

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026-YIL

AVGUST 8-SON, II-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ФИЛИАЛ В г. ТАШКЕНТЕ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, avgust.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

RAQAMLI TRANSFORMATSIYA VA INNOVATSION IQTISODIYOT SHAROITIDA SANOATLASHUVNING USTUVOR YO'NALISHLARI.....	9
Erkayev Akrom Normuxammadovich	
ALIGNING NATIONAL AND INTERNATIONAL UNIVERSITY RANKING INDICATORS: A CROSSWALK METHODOLOGY.....	16
Mamajonova Mukhlisakhon Muzaffar kizi	
O'ZBEKISTONDA ENERGETIKA TIZIMINI RAQAMLASHTIRISH VA SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING USTUVOR YO'NALISHLARI.....	28
Bobobekov Ergash Abdumalikovich	
QURILISH MATERIALLARI ISHLAB CHIQUVCHI KORXONALARDA INNOVATSION BOSHQARUVNI SHAKLLANTIRISH METODOLOGIYASINI RIVOJLANTIRISH	34
Fayzullayev Jonibek Mambetsaliy o'g'li	
SANOAT KORXONASINING ATROF-MUHIT VA AHOLI SOG'LIQLIGIGA TA'SIRINI BAHOLASH.....	40
Imomnazarov Farrux Saibjabbor o'g'li	
O'ZBEKISTON TIJORAT BANKLARIDA CHAKANA BANK XIZMATLARI RIVOJLANISHINING ZAMONAVIY HOLATI VA TAHLILI	44
Abdiraxmonov Farxod Arabboyevich	
MACHINE LEARNING-ASSISTED PREDICTION OF FIRE-RETARDANT AND PRESERVATIVE PERFORMANCE OF CHEMICALLY MODIFIED WOOD: AN ECO-FRIENDLY APPROACH.....	52
Usmanova Maftunakhon Abror qizi	
TEMIR YO'L AVTOMATIKA VA TELEMEXANIKA MAYDON QURILMALARINI MASOFAVIY NAZORAT QILISH ISHONCHLILIGINI UYALI ALOQA TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA OSHIRISH.....	60
Botirov Abdulaziz Temir o'g'li	

TEMIR YO'L AVTOMATIKA VA TELEMEXANIKA MAYDON QURILMALARINI MASOFAVIY NAZORAT QILISH ISHONCHLILIGINI UYALI ALOQA TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA OSHIRISH



Botirov Abdulaziz Temir o'g'li

Toshkent davlat transport universiteti

“Radioelektron qurilmalar va tizimlar” kafedrası tayanch doktoranti

Annotatsiya: Maqolada temir yo'l avtomatika va telemexanika maydon qurilmalarini masofaviy nazorat qilish hamda ularga texnik xizmat ko'rsatish jarayonini raqamlashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Amaldagi tartibda tekshiruv natijalarining qog'ozda qayd etilishi ma'lumotlarning kechikishiga, ularni umumlashtirishning qiyinlashuviga va inson omili ta'sirining ortishiga olib kelmoqda. Ishda uyali aloqa texnologiyalari, ya'ni CDMA, GSM/GPRS hamda NB-IoT va LTE-M standartlari qiyosiy baholangan. Tahlil natijasida CDMA standarti O'zbekiston sharoitida amaliy ahamiyatini yo'qotgani asoslab berilgan; joriy bosqich uchun GSM/GPRS kanali, istiqbolda esa NB-IoT va LTE-M texnologiyalari tanlangan. Nazorat tizimining umumiy tuzilmasi, tekshirish va ma'lumot uzatish algoritmi hamda qurilmalararo o'zaro ta'sir ketma-ketligi ishlab chiqilgan. ESP32 mikrokontrolleri, RFID va uyali aloqa modullari asosida ko'chma terminal maketi yig'ilib, uning asosiy funksiyalari laboratoriya sharoitida tekshirilgan. Tizimning miqdoriy ko'rsatkichlarini baholash tadqiqotning keyingi bosqichi sifatida belgilangan.

