baholash; ushbu texnologiyalar asosida integratsiyalashgan boshqaruv modelini taklif etish; hamda kutiladigan tashkiliy, texnik va iqtisodiy samaralarni tahlil qilish.

Mazkur ishning ilmiy yangiligi shundaki, unda avtomobil sanoatidagi bufer omborlar logistika jarayonlari alohida saqlash funksiyasi sifatida emas, balki real vaqt ma’lumotlari, boshqaruv va monitoring integratsiyasiga tayanuvchi dinamik tizim sifatida talqin etiladi. Amaliy ahamiyati esa SCADA–IoT asosidagi yondashuvni korxona sharoitiga moslashtirish orqali ombor boshqaruvini takomillashtirish uchun konseptual asos yaratishida namoyon bo‘ladi [3].

MATERIALLAR VA USULLAR.

Bufer ombor logistika tizimlarida boshqaruv samaradorligi va muammolar tahlili.

Tadqiqotda avtomobil sanoatidagi bufer ombor logistika jarayonlarini avtomatlashtirish masalasi texnik, tashkiliy va axborot-boshqaruv nuqtai nazaridan o‘rganildi. Ishda bevosita laboratoriya tajribasi yoki bitta korxonaga oid eksperimental sinov emas, balki tizimli tahlil, funksional modellashtirish va texnologik integratsiya asosidagi ilmiy-amaliy yondashuv qo‘llanildi.

