IQRO JURNALI , IQRO JOURNAL, ИКРО ЖУРНАЛИ
ISSN:2181-4341| wordlyknowledge.uz/index.php/iqro
Volume 23 Issue 01 AVGUST 2026

AQLLI KASKA — ISHLAB CHIQARISH XAVFSIZLIGINI OSHIRISHGA QARATILGAN INNOVATSION HIMOYA VOSITASI

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.22077579

Annotatsiya. Mazkur maqolada ishlab chiqarish korxonalari, qurilish maydonlari, energetika, konchilik va boshqa xavfli mehnat sharoitlarida xodimlarning hayoti va sog‘lig‘ini muhofaza qilishga qaratilgan innovatsion “aqlli kaska” konsepsiyasi yoritilgan. An’anaviy himoya kaskalarining asosiy vazifasi xodim boshini mexanik zarbalardan himoya qilishdan iborat bo‘lsa, taklif etilayotgan aqlli kaska xavfli vaziyatlarni zamonaviy sensorlar va elektron monitoring vositalari yordamida aniqlash hamda xodimni ogohlantirish imkoniyatini kengaytirishga qaratilgan. Loyihada yiqilish va kuchli zarbani aniqlash, atrof-muhit haroratini monitoring qilish, xavfli gazlar mavjudligini aniqlash, favqulodda signal berish, ishchining joylashuvini aniqlash va ma’lumotlarni masofaviy monitoring tizimiga uzatish kabi funksiyalar ko‘rib chiqilgan. Maqolada aqlli kaskaning texnik tuzilishi, ishlash prinsipi, sensorlar tizimi, dasturiy ta’minoti, xavfsizlik algoritmi va amaliy qo‘llash imkoniyatlari tahlil qilinadi. Taklif etilayotgan loyiha ishlab chiqarish xavfsizligini raqamlashtirish va favqulodda vaziyatlarga tezkor javob berish imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qilishi mumkin.
Kalit so‘zlar: aqlli kaska, smart helmet, mehnat muhofazasi, ishlab chiqarish xavfsizligi, shaxsiy himoya vositalari, sensor, GPS, gaz sensori, harorat sensori, akselerometr, giroskop, favqulodda signal, monitoring, raqamli xavfsizlik, IoT.

Abstract: This article presents the concept of an innovative “smart helmet” designed to protect the lives and health of workers in industrial enterprises, construction sites, the energy sector, mining, and other hazardous working environments. While the primary function of conventional protective helmets is to protect the worker’s head from mechanical impacts, the proposed smart helmet expands safety capabilities by detecting hazardous situations using modern sensors and electronic monitoring technologies. The project considers such functions as detecting falls and severe impacts, monitoring ambient temperature, detecting the presence of hazardous gases, providing emergency alerts, determining the worker’s location, and transmitting data to a remote monitoring system. The article analyzes the technical structure of the smart helmet, its operating principle, sensor system, software, safety algorithm, and practical application possibilities. The proposed project can contribute to the digitalization of occupational safety and expand the capabilities for rapid response to emergency situations.
Keywords: smart helmet, occupational safety, industrial safety, personal protective equipment, sensor, GPS, gas sensor, temperature sensor, accelerometer, gyroscope, emergency alert, monitoring, digital safety, IoT.

Ishlab chiqarish va qurilish sohalarida xodimlarning hayoti va sog‘lig‘ini muhofaza qilish zamonaviy mehnat xavfsizligi tizimining eng muhim vazifalaridan biridir. Turli ishlab chiqarish jarayonlarida xodim mexanik zarba, balandlikdan yiqilish, yuqori yoki past harorat, zaharli gazlar, chang, elektr xavfi, shovqin va boshqa xavfli omillarga duch kelishi mumkin. Bunday xavflarning oldini olish uchun texnik, tashkiliy va individual himoya choralaridan foydalaniladi.

