MAHSULOTNI QADOQLASH JARAYONIDAGI DEFEKTLARNI INTELEKTUAL TIZIMLARDAN FOYDALANIB ANIQLASH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Ismoilov Shoxjahon Nuraliyevich
Buxoro davlat Texnika Universiteti magistranti

Annotatsiya. Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishida mahsulot sifati va xavfsizligini ta’minlashda qadoqlash jarayonining barqarorligi muhim ahamiyat kasb etadi. Qadoqlash liniyalarida yuzaga keladigan mexanik, texnologik va vizual nuqsonlar nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini pasaytiradi, balki iste’molchilar ishonchiga ham salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli ushbu tadqiqotda mahsulotni qadoqlash jarayonida yuzaga keladigan defektlarni aniqlash uchun sun’iy intellekt va kompyuter ko‘rish texnologiyalariga asoslangan intellektual tizim ishlab chiqish masalalari yoritiladi. Tadqiqot doirasida konveyer liniyasida real vaqt rejimida mahsulot tasvirlarini qayta ishlash orqali deformatsiya, yoriq, noto‘g‘ri yopish, yorliq siljishi va shakl buzilishi kabi nuqsonlarni aniqlash imkonini beruvchi algoritmik model taklif etiladi. Ushbu tizim chuqur o‘rganish asosidagi neyron tarmoqlar orqali vizual ma’lumotlarni tahlil qiladi va inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni sezilarli darajada kamaytiradi. Ishlab chiqilgan model ishlab chiqarish jarayonlarining raqamlashtirilishini jadallashtirish, nazorat aniqligini oshirish hamda texnologik uzilishlarning oldini olishga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari sanoat korxonalarida sifat menejmenti tizimlarini takomillashtirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: intellektual tizim, qadoqlash jarayoni, defekt aniqlash, sun’iy intellekt, kompyuter ko‘rish, neyron tarmoq, sanoat avtomatlashtirish.

Аннотация. В условиях цифровизации промышленного производства особое значение приобретает автоматизация контроля качества упаковочной продукции. Дефекты, возникающие на этапах упаковки, включая смещение этикетки, неполную герметизацию, деформацию и нарушение геометрии, приводят к снижению конкурентоспособности продукции и росту экономических потерь. В данной работе рассматривается разработка интеллектуальной системы, основанной на технологиях искусственного интеллекта и компьютерного зрения, предназначенной для автоматического выявления дефектов в процессе упаковки. Предложенная модель использует методы глубокого обучения для анализа визуальных данных, полученных с камер, установленных на производственных линиях. Система позволяет в режиме реального времени классифицировать дефектные и корректные изделия, обеспечивая высокую точность и скорость обработки. Внедрение данного подхода способствует снижению влияния человеческого фактора,

ISSN 3030-3907

оптимизации производственного контроля и повышению общего уровня качества продукции. Результаты исследования подтверждают перспективность применения интеллектуальных систем в современных автоматизированных производствах.

Ключевые слова: интеллектуальная система, упаковка, обнаружение дефектов, искусственный интеллект, компьютерное зрение, глубокое обучение, контроль качества.

Annotation. In modern industrial environments, maintaining product quality during the packaging stage is a critical factor that directly affects market competitiveness and consumer trust. Packaging defects such as misalignment, sealing errors, deformation, and surface damage often remain undetected by conventional inspection methods. This study focuses on the development of an intelligent defect detection system based on artificial intelligence and computer vision technologies to monitor packaging processes in real time. The proposed system employs deep learning models to analyze visual data captured from production lines, enabling accurate classification of defective and non-defective products. By automating quality inspection, the system significantly reduces human-related errors, increases operational efficiency, and supports the digital transformation of manufacturing systems. The research demonstrates that intelligent visual inspection tools can serve as a reliable solution for improving quality management and minimizing production losses in industrial packaging operations.

Keywords: intelligent system, packaging process, defect detection, artificial intelligence, computer vision, deep learning, quality control.