Kalit so'zlar: temir yo'l avtomatika va telemexanikasi, maydon qurilmalari, masofaviy nazorat, texnik xizmat ko'rsatish, GSM/GPRS, NB-IoT, LTE-M, ESP32, raqamlashtirish, ishonchlilik.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы цифровизации процесса дистанционного контроля и технического обслуживания полевых устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. В действующем порядке фиксация результатов проверок на бумажных носителях приводит к задержке передачи данных, усложнению их обобщения и усилению влияния человеческого фактора. В работе проведена сравнительная оценка технологий мобильной связи, а именно стандартов CDMA, GSM/GPRS, NB-IoT и LTE-M. В результате анализа обосновано, что стандарт CDMA утратил практическую значимость в условиях Узбекистана; для текущего этапа выбран канал GSM/GPRS, а в перспективе — технологии NB-IoT и LTE-M. Разработаны общая структура системы контроля, алгоритм проверки и передачи данных, а также последовательность взаимодействия между устройствами. На основе микроконтроллера ESP32, RFID и модулей мобильной связи собран макет мобильного терминала, основные функции которого проверены в лабораторных условиях. Оценка количественных показателей системы определена в качестве следующего этапа исследования.

Ключевые слова: железнодорожная автоматика и телемеханика, полевые устройства, дистанционный контроль, техническое обслуживание, GSM/GPRS, NB-IoT, LTE-M, ESP32, цифровизация, надёжность.

Abstract: This article examines the digitalization of the process of remote monitoring and maintenance of field devices used in railway automation and telemechanics. Under the current procedure, recording inspection results on paper leads to delays in data transmission, difficulties in data aggregation, and increased influence of the human factor. The study provides a comparative assessment of cellular communication technologies, namely CDMA, GSM/GPRS, NB-IoT, and LTE-M standards. The analysis demonstrates that the CDMA standard has lost its practical relevance under the conditions of Uzbekistan; the GSM/GPRS channel was selected for the current stage, while NB-IoT and LTE-M technologies were selected as prospective solutions. The overall structure of the monitoring system, the inspection and data transmission algorithm, and the sequence of interaction between devices were developed. A portable terminal prototype based on an ESP32 microcontroller, RFID, and cellular communication modules was assembled, and its main functions were tested under laboratory conditions. The quantitative performance evaluation of the system has been identified as the next stage of the research.

Keywords: railway automation and telemechanics, field devices, remote monitoring, maintenance, GSM/GPRS, NB-IoT, LTE-M, ESP32, digitalization, reliability.



KIRISH

Temir yo'l avtomatika va telemexanika (ATT) maydon qurilmalari, jumladan, strelka elektr yuritmalari, rele shkaflari, svetoforlar va yo'l uchashtalari bandligini nazorat qiluvchi qurilmalar poyezdlar harakati xavfsizligini ta'minlovchi asosiy vositalar hisoblanadi. Ushbu qurilmalarning texnik holati belgilangan jadval asosida elektromexaniklar tomonidan muntazam tekshirib turiladi.

Amaldagi tartibda tekshiruv natijalari asosan qog'oz jurnallarga qo'lda yozib boriladi va keyinchalik alohida hisobotlarga ko'chiriladi. Bunday yondashuv ma'lumotlarni markazga yetkazish, ularni umumlashtirish va tahlil qilish, tekshiruv natijalarini tizimli ravishda qayd etish hamda nosozlik alomatlarining rivojlanish dinamikasini kuzatish imkoniyatlarini ta'minlaydi. Natijada texnik xizmat ko'rsatish jarayonida ma'lumotlarni qayd etish va boshqarishning amaldagi tartibi muayyan darajada shakllangan.

Mazkur jarayonni yanada takomillashtirishning maqbul yo'li tekshiruv natijalarini bevosita obyekt yonida elektron shaklda qayd etish va uyali aloqa kanali orqali markaziy serverga real vaqtda uzatishdan iborat. Shu bois maqolaning maqsadi maydon qurilmalarini masofaviy nazorat qilish uchun uyali aloqa texnologiyalarini qiyosiy baholash, tanlangan texnologiya asosida tizim tuzilmasi va ma'lumot uzatish algoritmini ishlab chiqish hamda ko'chma terminal maketini yaratishdan iborat.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Maydon qurilmalarini avtomatlashtirilgan nazorat qilish masalasi so'nggi yillarda keng o'rganilmoqda. E. M. Tarasov va hammualliflar ATT maydon qurilmalarini monitoring va diagnostika qilishning avtomatlashtirilgan tizimini qurish tamoyillarini asoslab berishgan [1]. Shu mualliflar guruhining boshqa ishida temir yo'l kesishmalari signalizatsiyasini avtomatlashtirilgan boshqarishning intellektual algoritmi taklif etilgan [2]. Ushbu ishlarda asosiy e'tibor qurilmaning o'ziga o'rnatiladigan datchiklarga va ular signalini qayta ishlashga qaratilgan.

