# ENERGETIKA KORXONALARIDA ELEKTR XAVFSIZLIGI VA MEHNAT MUHOFAZASINI AVTOMATLASHTIRILGAN XAVFLARNI BAHOLASH TIZIMLARI ORQALI TAKOMILLASHTIRISH

**Rustamov Shahriyor Shuhrat o'g'li**
Qarshi davlat texnika universiteti,
Energetika muhandisligi fakulteti,
Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi yo'nalishi,
MMT-113-25 guruh talabasi
E-mail: rustamovshahriyor84@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.21888563

**ANNOTATSIYA:** Ushbu tadqiqot ishida energetika sohasi korxonalarida, xususan, yuqori kuchlanishli nimstansiyalar va elektr qurilmalariga xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning mehnat muhofazasini ta'minlash va elektromagnit hamda elektr jarohatlanish xavflarini kamaytirish masalalari tadqiq etilgan. Ishda an'anaviy xavfsizlik yo'riqnomalarining yetarsizligi ko'rsatib berilib, Fine-Kinney va ISO 45001 xalqaro standartlariga asoslangan avtomatlashtirilgan xavf-xatarlarni baholish hamda real vaqt rejimida shaxsiy himoya vositalari (SHHV) monitoringini olib boruvchi IoT-tizim taklif etilgan. Tadqiqot natijalari raqamli monitoring va avtomatlashtirilgan risk-menedjmentni joriy etish orqali energetika ob'yektlarida ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalarni 75–85% ga va elektr toki urishi xavfini 90% ga kamaytirish imkoniyatini isbotlaydi.

**Kalit so'zlar:** Mehnat muhofazasi, texnika xavfsizligi, elektr jarohati, Fine-Kinney usuli, risk-menedjment, ISO 45001, IoT datchiklari, yuqori kuchlanish.

# IMPROVING ELECTRICAL SAFETY AND OCCUPATIONAL HEALTH IN ENERGY ENTERPRISES VIA AUTOMATED RISK ASSESSMENT SYSTEMS

**ABSTRACT:** This research investigates the enhancement of occupational health and safety in energy enterprises, particularly focusing on mitigating electromagnetic hazards and electrical injury risks for personnel servicing high-voltage substations. The study highlights the limitations of conventional safety briefings and proposes an automated risk assessment system integrated with real-time Personal Protective Equipment (PPE) monitoring based on Fine-Kinney and ISO 45001 standards. The results demonstrate that implementing digital monitoring and automated risk management can reduce occupational accidents in power facilities by 75–85% and electrical shock risks by 90%.

**Keywords:** Occupational health, technical safety, electrical injury, Fine-Kinney method, risk management, ISO 45001, IoT sensors, high voltage.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПОСРЕДСТВОМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОЦЕНКИ РИСКОВ

**АННОТАЦИЯ:** В данной исследовательской работе изучены вопросы обеспечения охраны труда и снижения рисков электротравматизма и электромагнитного воздействия на персонал, обслуживающий высоковольтные подстанции и электроустановки. В статье обоснована недостаточность традиционных инструктажей по технике безопасности и предложена автоматизированная система оценки рисков на основе методов Файна-Кинни и стандарта ISO 45001 с интеграцией IoT-мониторинга применения средств индивидуальной защиты (СИЗ) в реальном времени. Результаты исследования доказывают, что внедрение цифрового мониторинга позволяет снизить производственный травматизм на объектах энергетики на 75–85% и риски поражения электрическим током на 90%.

**Ключевые слова:** Охрана труда, техника безопасности, электротравма, метод Файна-Кинни, управление рисками, ISO 45001, IoT-датчики, высокое напряжение.

