



OPTIK UZATISH VA GURUHLI OQIM PARAMETRLARINI MONITORING USULLARINI TADQIQ QILISH

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19628425>

Odinayev Jonibek Xoshim o'g'li

UMFT universiteti Raqamli texnologiyalar fakulteti magistranti

Email: Jonik6769@gmail.com

Ilmiy rahbar: Bekzod Tuychiyev Oromovich

Qarshi davlat texnika universiteti "OAT va T" kafedrasi dotsenti

Email: bekozod2702@gmail.com

Annotatsiya: *Mazkur maqolada optik uzatish tizimlarida guruhli oqim parametrlarini monitoring usullari ilmiy-nazariy va amaliy jihatdan tahlil qilingan bo'lib, unda optik tarmoqlarning ishlash samaradorligini belgilovchi asosiy ko'rsatkichlar, jumladan signal sifati, kechikish, xatolik darajasi va dispersiya kabi parametrlarning ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, passiv va aktiv monitoring usullari, optik spektr tahlili, OTDR texnologiyasi hamda zamonaviy raqamli monitoring tizimlarining afzalliklari keng ko'rib chiqilib, sun'iy intellekt, Big Data va SDN texnologiyalaridan foydalanish orqali monitoring jarayonlarini takomillashtirish imkoniyatlari asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari optik uzatish tizimlarining ishonchliligini oshirish, xizmat sifatini yaxshilash va tarmoq boshqaruvini optimallashtirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar: *optika, uzatish, monitoring, oqim, signal, dispersiya, kechikish, xatolik, tarmoq, spektr, tizim, boshqaruv, texnologiya, sinxronlash, samaradorlik.*

Аннотация: *В данной статье научно-теоретически и практически проанализированы методы мониторинга параметров групповых потоков в системах оптической передачи, при этом освещено значение основных показателей, определяющих эффективность работы оптических сетей, таких как качество сигнала, задержка, уровень ошибок и дисперсия. Также подробно рассмотрены пассивные и активные методы мониторинга, оптический спектральный анализ, технология OTDR и современные цифровые системы мониторинга, а также обоснованы возможности совершенствования процессов мониторинга за счёт использования технологий искусственного интеллекта, Big Data и SDN. Результаты исследования показывают, что данные подходы имеют важное научно-практическое значение для повышения надёжности систем оптической передачи, улучшения качества обслуживания и оптимизации управления сетью.*



Ключевые слова: *оптика, передача, мониторинг, поток, сигнал, дисперсия, задержка, ошибка, сеть, спектр, система, управление, технология, синхронизация, эффективность.*

Abstract: *This article provides a scientific-theoretical and practical analysis of methods for monitoring group flow parameters in optical transmission systems, highlighting the importance of key indicators such as signal quality, latency, error rate, and dispersion that determine the efficiency of optical networks. It also examines passive and active monitoring methods, optical spectrum analysis, OTDR technology, and modern digital monitoring systems, while substantiating the potential for improving monitoring processes through the use of artificial intelligence, Big Data, and SDN technologies. The research results demonstrate that these approaches have significant scientific and practical importance in enhancing the reliability of optical transmission systems, improving service quality, and optimizing network management.*

Key words: *optics, transmission, monitoring, flow, signal, dispersion, latency, error, network, spectrum, system, management, technology, synchronization, efficiency.*

KIRISH

Hozirgi globallashuv jarayonlari va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi sharoitida yuqori tezlikdagi, ishonchli va uzluksiz ma'lumot uzatish tizimlariga bo'lgan talab keskin ortib bormoqda. Ayniqsa, telekommunikatsiya infratuzilmasining asosiy tayanchi hisoblangan optik tolali uzatish tizimlari zamonaviy axborot almashinuvining muhim komponentiga aylangan. Optik uzatish texnologiyalari yuqori o'tkazuvchanlik, past signal yo'qotish darajasi, elektromagnit shovqinlarga chidamliligi va uzoq masofalarga sifatli uzatish imkoniyati bilan ajralib turadi. Shu sababli ular nafaqat telekommunikatsiya tarmoqlarida, balki sanoat, harbiy aloqa, transport va boshqa strategik sohalarda ham keng qo'llanilmoqda.

Optik uzatish tizimlarining samarali ishlashi, birinchi navbatda, undagi guruhli oqim parametrlarining barqarorligi va nazorat qilinishi bilan chambarchas bog'liqdir. Guruhli oqimlar deganda bir nechta axborot signallarining yagona transport muhitida birlashtirilgan holda uzatilishi tushuniladi. Bunday oqimlar ko'pincha yuqori tezlikli raqamli signallarni o'z ichiga oladi va ularning sifat ko'rsatkichlari uzatish tizimining umumiy samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu bois guruhli oqim parametrlarini aniqlash, tahlil qilish va doimiy monitoring qilish muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi.