Shaxsiy himoya vositalari orasida himoya kaskasi alohida o‘rin tutadi. Qurilish, sanoat, energetika, konchilik va boshqa sohalarda himoya kaskasi xodim boshini tushuvchi predmetlar va mexanik zarbalardan himoya qilishga xizmat qiladi. Biroq an’anaviy kaska asosan passiv himoya vositasi hisoblanadi. Ya’ni u xavf yuzaga kelganidan keyin xodimni ma’lum darajada himoya qiladi, ammo xavfni oldindan aniqlash, xodimning holatini kuzatish yoki favqulodda vaziyat haqida mas’ul shaxsga avtomatik xabar berish imkoniyatiga ega emas.

Shu nuqtayi nazardan, zamonaviy elektronika, sensorlar, simsiz aloqa texnologiyalari va ma’lumotlarni qayta ishlash tizimlaridan foydalanib, an’anaviy himoya kaskasining imkoniyatlarini kengaytirish istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Taklif etilayotgan “Aqlli kaska” loyihasining asosiy g‘oyasi ham aynan shundan iborat.



1-rasm. Aqlli kaskaning umumiy konseptual ko‘rinishi

Rasmda ishchi boshida aqlli kaska, kaska ustida sensorlar, old qismida signal chirog‘i, yon tomonida SOS tugmasi va ichki qismida elektron modul joylashuvi ko‘rsatilishi maqsadga muvofiq.

Aqlli kaska — bu himoya kaskasiga elektron monitoring va ogohlantirish funksiyalarini integratsiya qilish asosida ishlab chiqilayotgan innovatsion shaxsiy himoya vositasidir. Uning asosiy maqsadi xodimni faqat mexanik xavfdan himoya qilish bilan cheklanmasdan, ish

muhitidagi ayrim xavfli holatlarni aniqlash va ular yuzaga kelganda xodimni hamda zarur hollarda mas’ul shaxslarni ogohlantirishdan iborat.

Loyihaning dastlabki konsepsiyasida bir nechta asosiy sensorlardan foydalanish ko‘zda tutiladi. Akselerometr va giroskop yordamida kaskaning keskin harakati, kuchli zarba yoki xodimning yiqilishiga xos holatlarni aniqlash mumkin. Harorat sensori ish joyidagi haroratning belgilangan chegaralardan oshishini kuzatishga yordam beradi. Tegishli gaz sensori esa loyiha talablaridan kelib chiqib, muayyan xavfli gazlarning mavjudligini aniqlash uchun qo‘llanishi mumkin.

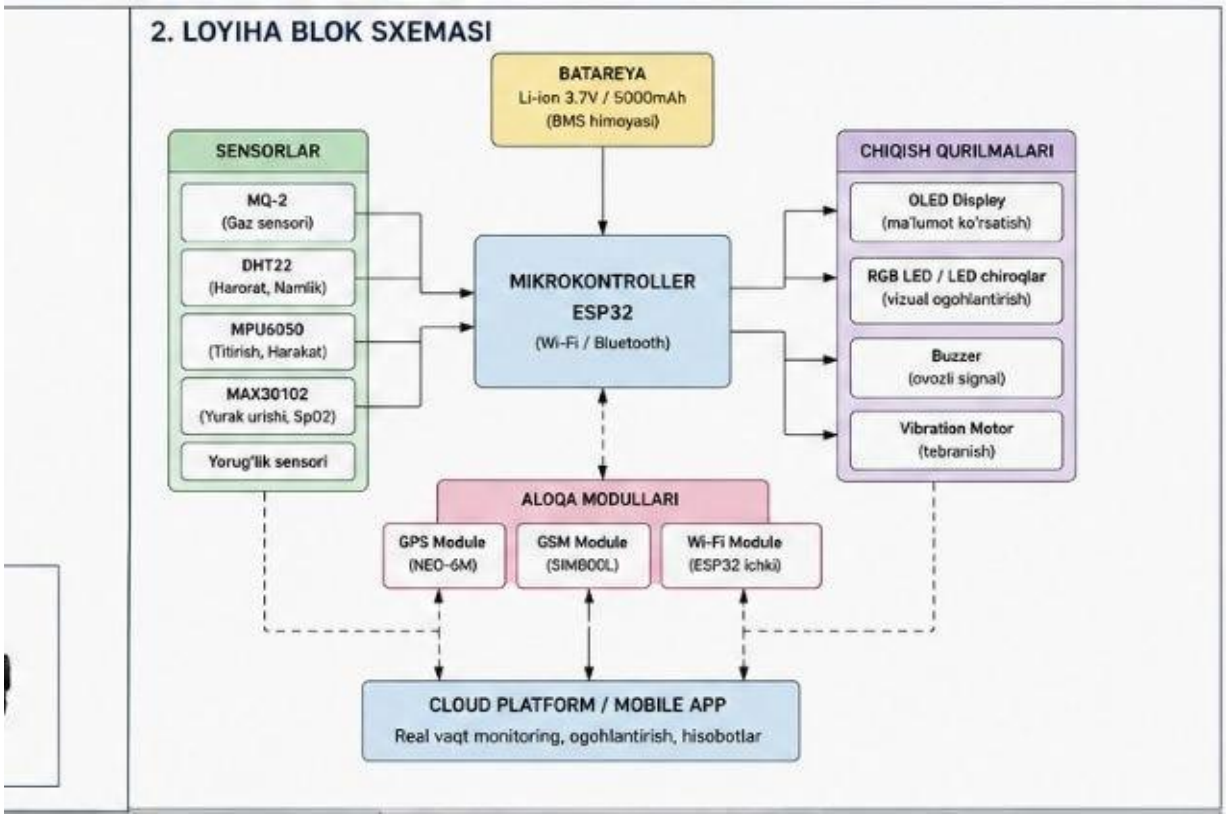
GPS yoki boshqa joylashuv texnologiyasi kaskadan foydalanayotgan xodimning joylashuvini aniqlash imkoniyatini yaratadi. Bu ayniqsa katta qurilish maydonlari, konlar, omborlar va boshqa keng hududlarda ishlaydigan xodimlar uchun foydali bo‘lishi mumkin.