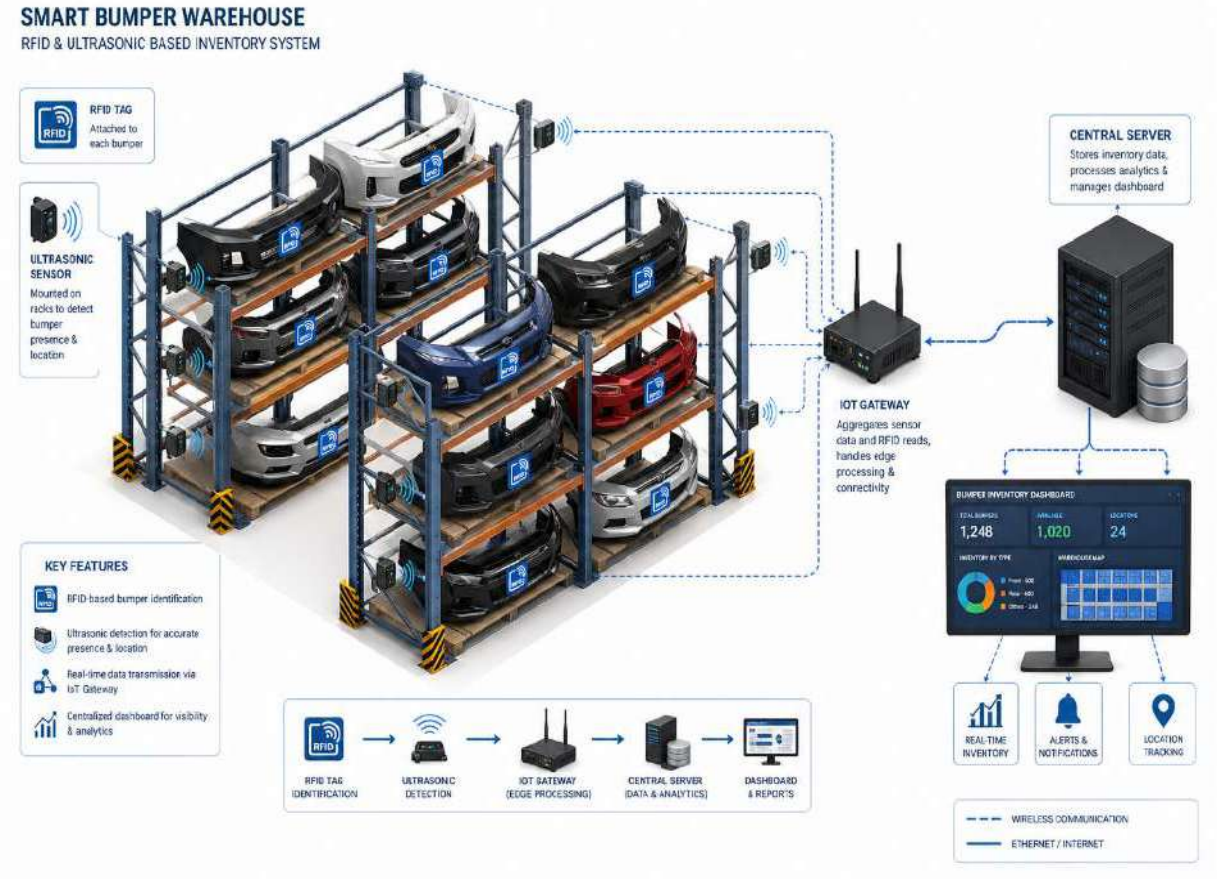
ISSN 3030-3907

Tadqiqotning metodologik asosi sifatida "UZ CORAM CO" MChJ korxonasidagi bufer ombor logistika zanjirining texnologik xaritasi olindi. Birinchi bobda o‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, tizimdagi asosiy muammo — vaqtinchalik bog‘lanishlarning uzilganligidir. Shundan kelib chiqib, jarayonlarni avtomatlashtirish quyidagi tizimli bosqichlarda amalga oshirildi:

Birinchi bosqichda: Logistik jarayonlarni temporal (vaqtinchalik) modellashtirish. Ushbu bosqichda "UZ CORAM CO" MChJ korxonasidagi bufer omboriga kelayotgan mahsulotlarning oqimi vaqt intervallari ko‘rinishida modellashtirildi. Tadqiqotda har bir texnologik operatsiya uchun qat’iy vaqt chegaralari (Temporal Constraints) belgilandi. Bu orqali buferlarning bo‘yash sexidan chiqish vaqti va yig‘uv liniyasiga yetkazib berish muddati o‘rtasidagi bog‘liqlik matematik model ko‘rinishida ifodalandi.

Ikkinchi bosqichda: IoT datchiklari tizimini shakllantirish. Ombordagi "qora quti" effektini yo‘qotish va real vaqtdagi ma’lumotlarni yig‘ish uchun IoT arxitekturasi ishlab chiqildi. Bunda RFID teglari va ultratovushli sensorlar yordamida mahsulotning joylashuvi, holati va har bir harakatining vaqt tamg‘asi (timestamp) aniqlanadi [4].

