SANOAT DETALLARINING SIFAT NAZORATINI RAQAMLASHTIRISHDA E-NAZORAT ELEKTRON KARTOCHKASINING ALGORITMIK MODELI

Sh.Ismoilov; Y.Soliyev
Aniq fanlar va muhandislik fakulteti, Muhandislik texnologiyalari kafedrasi
S.Yigitaliev E-mail: zoyirjontoxtanazarov@gmail.com
R. Ummatov E-mail: rustamummatov07@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ishlab chiqarish detallarini bosqichma-bosqich tekshirishni raqamlashtirishga mo‘ljallangan “E-Nazorat” o‘quv-amaliy tizimining konseptual va algoritmik modeli bayon qilinadi. Model mahsulot identifikatsiyasi, tashqi ko‘rik, o‘lcham nazorati, hujjatlar tekshiruvi va yakuniy ko‘rib chiqish natijalarini dalillar bilan bog‘langan elektron kartada jamlaydi. 30,00 ± 0,20 mm shartli tolerantlik asosida qiymatlarni tasniflash hamda tugallanmagan bandlarni avtomatik “mos” deb baholamaslik qoidalari ishlab chiqiladi. Taklif etilgan sinov ssenariylari va sanoatga joriy etish cheklovlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: raqamli sifat nazorati, E-Nazorat, elektron nazorat kartasi, muvofiqlikni baholash, tolerantlik, o‘lchash noaniqligi, dalillar izchilligi.

Аннотация. Рассматривается концептуальная и алгоритмическая модель учебно-практической системы E-Nazorat для цифровой регистрации поэтапного контроля промышленных деталей. Электронная карта связывает идентификацию изделия, визуальный и размерный контроль, проверку документов и итоговый обзор с доказательствами. На примере учебного допуска 30,00 ± 0,20 мм определены правила предварительной классификации результатов и сохранения незавершённых проверок. Представлены сценарии верификации и ограничения применения при принятии официальных решений о соответствии.

Ключевые слова: цифровой контроль качества, электронная карта контроля, допуск, оценка соответствия, неопределённость измерений, прослеживаемость данных, производственный контроль.

Abstract. The article presents a conceptual and algorithmic model of the E-Nazorat educational prototype for digitizing staged inspection of manufactured parts. An electronic inspection record links product identification, visual checks, dimensional measurements, document review and final assessment with supporting evidence. Using an illustrative tolerance of 30.00 ± 0.20 mm, the study defines preliminary classification rules without treating missing checks as conforming. Verification scenarios, data integrity safeguards and the limits of applying this prototype to formal conformity decisions are discussed.

Keywords: digital quality control, electronic inspection record, dimensional tolerance, conformity assessment, measurement uncertainty, evidence traceability, manufacturing inspection.

Kirish

Sanoat va transport tizimlarini modernizatsiya qilishda detallar sifatini barqaror nazorat qilish, o‘lchash natijalarini hujjatlashtirish va texnologik jarayonlar bo‘yicha tekshiriladigan ma’lumotlar oqimini shakllantirish muhim vazifalardandir. Qog‘oz nazorat varaqalarida qaydlar yo‘qolishi, ayrim bandlar to‘ldirilmay qolishi yoki detal parametrlari bo‘yicha qabul qilingan dastlabki xulosaning asosini keyinchalik aniqlash qiyinlashishi mumkin. Natijada ishlab chiqarishning keyingi bosqichiga berilayotgan axborotning to‘liqligi va izchilligi zaiflashadi [1].

“E-Nazorat” loyihasi ekspert qarorlarini to‘liq avtomatlashtirishga emas, balki tekshiruv natijasi, normativ mezon va o‘lchash dalilini yagona kartada bog‘lashga qaratilgan [1]. ISO/IEC 17020:2026 va ISO/IEC 17025:2017 ushbu jarayon uchun metodik manbalar sifatida ko‘rib chiqildi [2; 3]; ular prototip sertifikatlangan tizim ekanligini anglatmaydi.