Aqlli kaskaning yana bir muhim elementi favqulodda SOS tugmasidir. Xodim xavfli vaziyatga tushib qolganida ushbu tugma orqali yordam signalini yuborishi mumkin. Signal lokal ovozli yoki yorug‘lik indikatori orqali xodimning o‘zini ham ogohlantirishi, aloqa moduli mavjud bo‘lgan holatda esa mas’ul shaxs yoki monitoring tizimiga uzatilishi mumkin.

Aqlli kaskaning asosiy funksiyalari

Funksiya	Texnik vosita	Asosiy vazifasi
Zarba aniqlash	Akselerometr	Kuchli mexanik zarbani aniqlash
Yiqilishni aniqlash	Akselerometr + giroskop	Keskin harakat va holat o‘zgarishini aniqlash
Harorat monitoringi	Harorat sensori	Atrof-muhit haroratini kuzatish
Gaz monitoringi	Mos gaz sensori	Belgilangan gaz xavfini aniqlash
Joylashuv	GPS/GNSS moduli	Xodimning taxminiy joylashuvini aniqlash
Favqulodda signal	SOS tugmasi	Xodim tomonidan yordam chaqirish
Ogohlantirish	Buzzer/LED	Xodimga xavf haqida signal berish
Ma’lumot uzatish	Bluetooth/LoRa/Wi-Fi yoki boshqa aloqa moduli	Ma’lumotlarni monitoring tizimiga uzatish

Aqlli kaskaning ishlash prinsipi quyidagi ketma-ketlik asosida tashkil etilishi mumkin: sensorlar atrof-muhit va kaska holati haqidagi ma’lumotlarni yig‘adi, mikrokontroller ushbu ma’lumotlarni qayta ishlaydi, belgilangan xavf mezonlaridan biri aniqlansa, ogohlantirish mexanizmi ishga tushadi. Zarur texnik infratuzilma mavjud bo‘lsa, tegishli xabar masofaviy monitoring tizimiga ham yuborilishi mumkin.