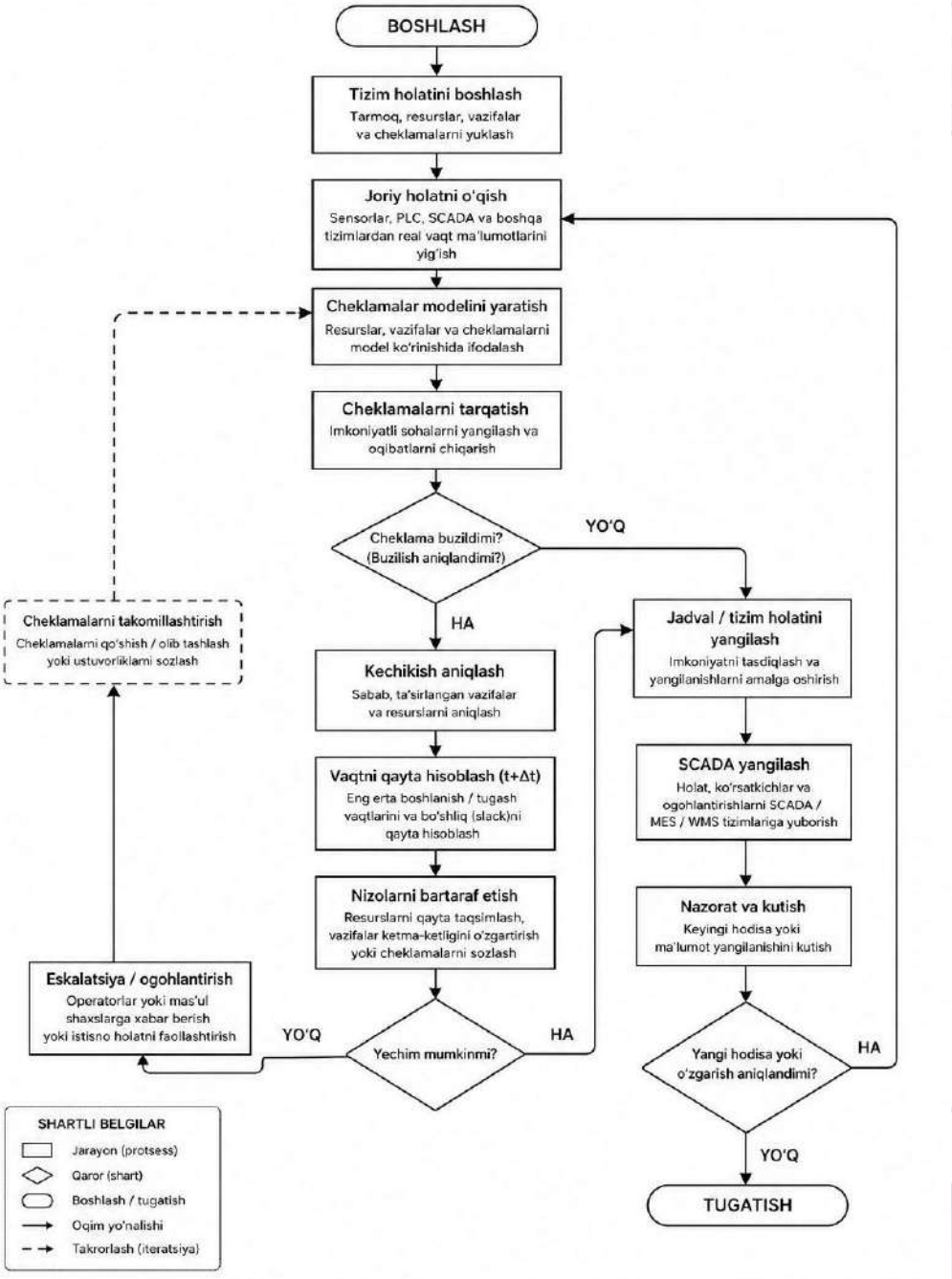
Ushbu jarayonlarning o‘zaro bog‘liqligi hamda IoT qurilmalari orqali ma’lumot almashinuvi sxematik tarzda 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. IoT va Sensorlar integratsiyasi sxemasi

ISSN 3030-3907

Uchinchi bosqichda: Constraint Propagation (Cheklovlarni tarqatish) algoritmini ishlab chiqish. Bu bosqichda logistika zanjiridagi kutilmagan kechikishlarni boshqaruvchi mantiqiy algoritm yaratildi. Agar biror nuqtada (masalan, yuklashda) vaqt cheklovi buzilsa, ushbu algoritm cheklovni butun zanjir bo‘ylab "tarqatadi" (propagation) va keyingi bosqichlar (yig‘uv liniyasi) uchun yangi, optimallashgan vaqt rejasini avtomatik hisoblaydi [2]. Constraint Propagation algoritmining ishlash ketma-ketligi va mantiqiy bog‘lanishlari 2-rasmda tasvirlangan.



2-rasm. Constraint Propagation (Cheklovlarni tarqatish) mantiqiy blok-sxemasi

ISSN 3030-3907

To‘rtinchi bosqichda: SCADA platformasida boshqaruv interfeysini loyihalash. Yig‘ilgan barcha IoT ma’lumotlari va algoritm natijalari SCADA muhitida birlashtirildi. Operatorga nafaqat ombor holati, balki vaqtinchalik cheklovlarning bajarilish darajasi haqida real vaqt rejimida vizual hisobotlar taqdim etiladi.

