IQRO JURNALI , IQRO JOURNAL, ИКРО ЖУРНАЛИ
ISSN:2181-4341| wordlyknowledge.uz/index.php/iqro
**Volume 24. Issue 01. Oktabr, 2026**

# KORXONALARDA ZARARLI OMILLARNI KAMAYTIRISHNING INNOVATSION TEXNOLOGIYALARI

**Aripxodjayeva Malikaxon Baxtiyarovna**
Toshkent davlat texnika universiteti
t.f.f.d (PhD) dotsent
**Xakimov Ozodbek Hamidjonovich**
Toshkent davlat texnika universiteti talabasi
https://doi.org/10.5281/zenodo.23762805

**Annotatsiya:** Maqolada ishlab chiqarish korxonalarida uchraydigan fizik, kimyoviy, biologik va ergonomik zararli omillarni kamaytirishning zamonaviy texnologik yechimlari tahlil qilinadi. Xavflarni manbada bartaraf etish va muqobil jarayon bilan almashtirishdan boshlab, muhandislik nazorati, raqamli sensorlar, sanoat interneti (IIoT), sun'iy intellekt yordamidagi tahlil, robotlashtirish va aqlli shaxsiy himoya vositalarigacha bo'lgan usullar yoritiladi. Maqolada texnologiyalarni tanlash mezonlari, ularni joriy etish bosqichlari hamda samaradorlikni o'lchash ko'rsatkichlari taklif etiladi. Keltirilgan ko'rsatkichlar korxonaning real o'lchovlari bilan to'ldirilishi lozim; texnologiya o'rnatilishi o'z-o'zidan me'yorlarga muvofiqlikni kafolatlamaydi.
**Kalit so'zlar:** mehnat muhofazasi, zararli ishlab chiqarish omillari, innovatsion texnologiyalar, sanoat sensorlari, sun'iy intellekt, mahalliy so'rish ventilyatsiyasi, robotlashtirish, xavfni baholash, shaxsiy himoya vositalari.

**Abstract:** This article reviews modern technological solutions for reducing physical, chemical, biological and ergonomic hazards in industrial workplaces. It discusses the hierarchy of controls, including hazard elimination and substitution, engineering controls, digital sensors, the Industrial Internet of Things (IIoT), AI-assisted analytics, robotics and smart personal protective equipment. Practical criteria for technology selection, implementation stages and performance indicators are proposed. The indicators should be populated with site-specific measurements; installing a technology alone does not guarantee compliance with applicable exposure limits.
**Keywords:** occupational safety and health, workplace hazards, innovative technologies, industrial sensors, artificial intelligence, local exhaust ventilation, robotics, risk assessment, personal protective equipment.

Sanoat korxonalarida mehnat sharoitining xavfsizligi ishlab chiqarish unumdorligi, mahsulot sifati va xodimlarning uzoq muddatli salomatligi bilan chambarchas bog'liq. Ish jarayoniga qarab ishchilar chang va aerozollar, kimyoviy bug'lar, ortiqcha shovqin va tebranish, noqulay mikroiqlim, yetarli bo'lmagan yoritish, biologik agentlar hamda jismoniy zo'riqish ta'siriga uchrashi mumkin. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti mehnat salomatligini xodimlarning jismoniy, ruhiy va ijtimoiy farovonligini saqlashga qaratilgan ko'p tarmoqli yo'nalish sifatida ko'radi [1].

An'anaviy yondashuvda xavf aniqlangach, ko'pincha xodimga respirator, quloqchin yoki boshqa shaxsiy himoya vositasi berish bilan cheklaniladi. Biroq NIOSH tavsiya qiladigan nazorat ierarxiyasida shaxsiy himoya vositalari eng quyi pog'onada turadi: avval xavfni yo'qotish,

xavfsizroq modda yoki jarayonni tanlash, so‘ng muhandislik nazorati va ma’muriy choralar ko‘rib chiqiladi [2]. Innovatsion texnologiyalar aynan xavf manbaini erta aniqlash va ta’sirni manbaning o‘zida kamaytirishga xizmat qilishi kerak.

Xalqaro mehnat tashkilotining 2025-yilgi sharhida raqamlashtirish, robototexnika, taqiladigan sensorlar va avtomatlashtirilgan monitoring mehnat xavfsizligini yaxshilash imkonini berishi, shu bilan birga inson nazorati, ergonomika, maxfiylik va kiberxavfsizlik kabi yangi masalalarni ham yuzaga chiqarishi qayd etilgan [3]. Shu sababli texnologik yechimlar xavfni baholash va xodimlar ishtirokiga tayangan boshqaruv tizimiga qo‘shilishi zarur.