2-rasm. Aqlli kaskaning ishlash prinsipining blok-sxemasi

Sensorlar → Mikrokontroller → Xavfni baholash → Ogohlantirish → Monitoring tizimiga ma’lumot uzatish

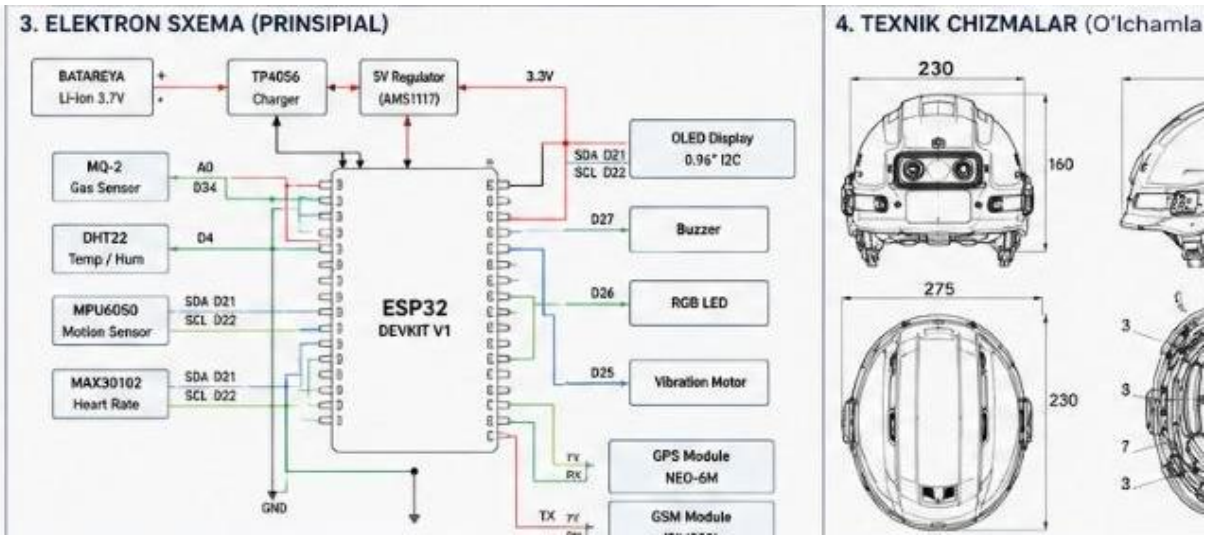
Aqlli kaskaning markaziy elementi mikrokontroller bo‘lib, u turli sensorlardan kelayotgan ma’lumotlarni qabul qiladi va qayta ishlaydi. Masalan, akselerometr keskin tezlanish yoki zarbani aniqlaganida mikrokontroller ushbu signalni boshqa sensorlar ma’lumotlari bilan birgalikda tahlil qilishi mumkin. Bu yondashuv oddiy bitta signalga asoslangan noto‘g‘ri ogohlantirishlar sonini kamaytirishga yordam beradi.

Yiqilishni aniqlash funksiyasi loyihaning eng muhim yo‘nalishlaridan biridir. Faqat akselerometrdan foydalanish ayrim hollarda noto‘g‘ri signal hosil qilishi mumkin, chunki ishchi tez harakatlanganda yoki kaska tasodifan urilganda ham kuchli tezlanish yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli akselerometr ma’lumotlarini giroskop ma’lumotlari bilan birgalikda tahlil qilish maqsadga muvofiq. Kelgusida algoritmni takomillashtirish orqali ishchining holati, zarba kuchi, harakat yo‘nalishi va vaqt oralig‘i kabi parametrlarni ham hisobga olish mumkin.

Aqlli kaskaning harorat monitoringi funksiyasi ham muhim ahamiyatga ega. Yuqori haroratli ishlab chiqarish muhitlarida yoki ochiq maydonda ishlash sharoitida atrof-muhit haroratining oshishi xodim uchun noqulay yoki xavfli sharoitlarni yuzaga keltirishi mumkin. Sensor ma’lumotlari belgilangan chegaraga yetganda kaska ovozli yoki yorug‘lik signali orqali xodimni ogohlantirishi mumkin.

Gaz monitoringi funksiyasini joriy qilishda esa alohida ehtiyotkorlik talab qilinadi. Turli gazlarning xususiyatlari va xavf chegaralari bir-biridan farq qiladi. Shu sababli kaskaga o‘rnatiladigan gaz sensori ishlatiladigan muhitda mavjud bo‘lishi mumkin bo‘lgan konkret xavfga mos tanlanishi kerak. Bir dona universal sensor barcha gazlarni aniqlaydi degan yondashuv ilmiy va texnik jihatdan to‘g‘ri emas.