## 1.KIRISH (INTRODUCTION)

Energetika sohasi inson hayoti va salomatligi uchun yuqori darajadagi xavf-xatarlar mavjud bo'lgan sanoat tarmoqlaridan biridir. Yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlari, nimstansiyalar va transformator punktlariga xizmat ko'rsatish jarayonida xodimlar elektr toki urishi, elektr yoyi chaqnashi, elektromagnit maydoni nurlanishi hamda balandlikda ishlash bilan bog'liq xavf-xatarlarga duch keladilar.

Statistik ma'lumotlarga ko'ra, energetika ob'yektlaridagi jarohatlanishlarning aksariyati inson omili, ya'ni texnika xavfsizligi qoidalariga rioya qilmaslik, shaxsiy himoya vositalarini (SHHV) noto'g'ri qo'llash yoki xavf-xatarlarni oldindan to'g'ri baholamaslik natijasida yuzaga keladi. An'anaviy mehnat muhofazasi tizimlari asosan hodisa sodir bo'lgandan keyingi tahlilga tayanadi. Hozirgi zamonaviy talab esa xavfni yuzaga kelmasdan turib barvaqt aniqlash va neytrallashdan iboratdir.

**Tadqiqotning maqsadi:** Energetika ob'yektlarida elektr xavfsizligi va mehnat muhofazasini raqamli monitoring hamda Fine-Kinney matrisaviy risk-menedjment usullarini avtomatlashtirish orqali takomillashtirishning ilmiy-amaliy modelini ishlab chiqish.

## 2.METODOLOGIYA (METHODS)

Tadqiqotda professional xavflarni baholashning xalqaro Fine-Kinney usulidan foydalanildi. Energetika ob'yektidagi har bir ish o'rni va texnik operatsiya uchun Xavf Darajasi Ko'rsatkichi (R - Risk Score) quyidagi tenglama bo'yicha hisoblandi:

**Formula**

$$R = P * E * C$$

Bu yerda:

- **P (Probability)** — xavfli hodisaning sodir bo'lish ehtimolligi (0.1 dan 10 gacha bo'lgan ball);
- **E (Exposure)** — xodimning xavfli zonada bo'lish tezligi va davomiyligi (0.5 dan 10 gacha);
- **C (Consequence)** — xavfli hodisa oqibatining og'irlik darajasi (1 dan 100 gacha ball).

Olingan ***R*** qiymatiga ko'ra xavf darajalari 5 ta kategoriyaga bo'lindi (past xavfdan to kritik xavfgacha). Ishga ruxsat berish (naryad-ruxsatnoma) jarayoni IoT datchiklari va aqlli kaskalar orqali olingan ma'lumotlar bilan integratsiya qilindi.

**3. NATIJALAR (RESULTS)**

Yuqori kuchlanishli (110–220 kV) nimstansiyada ta'mirlash ishlarini olib boruvchi 50 nafar elektromontyorlar ish faoliyati doirasida an'anaviy va avtomatlashtirilgan mehnat muhofazasi tizimlari qiyosiy tahlil qilindi. Natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

**1-jadval. An'anaviy va avtomatlashtirilgan mehnat muhofazasi tizimlarining samaradorlik ko'rsatkichlari**

| Ko'rsatkichlar | An'anaviy mehnat muhofazasi tizimi | Avtomatlashtirilgan IoT Risk-Management tizimi | O'zgarish ko'rsatkichi (%) |
|---|---|---|---|
| **Xavf-xatarlarni aniqlash aniqligi (%)** | 45 – 55% | 92 – 98% | +80% ga oshish |
| **SHHV qo'llash ustidan nazorat** | Vizual (davriy) | Datchikli uzluksiz (onlayn) | 100% qamrov |
| **Balandlikda va tok ostida xavfli hududga kirish holatlari (oyiga)** | 12 – 15 marotaba | 0 – 1 marotaba | 93% ga kamayish |
| **Ishga ruxsatnoma rasmiylashtirish vaqti (daqiqa)** | 40 – 60 daqiqa | 10 – 15 daqiqa | 75% vaqt tejash |
| **Ishlab chiqarishdagi mikrojarohatlar soni (yillik)** | 8 – 10 ta | 1 – 2 ta | 80% ga kamayish |

Tadqiqot natijalariga ko'ra:

1.**Aqlli SHHV (Smart PPE):** Elektromontyorning dielektrik qo'lqobi va poyabzaliga o'rnatilgan datchiklar kuchlanish ostidagi uskunaga 1.5 metrdan yaqinlashganda ovozli ogohlantirish beradi va xavf darajasi $R > 320$ bo'lganda avtomatik ravishda uskunani bloklaydi.