X. Hu va hammualliflar strelka elektr yuritmalari nosozliklarini aniqlash bo'yicha tadqiqotlarni umumlashtirib, ushbu qurilmalar ATT tizimidagi eng ko'p uchraydigan nosozlik manbalaridan biri ekanini hamda zamonaviy yechimlar "markaz – chekka – terminal" tuzilmasiga asoslanayotganini ko'rsatishgan [3]. F. P. Garcia Marquez va hammualliflar masofaviy nazoratni joriy etishda barcha qurilmalarni emas, balki ishonchlilik tahlili asosida tanlangan nosozlik turlarini qamrab olish zarurligini asoslashgan [4]. B. Elden va hammualliflar strelka elektr yuritmasiga boradigan kabel liniyalarini simsiz aloqa kanali bilan almashtirish mumkinligini amaliy tajribada ko'rsatishgan [5].

Uyali aloqa kanallaridan temir yo'l sharoitida foydalanish bo'yicha ham natijalar mavjud. M. Andrusca va hammualliflar tortish elektr ta'minoti qurilmalari holatini nazorat qiluvchi tizimda GSM modemlari orqali ma'lumot uzatishni amalga oshirishgan [6]. P. Fraga-Lamas va hammualliflar temir yo'l aloqa tizimlarining GSM-R dan LTE va 5G tomon rivojlanishini hamda sanoat internet texnologiyalarining temir yo'ldagi qo'llanish yo'nalishlarini tahlil qilishgan [7].

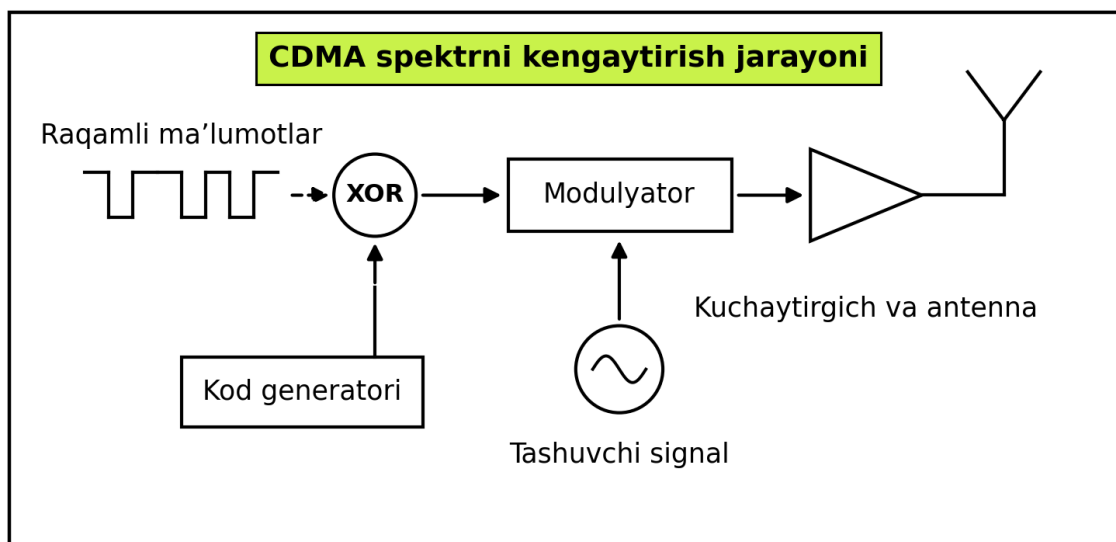
Texnik xizmat ko'rsatish jarayonining o'zini raqamlashtirish masalasi alohida yo'nalish sifatida qaralmoqda. N. Davari va hammualliflar temir yo'lda ma'lumotlarga asoslangan bashoratli xizmat ko'rsatish usullarini umumlashtirishgan [8]. M. Rodriguez-Hernandez va hammualliflar raqamlashtirish faqat aktivlarni boshqarish jarayoniga integratsiya qilingan holdagina amaliy samara berishini ko'rsatishgan [9].