KIRISH

Bugungi kunda sanoat ishlab chiqarish jarayonlari tez sur’atlar bilan raqamlashtirilmoqda va avtomatlashtirilmoqda. Ayniqsa, mahsulot sifatini nazorat qilish bosqichlarida sun’iy intellekt texnologiyalarining joriy etilishi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga, inson omiliga bog‘liq bo‘lgan xatoliklarni kamaytirish imkonini bermoqda. Qadoqlash jarayoni mahsulot ishlab chiqarish zanjirining yakuniy va eng muhim bosqichlaridan biri bo‘lib, aynan shu jarayonda yuzaga keladigan nuqsonlar mahsulotning bozordagi raqobatbardoshligi va iste’molchi ishonchiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli qadoqlash jarayonida defektlarni aniqlash masalasi sanoat korxonalari uchun dolzarb muammolardan biri hisoblanadi.An’anaviy vizual nazorat usullari asosan inson kuzatuviga tayanganligi sababli, charchash, e’tibor susayishi, subyektiv baholash kabi omillar tufayli barqaror aniqlikni ta’minlay olmaydi. Ilmiy adabiyotlarda qayd etilishicha, qo‘lda olib boriladigan tekshiruv jarayonlarida o‘tkazib yuborilgan

ISSN 3030-3907

nuqsonlar soni yuqori bo‘lib, bu ishlab chiqarish xarajatlarining oshishiga va mahsulot qaytarilishiga olib keladi. Shu nuqtai nazardan, avtomatlashtirilgan va intellektual nazorat tizimlariga bo‘lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda.So‘nggi yillarda sun’iy intellekt, xususan, chuqur o‘rganishga asoslangan neyron tarmoqlar tasvirlarni tahlil qilish, obyektlarni aniqlash va klassifikatsiya qilish sohalarida yuqori natijalarni ko‘rsatmoqda. Tadqiqotchilar tomonidan ishlab chiqilgan ko‘plab modellar sanoat tasvirlarini qayta ishlash orqali nuqsonlarni aniqlashda yuqori aniqlik va tezkorlikni ta’minlash imkonini bergan. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarida sifat nazoratini real vaqt rejimida amalga oshirishga sharoit yaratmoqda.Qadoqlash jarayonida uchraydigan defektlar turli omillar bilan bog‘liq bo‘lib, ular mexanik nosozliklar, material sifatining pastligi yoki texnologik sozlamalarning noto‘g‘ri tanlanishi natijasida yuzaga keladi. Ushbu nuqsonlarni erta aniqlash ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish, chiqindilarni kamaytirish va korxonaning iqtisodiy barqarorligini ta’minlashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan nazorat tizimlari sanoatning to‘rtinchi inqilobi konsepsiyasiga mos ravishda aqlli ishlab chiqarish muhitini shakllantirishga zamin yaratadi.Mazkur tadqiqot qadoqlash jarayonida defektlarni aniqlashda intellektual tizimlardan foydalanish imkoniyatlarini ilmiy nuqtai nazardan yoritishga qaratilgan bo‘lib, u zamonaviy sanoat talablariga mos keluvchi samarali va ishonchli nazorat mexanizmlarini yaratish zaruratidan kelib chiqadi. Ushbu yo‘nalishdagi tadqiqotlar ishlab chiqarish sifatini oshirish, raqobatbardoshlikni mustahkamlash hamda texnologik rivojlanishni jadallashtirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Sanoat ishlab chiqarishida qadoqlash jarayoni mahsulotning yakuniy holatini belgilovchi muhim texnologik bosqich hisoblanadi. Mazkur jarayon nafaqat mahsulotni tashqi ta’sirlardan himoyalash vazifasini bajaradi, balki uning vizual ko‘rinishi, xavfsizligi va iste’molchi uchun qulayligini ta’minlaydi. Qadoqlash jarayonida yuzaga keladigan nuqsonlar ko‘pincha mahsulot sifati pasayishiga, logistika jarayonlarida muammolar yuzaga kelishiga hamda iste’molchilar tomonidan qaytarilish holatlarining ko‘payishiga sabab bo‘ladi. Shu bois sanoat korxonalarida qadoqlash sifati ustidan doimiy va aniqligi yuqori bo‘lgan nazorat mexanizmlarini joriy etish zarurati tobora ortib bormoqda.An’anaviy sifat nazorati asosan inson kuzatuviga asoslangan bo‘lib, bu usul charchash, subyektivlik, tajriba farqi va e’tibor pasayishi kabi omillar sababli barqaror natijani ta’minlay olmaydi. Ilmiy tadqiqotlarda qayd etilishicha, qo‘lda bajariladigan tekshiruvlarda nuqsonlarning muayyan qismi aniqlanmasdan qolib ketadi, bu esa ishlab chiqarish xarajatlarini oshiradi va brend obro‘siga putur yetkazadi. Shu sababli avtomatlashtirilgan, intellektual va real vaqt rejimida ishlovchi nazorat tizimlariga