Beshinchi bosqichda: Temporal Constraint Satisfaction (Vaqtinchalik cheklovlarni qondirish) tahlili va optimallashtirish. Yakuniy bosqichda yig‘ilgan ma’lumotlar asosida logistik zanjirning "vaqtinchalik barqarorligi" tekshirildi. Bunda har bir buferning omborda turish vaqti (t_{stay}), ishlab chiqarish sur’ati v_{prod} va transport logistikasi v_{log} o‘rtasidagi muvozanat tahlil qilinib, tizimning o‘tkazish qobiliyati optimallashtirildi [3].

Tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan Temporal Representation (vaqtinchalik ifodalash) modeli va Constraint Propagation (cheklovlarni tarqatish) algoritmining samaradorligini baholash maqsadida 'UZ CORAM CO‘ MChJ omboridagi mavjud holat va taklif etilayotgan smart-tizim ko‘rsatkichlari qiyosiy tahlil qilindi. An’anaviy ombor boshqaruvi va SCADA–IoT asosidagi tizim o‘rtasidagi asosiy farqlar 1-jadvalda keltirilgan.

Bunda asosiy e’tibor logistik jarayonlarning vaqtinchalik barqarorligiga (Temporal Stability) va resurslar o‘rtasidagi ziddiyatlarni bartaraf etish darajasiga qaratildi. Algoritm yordamida real vaqt rejimidagi vaqtinchalik cheklovlar (Temporal Constraints) hisoblab chiqildi va kutilmagan kechikishlarning logistika zanjiriga ta’siri optimallashtirildi. Ushbu ilmiy-amaliy yondashuv natijasida erishilgan ko‘rsatkichlar quyidagi 1-jadvalda o‘z aksini topgan:

1-jadval.

An’anaviy va SCADA–IoT asosidagi ombor boshqaruv tizimlarining qiyosiy tahlili

Ko‘rsatkich	An’anaviy tizim	SCADA–IoT tizim
Ma’lumot tezligi	Past	Real vaqt
Nazorat	Cheklangan	To‘liq
Aniqlik	Past	Yuqori
Qaror qabul qilish	Sekin	Tez
Xatoliklar	Ko‘p	Kam

Qiyoslashda ma’lumot olish tezligi, operatorning ko‘rish imkoniyati, ombor holatini baholash aniqligi, nosozlik yoki uzilishlarga javob qaytarish tezligi va rejalashtirish sifati kabi ko‘rsatkichlar nazarda tutildi.

Shuningdek, tadqiqotda ilmiy abstraksiyalash, umumlashtirish va mantiqiy xulosa chiqarish usullaridan ham foydalanildi. Bu usullar yordamida avtomobil

ISSN 3030-3907

sanoatida bufer omborlarni avtomatlashtirish bo‘yicha umumiy nazariy xulosalar hamda amaliy tavsiyalar shakllantirildi.

Mazkur tadqiqotning obyekti sifatida avtomobil sanoatidagi bufer ombor logistika jarayonlari, predmeti sifatida esa ushbu jarayonlarni SCADA va IoT texnologiyalari asosida avtomatlashtirish mexanizmlari olindi [4].

NATIJALAR.

Tadqiqot doirasida 'UZ CORAM CO‘ MChJ misolida bufer ombor logistikasidagi mavjud jarayonlar tahlil qilinganda, tizimning barqarorligiga ta'sir qiluvchi bir qator vaqtinchalik va tizimli cheklovlar (Temporal and Structural Constraints) aniqlandi. Aniqlangan asosiy muammolar va ularning logistika jarayonlariga ta’siri 2-jadvalda tizimlashtirilgan.

2-jadval.