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, mavjud ishlarning asosiy qismi qurilmaga o'rnatilgan datchiklarga va ular ma'lumotlarini qayta ishlash algoritmlariga bag'ishlangan. Elektromexanikning rejali tekshiruvi natijalarini joyida qayd etish va uzatish, ya'ni xizmat ko'rsatish jarayonining o'zini raqamlashtirish masalasi, ayniqsa, "O'zbekiston temir yo'llari" AJ sharoitida, yetarlicha o'rganilmagan. Mazkur maqola shu bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Nazorat tizimi uchun aloqa texnologiyasini tanlashda quyidagi talablar asos qilib olindi: peregonlar va chekka uchashtalarni ham qamrab oluvchi keng hudud; kichik hajmdagi, ya'ni bir necha yuz baytlik xabarlarini ishonchli yetkazish; terminalning past quvvat sarfi; mavjud operator infratuzilmasidan foydalanish imkoniyati; qurilma va aloqa xarajatlarning pastligi. Ushbu talablar asosida uchta variant qiyosiy baholandi: CDMA, GSM/GPRS hamda NB-IoT va LTE-M.

CDMA (Code Division Multiple Access) texnologiyasi signalni kodlash va spektrni kengaytirish hisobiga interferensiyaga yuqori chidamlilikni ta'minlaydi. Ushbu texnologiyada har bir foydalanuvchiga alohida kod beriladi; raqamli ma'lumot signali yuqori tezlikdagi chipping signali bilan XOR mantiqiy amali orqali kodlanadi, so'ngra modulyatorda tashuvchi signalga ko'chiriladi va kuchaytirgich hamda antenna orqali efirga uzatiladi (1-rasm).



1-rasm. CDMA texnologiyasida signalni kodlash va spektrni kengaytirish jarayonining tuzilmaviy ketma-ketligi

Nazariy jihatdan bu xususiyat temir yo'l yaqinidagi elektromagnit ta'sirlar sharoitida foydali bo'lar edi. Biroq O'zbekiston sharoitida CDMA standarti amaliy ahamiyatini yo'qotgan: mamlakatdagi so'nggi CDMA operatori bo'lgan "Perfectum Mobile" tarmog'i qayta qurilib, uning 850 MGs chastota diapazoni yangi standartlarga o'tkazilgan va 2026-yilning iyun oyida 5G SA tarmog'i ishga tushirilgan. "Uzmobile" ham CDMA-450 tarmog'idan bundan ancha oldin voz kechgan. Shu sababli CDMA asosidagi yechim mazkur ishda amaliy variant sifatida qabul qilinmadi.

GSM/GPRS texnologiyasi hozirgi kunda mamlakatning deyarli barcha hududlarini qamrab olgan, uning modullari arzon va keng tarqalgan. Maydon qurilmasidan markaziy serverga ma'lumot uzatish sxemasi 2-rasmda keltirilgan (2-rasm).



2-rasm. GSM/GPRS tarmog'i orqali maydon qurilmasidan markaziy serverga ma'lumot uzatish sxemasi

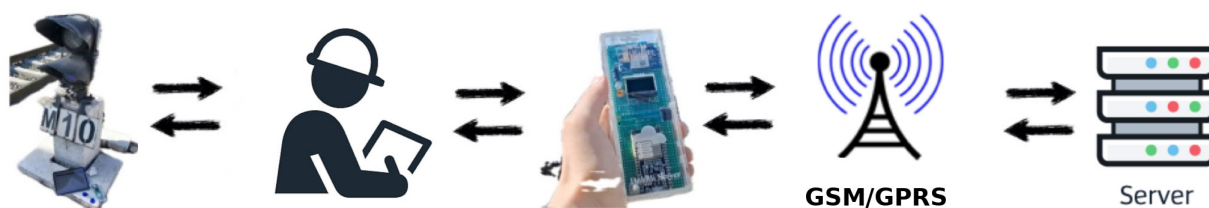
Bu sxemada kiritilgan ma'lumot GPRS protokoli orqali kichik paketlarga bo'linadi, bazaviy stansiya va operator tarmog'i orqali Internet yoki xususiy VPN kanali yordamida markaziy serverga yo'naltiriladi. GSM tarmog'ida TDMA usuli qo'llanilib, har bir foydalanuvchiga alohida vaqt bo'lagi ajratiladi, bu esa bir xil chastotada ishlovchi abonentlar signallarining bir-biriga xalaqit bermasligini ta'minlaydi.