ISSN 3030-3907

ehtiyoj yuzaga kelgan.So‘nggi yillarda sun’iy intellekt texnologiyalari, ayniqsa chuqur o‘rganishga asoslangan konvolyutsion neyron tarmoqlar tasvirlarni tahlil qilish sohasida yuqori samaradorlikni namoyon etmoqda. Kompyuter ko‘rish tizimlari ishlab chiqarish liniyalarida o‘rnatilgan yuqori aniqlikdagi kameralar orqali mahsulot tasvirlarini uzluksiz ravishda qabul qiladi va ularni real vaqt rejimida qayta ishlaydi. Ushbu tasvirlar asosida mahsulotning shakli, o‘lchami, rang intensivligi, yorliq joylashuvi, yopilish sifati va sirt holati kabi ko‘rsatkichlar avtomatik tarzda baholanadi. Natijada tizim normal va nuqsonli mahsulotlarni tez va aniq ajrata oladi.Qadoqlash jarayonida uchraydigan defektlar turli omillar ta’sirida yuzaga keladi. Ular orasida mexanik moslamalarning noto‘g‘ri sozlanishi, material sifati pastligi, konveyer tezligining mos kelmasligi, harorat va bosim ko‘rsatkichlarining me’yoridan og‘ishi kabi holatlar mavjud. Ushbu nuqsonlar yorliq siljishi, yoriq paydo bo‘lishi, deformatsiya, to‘liq yopilmaslik, mahsulotning noto‘g‘ri joylashuvi kabi ko‘rinishlarda namoyon bo‘ladi. Intellektual tizimlar aynan shu belgilarni tasvirlar orqali aniqlab, ishlab chiqarish jarayonida tezkor qaror qabul qilish imkonini beradi.Chuqur o‘rganish modellarini o‘qitish uchun katta hajmdagi belgilangan tasvirlar bazasi shakllantiriladi. Ushbu ma’lumotlar asosida tizim nuqsonlarning turli shakllarini tanib olishga moslashadi va vaqt o‘tishi bilan o‘z aniqligini oshirib boradi. Modellar sinov jarayonlarida yuqori aniqlik ko‘rsatkichlariga erishib, inson nazoratiga nisbatan tezkor va barqaror ishlash imkonini beradi. Bu esa ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga, chiqindilar miqdorini kamaytirishga xizmat qiladi.Intellektual tizimlarning joriy etilishi sanoatning raqamli transformatsiyasiga mos ravishda aqlli ishlab chiqarish muhitini shakllantiradi. Bunday tizimlar nafaqat defektlarni aniqlaydi, balki ularning kelib chiqish sabablarini tahlil qilish imkonini ham beradi. Bu esa texnologik jarayonlarni optimallashtirish, uskunalarni profilaktik xizmat ko‘rsatish asosida boshqarish hamda ishlab chiqarish barqarorligini ta’minlashga yordam beradi. Shu bilan birga, real vaqt rejimidagi monitoring tizimlari ishlab chiqarish uzilishlarining oldini olishga xizmat qiladi.Mazkur yo‘nalishdagi ilmiy izlanishlar ko‘rsatadiki, intellektual qadoqlash nazorati tizimlari sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini oshirish, mahsulot sifatini barqarorlashtirish va iste’molchi talablariga mos ishlab chiqarish tizimini shakllantirishda muhim o‘rin tutadi. Ushbu texnologiyalarni joriy etish orqali korxonalar nafaqat iqtisodiy foyda ko‘radi, balki ekologik barqarorlikni ham ta’minlash imkoniyatiga ega bo‘ladi.

