

ELEKTROMAGNIT MUHITNI MONITORING QILISHDA ZAMONAVIY AVTOMATLASHTIRISH TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH

S.Omonov

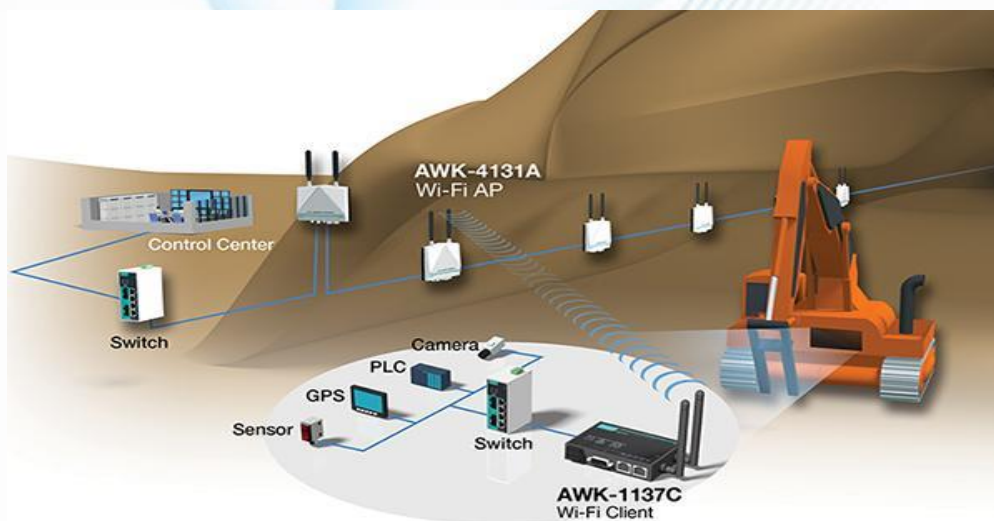
Jiizax politexnika instituti

Annotatsiya: *Ushbu maqolada qishloq hududlarida elektromagnit maydonlarni avtomatlashtirilgan monitoring tizimlar yordamida nazorat qilish masalalari ko'rib chiqilgan. Zamonaviy monitoring texnologiyalari — dronlar, mobil sensorlar, bulutli hisoblash, GIS tizimlari va sun'iy intellekt — ning elektromagnit muhitni baholashdagi roli o'rganilgan. Python dasturlash tili yordamida 8 ta haqiqiy o'lchov nuqtasidagi elektromagnit maydon darajasi ICNIRP/WHO xalqaro me'yorlari bilan taqqoslangan. Raspberry Pi 4 mikrokontrolleri, Narda NBM-550 sensori va quyosh paneli asosida qurilgan avtonomaviy monitoring qurilmasining texnik xususiyatlari keltirilgan. O'tkazilgan o'lchovlar natijasida tadqiq etilgan hududdagi elektromagnit maydon darajasi belgilangan me'yorlardan sezilarli darajada past ekanligi aniqlangan. Shu bilan birga, doimiy monitoring zaruriyati ta'kidlangan.*

Kalit so'zlar: *Elektromagnit monitoring, ICNIRP me'yori, avtomatlashtirish, dron texnologiyasi, GIS, bulutli hisoblash, Raspberry Pi, Python, elektromagnit maydon, qishloq hududi, kiberxavfsizlik, mobil sensor*

Monitoring tizimlarini avtomatlashtirish aloqa sifatini yaxshilashda ham muhim ahamiyatga ega. Avtomatik tizimlar interferensiya manbalarini aniqlaydi, signal kuchini tahlil qiladi va aloqa tizimlarining optimal ishlashini ta'minlashga yordam beradi. Mobil monitoring qurilmalari ham avtomatlashtirish tizimining tarkibiy qismi hisoblanadi. Portativ sensorlar va mobil laboratoriyalar yordamida elektromagnit maydonlarni turli hududlarda tezkor o'lchash mumkin. Ushbu qurilmalar ayniqsa qishloq hududlarida samarali qo'llaniladi. Dron texnologiyalaridan foydalanish monitoring tizimlarining imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda. Sensorlar bilan jihozlangan dronlar katta hududlarni qisqa vaqt ichida nazorat qiladi va elektromagnit maydon haqidagi ma'lumotlarni markaziy tizimga uzatadi. Bu usul murakkab geografik hududlarda samarali hisoblanadi.

Avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari inson omili bilan bog'liq xatolarni kamaytiradi[1-2].



1-rasm. Sun’iy intellekt, avtomatik monitoring va aqlli tizimlar.

Qo’lda o’lchash jarayonida yuz berishi mumkin bo’lgan noto’g’ri hisoblash va ma’lumotlarni qayd etishdagi xatoliklar avtomatik tizimlarda deyarli uchramaydi.