NB-IoT va LTE-M texnologiyalari aynan shunday vazifalar uchun ishlab chiqilgan. B. Vejlgard va hammualliflar o'tkazgan qiyosiy tahlil NB-IoT ning aloqa byudjeti GPRS ga nisbatan sezilarli ustunlikka egaligini ko'rsatgan, bu esa qamrov chegarasidagi obyektlar uchun muhim ahamiyatga ega [10]. V. Skrastins va hammualliflar NB-IoT modullarining quvvat sarfini o'lchab, uzoq muddat mustaqil ishlaydigan qurilmalar uchun quvvat manbasini tanlash mezonlarini keltirishgan [11]. A. Gonzalez-Plaza va hammualliflar umumfoydalanishdagi operatorlar tarmoqlaridan temir yo'l xizmatlari uchun foydalanish imkoniyatlarini tahlil qilishgan [12].

Shu asosda ishda ikki bosqichli yondashuv qabul qilindi: joriy bosqichda, mavjud qamrov va modullar narxidan kelib chiqib, GSM/GPRS kanali qo'llaniladi; istiqbolda esa NB-IoT yoki LTE-M ga o'tish nazarda tutiladi.



Bunday yondashuv tizim tuzilmasini o'zgartirmasdan, faqat aloqa modulini almashtirish orqali migratsiya qilish imkonini beradi. Ishlab chiqilgan nazorat tizimining umumiy tuzilmasi 3-rasmda keltirilgan.

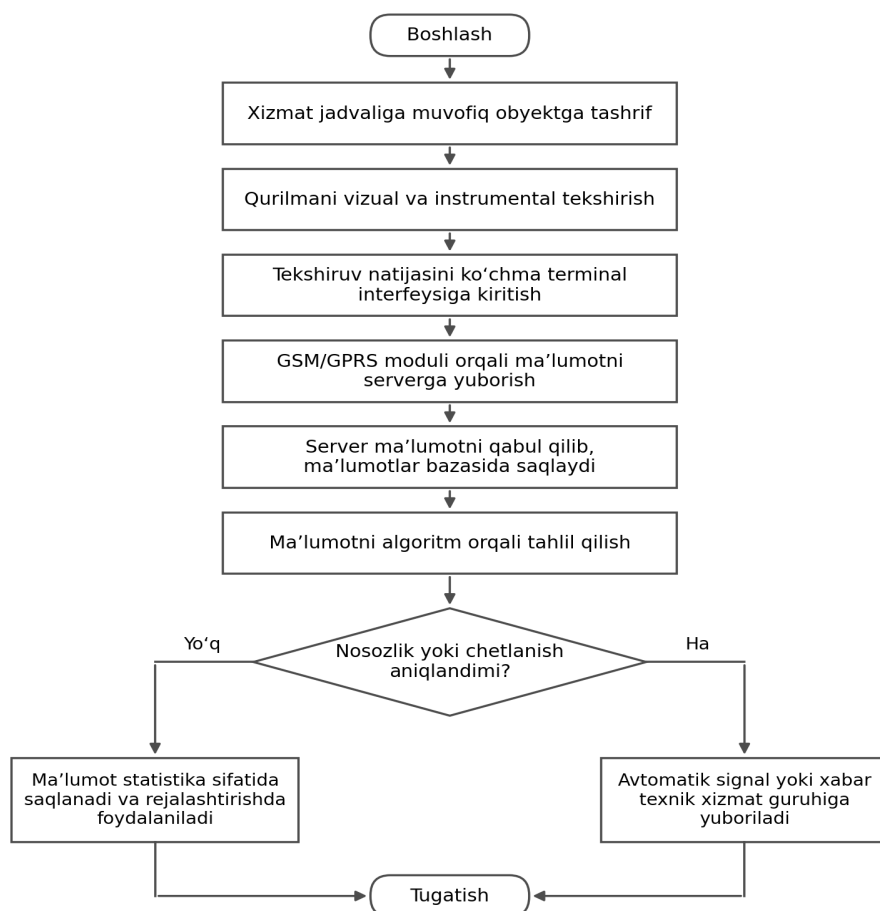


3-rasm. Maydon qurilmalarini masofaviy nazorat qilish tizimining umumiy tuzilmasi