Ishning maqsadi — besh bosqichli elektron kartani, tolerantlikka asoslangan dastlabki tasniflashni va dalil to‘liqligini tekshiruvchi mantiqni tavsiflash.

Tadqiqot obyekti va metodikasi

Tadqiqot obyekti - DET-A01 kodli va OQUV-2026-01 partiyasiga oid shartli o‘quv detali. Predmet - identifikatsiyadan yakuniy ko‘rib chiqishgacha bo‘lgan nazorat ma’lumotlarini elektron kartada qayd etish. Metodika jarayonni dekompozitsiya qilish, algoritmik modellashtirish, chegara qiymatlar tahlili va funksional talablarni tekshirishga asoslanadi [1].

Bosqichlar besh yo‘nalishni qamrab oladi: (1) mahsulot identifikatsiyasi; (2) tashqi ko‘rik; (3) geometrik o‘lchamlarni tekshirish; (4) tegishli hujjatlarni ko‘rib chiqish; (5) yakuniy ko‘rib chiqish. Har bir tekshiruv bandidan “Mos”, “Nomuvofiq”, “Qo‘llanilmaydi” yoki “Tekshirilmagan” belgisi tanlanadi. “Qo‘llanilmaydi” holati alohida asoslanishi lozim; tekshirilmagan bosqichni yashirish yoki uni sukut bo‘yicha ijobiy baholashga yo‘l qo‘yilmaydi.

Prototipning texnik bazasi HTML5, CSS3 va JavaScript texnologiyalaridan iborat avtonom veb-sahifadir. Kichik o‘quv to‘plami brauzerning lokal xotirasida saqlanadi; natijalar JSON formatida eksport qilinishi, bayonnoma esa bosmaga tayyorlanishi nazarda tutiladi. Ushbu konfiguratsiya internetga bog‘liq bo‘lmagan o‘quv mashg‘ulotlarida qo‘llash uchun rejalashtirilgan. Biroq lokal saqlash, foydalanuvchi rollarining yo‘qligi va o‘zgartirishlar jurnalining mavjud emasligi tufayli u ishlab chiqarish tizimi sifatida baholanmaydi [1].

1-jadval. Elektron nazorat kartasining asosiy ma’lumot maydonlari

Ma’lumot guruhi	Tarkibi	Nazoratdagi vazifasi
Identifikatsiya	product_code, batch, inspector	Detal, partiya va tekshiruvchini aniqlash
Mezon va o‘lchov	step_id, criterion, measurement	Talab bilan o‘lchangan qiymatni bog‘lash

O‘lchash vositasi	device_id	O‘lchash asbobiga murojaatni saqlash
Dalil va holat	status, evidence	Band natijasi hamda asoslovchi qaydni saqlash

ELEKTRON KARTOCHKADA NAZORAT ALGORITMI

O‘lcham nazorati uchun o‘quv hujjatida shartli nominal qiymat $x_0 = 30{,}00$ mm hamda simmetrik ruxsat etilgan chetlanish $\Delta = 0{,}20$ mm qabul qilingan. Shundan quyi chegara $L = x_0 - \Delta = 29{,}80$ mm va yuqori chegara $U = x_0 + \Delta = 30{,}20$ mm hosil bo‘ladi. O‘lchangan x qiymati son shaklida va millimetr birligida kiritilganda dastlabki mantiqiy taqqoslash quyidagicha ifodalanadi:

$L \le x \le U \rightarrow$ “Mos”; $x < L$ yoki $x > U \rightarrow$ “Nomuvofiq”.