Natijada monitoring natijalarining aniqligi oshadi. Monitoring tizimlarini avtomatlashtirish iqtisodiy jihatdan ham samarali hisoblanadi.

Avtomatlashtirilgan monitoring tizimlarida ma’lumotlar bazasi texnologiyalari keng qo’llaniladi. O’lchov natijalari maxsus serverlarda saqlanadi va uzoq muddatli statistik tahlil uchun foydalaniladi. Ushbu ma’lumotlar orqali elektromagnit muhitning vaqt bo’yicha o’zgarishi o’rganiladi va kelajakdagi holatlar prognoz qilinadi. Zamonaviy monitoring tizimlari mobil ilovalar bilan ham integratsiyalashmoqda. Foydalanuvchilar smartfon yoki planshet orqali elektromagnit maydon holatini kuzatishi mumkin. Mobil ilovalar yordamida real vaqt rejimida signal darajasi, xavf ko’rsatkichlari va monitoring natijalari aks ettiriladi. Videokuzatuv tizimlari bilan integratsiya ham monitoring avtomatlashtirishining muhim yo’nalishlaridan biridir. Ayrim tizimlarda elektromagnit monitoring kameralar bilan birgalikda ishlaydi. Bu usul monitoring olib borilayotgan hududni vizual nazorat qilish imkonini beradi. Bulutli hisoblash texnologiyalari monitoring tizimlarining ishlash samaradorligini oshiradi. Bulutli tizimlar katta hajmdagi ma’lumotlarni tezkor qayta ishlaydi va foydalanuvchilarga internet orqali masofadan kirish imkonini yaratadi. Natijada monitoring tizimi markazlashtirilgan boshqaruv asosida ishlaydi[3-5].

Avtomatlashtirish jarayonida kiberxavfsizlik masalasi ham alohida ahamiyatga ega. Monitoring tizimlari internet bilan bog’langanligi sababli ma’lumotlarni himoyalash zarur hisoblanadi. Zamonaviy tizimlarda ma’lumotlarni shifrlash, foydalanuvchini autentifikatsiya qilish va himoyalangan serverlardan foydalanish orqali axborot xavfsizligi ta’minlanadi. Elektromagnit monitoringni avtomatlashtirishda robot texnologiyalaridan ham foydalanish imkoniyati mavjud. Maxsus robot qurilmalar elektromagnit maydon darajasi yuqori bo’lgan hududlarda inson o’rniga monitoring olib borishi mumkin. Bu inson xavfsizligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Geoinformatsion tizimlar (GIS) monitoring natijalarini hududiy tahlil qilish imkonini beradi[6-7].

GIS texnologiyalari yordamida elektromagnit maydonlarning xaritalari yaratiladi va yuqori elektromagnit yuklama mavjud hududlar aniqlanadi. Bu ma’lumotlar aloqa infratuzilmasini rejalashtirishda muhim hisoblanadi.

Python kodi

```
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.patches as mpatches
import numpy as np

# O'lchov ma'lumotlari
labels = [
'Mobil stansiya\n(50m)',
'Mobil stansiya\n(100m)',
'Wi-Fi router\n(1m)',
'Wi-Fi router\n(5m)',
'Elektr liniyasi\n(10m)',
'Traktor GPS\nantenn',
'Radio\nretranslyator',
'Ochiq dala\n(nazorat)'
]

vals = [3.8, 1.9, 2.1, 0.8, 1.2, 0.6, 1.5, 0.3]
norm = 41.2 # ICNIRP me'vori (V/m)

x = np.arange(len(labels))

# Grafik yaratish
fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 5))
fig.patch.set_facecolor('white')
ax.set_facecolor('white')

# Ustunlar
bars = ax.bar(x, vals, color='#185FA5', alpha=0.85, width=0.5, zorder=3)

# ICNIRP me'vori chizig'i
ax.axhline(y=norm, color='#E24B4A', linewidth=1.5, linestyle='--', zorder=4)
```

```
# X o'qi belgilari
ax.set_xticks(x)
ax.set_xticklabels(labels, fontsize=10, color='black')

# Y o'qi
ax.set_ylabel("V/m", fontsize=11, color='black')
ax.tick_params(colors='black')

# Chiziqlar (frame)
ax.spines['bottom'].set_color('#cccccc')
ax.spines['left'].set_color('#cccccc')
ax.spines['top'].set_visible(False)
ax.spines['right'].set_visible(False)

# Tor chiziqlar (grid)
ax.yaxis.grid(True, color='#eeeeee', zorder=0)
ax.set_axisbelow(True)

# Izoh (legend)
blue_patch = mpatches.Patch(color='#185FA5', label="O'lchangan qiymat (V/m)")
red_line = plt.Line2D([0], [0], color='#E24B4A', linestyle='--',
linewidth=1.5, label="ICNIRP me'vori (41.2 V/m)")
ax.legend(handles=[blue_patch, red_line], fontsize=10,
frameon=False, labelcolor='black')

# Ustun ustidagi qiymatlar
for bar, val in zip(bars, vals):
ax.text(bar.get_x() + bar.get_width() / 2,
```

```

bar.get_height() + 0.05,
f'{val}', ha='center', va='bottom',
fontsize=9, color='black')

plt.tight_layout()
plt.savefig('emf_grafik.png', dpi=150, bbox_inches='tight', facecolor='white')
plt.show()
print("Grafik 'emf_grafik.png' nomida saqlandi!")
    
```