Zararli omil — muayyan sharoitda xodim salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan ishlab chiqarish muhiti yoki mehnat jarayoni omilidir. Xavfning real darajasi omilning turi, konsentratsiyasi yoki intensivligi, ta’sir davomiyligi, ish usuli, shamollatish holati va individual himoyaga bog‘liq. Shu sababli baholash faqat umumiy kuzatuv bilan emas, mos o‘lchov vositalari va amaldagi milliy sanitariya me’yorlari asosida bajariladi.

| Omil turi | Ish joyidagi misollar | Nazorat qilishning ustuvor yo‘li |
|---|---|---|
| Chang va aerozollar | Kesish, silliqlash, maydalash, payvandlash | Manbada so‘rish, yopiq qobiq, nam usul, filtrlash |
| Kimyoviy moddalar | Erituvchi bug‘i, gaz, reagentlar | Kamroq xavfli modda, germetik tizim, mahalliy ventilyatsiya |
| Shovqin va tebranish | Press, maydalagich, kompressor | Kam shovqinli uskuna, vibratsiya izolyatsiyasi, texnik xizmat |
| Issiqlik va mikroiqlim | Pech, quyish, ochiq havodagi og‘ir ish | Issiqlik ekranlari, sovitish, suv va dam olish rejimi |
| Yoritish va ergonomika | Ko‘zni zo‘riqtiruvchi ish, takroriy harakat | Mos yoritish, ish joyi dizayni, mexanizatsiya |
| Biologik omillar | Laboratoriya, oqova suv, biologik xomashyo | Izolyatsiya, gigiyena, xavfsiz ishlov va monitoring |

Raqamli monitoring tizimlari ish joyidagi chang zarrachalari, ayrim gazlar, harorat, namlik va shovqin kabi ko‘rsatkichlarni belgilangan davriylikda kuzatish imkonini beradi. Sensorlar ma’lumotni simli aloqa yoki simsiz tarmoq orqali boshqaruv paneliga uzatadi; tizim esa belgilangan ogohlantirish chegaralariga yaqinlashganda mas’ul xodimga xabar yuborishi mumkin. Bunday yechim vaqt bo‘yicha o‘zgarishlarni ko‘rish, xavfli ish rejimlarini aniqlash va texnik xizmatni rejalashtirishda foydalidir.

Sensor natijasi laboratoriya tahlili yoki sertifikatlangan o‘lchovning avtomatik o‘rnini bosmaydi. Qurilmaning o‘lchash diapazoni, selektivligi, aniqligi, kalibrlash muddati, namlik va harorat ta’siri hamda sensorning joylashuvi tekshirilishi kerak. Masalan, gaz sensori ishchining nafas olish zonasidan uzoqda o‘rnatilsa, xodim oladigan haqiqiy ta’sirni to‘liq aks ettirmasligi mumkin. Shu bois real vaqt monitoringi davriy instrumental nazorat bilan birga qo‘llanadi.

Chang yoki kimyoviy bug‘lar hosil bo‘ladigan nuqtada mahalliy so‘rish ventilyatsiyasi ifloslantiruvchi moddani ishchi nafas olish zonasiga tarqalishidan oldin ushlab qolishga qaratiladi. So‘rish qopqog‘i, havo sarfi, quvur geometriyasi, filtr turi va filtrning qarshiligi jarayon xususiyatiga mos tanlanishi zarur. Bosim farqi yoki havo sarfi sensori filtr tiqilib borayotganini ko‘rsatishi mumkin. Biroq filtrni almashtirish, kanallarni tekshirish va tizim samaradorligini o‘lchash muntazam texnik xizmat rejasiga kiritilishi lozim.

Aqlli ventilyatsiya talabga mos boshqaruv asosida ishlashi mumkin: sensor ifloslantiruvchi modda yoki jarayon faolligi ortganini aniqlaganda ventilyator unumdorligi sozlanadi. Bunday tizim energiya sarfini optimallashtirishi mumkin, ammo xavfsizlik uchun zarur minimal havo almashinuvi va ishlab chiqarish texnologiyasiga qo‘yilgan talablar buzilmasligi shart. Changni umumiy xonaga tarqatib yuboradigan kuchli umumiy shamollatish manbadagi so‘rishning o‘rnini bosa olmaydi.