Tizim quyidagi elementlardan tashkil topgan: nazorat obyekti hisoblangan maydon qurilmasi; qurilmani tekshirib, natijalarni ko'chma terminalga kirituvchi elektromexanik; ma'lumotlarni uzatuvchi uyali aloqa moduli; ma'lumotlarni qabul qiluvchi, saqlovchi va tahlil qiluvchi markaziy server; tahlil natijasiga ko'ra qaror qabul qiluvchi signalizatsiya va aloqa dispetcherining avtomatlashtirilgan ish joyi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Tanlangan aloqa texnologiyasi asosida maydon qurilmasini tekshirish va natijalarni uzatish algoritmi ishlab chiqildi (4-rasm).

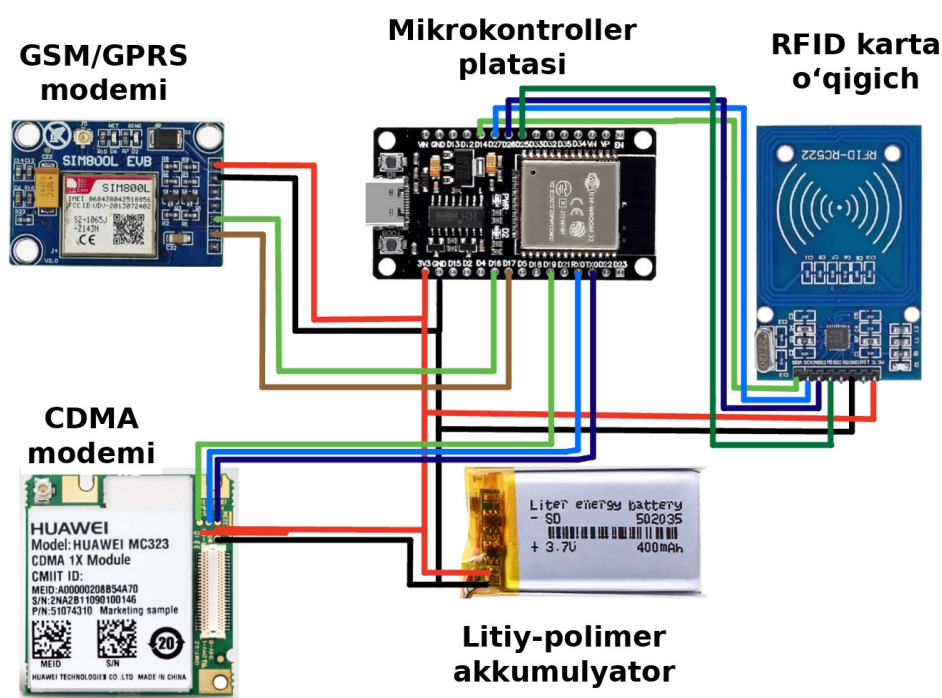


4-rasm. Maydon qurilmasini tekshirish va tekshiruv natijalarini uzatish algoritmi

Algoritm bo'yicha elektromexanik xizmat jadvali asosida obyektga boradi va qurilmaning holatini vizual hamda instrumental tekshiruvdan o'tkazadi. Tekshirilayotgan qurilma RFID belgisi orqali identifikatsiya qilinadi; bu qayd etilgan ma'lumotning aynan shu obyektga tegishli ekanini ta'minlaydi va noto'g'ri obyektga yozib qo'yish xatosini bartaraf etadi. Tekshiruv natijalari ko'chma terminal interfeysiga kiritiladi va uyali aloqa moduli orqali markaziy serverga yuboriladi. Server ma'lumotni ma'lumotlar bazasida saqlaydi hamda belgilangan mezonlar bo'yicha tahlil qiladi. Agar qayd etilgan ko'rsatkichlar ruxsat etilgan chegaradan chetlashsa, dispetcher ish joyiga ogohlantirish chiqariladi; aks holda ma'lumot statistik baza sifatida saqlanib, keyingi rejalashtirishda foydalaniladi.