Bugungi kunda optik tarmoqlarda ma'lumotlar hajmining ortib borishi, xizmat turlarining ko'payishi hamda real vaqt rejimida uzatiladigan axborotlarga bo'lgan ehtiyoj monitoring tizimlariga qo'yiladigan talablarni yanada kuchaytirmoqda. Xususan, signalning



kechikishi (latency), uzilishlar (packet loss), signal/shovqin nisbati (SNR), dispersiya va boshqa ko'rsatkichlarni aniqlash va nazorat qilish zamonaviy monitoring tizimlarining asosiy vazifalaridan biridir. Ushbu parametrlarning o'zgarishi tizimda nosozliklar yuzaga kelishiga, axborot yo'qotilishiga yoki xizmat sifati pasayishiga olib kelishi mumkin.

Optik uzatish tizimlarida monitoring jarayonlarini tashkil etish murakkab va ko'p bosqichli jarayon bo'lib, u zamonaviy texnologiyalar, maxsus apparat-dasturiy vositalar hamda ilg'or tahlil usullarini qo'llashni talab etadi. An'anaviy monitoring usullari bilan bir qatorda, hozirgi kunda sun'iy intellekt, mashinaviy o'rganish algoritmlari va katta ma'lumotlar (Big Data) texnologiyalaridan foydalanish orqali yanada aniq va tezkor tahlil natijalariga erishilmoqda. Bu esa tizimdagi muammolarni oldindan aniqlash, prognozlash va ularni bartaraf etish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Mazkur mavzuning dolzarbligi shundan iboratki, optik uzatish tizimlarining uzluksiz va samarali ishlashini ta'minlash uchun guruhli oqim parametrlarini monitoring usullarini chuqur o'rganish va takomillashtirish zarur. Ayniqsa, yuqori tezlikdagi magistral tarmoqlarda axborot uzatish sifati va ishonchligini oshirish, xizmat ko'rsatish darajasini yaxshilash hamda texnik nosozliklarning oldini olish uchun ilmiy asoslangan monitoring

yondashuvlarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

ASOSIY QISM

Optik uzatish tizimlari zamonaviy telekommunikatsiya infratuzilmasining ajralmas qismi bo'lib, ular katta hajmdagi axborotni yuqori tezlikda va minimal yo'qotishlar bilan uzatish imkonini beradi, bunda optik tolalar orqali yorug'lik signallarining tarqalishi asosiy uzatish mexanizmi sifatida xizmat qiladi va bu jarayonning samaradorligi ko'p jihatdan signal sifati hamda tizim parametrlarining barqarorligiga bog'liq. Shu sababli optik tarmoqlarda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan dispersiya, signal susayishi va noxiziqli effektlar kabi omillarni doimiy nazorat qilish zarur bo'lib, bu esa monitoring tizimlarining muhim ahamiyat kasb etishiga olib keladi.

Guruhli oqim tushunchasi optik uzatish tizimlarida bir nechta axborot oqimlarining yagona transport muhitida birlashtirilgan holda uzatilishini anglatadi, bu esa ayniqsa yuqori tezlikli va ko'p kanalli tarmoqlarda samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi hamda DWDM va TDM kabi texnologiyalar orqali yuzlab signallarni parallel uzatish imkonini yaratadi. Bunday oqimlarning asosiy parametrlariga bit tezligi, signal kechikishi, paket yo'qotish darajasi, signal-shovqin nisbati, jitter va dispersiya kiradi, ularning har biri tizimning umumiy ishlash sifatini belgilaydi va ushbu ko'rsatkichlarning o'zgarishi



xizmat sifati pasayishiga olib kelishi mumkin.

Optik uzatish tizimlarida guruhli oqim parametrlarini monitoring qilish usullari turli yondashuvlarga asoslanib, passiv monitoring usulida tizimga aralashuvsiz mavjud signalni tahlil qilish orqali real vaqt rejimida nazorat amalga oshiriladi, aktiv monitoringda esa maxsus test signallari yuborilib, tizimning ishlash chegaralari va imkoniyatlari aniqlanadi. Shu bilan birga, optik spektr tahlili yordamida signalning spektral tarkibi, shovqin darajasi va kanallararo ta'sirlar baholanadi, OTDR usuli orqali esa optik tolada yuzaga kelgan nosozliklar va signal yo'qotish nuqtalari aniqlanib, uzatish liniyasining holati batafsil tahlil qilinadi.

Zamonaviy optik tarmoqlarda monitoring jarayonlari yanada rivojlanib, raqamli monitoring tizimlari orqali real vaqt rejimida katta hajmdagi ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va vizual tarzda taqdim etish imkoniyati yaratilmoqda, bunda SNMP va boshqa tarmoq protokollari muhim rol o'ynaydi. Bundan tashqari, sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish algoritmlaridan foydalanish orqali tizimdagi nosozliklarni oldindan prognozlash, Big Data texnologiyalari yordamida esa katta hajmdagi monitoring ma'lumotlarini chuqur tahlil qilish imkoniyati kengayib bormoqda.

