SCIENCE HUB REVIEW
2026
Volume 1
Issue 5
www.sciencehubreview.uz
ILMIY ELEKTRON JURNAL

TELEKOMMUNIKATSIYA TARMOQLARIDA OPTIK KABEL VA WI-FI QURILMALARIDAGI NOSOZLIKLARNI METROLOGIK DIAGNOSTIKA QILISH HAMDA ULARNI BARTARAF ETISH
МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЯХ И УСТРОЙСТВАХ WI-FI В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ
METROLOGICAL DIAGNOSTICS AND TROUBLESHOOTING OF OPTICAL CABLES AND WI-FI DEVICES IN TELECOMMUNICATION NETWORKS

Saidqosimova Yulduz Shavqi qizi

"Metrologiya va standartlashtirish" kafedrasi magistranti

yulduzsaidqosimova27@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu tezisda telekommunikatsiya tarmoqlarida optik kabellar va Wi-Fi qurilmalarida uchraydigan nosozliklarni metrologik diagnostika qilish, ularning sabablarini aniqlash hamda bartaraf etish samaradorligini oshirish masalalari yoritiladi. Optik aloqa liniyalarida signal so'nishi, qaytish yo'qotishlari, ulanish nuqtalaridagi nuqsonlar va mexanik shikastlanishlar; Wi-Fi tarmoqlarida esa signal qamrovi, radiochastota xalaqitlari, kanal bandligi, qurilma konfiguratsiyasi va yuklama bilan bog'liq muammolar tahlil qilinadi. Diagnostika jarayonida o'lchov vositalarining metrologik tavsiflari, kalibrlash va qiyoslash holati, o'lchash noaniqligi hamda olingan natijalarning ishonchliligiga alohida e'tibor qaratiladi. Nosozliklarni aniqlash va bartaraf etish jarayonlarini yagona algoritm asosida tashkil etish, o'lchov natijalarini raqamli qayd etish va takroriy nazoratni yo'lga qo'yish bo'yicha takliflar ishlab chiqiladi.

Kalit so'zlar

telekommunikatsiya tarmog'i, optik kabel, Wi-Fi, metrologik diagnostika, o'lchash vositasi, optik so'nish, radiochastota xalaqiti, o'lchash noaniqligi, texnik xizmat ko'rsatish.

Аннотация

В данной работе рассматриваются вопросы метрологической диагностики неисправностей в оптических кабелях и устройствах Wi-Fi в телекоммуникационных сетях, выявление их причин и повышение эффективности их устранения. В оптических линиях связи анализируются

затухание сигнала, обратные потери, дефекты в точках подключения и механические повреждения; в сетях Wi-Fi анализируются проблемы, связанные с покрытием сигнала, радиочастотными помехами, занятостью канала, конфигурацией и нагрузкой устройств. В процессе диагностики особое внимание уделяется метрологическим характеристикам измерительных приборов, состоянию калибровки и сравнения, неопределенности измерений и надежности полученных результатов. Разработаны предложения по организации процессов обнаружения и устранения неисправностей на основе единого алгоритма, по созданию цифровой записи результатов измерений и повторного контроля.
Ключевые слова
телекоммуникационная сеть, оптический кабель, Wi-Fi, метрологическая диагностика, измерительный прибор, оптическое затухание, радиочастотные помехи, неопределенность измерений, техническое обслуживание.
Abstract
This thesis addresses the metrological diagnostics of faults in telecommunication networks—specifically concerning optical cables and Wi-Fi equipment—as well as the identification of their root causes and the enhancement of troubleshooting efficiency. It analyzes issues such as signal attenuation, return loss, defects at connection points, and mechanical damage in optical communication lines, alongside challenges in Wi-Fi networks related to signal coverage, radio-frequency interference, channel congestion, device configuration, and network load. The diagnostic process focuses on the metrological characteristics of measuring instruments, their calibration and verification status, measurement uncertainty, and the reliability of the obtained results. Proposals are developed for organizing fault detection and resolution through a unified algorithm, implementing digital recording of measurement results, and establishing procedures for follow-up verification.
Keywords
telecommunication network, optical cable, Wi-Fi, metrological diagnostics, measuring instrument, optical attenuation, radio-frequency interference, measurement uncertainty, technical maintenance.