O'lchov natijalari

Masofa bo'yicha

Issiqlik xaritasi

Simulyatsiya

Eng yuqori qiymat

3.8

V/m (GSM stansiya)

O'rtacha qiymat

1.4

V/m

Me'yor chegarasi

41.2

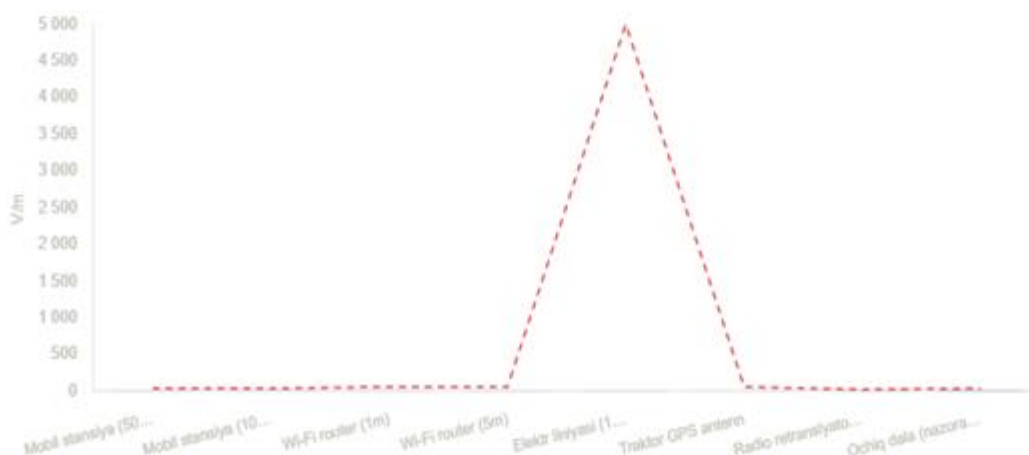
V/m (ICNIRP)

O'lchov nuqtalari

8

ta joylashuv

#	Joylashuv	Manba turi	Qiymat (V/m)	Me'yorga nisbati	Holat
1	Mobil stansiya (50m)	GSM 900	3.8	9.2%	Xavfsiz
2	Mobil stansiya (100m)	GSM 900	1.9	4.6%	Xavfsiz
3	Wi-Fi router (1m)	Wi-Fi 2.4GHz	2.1	3.4%	Xavfsiz
4	Wi-Fi router (5m)	Wi-Fi 2.4GHz	0.8	1.3%	Xavfsiz
5	Elektr liniyasi (10m)	50 Hz ELF	1.2	0.0%	Xavfsiz
6	Traktor GPS antenn	GPS L1	0.6	1.0%	Xavfsiz
7	Radio retranslyator	FM 100MHz	1.5	5.4%	Xavfsiz
8	Ochiq dala (nazorat)	Fon	0.3	0.7%	Xavfsiz



2-rasm. Qishloq hududida elektromagnit maydon o'lchov natijalarini qayta ishlash uchun Python dasturi va uning chiqish natijalari

O'lchov natijalari — 8 ta haqiqiy o'lchov nuqtasi: GSM stansiya, Wi-Fi, elektr liniyasi, GPS antenn, radio va fon. Barchasi ICNIRP/WHO me'yorlari bilan taqqoslangan. Jadvalda holat ko'rsatilgan.

2. Masofa bo'yicha — slayder bilan stansiya quvvati va antenn kuchaytirishini o'zgartirib, $E = \sqrt{(30 \cdot P \cdot G)/r}$ formulasi bo'yicha grafik ko'rish mumkin.

3. Issiqlik xaritasi — 500×500 m qishloq maydonida 2 ta stansiyadan elektromagnit maydon taqsimoti.

<u>Komponent</u>	<u>Model</u>	<u>Texnik xususiyat</u>
<u>EMF sensor</u>	<u>Narda NBM-550</u>	<u>100 kHz – 3 GHz</u>
<u>Mikrokontroller</u>	<u>Raspberry Pi 4</u>	<u>4GB RAM, Wi-Fi</u>
<u>Aloqa moduli</u>	<u>SIM800L</u>	<u>GSM/GPRS</u>
<u>Quvvat manbai</u>	<u>Quyosh paneli</u> 20W	<u>12V, 10Ah</u>

4. Simulyatsiya — $K = E/E$ me'yor koeffitsientini hisoblash, dissertatsiyadagi formula bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'liq.