Algoritmda uzatish muvaffaqiyatsiz yakunlangan holat uchun qayta urinish mantig'i nazarda tutilgan: aloqa vaqtincha mavjud bo'lmaganda, ma'lumot terminal xotirasida saqlanadi va qamrov tiklangach, avtomatik ravishda uzatiladi. Bu chekka uchastkalarda tekshiruv natijasining yo'qolishini oldini oladi.

Taklif etilgan yechimni amaliy tekshirish maqsadida ko'chma terminal maketi yig'ildi. Maket ESP32 mikrokontrolleri asosida qurilgan; ushbu mikrokontroller past narxi, o'rnatilgan simsiz interfeyslari va yetarli hisoblash resursi tufayli sensor hamda ma'lumot yig'ish qurilmalarini yaratishda keng qo'llaniladi [13]. Qurilma tarkibiga tekshirilayotgan obyektни identifikatsiya qilish uchun RFID RC522 moduli, ma'lumot uzatish uchun SIM800L uyali aloqa moduli, kuchlanishni barqarorlashtirish uchun MP1584 stabilizatori va 1000 mKf sig'imli kondensator kiritilgan. Kondensator SIM800L modulining uzatish paytidagi qisqa muddatli yuqori tok talabini qoplash uchun zarur. Uzatishning muvaffaqiyatli yakunlangani LED indikator orqali ko'rsatiladi. Maketda qiyosiy sinov maqsadida CDMA moduli (HUAWEI MC323) ham o'rnatilgan bo'lib, yuqorida keltirilgan sabablarga ko'ra asosiy variant sifatida GSM/GPRS moduli qabul qilingan. Maketning tuzilmaviy ulanish sxemasi 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Ko'chma terminal maketining tuzilmaviy ulanish sxemasi

Maket yig'ilgan va laboratoriya sharoitida uning asosiy funksiyalari, ya'ni RFID belgisini o'qish, tekshiruv ma'lumotlarini kiritish va ularni serverga uzatish tekshirildi. Tizimning miqdoriy ko'rsatkichlari, jumladan, xabarni yetkazish ehtimoli, uzatish davomiyligi, real qamrov chegarasi va quvvat sarfi hozircha o'lchanmagan. Ushbu ko'rsatkichlarni maydon sharoitida baholash hamda amaldagi qog'oz asosidagi tartib bilan miqdoriy taqqoslash tadqiqotning keyingi bosqichi sifatida rejalashtirilgan.

Shunga qaramay, ishlab chiqilgan tuzilma sifat jihatidan quyidagi natijalarni berishi kutilmoqda: tekshiruv natijalari markazga kechiksiz yetib boradi; qayta yozishdan kelib chiqadigan xatoliklar bartaraf etiladi; har bir obyekt bo'yicha tekshiruvlar tarixi shakllanadi va nosozliklar dinamikasini kuzatish imkoni paydo bo'ladi. Bu esa adabiyotlarda ko'rsatilgan bashoratli xizmat ko'rsatishga bosqichma-bosqich o'tish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar bazasini shakllantiradi [8, 9].



XULOSA VA TAKLIFLAR

1. Temir yo'l ATT maydon qurilmalariga xizmat ko'rsatish jarayonida tekshiruv natijalarini qog'ozda qayd etish ma'lumotlarning kechikishiga va xatoliklar yuzaga kelishiga sabab bo'lmoqda. Ushbu jarayonni raqamlashtirish dolzarb vazifa hisoblanadi.

2. Aloqa texnologiyalarining qiyosiy baholanishi CDMA standarti O'zbekiston sharoitida amaliy ahamiyatini yo'qotganini ko'rsatdi. Joriy bosqich uchun GSM/GPRS kanali maqbul, istiqbolda esa NB-IoT yoki LTE-M ga o'tish maqsadga muvofiq.

3. Maydon qurilmalarini masofaviy nazorat qilish tizimining umumiy tuzilmasi, tekshirish va ma'lumot uzatish algoritmi hamda qurilmalararo o'zaro ta'sir ketma-ketligi ishlab chiqildi.

4. ESP32 mikrokontrolleri, RFID RC522 va SIM800L modullari asosida ko'chma terminal maketi yig'ildi va uning asosiy funksiyalari laboratoriya sharoitida tekshirildi.