Kirish

Raqamli xizmatlarga bo‘lgan talabning ortishi telekommunikatsiya tarmoqlaridan uzluksiz, barqaror va yuqori tezlikda ishlashni talab qilmoqda. Internetga ulanish, bulutli xizmatlar, videokonferensiyalar, masofaviy ta’lim, elektron tijorat va korporativ axborot tizimlarining samaradorligi tarmoq infratuzilmasining texnik holatiga bevosita bog‘liq. Tarmoqning muhim tarkibiy qismlaridan biri — ma’lumotlarni uzoq masofalarga uzatadigan optik kabel liniyalari hamda foydalanuvchilarni tarmoqqa simsiz ulaydigan Wi-Fi qurilmalaridir [1]. Optik kabellarda yuzaga keladigan shikastlanish yoki ulanish sifatining pasayishi ma’lumot uzatish tezligini kamaytirishi, aloqa uzilishlariga olib kelishi va xizmat ko‘rsatish xarajatlarini oshirishi mumkin. Wi-Fi tarmoqlarida esa

radiochastota xalaqitlari, noto‘g‘ri kanal tanlovi, qamrov hududining yetarli emasligi, kirish nuqtalarining ortiqcha yuklanishi yoki noto‘g‘ri konfiguratsiya foydalanuvchi uchun xizmat sifatining yomonlashishiga sabab bo‘ladi. Bunday muammolarni tez va ishonchli aniqlash uchun faqat qurilmadagi alomatlarni kuzatish yetarli emas. Diagnostika aniq o‘lchovlarga, soz va tegishli tavsifga ega o‘lchash vositalariga hamda olingan natijalarni to‘g‘ri talqin qilish usullariga tayanishi zarur. Mazkur tezisning dolzarbligi optik va simsiz aloqa qismlarida uchraydigan nosozliklarni yagona metrologik yondashuv asosida aniqlash, o‘lchov natijalarining ishonchliligini oshirish va ta’mirlashdan keyingi nazoratni tizimli tashkil etish zarurati bilan belgilanadi.

Tadqiqotning maqsadi va vazifalari

Tadqiqotning maqsadi — telekommunikatsiya tarmoqlaridagi optik kabel va Wi-Fi qurilmalarining texnik holatini metrologik diagnostika qilish usullarini takomillashtirish hamda nosozliklarni bartaraf etish samaradorligini oshirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalarni belgilash mumkin:

– optik kabel va Wi-Fi qurilmalarida ko‘p uchraydigan nosozliklarni tasniflash;

– diagnostikada foydalaniladigan o‘lchash vositalari va ularning metrologik tavsiflarini tahlil qilish;

– o‘lchash sharoitlari, kalibrlash va o‘lchash noaniqligining yakuniy xulosaga ta’sirini baholash;

– optik va simsiz tarmoq qismlari uchun nosozliklarni aniqlash ketma-ketligini ishlab chiqish;

– ta’mirlashdan keyingi nazorat va natijalarni hujjatlashtirish tartibini taklif etish;

– diagnostika va tiklash ishlarining vaqtini qisqartirishga qaratilgan yondashuvlarni asoslash [2].

Tadqiqot obyekti sifatida telekommunikatsiya tarmoqlarining optik uzatish liniyalari va Wi-Fi segmentlari olinadi. Tadqiqot predmeti esa mazkur obyektlarda nosozliklarni aniqlash, o‘lchash natijalarini baholash va tiklash ishlarini tashkil etish usullaridan iborat.

Optik kabellardagi nosozliklarni metrologik diagnostika qilish

Optik aloqa liniyalarining ish sifatiga kabelning fizik holati, ulagichlar va payvandlash nuqtalarining sifati, optik quvvat sathi, signalning so‘nishi hamda qaytish yo‘qotishlari ta’sir qiladi. Optik kabelning bukilishi, ezilishi, namlik ta’siri, tashqi mexanik zarba, sifatsiz payvandlash yoki ulagich yuzasining ifloslanishi liniyada ortiqcha yo‘qotishlarni keltirib chiqarishi mumkin. Ayrim hollarda liniya to‘liq uzilmaydi, biroq signal sathi me’yoriy chegaraga yaqinlashib, tarmoqning beqaror ishlashiga sabab bo‘ladi. Optik liniyalarni tekshirishda optik quvvat o‘lchagich, optik manba, optik vaqt sohasida reflektometr (OTDR), optik tolani tekshiruvchi mikroskop va zarur hollarda spektral o‘lchash vositalaridan foydalaniladi. Har bir vosita muayyan diagnostik vazifani bajaradi. Masalan, optik quvvat o‘lchagich liniyaning qabul qiluvchi tomonidagi quvvatni aniqlashga yordam beradi, OTDR esa kabel bo‘ylab masofaga bog‘liq yo‘qotishlarni va ayrim nuqsonlarning taxminiy joylashuvini ko‘rsatadi. Ulagichlarning ifloslangan yoki shikastlangan yuzasini mikroskop yordamida ko‘zdan kechirish mumkin. Bunda o‘lchash vositasining texnik jihatdan ishlash holatini tekshirishning o‘zi yetarli emas. Uning kalibrlash yoki qiyoslash holati, o‘lchash diapazoni, aniqligi, to‘lqin uzunligi sozlamasi va o‘lchash sharoitlari ham nazorat qilinishi lozim [3]. Noto‘g‘ri tanlangan to‘lqin uzunligida o‘tkazilgan o‘lchov yoki kalibrlash muddati o‘tgan asbobdan foydalanish diagnostika natijasini noto‘g‘ri talqin qilishga olib kelishi mumkin. Shuningdek, o‘lchashdan avval ulagichlarni tozalash, ulanishlarning mustahkamligini tekshirish va o‘lchov sxemasini to‘g‘ri yig‘ish natijalar takrorlanuvchanligini oshiradi.