Aqlli kaskaning texnik tuzilishi imkon qadar ixcham va ergonomik bo‘lishi kerak. Elektron komponentlar kaskaning himoya xususiyatlariga xalaqit bermasligi, xodimning harakatini cheklamasligi va mexanik mustahkamlik talablariga zid bo‘lmasligi lozim. Elektron modullarni joylashtirishda kaskaning ishlab chiqaruvchi tomonidan belgilangan konstruktiv xususiyatlarini buzmaslik alohida ahamiyatga ega.



3-rasm. Aqlli kaskaning taxminiy texnik tuzilishi: sensorlar, mikrokontroller, aloqa moduli, batareya va ogohlantirish qurilmalari

Loyihada elektr ta’minoti masalasi ham muhim o‘rin tutadi. Aqlli kaska ixcham qayta zaryadlanuvchi batareya yordamida ishlashi mumkin. Bunda batareyaning sig‘imi, ishlash davomiyligi, zaryadlash vaqti va xavfsizligi hisobga olinadi. Elektron komponentlarning energiya sarfini kamaytirish uchun sensorlarni doimiy yuqori quvvat rejimida ishlatish o‘rniga energiya tejovchi algoritmlardan foydalanish mumkin.

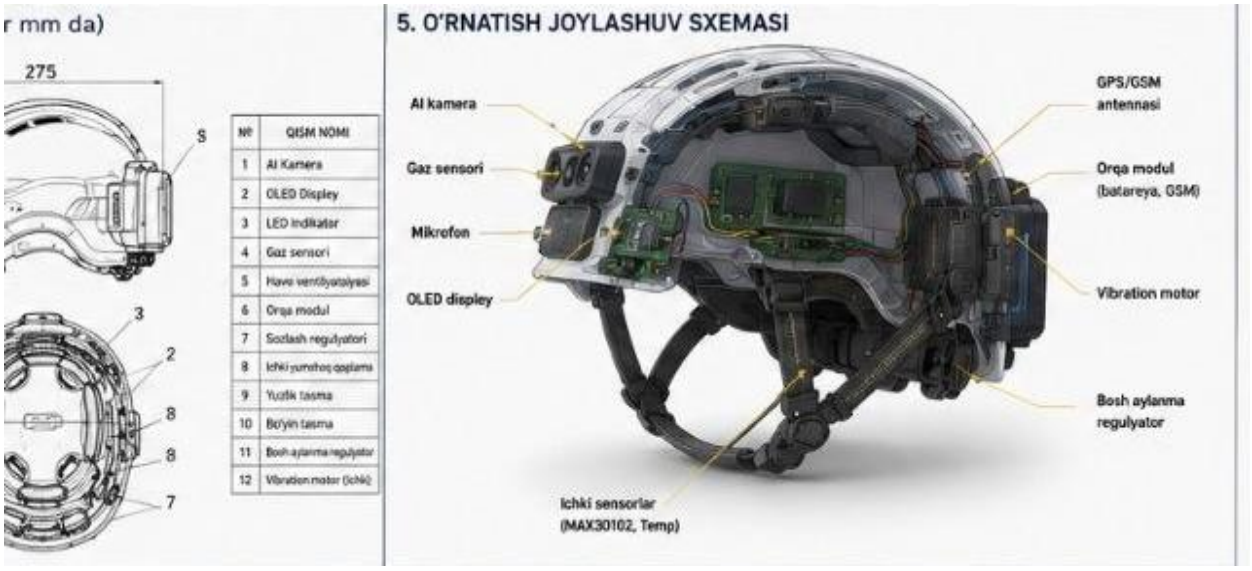
Aqlli kaskada ma’lumotlarni uzatish uchun tanlanadigan aloqa texnologiyasi foydalanish sharoitiga bog‘liq. Kichik yopiq hududlarda Bluetooth yoki Wi-Fi kabi texnologiyalar mos kelishi mumkin. Katta ishlab chiqarish hududlarida esa uzoqroq masofaga ma’lumot uzatish imkoniyatiga ega texnologiyalar ko‘rib chiqilishi mumkin. Aloqa vositasini tanlashda masofa, energiya sarfi, signal barqarorligi, hududning xususiyatlari va tizim narxi hisobga olinishi kerak.