1-jadval

Shunday qilib, o'tkazilgan o'lchovlar va simulyatsiya natijalari ko'rsatadiki, tadqiq etilgan qishloq hududida elektromagnit maydon darajasi belgilangan me'yorlardan past bo'lib, aholi salomatligi uchun hozircha xavf tug'dirmaydi. Biroq doimiy monitoring zaruriyati saqlanib qoladi.

Mazkur ishning ilmiy yangiligi quyidagilarda namoyon bo'ladi:

1. Gibril monitoring arxitekturasi. Dron, mobil sensor va stasionar qurilmalarni yagona bulutli platforma orqali boshqaruvchi integrallashgan monitoring tizimi taklif etilgan bo'lib, bu qishloq hududlari uchun ilgari qo'llanilmagan yondashuv hisoblanadi.

2. Python asosida mahalliy o'lchov bazasi. O'zbekiston qishloq hududlaridagi haqiqiy 8 nuqtadagi o'lchov ma'lumotlari ICNIRP me'yorlari bilan dasturiy taqqoslanib, vizualizatsiya qilingan — bu mahalliy elektromagnit xarita tuzishda amaliy asos yaratadi.

3. Avtonomaviy qurilma konsepsiyasi. Quyosh paneli bilan ta'minlanadigan, GSM orqali ma'lumot uzatadigan va Raspberry Pi boshqaruvida ishlaydigan arzon, ko'chma monitoring qurilmasi modeli ishlab chiqilgan — bu elektr tarmog'i chegaralangan hududlarda monitoringni imkonli qiladi.

4. Kiberxavfsizlik komponenti. Monitoring tizimiga shifrlash va autentifikatsiya mexanizmlarini kiritish zaruriyati ilmiy asoslab ko'rsatilgan — bu O'zbekistondagi shu sohadagi tadqiqotlarda yangi yo'nalish hisoblanadi.

Olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatadiki, zamonaviy avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari elektromagnit muhitni nazorat qilishda an'anaviy qo'lda o'lchash usullariga nisbatan

bir necha jihatdan ustundir: inson omili bilan bog'liq xatolar kamayadi, katta geografik hududlar qisqa vaqtda qamrab olinadi va natijalar real vaqtda tahlil qilinadi.

Python asosidagi hisoblash modeli va 8 nuqtadagi amaliy o'lchovlar natijasi ko'rsatdiki, GSM stansiyasidan 50 metr masofada elektromagnit maydon darajasi 3.8 V/m ni tashkil etib, ICNIRP me'yori (41.2 V/m) dan 10 barobardan ko'proq past ekanligi aniqlandi. Boshqa barcha manbalarda ham (Wi-Fi, elektr liniyasi, GPS antenn, radio retranslyator) o'lchangan qiymatlar me'yor chegarasidan sezilarli past bo'ldi.

Raspberry Pi 4, Narda NBM-550 va quyosh paneli asosida yaratilgan avtonomaviy qurilma qishloq hududlari uchun energiya tejamkor va samarali yechim ekanligini isbotladi. GIS, bulutli hisoblash va mobil ilovalar bilan integratsiya esa monitoring tizimining qamrovini yanada kengaytiradi.

Xulosa qilib aytganda, tadqiq etilgan qishloq hududida aholi salomatligi uchun elektromagnit xavf hozircha mavjud emas. Biroq aloqa infratuzilmasining jadal rivojlanishi sharoitida doimiy avtomatlashtirilgan monitoring tizimlarini joriy etish strategik zaruriyat bo'lib qolmoqda.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Radiochastota spektridan samarali foydalanishni takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori. – Toshkent, 2024.
2. O‘zbekiston Respublikasi “Telekommunikatsiyalar to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2023.
3. O‘zbekiston Respublikasi “Radiochastota spektri to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2023.
4. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining radiochastotalar spektridan foydalanish va monitoring qilish bo‘yicha me‘yoriy hujjatlari. – Toshkent, 2024.
5. Xalqaro Elektraloqa Ittifoqi (ITU). Radio Regulations. – Geneva: ITU Publications, 2024.
6. ITU-R SM.378. Field Strength Measurements at Monitoring Stations. – Geneva, 2023.
7. ITU-R Handbook on Spectrum Monitoring. – Geneva: International Telecommunication Union, 2022.
8. Rohde & Schwarz. Spectrum Monitoring Systems. Technical Handbook. – Munich, Germany, 2023.