Intellektual defekt aniqlash tizimlarini ishlab chiqishda ma’lumotlar sifati hal qiluvchi ahamiyatga ega. Tasvirlar bazasining turli sharoitlarda, turli yorug‘lik darajalarida va konveyer tezliklarida yig‘ilishi tizimning barqaror ishlashini ta’minlaydi. Shu sababli sanoat muhitida yig‘ilgan real ma’lumotlar asosida

ISSN 3030-3907

modelni o‘qitish nazariy sharoitda olingan tasvirlarga nisbatan ancha yuqori natija beradi. Tasvirlarni oldindan qayta ishlash bosqichida shovqinni kamaytirish, kontrastni oshirish, o‘lchamlarni normallashtirish kabi usullar qo‘llanilib, neyron tarmoqqa uzatiladigan ma’lumotlarning sifat darajasi oshiriladi.Bunday tizimlarda ishlatiladigan algoritmlar faqat nuqson mavjudligini aniqlash bilan cheklanib qolmay, balki ularning turini ham tasniflash imkonini beradi. Masalan, qadoqlash qopqog‘ining to‘liq yopilmaganligi, plyonka yirtilishi yoki yorliqning noto‘g‘ri joylashuvi alohida toifalar sifatida aniqlanadi. Bu esa texnologik muammoning qaysi bosqichda yuzaga kelganini aniqlashga va nosozlikni tez bartaraf etishga yordam beradi. Natijada ishlab chiqarish liniyasining to‘xtab qolish holatlari kamayadi.Intellektual tizimlar sanoat axborot tizimlari bilan integratsiyalashgan holda ishlashi orqali katta hajmdagi ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish imkonini beradi. Ushbu ma’lumotlar asosida statistik modellar shakllantirilib, defektlar takrorlanish ehtimoli prognoz qilinadi. Shu yo‘l bilan oldindan ogohlantirish mexanizmlari ishlab chiqilib, texnik xizmat ko‘rsatish rejasi optimallashtiriladi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonining uzluksiz va barqaror ishlashini ta’minlashga xizmat qiladi.Shuningdek, bunday tizimlar energiya va xomashyo sarfini kamaytirishga ham yordam beradi. Nuqsonli mahsulotlar sonining kamayishi chiqindilarni qisqartirib, ekologik barqarorlikka ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, avtomatlashtirilgan vizual nazorat tizimlarini joriy etgan korxonalarda mahsulot qaytarilishi sezilarli darajada kamaygan va ishlab chiqarish samaradorligi oshgan.Intellektual tizimlarning yana bir muhim jihati ularning moslashuvchanligidir. Yangi mahsulot turlari yoki qadoqlash shakllari joriy etilganda, tizimni qayta o‘qitish orqali tez moslashtirish mumkin bo‘ladi. Bu esa ishlab chiqarishning diversifikatsiyasi sharoitida yuqori moslashuvchanlikni ta’minlaydi. Shu tariqa, sun’iy intellektga asoslangan defekt aniqlash tizimlari zamonaviy sanoatning ajralmas qismiga aylanib bormoqda.

Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishida qadoqlash jarayoni mahsulot sifatini belgilovchi eng muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. Biroq ushbu jarayon yuqori tezlikda amalga oshirilgani sababli ko‘plab texnologik va vizual muammolar yuzaga kelmoqda. Qadoqlash liniyalarida yuzaga keladigan nuqsonlar ko‘pincha inson ko‘zi bilan kech aniqlanadi yoki butunlay e’tibordan chetda qoladi. Bu holat mahsulotning bozordagi raqobatbardoshligini pasaytiradi, iste’molchilar ishonchiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi va korxona uchun iqtisodiy yo‘qotishlarga olib keladi. Shu sababli ushbu sohada mavjud muammolarni aniqlash va ularni zamonaviy texnologiyalar yordamida bartaraf etish dolzarb vazifaga aylanmoqda.Qadoqlash jarayonida yuzaga keladigan asosiy muammolardan biri – inson omiliga bog‘liq bo‘lgan nazoratning barqaror emasligidir. Operatorlarning