Aqlli kaskaning oddiy himoya kaskasidan asosiy farqi uning xavfni aniqlash va ma’lumot uzatish imkoniyatlaridadir.

Ko‘rsatkich	Oddiy himoya kaskasi	Aqlli kaska
Boshni mexanik himoya qilish	Ha	Ha
Zarba haqida avtomatik signal	Odatda yo‘q	Loyihaga kiritilishi mumkin
Yiqilishni aniqlash	Yo‘q	Ha
Harorat monitoringi	Yo‘q	Ha
Gaz monitoringi	Yo‘q	Tegishli sensor bilan
GPS/GNSS	Yo‘q	Loyihaga kiritilishi mumkin
SOS tugmasi	Yo‘q	Ha

Masofaviy monitoring	Yo‘q	Aloqa moduli orqali mumkin
Ma’lumotlarni saqlash/tahlil qilish	Yo‘q	Dasturiy tizimga bog‘liq

Aqlli kaskaning yana bir muhim jihati — ma’lumotlarni masofadan monitoring qilish imkoniyatidir. Masalan, bir nechta xodim aqlli kaskalardan foydalansa, ularning xavfsizlik holati yagona monitoring panelida aks ettirilishi mumkin. Tizim xavf aniqlangan xodimni belgilab, uning joylashuvi va aniqlangan xavf turi haqida ma’lumot ko‘rsatishi mumkin.



4-rasm. Aqlli kaska va masofaviy monitoring tizimi o‘rtasidagi axborot almashinuvi

Aqlli kaska → Simsiz aloqa → Server/monitoring tizimi → Dispetcher yoki mas’ul xodim

Bunday tizimning amaliy ahamiyati shundaki, favqulodda holat yuz berganida yordam ko‘rsatishga mas’ul shaxs hodisani imkon qadar tezroq bilib olishi mumkin. Ayniqsa xodim yolg‘iz ishlayotgan yoki ish joyi boshqa xodimlardan uzoqda bo‘lgan holatlarda bunday funksiya foydali bo‘lishi mumkin.

Biroq aqlli kaska loyihasini ishlab chiqishda xavfsizlikning asosiy tamoyili unutmaslik kerak: elektron tizim himoya kaskasining asosiy mexanik himoya funksiyasini almashtirmaydi. Aqlli kaska, avvalo, amaldagi tegishli xavfsizlik talablariga javob beradigan himoya kaskasi asosida ishlab chiqilishi va elektron komponentlar uning himoya xususiyatlarini pasaytirmasligi kerak.

Startapning dastlabki prototipini yaratishda barcha funksiyalarni birdaniga kiritish shart emas. Dastlab zarba/yiqilishni aniqlash, SOS tugmasi, LED yoki ovozli ogohlantirish hamda harorat monitoringidan iborat minimal ishlaydigan prototip yaratish mumkin. Keyingi bosqichlarda GPS, gaz sensori, masofaviy monitoring va mobil ilova kabi funksiyalar qo‘shilishi mumkin.

Aqlli kaskaning bosqichma-bosqich rivojlantirish modeli

Bosqich	Asosiy funksiyalar	Maqsad
1-bosqich	Kaska + akselerometr + SOS	Asosiy prototipni yaratish
2-bosqich	Giroskop + harorat sensori	Aniqlash imkoniyatlarini kengaytirish
3-bosqich	GPS/GNSS + aloqa moduli	Joylashuv va signal uzatish
4-bosqich	Gaz sensori	Maxsus xavfli muhitlarni monitoring qilish
5-bosqich	Mobil/web monitoring	Masofaviy nazorat
6-bosqich	Ma’lumotlarni tahlil qilish	Xavflarni oldindan baholash va tizimni takomillashtirish

Aqlli kaska startapining iqtisodiy samaradorligi ham alohida o‘rganilishi lozim. Qurilmaning narxi sensorlar soni, mikrokontroller, aloqa moduli, batareya, korpus, dasturiy ta’minot va ishlab chiqarish hajmiga bog‘liq bo‘ladi. Startapning asosiy maqsadi faqat ko‘proq elektron komponentlarni bitta qurilmaga joylashtirish emas, balki xavfsizlik muammosini iqtisodiy jihatdan maqbul va amaliy yechim bilan hal qilishdan iborat bo‘lishi kerak.