2.**Raqamli naryad-ruxsatnoma:** Ishchi xodim xavfsizlik sinovidan o'tmaguncha va barcha SHHV to'liq kiyilganligi skaner qilinmaguncha tizim uni yuqori xavfli zonaga kirishiga to'sqinlik qiladi.

## 4. MUHOKAMA (DISCUSSION)

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, energetika sohasi korxonalarida mehnat muhofazasini avtomatlashtirish raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt algoritmik modellari bilan uzviy bog'liqdir.

Ayni paytda quyidagi amaliy qiyinchiliklar mavjud:

1. **Datchiklarning kuchli elektromagnit maydonida ishlashi:** Yuqori kuchlanishli nimstansiyalardagi kuchli elektromagnit maydonlar ba'zan simsiz IoT sensorlarining signallariga xalaqit berishi mumkin.
2. **Kadrlar psixologik tayyorgarligi:** Uzoq yillik tajribaga ega xodimlarning yangi raqamli nazorat vositalariga moslashishi va xavfsizlik madaniyatini shakllantirish zarurati.

Biroq, energetika tarmoqlarida mehnat muhofazasiga kiritilgan sarmoya potentsial avariyalar va inson salomatligiga yetkaziladigan zararlarni oldini olish orqali yuqori iqtisodiy va ijtimoiy samara beradi.

## XULOSA VA TAKLIFLAR (CONCLUSION)

Energetika korxonalarida elektr xavfsizligi va mehnat muhofazasi tizimini tubdan isloh qilish doirasida quyidagi tavsiyalar ilgari suriladi:

1. **ISO 45001 va Fine-Kinney matrisasini raqamlashtirish:** Energetika ob'yektlarida xavflarni har kuni avtomatik hisoblab chiquvchi dasturiy ta'minotni joriy etish.
2. **Aqlli SHHV majmualarini tatbiq etish:** Kuchlanish indikatoriga ega kaskalar va simsiz signal beruvchi dielektrik vositalardan foydalanish.
3. **VR-simulatorlar yordamida o'qitish:** Xodimlarni favqulodda avariya holatlarida to'g'ri harakat qilishga o'rgatuvchi virtual reallik (VR) o'quv markazlarini tashkil etish.
4. **Mehnat muhofazasida GIS-monitoring:** Yirik energetika tizimlarida xodimlarning joylashuvini real vaqt rejimida xaritada ko'rsatuvchi dispetcherlik nazoratini yo'lga qo me'yorga qo'yish.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. O'zbekiston Respublikasining 2016-yil 22-sentyabrdagi O'RQ-410-son "Mehnatni muhofaza qilish to'g'risida"gi Qonuni (yangi tahriri).
2. Xolmatov, U. T., & Rustamov, SH. SH. (2023). *Energetika inshootlarida elektr xavfsizligi va kasbiy xavf-xatarlarni boshqarish*. Toshkent: "Fan va texnologiya", 190-b.
3. ISO 45001:2018. *Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*. International Organization for Standardization, Geneva.
4. Smith, R., & Taylor, J. (2022). *IoT-based smart Personal Protective Equipment for high-voltage electrical safety*. IEEE Transactions on Industry Applications, 58(4), 4812–4821.
5. ILO. (2024). *Safety and Health in the Use of Machinery and Electrical Installations in the Energy Sector*. International Labour Organization Code of Practice, Geneva.