Robotlar va masofadan boshqariladigan mexanizmlar xodimning yuqori harorat, toksik modda, chang yoki mexanik jarohatlanish xavfi mavjud zonada bo‘lish vaqtini qisqartirishi mumkin. Masalan, bo‘yash kamerasida robotdan foydalanish, og‘ir yukni avtomatik uzatish yoki xavfli uskunani masofadan boshqarish bevosita ta’sirni kamaytirishga yordam beradi. Xalqaro mehnat tashkiloti avtomatlashtirishning xavfli va takrorlanuvchi vazifalardan xodimni chetlashtirish imkoniyatini ta’kidlaydi.

Shu bilan birga robotlashtirish yangi xavflarni keltirib chiqaradi: robotning ish hududiga kirish, kutilmagan harakat, texnik xizmat vaqtida energiyaning to‘satdan yoqilishi va inson–robot o‘zaro ta’siri. Shuning uchun himoya to‘siqlari, blokirovka, xavfsizlik skanerlari, avariya to‘xtatish tugmalari va energiyani xavfsiz uzib qo‘yish tartibi loyihaning boshidan ko‘zda tutilishi kerak.

Sun’iy intellekt (SI) va ma’lumotlar tahlili sensorlardan kelayotgan vaqt qatorlaridagi noodatiy holatlarni aniqlash, uskuna nosozligi alomatlarini kuzatish yoki xavf ortishi mumkin bo‘lgan ish rejimlarini belgilash uchun ishlatilishi mumkin. Masalan, ventilyator tebranishi, elektr dvigatel harorati va filtr bosimining birgalikdagi o‘zgarishi texnik xizmat zarurligi haqida erta ogohlantirish berishi mumkin. Bunday modelning ishonchliligi sifatli ma’lumotlar, muntazam tekshiruv va xodim-mutaxassis tasdig‘iga bog‘liq.

SI tizimi yakka holda xavfsizlik bo‘yicha yakuniy qaror chiqaruvchi vosita sifatida qabul qilinmasligi kerak. Noto‘g‘ri signal, o‘lchovdagi xato, ma’lumotlar to‘plamining bir tomonlamaligi yoki aloqa uzilishi xavfli vaziyatni o‘tkazib yuborishi mumkin. Kritik himoya funksiyalari sertifikatlangan xavfsizlik avtomatikasi va aniq belgilangan avariya algoritmlari bilan ta’minlanishi lozim.

Aqlli shaxsiy himoya vositalari tarkibiga gaz yoki harorat ogohlantirgichi, yiqilishni aniqlovchi qurilma, joylashuvni aniqlash moduli yoki ishchining fiziologik holatini kuzatuvchi sensorlar kiritilishi mumkin. Bunday vositalar ayniqsa yolg‘iz ishlash, cheklangan joy, issiq muhit yoki tezkor evakuatsiya talab etiladigan sharoitlarda qo‘shimcha signal berishi mumkin. Biroq ular asosiy muhandislik himoyasining o‘rnini bosmaydi; quvvat manbai, batareya holati, aloqa qamrovi, noto‘g‘ri ogohlantirish va foydalanish qulayligi oldindan baholanadi.

Ergonomik innovatsiyalar — sozlanadigan ish stoli, mexanik ko‘tarish moslamasi, takroriy harakatni kamaytiruvchi yarim avtomatik uskunalar va ish joyining antropometrik moslashtirilishi — mushak-skelet tizimiga tushadigan zo‘riqishni kamaytirishga qaratiladi. Qurilma xodimning harakatini cheklamasligi, og‘irlikni orttirmasligi va issiqlik almashinuviga salbiy ta’sir qilmasligi kerak. Ishchilarni loyihalash va sinov bosqichiga jalb qilish amaliy natijani yaxshilaydi.

Amaliy joriy etishda tizimning vazifasi faqat ma’lumot yig‘ish emas, balki o‘lchovdan himoya choralarigacha bo‘lgan yopiq boshqaruv siklini tashkil etishdir. Sensor aniqlagan holat ogohlantirishga olib keladi; mas’ul xodim yoki avtomatik boshqaruv zarur chorani ko‘radi; keyin

qayta o‘lchash orqali ta’sir kamaygani tekshiriladi. Hodisalar, texnik xizmat va xodimlarning fikri keyingi takomillashtirishga xizmat qiladi.