Loyihaning potensial qo‘llanish sohalariga qurilish, sanoat korxonalari, energetika, konchilik, ombor va logistika, neft-gaz sohasi, kommunal xizmatlar, texnik xizmat ko‘rsatish va boshqa xavf mavjud bo‘lgan ish joylarini kiritish mumkin. Biroq har bir sohada qo‘llashdan oldin aynan shu ish muhitining xavflari, texnik talablar va amaldagi xavfsizlik standartlari alohida baholanishi kerak.

Aqlli kaska konsepsiyasining yana bir istiqbolli yo‘nalishi — ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilishdir. Uzoq muddat davomida to‘plangan ma’lumotlar asosida qaysi hududlarda ko‘proq xavf yuzaga kelishi, qanday vaziyatlarda xodimlar ko‘proq ogohlantirilishi va qaysi xavfsizlik choralarini kuchaytirish kerakligi haqida tahliliy xulosalar olish mumkin. Kelgusida sun’iy intellekt va mashinaviy o‘rganish algoritmlaridan foydalanish orqali xavfli holatlarni prognozlash imkoniyatlarini ham tadqiq qilish mumkin.

Shunday qilib, “Aqlli kaska” loyihasi oddiy himoya vositasini raqamli monitoring tizimi bilan birlashtirishga qaratilgan istiqbolli startap konsepsiyasi sifatida qaralishi mumkin. Uning asosiy yangiligi xodimning boshini mexanik himoya qilish bilan bir qatorda, ish muhitidagi ayrim xavflarni sensorlar orqali aniqlash, xodimni ogohlantirish va zarur hollarda masofaviy monitoring tizimiga ma’lumot uzatish imkoniyatlarini yaratishdan iborat.

Xulosa. Ishlab chiqarish xavfsizligini zamonaviy raqamli texnologiyalar asosida takomillashtirish bugungi kunda muhim yo‘nalishlardan biridir. Taklif etilayotgan “Aqlli kaska” konsepsiyasi an’anaviy shaxsiy himoya vositasining imkoniyatlarini kengaytirish orqali xodim xavfsizligini monitoring qilishga qaratilgan. Akselerometr, giroskop, harorat sensori, tegishli gaz sensori, GPS/GNSS, SOS tugmasi, ogohlantirish qurilmalari va simsiz aloqa modullarining integratsiyasi natijasida xavfli vaziyatlarni aniqlash va ular haqida tezkor xabar berish imkoniyatiga ega tizim yaratish mumkin.

Loyihaning keyingi bosqichida texnik prototipni ishlab chiqish, sensorlarning aniqligini sinovdan o‘tkazish, energiya sarfini optimallashtirish, aloqa barqarorligini tekshirish, foydalanuvchi uchun qulaylikni baholash va tegishli xavfsizlik hamda texnik talablar bo‘yicha muvofiqlikni ta’minlash zarur. Natijada aqlli kaska nafaqat innovatsion startap, balki ishlab chiqarish xavfsizligini raqamlashtirishga qaratilgan amaliy texnologik yechim sifatida rivojlantirilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasining Mehnat kodeksi.
2. O‘zbekiston Respublikasining mehnatni muhofaza qilish sohasidagi amaldagi qonunchilik hujjatlari.
3. ISO 45001 — Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use.
4. International Labour Organization (ILO) — Occupational Safety and Health materiallari.
5. Shaxsiy himoya vositalariga oid amaldagi texnik reglamentlar va standartlar.
6. Himoya kaskalari va shaxsiy himoya vositalari ishlab chiqaruvchilarining texnik hujjatlari.
7. Sensorlar, mikrokontrollerlar va IoT qurilmalarining texnik hujjatlari.