Masalan, x = 30,10 mm bo‘lsa dastlabki natija “Mos”, x = 30,35 mm bo‘lsa “Nomuvofiq” bo‘ladi. Chegara qiymatlarning o‘zi — 29,80 va 30,20 mm — yopiq oraliqqa kiradi. Agar x kiritilmagan yoki noto‘g‘ri shaklda bo‘lsa, tizim “Tekshirilmagan” holatini qayd etadi. Mazkur qiymatlar real mahsulotning tasdiqlangan ishlab chiqarish toleranslari emas; ular o‘quv algoritmini ko‘rsatish uchun olingan [1].

Kartochkaning umumlashtirilgan dastlabki holati ustuvorlik qoidasi asosida shakllantiriladi: istalgan bosqichda “Nomuvofiq” aniqlansa, nomuvofiqlik alohida ko‘rsatiladi; ijobiy va salbiy bandlarning barchasi saqlanadi. Nomuvofiqlik qayd etilmagan, ammo bajarilishi zarur tekshiruvlardan biri ochiq qolgan bo‘lsa, jarayon “Tugallanmagan” deb belgilanadi. Barcha tegishli bandlar “Mos” bo‘lgan taqdirda ham dalil yo‘qligi mustaqil ogohlantirish chiqarish uchun asosdir. Demak, “barcha kataklar to‘ldirilgan” va “qaror uchun yetarli dalil mavjud” tushunchalari bir xil emas.

Natijalar va muhokama

Taklif etilgan algoritmni baholash uchun loyiha pasportida oltita nazorat ssenariysi (TC-01–TC-06) va ularning kutilgan natijalari belgilangan [1]. 2-jadvaldagi statuslar amaliy laboratoriya o‘lchovlaridan olingan statistik natijalar emas, balki dastlabki funksional talabga mos keluvchi sinov mezonlaridir. Sinovlar bajarilgandan keyingina real xatolik ulushi, qayta ishlash vaqti hamda foydalanuvchi faoliyati bo‘yicha miqdoriy baho berish mumkin.

2-jadval. E-Nazorat algoritmini tekshirish uchun nazorat ssenariylari

Kod	Kiritiladigan holat	Kutiladigan tizim reaksiyasi
TC-01	30,00 mm	“Mos”
TC-02	29,80 yoki 30,20 mm	Chegara nuqtalari “Mos”
TC-03	29,79 yoki 30,21 mm	“Nomuvofiq”
TC-04	O‘lcham kiritilmagan	“Tekshirilmagan”
TC-05	Kamida bitta band nomuvofiq	Dastlabki holat: nomuvofiqlik
TC-06	Bandlar mos, ammo dalil yo‘q	Dalil to‘liqligi haqida ogohlantirish

Pilot baholash uchun barcha besh tekshiruv bosqichining interfeysda mavjudligi (5/5), belgilangan chegara misollarini to‘g‘ri tasniflash (maqsad: 6/6), har bir bandda izoh yozish imkoniyati va JSON hisobotda mahsulot kartasi hamda besh band natijasining saqlanishi mezon sifatida taklif etiladi. Ushbu ko‘rsatkichlar

maqsadli talablar bo‘lib, pilot sinov dalillari va protokol raqamlari taqdim etilmagani sababli ularga erishilgani haqida xulosa qilinmaydi.

Muvofiqlikni baholashda muhim metodik cheklov mavjud: sonli o‘lchov natijasini ruxsat etilgan oraliqqa bevosita solishtirish o‘lchash noaniqligi, asbobning metrologik holati va qabul qilingan qaror qoidasini hisobga oladigan rasmiy baholashning o‘rnini bosa olmaydi. JCGM 106:2012 qo‘llanmasi aynan o‘lchash noaniqligining muvofiqlikni baholashdagi rolini ko‘rib chiqadi [5]. Shuning uchun “Mos” yozuvi E-Nazoratda faqat tanlangan shartli diapazon bo‘yicha operativ natijani bildiradi; yakuniy muvofiqlik xulosasi vakolatli mutaxassis tomonidan tegishli hujjatlar asosida beriladi.