Texnologiyani tanlashda birinchi navbatda xavf turi va uning manbai aniqlanadi. Keyin xodimning ta’sir yo‘li, mavjud muhandislik himoyasi, texnologiyaning ish jarayoniga mosligi, ekspluatatsiya xarajati, texnik xizmat imkoniyati va o‘lchov natijasini tekshirish usuli baholanadi. Eng qimmat yoki eng raqamli yechim har doim ham eng maqbul yechim bo‘lavermaydi; sodda qopqoq, germetiklash yoki jarayonni almashtirish ba’zan murakkab monitoring tizimidan samaraliroq bo‘lishi mumkin.

| Texnologiya | Kutiladigan foyda | Cheklov va tekshiruv talabi |
|---|---|---|
| Mahalliy so‘rish + filtr | Chang/gazni manbada ushlash | Havo sarfi, qopqoq holati, filtr qarshiligi va texnik xizmat |
| IoT sensorlari | Uzluksiz kuzatuv va erta ogohlantirish | Kalibrlash, noto‘g‘ri signal, joylashuv va aloqa ishonchliligi |
| Robotlashtirish | Xodimni xavfli zonadan uzoqlashtirish | Himoya to‘siqlari, blokirovka, xavfsiz ta’mirlash tartibi |
| SI yordamida bashorat | Noodatiy holat va nosozlikni erta topish | Ma’lumot sifati, modelni tekshirish, inson nazorati |
| Aqlli PPE | Qo‘shimcha individual ogohlantirish | Batareya, qulaylik, himoya sinfi va aloqa qamrovi |
| Ergonomik mexanizatsiya | Jismoniy zo‘riqishni kamaytirish | Moslashtirish, foydalanuvchi sinovi va ish usulini tekshirish |

Samaradorlikni baholash uchun joriy etishdan oldingi boshlang‘ich holat hujjatlashtiriladi. Xuddi shu nuqtalarda va taqqoslanadigan ish rejimida keyingi o‘lchovlar o‘tkaziladi. O‘lchov usuli, asbob, kalibrlash holati, smena davomiyligi, ishlab chiqarish yuklamasi va xodimlar soni qayd etilishi kerak. Natijalarni faqat avariya yoki shikoyatlar soni bilan cheklash noto‘g‘ri: bu ko‘rsatkichlar kam uchraydi va vaqt talab qiladi; shu bois ta’sir darajasi, tizimning ishlash vaqti va aniqlangan kamchiliklarning bartaraf etilishi ham kuzatiladi.

| Ko‘rsatkich | Hisoblash yoki tekshirish usuli | Talqin |
|---|---|---|
| Zararli omil darajasi | Oldin/keyin instrumental o‘lchov; mos me’yor bilan taqqoslash | Ta’sirning real kamayishini ko‘rsatadi |
| Ogohlantirishga javob vaqti | Signal va chorani qayd etish vaqtlari farqi | Javob jarayonining tezligini baholaydi |
| Himoya tizimi ishga tayyorligi | Ishlagan vaqt / rejalashtirilgan vaqt × 100% | Uskuna ishonchliligini ko‘rsatadi |
| Texnik xizmat bajarilishi | O‘z vaqtida bajarilgan ishlar / rejalashtirilgan ishlar × 100% | Profilaktika intizomini baholaydi |
| Xodimlar ishtiroki | O‘qitilganlar ulushi, takliflar va yopilgan kamchiliklar | Tizimning amaliy qabul qilinishini ko‘rsatadi |
| Hodisa va kasbiy shikoyatlar | Bir xil davr va xodimlar soniga nisbatan tahlil | Uzoq muddatli trendni ko‘rsatadi; sababiy bog‘liqlikni alohida tekshirish kerak |

Birinchi bosqich — xavflarni inventarizatsiya qilish va ish joylarini ustuvorlik bo‘yicha saralash. Bunda texnologik xarita, xodimlar bilan suhbat, hodisalar tarixi va instrumental o‘lchovlardan foydalaniladi. Ikkinchi bosqich — xavfni nazorat qilish ierarxiyasiga muvofiq

texnik variantlarni tanlash va xarajat–foyda tahlilini bajarish. Uchinchi bosqich — kichik uchastkada pilot sinov: qurilma to‘g‘ri o‘rnatilishi, xodimga xalaqit bermasligi, ma’lumot sifati va texnik xizmat imkoniyati tekshiriladi. To‘rtinchi bosqichda natijalar boshlang‘ich holat bilan bir xil metodika asosida solishtiriladi. Maqsadli natija bajarilmasa, sabablar — noto‘g‘ri sensor joylashuvi, yetarli bo‘lmagan havo sarfi, jarayon o‘zgarishi yoki xodimlarning foydalanishdagi qiyinchiliklari — tahlil qilinadi. Beshinchi bosqich — tasdiqlangan yechimni kengaytirish, xodimlarni o‘qitish, texnik xizmat rejasini va favqulodda vaziyat algoritmlarini hujjatlashtirish. Ushbu jarayon ISO 45001 mehnat salomatligi va xavfsizligi boshqaruv tizimining risklarni tizimli boshqarish tamoyiliga mos keladi.