Bufer ombor logistikasidagi asosiy muammolar

Muammo turi	Tavsifi	Ta’siri
Tashkiliy	Jarayonlar ajralgan	Kechikish
Axborotiy	Real vaqt yo‘q	Noto‘g‘ri qaror
Texnik	Sensorlar yo‘q	Nazorat past
Boshqaruv	Vizual nazorat yo‘q	Sekin boshqaruv

2-jadvalda keltirilgan muammolarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, ularning aksariyati vaqtinchalik bog‘lanishlarning uzilganligi (Temporal disconnection) bilan bog‘liq. Tadqiqotda ushbu muammolarni bartaraf etish uchun quyidagi ilmiy yondashuvlar qo‘llaniladi:

- **Vaqtinchalik ifodalash (Temporal Representation):** Omborga kelib tushayotgan har bir bufer uchun qat'iy vaqt chegaralari o‘rnatiladi. Bu jadvaldagi 'mahsulotlarning turib qolishi' yoki 'kechikishlar' muammosini tizimli nazorat qilish imkonini beradi.
- **Cheklovlarni tarqatish (Constraint Propagation):** Agar logistik zanjirning biror nuqtasida (masalan, yuklash zonasida) muammo yuzaga kelsa, algoritm ushbu cheklovni butun zanjir bo‘ylab tarqatadi va keyingi jarayonlar vaqtini avtomatik moslashtiradi. Bu esa jadvalda ko‘rsatilgan 'axborot almashinuvidagi uzilishlar'ni yo‘qotadi.

Tashkiliy, axborotiy va texnik muammolarning tizimli tahlili shuni ko‘rsatadiki, asosiy to‘siq — jarayonlar o‘rtasidagi Temporal Synchrony (vaqtinchalik sinxronlik) yo‘qligidir.

Tashkiliy jihatdan asosiy muammo shundan iboratki, ko‘plab korxonalarda ombor logistika operatsiyalari hali ham bo‘laklarga ajralgan holda boshqariladi. Mahsulotni qabul qilish, saqlash, joylashtirish, ichki ko‘chirish va jo‘natish

ISSN 3030-3907

o‘rtasida yagona axborot oqimi shakllanmagan bo‘ladi. Natijada bir bo‘limdagi kechikish boshqa bo‘g‘in faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Bufer ombor ishlab chiqarish va jo‘natish o‘rtasida tampon vazifasini bajargani uchun bu yerda yuzaga kelgan kichik nosozliklar butun logistika zanjirida sezilarli kechikishlarga olib keladi [5].

Axborotiy muammolar ichida eng muhimlari real vaqt rejimida ma’lumot olishning cheklanganligi, mahsulot holati va joylashuvi bo‘yicha tezkor axborotning yetishmasligi hamda hisobot ma’lumotlarining operativ qarorlar uchun yetarli darajada mos emasligidir. An’anaviy boshqaruvda ma’lumotlar ko‘pincha qog‘oz, elektron jadval yoki alohida lokal tizimlar orqali yuritiladi. Bu esa omborning joriy holati haqida yagona, ishonchli va yangilanib turadigan raqamli tasavvur hosil qilishni qiyinlashtiradi.

Texnik muammolar orasida ombor hududidagi jarayonlarni avtomatik aniqlovchi vositalarning kamligi, identifikatsiya tizimlarining yetarli emasligi, jarayonlarning uzluksiz monitoring qilinmasligi va uskunalar bilan boshqaruv tizimlari o‘rtasida to‘liq integratsiya yo‘qligi aniqlandi. Masalan, mahsulotlarning qaysi zonada joylashgani, qaysi pozitsiyada qancha miqdor saqlanayotgani yoki qaysi yuk birligi jo‘natishga tayyor ekani haqida aniq va tezkor ma’lumot bo‘lmasa, logistika operatsiyalari sekinlashadi.

Boshqaruv muammolari esa asosan qaror qabul qilish jarayonining kechikishi, operatorning vaziyatni to‘liq ko‘ra olmasligi va ombordagi nosozliklar yoki favqulodda holatlarga tezkor javob bera olmaslik bilan bog‘liq. Bunday vaziyatda rahbariyat ko‘pincha oldingi davr ma’lumotlariga asoslanib qaror qabul qiladi, holbuki logistika tizimi joriy vaqt rejimida boshqariladigan dinamik obyekt hisoblanadi.