ISSN 3030-3907

charchashi, e’tiborining susayishi va subyektiv baholashi tufayli nuqsonlarning muayyan qismi aniqlanmay qoladi. Bundan tashqari, yuqori tezlikda harakatlanuvchi konveyer liniyalarida mahsulotlarni uzluksiz kuzatish inson uchun jismonan va ruhiy jihatdan murakkab jarayon hisoblanadi. Natijada noto‘g‘ri yopilgan, deformatsiyaga uchragan yoki yorlig‘i siljigan mahsulotlar bozorga chiqib ketish xavfi ortadi.Yana bir muhim muammo – qadoqlash uskunalarining texnik sozlamalari bilan bog‘liq bo‘lib, harorat, bosim va tezlik ko‘rsatkichlarining me’yoridan chetga chiqishi defektlarning ko‘payishiga sabab bo‘ladi. Ushbu holat ko‘pincha real vaqt rejimida aniqlanmaydi, chunki an’anaviy monitoring tizimlari faqat yakuniy mahsulotni tekshiradi va jarayon davomida yuzaga kelayotgan nosozliklarni oldindan bashorat qila olmaydi. Shu bois ishlab chiqarish jarayonida defektlarning takrorlanishi davom etaveradi.Mazkur muammolarni bartaraf etishda sun’iy intellektga asoslangan intellektual tizimlar samarali yechim sifatida namoyon bo‘lmoqda. Kompyuter ko‘rish texnologiyalari yordamida ishlab chiqilgan tizimlar qadoqlash liniyalarida o‘rnatilgan kameralar orqali mahsulot tasvirlarini uzluksiz ravishda qabul qiladi va real vaqt rejimida tahlil qiladi. Ushbu tizimlar chuqur o‘rganish modellariga asoslanib, nuqsonlarni avtomatik aniqlaydi hamda normal va defektli mahsulotlarni yuqori aniqlikda ajrata oladi. Natijada inson omiliga bog‘liq xatoliklar sezilarli darajada kamayadi.Intellektual tizimlarning yana bir muhim afzalligi – ularning moslashuvchanligi va o‘z-o‘zini o‘rganish qobiliyatidir. Yangi mahsulot turlari yoki qadoqlash shakllari joriy etilganda, tizimni qayta o‘qitish orqali tez moslashtirish mumkin bo‘ladi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta’minlaydi. Shu bilan birga, tizim tomonidan yig‘ilgan ma’lumotlar asosida texnologik jarayonlar tahlil qilinib, defektlarning kelib chiqish sabablari aniqlanadi va ularni oldindan bartaraf etish choralarini ishlab chiqish imkoniyati yaratiladi.Xulosa qilib aytganda, qadoqlash jarayonida yuzaga keladigan muammolarni an’anaviy usullar bilan hal etish tobora murakkablashib borayotgan bir sharoitda, sun’iy intellektga asoslangan intellektual tizimlar eng maqbul va istiqbolli yechim sifatida maydonga chiqmoqda. Ushbu texnologiyalar ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini barqarorlashtirish va sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini mustahkamlashda muhim o‘rin tutadi.

So‘nggi yillarda sanoat ishlab chiqarishida mahsulot sifatini nazorat qilish jarayonlarini avtomatlashtirishga bo‘lgan talab keskin oshib bormoqda. Xalqaro ilmiy manbalarda qadoqlash jarayonlarida yuzaga keladigan defektlarni aniqlashda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish samaradorligi keng yoritilgan. Tadqiqotchilar vizual inspeksiya tizimlarining an’anaviy usullarga nisbatan aniqligi yuqori ekanligini va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat

ISSN 3030-3907

qilishini ta’kidlaydilar. Ko‘plab ilmiy ishlarda inson omiliga bog‘liq xatoliklar sifat nazoratida asosiy muammo sifatida qayd etilib, avtomatlashtirilgan tizimlar ushbu muammoni sezilarli darajada kamaytirishi isbotlangan.Chuqur o‘rganishga asoslangan modellar, xususan konvolyutsion neyron tarmoqlar, sanoat tasvirlarini tahlil qilishda eng samarali vositalardan biri sifatida e’tirof etilmoqda. Ilmiy adabiyotlarda bunday modellar sirt nuqsonlarini aniqlash, geometrik og‘ishlarni baholash va qadoqlash elementlarining noto‘g‘ri joylashuvini aniqlashda yuqori aniqlik ko‘rsatganligi qayd etilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, yetarli miqdordagi belgilangan ma’lumotlar bazasi bilan o‘qitilgan neyron tarmoqlar murakkab vizual muammolarni inson darajasida yoki undan yuqori aniqlikda hal qila oladi.Ilmiy manbalarda kompyuter ko‘rish tizimlarining real vaqt rejimida ishlash imkoniyati sanoat ishlab chiqarishi uchun muhim afzallik sifatida ko‘rsatiladi. Kameralar orqali olinadigan uzluksiz tasvir oqimi asosida tizim mahsulot sifatini darhol baholaydi va nuqson aniqlanganda avtomatik ogohlantirish beradi. Bu esa texnologik jarayonlarni tezkor sozlash va nosozliklarning keng tarqalishining oldini olish imkonini yaratadi. Shu bilan birga, bunday tizimlar yig‘ilgan ma’lumotlar asosida tahlil olib borib, defektlarning kelib chiqish sabablarini aniqlashda ham yordam beradi.Ko‘plab ilmiy tadqiqotlarda sanoat uchun mo‘ljallangan intellektual nazorat tizimlarining iqtisodiy samaradorligi ham alohida qayd etilgan. Avtomatlashtirilgan vizual inspeksiya chiqindilar miqdorini kamaytiradi, qayta ishlash xarajatlarini qisqartiradi va ishlab chiqarishning umumiy samaradorligini oshiradi. Shu sababli sun’iy intellekt asosidagi nazorat tizimlari sanoatning raqamli transformatsiyasida muhim texnologik yo‘nalish sifatida baholanmoqda.Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, intellektual defekt aniqlash tizimlari nafaqat sifat nazoratini avtomatlashtiradi, balki ishlab chiqarish jarayonlarini chuqur tahlil qilish va optimallashtirish uchun yangi imkoniyatlar yaratadi. Mazkur texnologiyalar sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini oshirish, mahsulot sifatini barqarorlashtirish va iste’molchi talablariga mos ishlab chiqarish muhitini shakllantirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Mazkur tadqiqotda mahsulotni qadoqlash jarayonida yuzaga keladigan defektlarni aniqlashda intellektual tizimlardan foydalanish masalalari ilmiy jihatdan yoritildi. Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy vizual nazorat usullari sanoat ishlab chiqarishining yuqori tezlik va aniqlik talablariga to‘liq javob bera olmaydi. Inson omiliga bog‘liq xatoliklar, subyektiv baholash va charchash omillari mahsulot sifati pasayishiga va iqtisodiy yo‘qotishlarga sabab bo‘ladi.Sun’iy intellekt va kompyuter ko‘rish texnologiyalariga asoslangan intellektual tizimlar qadoqlash jarayonida defektlarni real vaqt rejimida aniqlash, ularni tasniflash va sabablarini tahlil qilish imkonini beradi. Ushbu tizimlar ishlab

ISSN 3030-3907

chiqarish samaradorligini oshiradi, chiqindilar miqdorini kamaytiradi va sifat menejmenti tizimlarini takomillashtirishga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari shuni tasdiqlaydiki, intellektual nazorat tizimlarini joriy etish sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini oshirishda muhim strategik ahamiyatga ega.Shunday qilib, mahsulotni qadoqlash jarayonida defektlarni aniqlash uchun sun'iy intellektga asoslangan tizimlarni ishlab chiqish va joriy etish zamonaviy sanoat rivojining ajralmas qismi bo'lib, kelajakda aqlli ishlab chiqarish muhitini shakllantirishda muhim o'rin tutadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.
2. Szeliski R. *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer, 2022.
3. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning. *Nature*, 2015.
4. Zhang Y., Li S. Vision-based defect detection in manufacturing. *IEEE Access*, 2021.
5. Tao X., Zhang D. Industrial inspection using deep learning. *Journal of Manufacturing Systems*, 2020.
6. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition. *CVPR*, 2016.
7. Hornberg A. *Handbook of Machine Vision*. Wiley, 2017.
8. Kusiak A. Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 2018.
9. Wang L., Gao R. Big data and smart manufacturing. *CIRP Annals*, 2019.
10. Chen X., Lin Y. Automated packaging defect detection. *Computers in Industry*, 2020.

ISSN 3030-3907