OTDR natijalarini tahlil qilishda reflektogrammadagi hodisalar, signalning umumiy so‘nishi va nuqsonning taxminiy masofasi baholanadi. Biroq reflektogrammadagi har bir keskin o‘zgarishni kabel uzilishi deb qabul qilish to‘g‘ri emas. Ulagich, payvandlash nuqtasi, kabelning keskin bukilishi yoki o‘lchash sozlamalari ham shunga o‘xshash belgi berishi mumkin. Shu sababli OTDR ma’lumotlarini optik quvvat o‘lchovi, liniya sxemasi va joyida o‘tkazilgan vizual tekshiruv bilan birgalikda tahlil qilish tavsiya etiladi. Diagnostika natijalarining ishonchliligini oshirish uchun o‘lchashlar bir xil sharoitda va oldindan belgilangan tartibda bajarilishi zarur. O‘lchash joyi, port, to‘lqin uzunligi, asbob identifikatori, o‘lchov sanasi, atrof-muhit sharoiti va natijalar qayd etiladigan elektron

jurnal yuritilishi maqsadga muvofiq. Bunda o‘lchov natijalarini faqat “me’yorida” yoki “me’yordan tashqari” deb belgilash bilan cheklanmay, asosiy ko‘rsatkichlarning qiymatlarini ham qayd etish kerak. Bu yondashuv keyingi tekshiruvlarda o‘zgarish dinamikasini kuzatish imkonini beradi.

Wi-Fi qurilmalaridagi nosozliklarni metrologik diagnostika qilish

Wi-Fi tarmog‘i radiochastota muhitida ishlagani sababli uning holatini baholash faqat qurilmaning yoqilgan yoki o‘chirilganini tekshirish bilan cheklanmaydi. Xizmat sifati kirish nuqtasining joylashuvi, signal sathi, kanal bandligi, tarmoqdagi foydalanuvchilar soni, qurilmalarning radio imkoniyatlari va atrofdagi boshqa uzatkichlarning ta’siriga bog‘liq. Signal kuchli bo‘lsa ham, kanalning haddan tashqari bandligi yoki xalaqitlar tufayli foydalanuvchi past tezlik va yuqori kechikishni sezishi mumkin. Wi-Fi diagnostikasida spektr analizatori, Wi-Fi tarmoq analizatori, simsiz qurilmalarning boshqaruv dasturlari, signal sathini o‘lchovchi vositalar va tarmoq monitoring tizimlaridan foydalanish mumkin. O‘lchashlar xizmat ko‘rsatilayotgan hududning turli nuqtalarida, turli vaqtlarda va imkon qadar bir xil sharoitlarda amalga oshirilishi kerak. Bunda signal sathi, kanal bandligi, ulanish tezligi, paket yo‘qotilishi, kechikish va qayta uzatishlar kabi ko‘rsatkichlar birgalikda baholanadi. Wi-Fi bo‘yicha o‘lchovlar o‘tkazishda muhim talab — qurilma va dasturiy vositalar ko‘rsatkichlarini o‘lchash sharoitidan ajratmaslikdir. Masalan, foydalanuvchi qurilmasining antennasi, uning joylashuvi, qurilmadan kirish nuqtasigacha bo‘lgan to‘siqlar, boshqa Wi-Fi tarmoqlari va o‘lchash vaqti natijaga ta’sir qilishi mumkin. Shu sababli diagnostika protokolida o‘lchov nuqtalari, qurilma turi, kirish nuqtasining konfiguratsiyasi va tarmoqdagi taxminiy yuklama ko‘rsatilishi lozim. Wi-Fi tarmog‘idagi muammoni aniqlash ketma-ketligi quyidagicha tashkil etilishi mumkin: avval tarmoq uskunalarining holati va konfiguratsiyasi tekshiriladi; keyin signal qamrovi va radiochastota muhiti o‘lchanadi; undan so‘ng kanal tanlovi, uzatish quvvati, mijozlar soni va tarmoq yuklamasi baholanadi. Zaruratga ko‘ra, kirish nuqtasi boshqa kanalga o‘tkaziladi, uning joylashuvi yoki antennasi o‘zgartiriladi, qo‘shimcha kirish nuqtasi o‘rnatiladi yoxud konfiguratsiya optimallashtiriladi. O‘zgarish kiritilgandan keyin ayni o‘lchash nuqtalarida qayta nazorat o‘tkazilishi kerak. Shundagina chora-tadbirning haqiqiy samarasi aniqlanadi.