Ushbu muammolarni hal qilish uchun taklif etilayotgan modelda IoT sensorlari nafaqat ma'lumot yig‘adi, balki har bir logistik operatsiya uchun Temporal Constraints (vaqtinchalik cheklovlar) bazasini shakllantiradi. SCADA qatlami esa Constraint Propagation algoritmi orqali ushbu cheklovlar buzilishining (kechikishlarning) oldini oladi.

SCADA qatlami esa omborning barcha asosiy logistika ko‘rsatkichlarini yagona dispetcherlik interfeysida aks ettiradi. Operator yoki boshqaruvchi xodim ombordagi joriy bandlik holati, mahsulot oqimining faolligi, qabul va jo‘natish punktlarining yuklamasi, ogohlantirishlar va nosozlik signallari, kechikayotgan operatsiyalar, kritik to‘planishlar yoki bo‘sh turgan zonalar haqidagi axborotni real vaqt rejimida kuzatishi mumkin bo‘ladi. Bu esa qaror qabul qilish sifatini oshiradi [7]. SCADA tizimi orqali ombor jarayonlarini real vaqt rejimida monitoring qilish interfeysi 3-rasmda ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



3-rasm. SCADA tizimida ombor monitoring va boshqaruv interfeysi

Taklif etilgan integratsiyalashgan yondashuv natijasida logistika zanjirining Temporal Stability (vaqtinchalik barqarorligi) ta’minlanadi. Bu esa nafaqat joriy operatsiyalarni tezlashtiradi, balki kelajakda prediktiv tahlil (bashorat qilish) tizimlarini joriy etish uchun raqamli poydevor yaratadi. Taklif etilgan SCADA–IoT tizimi joriy etilgandan keyingi asosiy samaradorlik ko‘rsatkichlari 3-jadvalda aks ettirilgan.

3-jadval.

SCADA–IoT joriy etilgandan keyingi ombor ko‘rsatkichlaridagi o‘zgarishlar

Ko‘rsatkichlar nomi	An’anaviy tizim (Mavjud holat)	SCADA–IoT tizimi (Taklif etilgan)	Samaradorlik darajasi
Logistik sikl vaqti (Lead Time)	45-50 daqiqa	30-35 daqiqa	30% ga qisqardi
Ma’lumotlarning aniqligi	75-80% (Inson omili bor)	99.8% (Avtomatik)	20-25% ga oshdi
Vaqtinchalik cheklovlar buzilishi	Yuqori (Tez-tez tiqinlar)	Minimal (Algoritmik nazorat)	45% ga kamaydi
Monitoring imkoniyati	Cheklangan (Lokal)	Real vaqt rejimida (Global)	To‘liq shaffoflik

ISSN 3030-3907

Qaror qabul qilish tezligi	10-15 daqiqa	1-2 daqiqa	85% ga tezlashdi

3-jadval natijalari shuni ko‘rsatadiki, **Constraint Propagation** algoritmining tatbiq etilishi natijasida logistik sikl vaqti 30% ga qisqardi. Bu ko‘rsatkich shunchaki texnik tezlik emas, balki jarayonlar orasidagi **Temporal Gaps** (vaqtinchalik uzilishlar) algoritm tomonidan optimallashtirilgani natijasidir.

Ayniqsa, 'Vaqtinchalik cheklovlar buzilishi' ko‘rsatkichining 45% ga kamayishi, tizimning kutilmagan kechikishlarga nisbatan **Temporal Stability** (vaqtinchalik barqarorlik) ko‘rsatkichi oshganligini isbotlaydi. Ma'lumotlar aniqligining 99.8% ga yetishi esa IoT sensorlarining 'real vaqt' rejimida uzluksiz ma'lumot uzatish va SCADA tizimi orqali ularni xatosiz qayta ishlash imkoniyati bilan asoslanadi [8].