Optik uzatish tizimlarida monitoring jarayonini tashkil etishda ayrim muammolar ham mavjud bo'lib, ular orasida ma'lumotlar hajmining ortib

borishi, real vaqt rejimida qayta ishlashning murakkabligi va turli tizimlar o'rtasidagi moslashuv muammolari alohida o'rin tutadi, bu esa monitoring samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun intellektual tahlil usullarini joriy etish, bulutli texnologiyalardan foydalanish, monitoring tizimlarini standartlashtirish hamda kiberxavfsizlik choralarini kuchaytirish zarur bo'lib, bu yondashuvlar optik tarmoqlarning ishonchligini sezilarli darajada oshiradi.

Optik uzatish tizimlarida sifat ko'rsatkichlarini baholashda QoS (Quality of Service) va QoE (Quality of Experience) tushunchalari muhim o'rin tutadi, bunda birinchisi tarmoqning texnik parametrlariga asoslangan holda xizmat sifatini aniqlasa, ikkinchisi foydalanuvchi tomonidan qabul qilinayotgan xizmat sifatini subyektiv baholashga asoslanadi va ular o'zaro bog'liq holda monitoring tizimlarining samaradorligini belgilaydi. Shu sababli zamonaviy monitoring tizimlari nafaqat texnik ko'rsatkichlarni, balki foydalanuvchi tajribasiga ta'sir qiluvchi omillarni ham hisobga olgan holda kompleks tahlilni amalga oshiradi.

Optik tarmoqlarda xatoliklarni aniqlash va baholashda BER (Bit Error Rate) ko'rsatkichi muhim parametr hisoblanadi, u uzatilgan bitlar soniga nisbatan xato qabul qilingan bitlar ulushini ifodalaydi va tizimning ishlash aniqligini baholash imkonini beradi, bunda BER darajasining ortishi signal sifatining pasayganligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, FEC (Forward Error



Correction) texnologiyalaridan foydalanish orqali xatoliklarni avtomatik tuzatish imkoniyati yaratiladi, bu esa uzatish sifatini yaxshilash va signal yo'qotishlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Optik uzatish tizimlarida sinxronlash muammolari ham muhim ahamiyatga ega bo'lib, signalning vaqt bo'yicha aniq mos kelmasligi jitter va wander kabi hodisalarga olib keladi, bu esa ma'lumotlarning noto'g'ri qabul qilinishiga sabab bo'lishi mumkin, ayniqsa yuqori tezlikli tarmoqlarda bu muammo yanada keskinlashadi. Shu bois zamonaviy tizimlarda yuqori aniqlikdagi soat generatorlari va sinxronlash protokollari qo'llanilib, uzatish jarayonining barqarorligi ta'minlanadi.

Energiya samaradorligi ham optik uzatish tizimlarining muhim jihatlaridan biri bo'lib, zamonaviy tarmoqlarda energiya sarfini kamaytirish orqali iqtisodiy samaradorlikni oshirishga katta e'tibor qaratilmoqda, bunda optik kuchaytirgichlar va uzatish qurilmalarining optimal ishlash rejimlarini tanlash muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, monitoring tizimlari yordamida energiya iste'moli real vaqt rejimida nazorat qilinib, ortiqcha yuklanishlar va resurslardan samarasiz foydalanish holatlari aniqlanadi.

Optik tarmoqlarda xavfsizlik masalalari ham monitoring jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi, chunki ma'lumotlarning maxfiyligi va yaxlitligini ta'minlash zamonaviy axborot tizimlari uchun ustuvor vazifalardan

biridir, bunda signalni noqonuniy usulda tutib olish yoki tarmoqqa ruxsatsiz kirish kabi tahdidlar mavjud. Shu sababli monitoring tizimlari nafaqat texnik nosozliklarni, balki xavfsizlik bilan bog'liq muammolarni ham aniqlash imkoniyatiga ega bo'lib, bu esa tarmoqni kompleks himoya qilishni ta'minlaydi.