Har bir korxona o‘z faoliyat turi va hududida amalda bo‘lgan mehnat muhofazasi, sanitariya, yong‘in va sanoat xavfsizligi talablarini aniqlashi kerak. Chang, kimyoviy modda, shovqin, tebranish, mikroiqlim va yoritish uchun ruxsat etilgan darajalar turli omillar va ish sharoitiga qarab farqlanadi. Shu sababli universal raqamni barcha ishlab chiqarishlarga qo‘llash ilmiy jihatdan to‘g‘ri emas. Baholashda amaldagi O‘zbekiston me’yoriy hujjatlari, tegishli sanitariya qoidalari va uslubiy ko‘rsatmalar, shuningdek zarur bo‘lsa xalqaro standartlardan foydalaniladi.

Raqamli tizim xodimlarni uzluksiz kuzatish vositasiga aylanib qolmasligi uchun shaxsiy ma’lumotlarni himoya qilish, ma’lumotga kirish huquqi, saqlash muddati va foydalanish maqsadi aniq belgilanadi. Sensor yoki aloqa tizimi ishdan chiqqanda qanday xavfsiz rejimga o‘tilishi ham oldindan yozib qo‘yiladi. Kritik jarayonlarda ogohlantirishga faqat bulutli platforma yoki mobil ilova orqali tayanish xavfli bo‘lishi mumkin; mahalliy mustaqil himoya va favqulodda to‘xtatish funksiyalari saqlanishi zarur.

Korxonalarda zararli omillarni kamaytirishning samarali yo‘li — alohida qurilma sotib olish emas, balki xavfni aniqlash, uni manbada kamaytirish, ta’sirni ishonchli o‘lchash va natijani doimiy tekshirishga asoslangan yaxlit tizim yaratishdir. Mahalliy so‘rish ventilyatsiyasi, germetiklash va xavfsizroq material tanlash ko‘plab holatlarda asosiy himoya chorasi bo‘lib qoladi; raqamli sensorlar va IIoT esa xavfning o‘zgarishini kuzatish hamda tezkor javobni yaxshilaydi. Robotlashtirish xavfli vazifalardan xodimni uzoqlashtirishi mumkin, biroq yangi mexanik va tashkiliy xavflarni ham nazorat qilishni talab etadi.

Sun’iy intellekt va bashoratli tahlil profilaktik qarorlarni qo‘llab-quvvatlaydi, ammo ishonchli o‘lchov, inson nazorati va tekshirilgan himoya algoritmlari o‘rnini bosa olmaydi. Texnologiyalarni tanlashda ish joyining o‘ziga xos xususiyatlari, texnik xizmat, xodimlar ishtiroki, maxfiylik va kiberxavfsizlik birgalikda baholanishi lozim. Eng muhim natija — zararli omil darajasining amaliy o‘lchovlar bilan tasdiqlangan kamayishi va xavfsiz mehnat madaniyatining barqaror shakllanishidir.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. World Health Organization (WHO). Occupational health. https://www.who.int/health-topics/occupational-health
2. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Hierarchy of Controls. Centers for Disease Control and Prevention, 2024. https://www.cdc.gov/niosh/hierarchy-of-controls/about/
3. International Labour Organization (ILO). Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalization at work. Global Report, 2025.

https://www.ilo.org/publications/revolutionizing-health-and-safety-role-ai-and-digitalization-work

4. International Organization for Standardization (ISO). ISO 45001:2018 — Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. https://www.iso.org/standard/63787.html
5. World Health Organization (WHO). Risks in ambient work environment. https://www.who.int/tools/occupational-hazards-in-health-sector/risks-in-ambient-work-environment
6. O‘zbekiston Respublikasining “Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonuni. 2016-yil 22-sentabr, O‘RQ-410-son (yangi tahrir). Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi — LexUZ. https://lex.uz/uz/acts/-3031427
7. O‘zbekiston Respublikasining Mehnat kodeksi. 2022-yil 28-oktabr, O‘RQ-798-son. Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi — LexUZ. https://lex.uz/uz/docs/-6257288