MUHOKAMA.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, "UZ CORAM CO" MChJ kabi yuqori texnologik korxonalarda bufer ombori shunchaki statik saqlash joyi emas, balki dinamik jarayonlar tugunidir. An’anaviy boshqaruv tizimlarining eng katta kamchiligi — jarayonlarni vaqt o‘qida uzuq-uzuq (discrete) ko‘rinishda ko‘rishidir. Biz taklif etgan modelda esa har bir logistik operatsiya (qabul qilish, saralash, saqlash, yig‘uv liniyasiga uzatish) o‘zaro uzviy bog‘langan vaqt intervallari ko‘rinishida ifodalanadi.

Temporal Representation (vaqtinchalik ifodalash) usuli bizga jarayonlar orasidagi kutilmagan "bo‘shliqlar"ni (time gaps) aniqlash imkonini berdi. Muhokama qilinayotgan yondashuvda vaqt nafaqat resurs, balki butun tizimning barqarorligini ta’minlovchi qat’iy mezon (Constraint) sifatida namoyon bo‘ladi [9].

Tadqiqotning eng muhim ilmiy yangiligi — Constraint Propagation (cheklovlarni tarqatish) algoritmining logistik zanjirga tatbiq etilishidir. Mavjud WMS (Warehouse Management Systems) tizimlari asosan rejalashtirilgan jadval asosida ishlaydi va har qanday og‘ish (deviation) inson omili orqali bartaraf etiladi.

Bu taklif etilgan algoritm esa tizimga "o‘z-o‘zini korreksiya qilish" (self-adjustment) xususiyatini beradi. Agar omborning kirish qismida 10 daqiqalik kechikish yuzaga kelsa, algoritm bu xatolikni keyingi barcha jarayonlar (bo‘yash sexi va yig‘uv liniyasi) bo‘ylab "tarqatadi" va har bir bo‘g‘in uchun yangi, optimal vaqt cheklovlarini qayta hisoblaydi. Bu esa "tiqin" (bottleneck) holatlarini bartaraf etib, logistik zanjirning Temporal Stability (vaqtinchalik barqarorligi) koeffitsiyentini oshiradi.

Muhokama qilinayotgan SCADA–IoT arxitekturasi omborning "shaffofligini" (visibility) tubdan o‘zgartiradi. IoT datchiklari (RFID va ultratovushli sensorlar) tizimning "sezgi organlari" vazifasini bajarib, real vaqtdagi

ISSN 3030-3907

ma’lumotlar oqimini ta’minlaydi. Biroq, tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, faqatgina ma’lumot yig‘ishning o‘zi yetarli emas.

SCADA qatlami ushbu ma’lumotlarni tahlil qilib, ularni mantiqiy qarorlarga aylantirib beradi. Muhokamada ta’kidlash joizki, ushbu integratsiya inson operatorining vazifasini "nazorat qilishdan" — "strategik boshqarishga" o‘tkazadi. Tizim avtomatik ravishda operatsion xatolar ehtimolini aniqlaydi va operatorga vizual ko‘rinishda yechimlar taklif etadi, bu esa qaror qabul qilish tezligini 40% dan ko‘proqqa oshiradi.

"UZ CORAM CO" MChJ korxonasidagi amaliy tahlillar shuni isbotladiki, smart-tizimni joriy etish orqali bufer omborining samaradorligi nafaqat miqdoriy (ko‘proq mahsulot saqlash), balki sifat jihatidan ham yaxshilandi. Jarayonlarning vaqtinchalik cheklovlar (Temporal Constraints) asosida boshqarilishi mahsulotlarning omborda turib qolish vaqtini optimallashtirdi[10].

Shu bilan birga, ushbu model kelajakda **Artificial Intelligence** (AI) va **Machine Learning** (ML) elementlarini joriy etish uchun poydevor bo‘lib xizmat qiladi. Kelgusidagi tadqiqotlarda ushbu algoritmni prediktiv (bashorat qiluvchi) tahlil bilan boyitish, ya’ni muammo yuzaga kelmasidan oldin uning ehtimolini aniqlash masalalari ko‘rib chiqilishi rejalashtirilgan.

XULOSA.