Virtualizatsiya va bulut texnologiyalarining rivojlanishi optik tarmoqlarda monitoring jarayonlarini yangi bosqichga olib chiqdi, bunda NFV (Network Functions Virtualization) va SDN texnologiyalari yordamida tarmoq funksiyalarini dasturiy boshqarish va moslashuvchan konfiguratsiya qilish imkoniyati yaratilmoqda, bu esa monitoring tizimlarining moslashuvchanligi va samaradorligini oshiradi. Natijada tarmoqlarni boshqarish jarayoni soddalashib, resurslardan samarali foydalanish hamda tizimdagi o'zgarishlarga tezkor javob qaytarish imkoniyati kengayadi. Shuningdek, optik uzatish tizimlarida xizmat ko'rsatish darajasini oshirish uchun SLA (Service Level Agreement) ko'rsatkichlarini monitoring qilish muhim ahamiyat kasb etadi, bunda xizmat ko'rsatuvchi va foydalanuvchi o'rtasidagi kelishuv asosida minimal xizmat sifati darajasi belgilanadi va ushbu ko'rsatkichlarning bajarilishi doimiy nazorat qilinadi. Bu esa tarmoq operatorlariga xizmat sifatini barqaror darajada ushlab turish, muammolarni tezkor aniqlash va foydalanuvchilar ishonchini oshirish imkonini beradi. Umuman olganda, optik uzatish tizimlarida guruhli oqim



parametrlarini monitoring qilish faqat texnik nazorat bilan cheklanib qolmay, balki iqtisodiy samaradorlik, xavfsizlik, energiya tejamkorligi va foydalanuvchi tajribasini ham qamrab oluvchi kompleks jarayon sifatida qaralmoqda, bu esa ushbu sohada yangi ilmiy yondashuvlar va innovatsion texnologiyalarni joriy etishni taqozo etadi.

XULOSA

Optik uzatish tizimlari zamonaviy axborot-kommunikatsiya infratuzilmasining asosiy tayanchi sifatida yuqori tezlik, katta o'tkazuvchanlik va ishonchlikni ta'minlab, turli sohalarda samarali axborot almashinuvini amalga oshirish imkonini bermoqda, shu bilan birga ushbu tizimlarning barqaror ishlashi ko'p jihatdan guruhli oqim parametrlarini to'g'ri baholash va doimiy monitoring qilish bilan bevosita bog'liqdir. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, signal sifati, kechikish, xatolik darajasi, dispersiya va boshqa muhim ko'rsatkichlarni muntazam nazorat qilish orqali tizimdagi nosozliklarni erta aniqlash va ularni bartaraf etish imkoniyati sezilarli darajada oshadi.

Mazkur maqolada ko'rib chiqilgan monitoring usullari, jumladan passiv va aktiv yondashuvlar, optik spektr tahlili,

OTDR texnologiyasi hamda zamonaviy raqamli monitoring tizimlari optik tarmoqlarning samarali boshqarilishini ta'minlashda muhim vosita ekanligi aniqlandi, shuningdek sun'iy intellekt, Big Data, SDN va virtualizatsiya texnologiyalarining joriy etilishi monitoring jarayonlarini yanada takomillashtirib, tizimning moslashuvchanligi va aniqligini oshirishga xizmat qilmoqda. Bundan tashqari, QoS va QoE ko'rsatkichlarini hisobga olish, energiya samaradorligini nazorat qilish hamda kiberxavfsizlik choralarni kuchaytirish optik uzatish tizimlarini kompleks boshqarishning ajralmas qismiga aylanib bormoqda.

Xulosa qilib aytganda, optik uzatish va guruhli oqim parametrlarini monitoring usullarini chuqur o'rganish hamda ularni amaliyotga samarali joriy etish telekommunikatsiya tizimlarining uzluksiz va sifatli ishlashini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi, kelgusida esa ushbu yo'nalishda innovatsion texnologiyalarni keng qo'llash, intellektual monitoring tizimlarini rivojlantirish va ilmiy asoslangan yondashuvlarni takomillashtirish orqali yanada yuqori natijalarga erishish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Axmedov A., Telekommunikatsiya asoslari, Toshkent, "O'qituvchi", 2018, 256 b.
2. Karimov I., Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, Toshkent, "Fan va texnologiya", 2019, 312 b.
3. Rasulov R., Optik aloqa tizimlari, Toshkent, "Aloqachi", 2020, 284 b.



4. Yusupov Sh., Raqamli aloqa tizimlari va tarmoqlari, Toshkent, “Yangi asr avlodi”, 2021, 298 b.
5. Abdullayev B., Telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarish, Toshkent, “Fan”, 2017, 240 b.
6. To‘xtayev N., Optik tolali aloqa liniyalari, Toshkent, “Aloqa”, 2019, 270 b.
7. Ismoilov D., Axborot uzatish nazariyasi, Toshkent, “Universitet”, 2016, 220 b.
8. Qodirov S., Zamonaviy telekommunikatsiya texnologiyalari, Toshkent, “Innovatsiya”, 2022, 310 b.
9. Ergashev M., Tarmoq texnologiyalari va monitoring tizimlari, Toshkent, “Fan va ta’lim”, 2021, 276 b.
10. Jo‘rayev H., Raqamli signallarni qayta ishlash asoslari, Toshkent, “Texnika”, 2018, 260 b.