Takliflar. Keyingi bosqichda maketni real peregona sharoitida sinovdan o'tkazish, xabarni yetkazish ehtimoli, uzatish davomiyligi va quvvat sarfini o'lchash hamda olingan natijalarni amaldagi tartib bilan taqqoslash zarur. Sanoat namunasini ishlab chiqishda SIM800L moduli o'rniga NB-IoT va LTE-M ni qo'llab-quvvatlovchi modul tanlanishi, shuningdek, uzatiladigan ma'lumotlarni himoyalash masalasi alohida ko'rib chiqilishi tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Tarasov E.M., Tarasova A.E., Nadezhkin V.A. The Principle of Construction of an Automated System for Monitoring and Diagnostics of Wayside Devices of Railroad Automation and Telemechanics // Russian Electrical Engineering. - 2023. - Vol. 94, No. 10. - P. 712-715. DOI: 10.3103/S1068371223100115.

2. Tretyakov G.M., Tarasova A.E., Tarasov E.M. An Intelligent Algorithm for Automated Control of Railway-Crossing Signaling // Russian Electrical Engineering. - 2023. - Vol. 94, No. 10. - P. 726-731. DOI: 10.3103/S1068371223100127.

3. Hu X., Tang T., Tan L., Zhang H. Fault Detection for Point Machines: A Review, Challenges, and Perspectives // Actuators. - 2023. - Vol. 12, No. 10. - Art. 391. DOI: 10.3390/act12100391.

4. Garcia Marquez F.P., Schmid F., Conde Collado J. A reliability centered approach to remote condition monitoring. A railway points case study // Reliability Engineering & System Safety. - 2003. - Vol. 80, No. 1. - P. 33-40. DOI: 10.1016/S0951-8320(02)00166-7.

5. Elden B., Sanlier S.D., Talu B., Cetin F., Kilic V.T. Wireless communication system design for point machine detection and monitoring in railways // Telecommunication Systems. - 2026. - Vol. 89, No. 2. - Art. 49. DOI: 10.1007/s11235-026-01419-x.

6. Andrusca M., Adam M., Dragomir A., Lunca E. Innovative Integrated Solution for Monitoring and Protection of Power Supply System from Railway Infrastructure // Sensors. - 2021. - Vol. 21, No. 23. - Art. 7858. DOI: 10.3390/s21237858.

7. Fraga-Lamas P., Fernandez-Carames T.M., Castedo L. Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways // Sensors. - 2017. - Vol. 17, No. 6. - Art. 1457. DOI: 10.3390/s17061457.

8. Davari N., Veloso B., Costa G. de A., Pereira P.M., Ribeiro R.P., Gama J. A Survey on Data-Driven Predictive Maintenance for the Railway Industry // Sensors. - 2021. - Vol. 21, No. 17. - Art. 5739. DOI: 10.3390/s21175739.

9. Rodriguez-Hernandez M., Crespo-Marquez A., Sanchez-Herguedas A., Gonzalez-Prida V. Digitalization as an Enabler in Railway Maintenance: A Review from the International Union of Railways Asset Management Framework Perspective // Infrastructures. - 2025. - Vol. 10, No. 4. - Art. 96. DOI: 10.3390/infrastructures10040096.

10. Vejlgard B., Lauridsen M., Nguyen H., Kovacs I.Z., Mogensen P., Sorensen M. Coverage and Capacity Analysis of Sigfox, LoRa, GPRS, and NB-IoT // 2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring). - 2017. - P. 1-5. DOI: 10.1109/VTCspring.2017.8108666.

11. Skrastins V., Medvedevs V., Orlov D., Ormanis J., Judvaitis J. Experimental Evaluation of NB-IoT Power Consumption and Energy Source Feasibility for Long-Term IoT Deployments // IoT. - 2026. - Vol. 7, No. 1. - Art. 7. DOI: 10.3390/iot7010007.

12. Gonzalez-Plaza A., Gutierrez Cantarero R., Arancibia Banda R.B., Briso Rodriguez C. 5G Based on MNOs for Critical Railway Signalling Services: Future Railway Mobile Communication System // Applied Sciences. - 2022. - Vol. 12, No. 18. - Art. 9003. DOI: 10.3390/app12189003.

13. Hercog D., Lerher T., Truntic M., Tezak O. Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices // Sensors. - 2023. - Vol. 23, No. 15. - Art. 6739. DOI: 10.3390/s23156739.

muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 8

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100