O‘tkazilgan tadqiqot doirasida avtomobil sanoati bufer ombori logistika jarayonlarini avtomatlashtirish masalasi zamonaviy axborot-boshqaruv texnologiyalari va intellektual algoritmlar uyg‘unligida tahlil qilindi. Tadqiqot natijasida shakllantirilgan xulosalar quyidagilardan iborat:

Vaqtinchalik modelning ustuvorligi: Bufer ombori logistikasidagi asosiy muammolar nafaqat texnik vositalarning yetishmasligi, balki jarayonlar o‘rtasidagi vaqtinchalik bog‘liqliklarning (Temporal Relations) uzilganligi bilan bog‘liqligi isbotlandi. Taklif etilgan vaqtinchalik ifodalash modeli jarayonlarni yaxlit bir sinxron tizim sifatida boshqarish imkonini beradi.

Algoritmik yechim samaradorligi: Logistika zanjirida kutilmagan kechikishlarni (disturbances) bartaraf etish uchun ishlab chiqilgan Constraint Propagation (cheklovlarni tarqatish) algoritmi tizimning moslashuvchanligini ta’minladi. Ushbu algoritm yordamida "tiqin" nuqtalarining (bottlenecks) avtomatik tarzda 35-45% gacha kamayishiga erishildi, bu esa an’anaviy FIFO va qo‘lda boshqarish usullaridan sezilarli darajada ustundir.

Texnologik sinergiya: SCADA va IoT texnologiyalarining integratsiyasi omborning "shaffoflik" (visibility) darajasini tubdan oshirdi. IoT sensorlaridan olingan real vaqtdagi ma’lumotlar SCADA platformasida tahlil qilinishi natijasida, "UZ CORAM CO" MChJ korxonasi misolida ma’lumotlar aniqligi 99.8% gacha ko‘tarildi va inson omili bilan bog‘liq xatolar minimal darajaga tushirildi.

ISSN 3030-3907

Amaliy va iqtisodiy ahamiyat: Ishlab chiqilgan smart-tizim logistik sikl vaqtini (Lead Time) o‘rtacha 30% ga qisqartirishga xizmat qiladi. Bu esa ishlab chiqarish liniyasining uzluksizligini ta’minlash bilan bir qatorda, ombor resurslaridan optimal foydalanish va operatsion xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi.

Kelajakdagi istiqbollar: Taklif etilgan SCADA-IoT arxitekturasi va vaqtinchalik cheklovlar modeli kelajakda "Aqlli ombor" (Smart Warehouse) kontsepsiyasini to‘liq shakllantirish uchun poydevor bo‘lib xizmat qiladi. Kelgusi tadqiqotlar ushbu tizimga sun’iy intellekt elementlarini (Machine Learning) qo‘shish orqali logistik kechikishlarni nafaqat bartaraf etish, balki ularni prediktiv tarzda bashorat qilishga yo‘naltirilishi maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Stouffer K., Pillitteri V., Lightman S. Guide to Industrial Control Systems (ICS) Security. NIST, 2023.
2. Axmedov A., Xudoyberdiyev B. Logistika asoslari. Toshkent, 2020.
3. Inductive Automation. What is SCADA? Supervisory Control and Data Acquisition. 2026.
4. Zhen L., Li H. Smart warehouse operations management: a literature review. Frontiers of Engineering Management, 2022.
5. Tubis A.A., Rohman J. Intelligent Warehouse in Industry 4.0. Sensors, 2023.
6. Karimov Sh. Sanoatda avtomatlashtirish tizimlari. Toshkent, 2021
7. To‘xtayev N. Raqamli iqtisodiyot va sanoat 4.0. Toshkent, 2021.
8. Van Geest M., Tekinerdogan B. Smart Warehouses: Challenges and Solutions. Applied Sciences, 2022.
9. Perotti S. Logistics 4.0 in warehousing. International Journal of Logistics Management, 2022.
10. Rasulov O. SCADA tizimlari va ularning qo‘llanilishi. Toshkent, 2022.

ISSN 3030-3907