ISO/IEC 17065:2012 sertifikatlashtirish organlariga qo‘yiladigan talablar bilan bog‘liq bo‘lib, elektron nazorat kartasi mavjudligining o‘zi mahsulotni sertifikatlash yoki uni bozorga chiqarish uchun asos emas [4]. Shu bois dasturiy arxitekturada “dastlabki tekshiruv natijasi” va “tasdiqlangan yakuniy qaror” tushunchalarini alohida maydon va mas’ul rollar bilan ajratish istiqbolli yechim hisoblanadi.

Amaliy joriy etish shartlari va cheklovlar

Sanoat foydalanishiga o‘tishda normativ mezonning tasdiqlangan detal chizmasi yoki texnik shartga bog‘lanishi, foydalanuvchini autentifikatsiya qilish, tekshiruvchi va tasdiqlovchi rollarini ajratish, vaqt tamg‘alari, o‘zgartirishlar auditi, serverdagi zaxira nusxa va tiklash mexanizmlari talab etiladi. Bundan tashqari, o‘lchov asbobining identifikatori, kalibrlash holati hamda tegishli ma’lumotnomaga havola bir-biriga bog‘lanishi kerak. Ishlab chiqarish reyestrining normativ manbalari, mas’ul shaxslari va yangilanish davri alohida tartibda belgilanadi.

Kelgusida algoritm chegara qiymatlari bilan tekshirilishi, JSON bayonnomaning yaxlitligi mustaqil nazoratchi tomonidan solishtirilishi va metrolog hamda sifat mutaxassisi ishtirokida ekspert baholashidan o‘tkazilishi kerak. Ishlab chiqarish samaradorligiga ta’sirni aniqlash uchun vaqt sarfi, tugallanmagan bandlar ulushi va qayta tekshirishlar soni alohida empirik tadqiqotda o‘lchanishi zarur.

Xulosa

“E-Nazorat” o‘quv-amaliy loyihasi asosida sanoat detallarining besh bosqichli sifat nazoratini elektron kartochkada yuritish modeli tizimlashtirildi. Ishlab chiqilgan mantiq mahsulot identifikatsiyasi, tekshiruv holati, o‘lcham mezoni, o‘lchash vositasi va tasdiqlovchi dalilni bir-biriga bog‘lashga asoslanadi. 29,80–30,20 mm shartli diapazondan foydalanish chegaraviy holatlarni tasniflash algoritmini ochiq va qayta tekshiriladigan shaklda ifodalash imkonini beradi.

Modelning ilmiy-amaliy jihati tugallanmagan nazoratni avtomatik ijobiy natija sifatida talqin qilmaslik va dastlabki sonli taqqoslashni rasmiy muvofiqlik qaroridan ajratishdadir. Kelgusi bosqichda algoritmni haqiqiy sinov protokollari asosida validatsiya qilish, dalillarni audit qilinadigan ma’lumotlar bazasida yuritish va vakolatli ekspert tasdig‘iga mo‘ljallangan boshqaruv mexanizmini yaratish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. “E-Nazorat: mahsulotni tekshirish bosqichlari uchun elektron nazorat ro‘yxati”. Muhandislik texnologiyalari kafedrasi, innovatsion loyiha hujjati, 1.0-versiya, 2026. 5 b. (o‘quv-amaliy hujjat).

2. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. ISO. https://www.iso.org/standard/66912.html

3. ISO/IEC 17020:2026. Conformity assessment - Requirements for bodies performing inspection. ISO. https://www.iso.org/standard/17020?browse=ics

4. ISO/IEC 17065:2012. Conformity assessment - Requirements for bodies certifying products, processes and services. ISO. https://www.iso.org/standard/46568.html

5. JCGM 106:2012. Evaluation of measurement data - The role of measurement uncertainty in conformity assessment. BIPM. https://www.bipm.org/en/doi/10.59161/jcgm106-201