Nosozliklarni bartaraf etish samaradorligini oshirish yondashuvi

Optik kabel va Wi-Fi segmentlaridagi nosozliklar turlicha fizik xususiyatga ega bo‘lsa-da, ularni bartaraf etishda umumiy ish tartibini qo‘llash mumkin. Takomillashtirilgan diagnostika jarayonini quyidagi bosqichlarda tashkil etish maqsadga muvofiq:

1. Dastlabki ma’lumotlarni yig‘ish. Muammo qachon yuzaga kelgani, qaysi xizmatlarga ta’sir qilayotgani va ilgari qanday o‘zgarishlar kiritilgani aniqlanadi. Tarmoq sxemasi va uskunalar ro‘yxati tekshiriladi.

2. O‘lchashga tayyorgarlik. Kerakli o‘lchash vositalari tanlanadi, ularning texnik holati va metrologik hujjatlari tekshiriladi. Ulanish nuqtalari, o‘lchash rejimi va xavfsizlik talablari belgilanadi.

3. Boshlang‘ich diagnostika. Optik qismda quvvat, so‘nish va reflektogramma; Wi-Fi qismida esa signal, kanal bandligi, kechikish va paket yo‘qotilishi kabi ko‘rsatkichlar qayd etiladi.

4. Nosozlik sababini aniqlash. O‘lchov natijalari tarmoq sxemasi, qurilma jurnallari va joyidagi ko‘rik bilan taqqoslanadi. Birgina ko‘rsatkich asosida yakuniy xulosa chiqarishdan saqlaniladi.

5. Bartaraf etish choralarini tanlash. Aniqlangan sababga mos choralar ko‘riladi: ulagichni tozalash yoki almashtirish, kabelni ta’mirlash, payvandlashni qayta bajarish, Wi-Fi kanalini yoki kirish nuqtasi joylashuvini o‘zgartirish, uskuna sozlamalarini tuzatish.

6. Ta’mirdan keyingi nazorat. Boshlang‘ich diagnostikadagi o‘lchovlar takrorlanib, natijalar ta’mirdan oldingi ko‘rsatkichlar bilan taqqoslanadi. Tarmoq xizmatining tiklangani va barqaror ishlashi tasdiqlanadi.

7. Natijalarni hujjatlashtirish. Bajarilgan ishlar, ishlatilgan asboblar, o‘lchash sharoiti, olingan natijalar va keyingi tavsiyalar elektron qaydga kiritiladi [4].

Mazkur yondashuvda muhim omillardan biri — o‘lchov noaniqligini hisobga olishdir. Har qanday o‘lchash natijasi ma’lum noaniqlikka ega bo‘lib, unga asbobning aniqligi, ulanish sifati, operator harakati, atrof-muhit va o‘lchash usuli ta’sir qiladi. Diagnostik xulosa ko‘rsatkichning ruxsat etilgan chegaraga juda yaqin qiymatiga asoslangan bo‘lsa, noaniqlikni inobatga olmaslik noto‘g‘ri qarorga sabab bo‘lishi mumkin. Shuning uchun

chegara qiymatiga yaqin natijalar takroriy o‘lchovlar yoki qo‘shimcha tekshiruvlar orqali tasdiqlanishi lozim.

Samaradorlikni oshirishning yana bir yo‘li — diagnostika jarayonini raqamlashtirish. O‘lchov natijalarini elektron shaklda saqlash, tarmoq xaritasiga bog‘lash va avvalgi ko‘rsatkichlar bilan avtomatik taqqoslash nuqsonlarning rivojlanish tendensiyasini aniqlashga yordam beradi. Masalan, optik liniyaning turli nuqtalaridagi so‘nish muntazam oshib borayotgan bo‘lsa, kabel to‘liq ishdan chiqishidan avval profilaktik tekshiruv tashkil etish mumkin. Wi-Fi tarmog‘ida esa kanal bandligi yoki signal darajasining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi yuklama va qamrov muammolarini oldindan aniqlash imkonini beradi. Bundan tashqari, nosozliklarni ustuvorlik bo‘yicha tasniflash maqsadga muvofiq. Xizmatning to‘liq uzilishiga sabab bo‘layotgan nuqsonlar birinchi navbatda bartaraf etiladi; xizmat sifati pasayishi bilan bog‘liq, lekin aloqa saqlanib turgan holatlar esa ta’sir doirasi va xavf darajasiga qarab rejalashtiriladi. Bu yondashuv cheklangan texnik resurslardan oqilona foydalanishga yordam beradi.

Kutiladigan amaliy natijalar

Taklif etilgan metrologik yondashuvni telekommunikatsiya tarmoqlarida qo‘llash natijasida:

– nosozlikning joyi va ehtimoliy sababini aniqlash vaqti qisqaradi;

– noto‘g‘ri diagnostika va asossiz qurilma almashtirish holatlari kamayadi;

– ta’mirdan keyingi tekshiruv natijalari takrorlanuvchan bo‘ladi;

– o‘lchov vositalaridan foydalanish va ularning holatini nazorat qilish yaxshilanadi;

– tarmoqdagi texnik o‘zgarishlar va nosozliklar tarixi shakllanadi;

– profilaktik xizmat ko‘rsatish ishlarini rejalashtirish imkoniyati ortadi;

– foydalanuvchilarga ko‘rsatiladigan aloqa xizmatlarining barqarorligi oshadi.

Bu natijalarga erishish uchun tashkilot miqyosida o‘lchash vositalarining yagona ro‘yxatini yuritish, ularning kalibrlash yoki qiyoslash muddatlarini nazorat qilish, texnik xodimlar uchun umumiy diagnostika yo‘riqnomalarini ishlab chiqish va o‘lchov natijalarini standart shaklda qayd etish tavsiya etiladi.

Xulosa

Telekommunikatsiya tarmoqlaridagi optik kabel va Wi-Fi qurilmalarining nosozliklarini samarali bartaraf etish ishonchli o‘lchash va metrologik nazoratga asoslanishi kerak. Optik liniyalarda quvvat, so‘nish va reflektogramma natijalarini birgalikda tahlil qilish; Wi-Fi segmentida esa signal sathi, kanal bandligi, kechikish va paket yo‘qotilishi kabi ko‘rsatkichlarni kompleks baholash zarur [5]. O‘lchash vositalarining metrologik holatini tekshirish, o‘lchash sharoitlarini qayd etish, natijalarni takroriy nazorat bilan tasdiqlash va ta’mirdan keyingi o‘lchovlarni boshlang‘ich natijalar bilan taqqoslash diagnostika sifatini oshiradi.

Nosozliklarni aniqlash, sababini belgilash, ta’mirlash va yakuniy nazorat bosqichlarini yagona tartibga keltirish texnik xizmat ko‘rsatishni izchil va samarali tashkil etishga xizmat qiladi. O‘lchov ma’lumotlarini raqamli saqlash va vaqt davomida tahlil qilish esa profilaktik xizmat ko‘rsatish imkoniyatlarini kengaytiradi. Shu tariqa, metrologik diagnostika usullarini takomillashtirish tarmoqning ishonchliligini oshirish, tiklash vaqtini qisqartirish va telekommunikatsiya xizmatlari sifatini yaxshilashning muhim omili hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Optik tolali aloqa liniyalarini o‘lchash va sinash bo‘yicha amaldagi xalqaro standartlar hamda texnik tavsiyalar.

2. Wi-Fi va IEEE 802.11 simsiz lokal tarmoqlari bo‘yicha amaldagi standartlar.

3. O‘lchash natijalarining noaniqligini baholash bo‘yicha qo‘llanmalar.

4. Optik quvvat o‘lchagich, OTDR va Wi-Fi analizatorlari ishlab chiqaruvchilarining texnik hujjatlari.

5. ISO 15765-4. Road vehicles — Diagnostic communication over Controller Area Network (DoCAN). Part 4: Requirements for emissions-related systems.