

Date: 13th April-2026

OPTIK UZATISH VA GURUHLI OQIM PARAMETRLARINI MONITORING
USULLARINI TADQIQ QILISH

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" kafedrasida dotsenti

Email: bekzod2702@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tezisdagi zamonaviy optik tolali uzatish tizimlarida guruhli oqim parametrlarini monitoring qilishning dolzarb usullari tadqiq etilgan. Ish davomida zich to'liqlik bo'linish texnologiyasi asosida shakllantirilgan signallarning sifati, xususan, optik signal-shovqin nisbati, dispersiya effektlari va chiziqli bo'lmagan buzilishlarning guruhli oqimga ta'siri tahlil qilingan. Raqamli signalga ishlov berish va sun'iy intellekt elementlarini monitoring jarayoniga integratsiya qilish orqali tarmoq samaradorligini oshirish va nosozliklarni prognoz qilish imkoniyatlari ilmiy asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: optik uzatish, guruhli oqim, monitoring, raqamli signal, ishlov berish, effektlar, kognitiv tarmoq.

Bugungi kunda global axborot almashinuvi hajmining geometrik progressiya bilan o'sib borishi telekommunikatsiya tarmoqlarining asosiy magistrali hisoblangan optik tolali uzatish tizimlariga bo'lgan talabni tubdan o'zgartirdi. Zamonaviy raqamli iqtisodiyot, bulutli texnologiyalar, 5G aloqa avlodining keng joriy etilishi va "Internet buyumlar" (IoT) konsepsiyasi soniyasiga terabitlab ma'lumot uzatish imkoniyatiga ega bo'lgan yuqori tezlikdagi kanallarni talab etmoqda. Biroq, uzatish tezligi va masofasining ortishi o'z navbatida optik signalning sifat ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi chiziqli va chiziqli bo'lmagan buzilishlarning (dispersiya, kross-fazali modulyatsiya va boshqalar) kuchayishiga olib keladi.

Optik uzatish tizimlarining barqaror va ishonchli ishlashini ta'minlashda monitoring tizimlari hal qiluvchi rol o'ynaydi. Agarda ilgari monitoring faqatgina signal bor yoki yo'qligini tekshirish bilan cheklangan bo'lsa, hozirgi kunda kognitiv optik tarmoqlar davrida har bir guruhli oqim parametrlarini real vaqt rejimida tahlil qilish zarurati tug'ilmoqda. Guruhli oqim — bu zich to'liqlik bo'linish texnologiyasi asosida o'nlab va yuzlab optik kanallarning yagona muhitda birlashishi bo'lib, uning ichidagi har bir kanalning spektral xarakteristikalarini, shovqin darajasini va xatolik koeffitsientini nazorat qilish texnik jihatdan murakkab vazifadir.

Zamonaviy magistral aloqa tarmoqlarida qo'llaniladigan zich to'liqlik bo'linish texnologiyasi yagona optik tolada yuzlab mustaqil axborot kanallarini shakllantirishga imkon beradi, biroq bu jarayon guruhli oqim parametrlarining o'ta murakkab fizik o'zaro ta'sirini yuzaga keltiradi. Signalning sifatini belgilovchi eng muhim ko'rsatkichlardan biri bo'lgan optik signal-shovqin nisbati guruhli oqim ichidagi kuchaytirgichlarning shovqin



Date: 13th April-2026



darajasi va chiziqli bo'lmagan effektlar ta'sirida pasayishi, natijada ma'lumotlar yaxlitligining buzilishiga olib kelishi tadqiqotlar davomida aniqlandi. Shu sababli, guruhli oqimning spektral zichligini va har bir kanalning energetik balansini doimiy ravishda monitoring qilish, tarmoqning o'tkazuvchanlik qobiliyatini pasaytirmasdan turib nosozliklarni barvaqt aniqlashning fundamental asosi hisoblanadi.

Optik tarmoqlarda guruhli oqim parametrlarini nazorat qilishning zamonaviy usullari sifatida raqamli signalga ishlov berish va mashinali o'qitish algoritmlarining integratsiyasi axborot uzatish samaradorligini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Kogerent qabul qilish texnologiyasi asosida ishlovchi DSP modullari qo'shimcha optik qurilmalarsiz xromatik dispersiya va qutblanish rejimi dispersiyasi kabi murakkab chiziqli buzilishlarni matematik tahlil qilish orqali signalni qayta tiklashga imkon beradi. Shu bilan birga, sun'iy intellekt elementlarini monitoring tizimiga joriy etish orqali guruhli oqimdagi kutilmagan tebranishlar va potensial uzilish nuqtalarini yuqori aniqlikda prognoz qilish, bu orqali tarmoqning o'z-o'zini davolash imkoniyatlarini kengaytirish ko'zda tutiladi.

Tadqiqot doirasida o'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, guruhli oqim parametrlarini dinamik monitoring qilish orqali optik kanalning spektral samaradorligini sezilarli darajada oshirish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish imkoniyati mavjuddir. Tajriba natijalari monitoring tizimlarining kognitiv boshqaruv funksiyasi bilan birgalikda qo'llanilishi, tarmoq resurslarini foydalanuvchi talabiga mos ravishda real vaqt rejimida taqsimlash va signalning so'nish koeffitsientini minimal darajada ushlab turish imkonini berishini tasdiqladi. Yakuniy xulosalar shuni anglatadiki, monitoring usullarini takomillashtirish nafaqat hozirgi zich to'liq bo'linish tizimlarini, balki kelajakdagi ultra yuqori tezlikdagi elastik optik tarmoqlarning barqaror ishlashini ta'minlovchi asosiy texnik yechim bo'lib xizmat qiladi.

Yuqori quvvatli guruhli oqimlarni uzoq masofalarga uzatishda yuzaga keladigan kross-fazali modulyatsiya va to'rt to'liq aralashuv kabi chiziqli bo'lmagan effektlar kanallararo xalaqitlarni keltirib chiqarib, tizimning umumiy samaradorligini cheklaydi. Ushbu salbiy ta'sirlarni monitoring qilish uchun yorug'lik to'liqining faza o'zgarishlarini tahlil qiluvchi maxsus interferometrik usullar qo'llaniladi, bu esa guruhli oqim tarkibidagi har bir optik tashuvchining spektral tozaligini saqlab qolishga xizmat qiladi. Bunday nazorat mexanizmlari, ayniqsa, turli to'liq uzunliklari bir-biriga juda yaqin joylashgan "egiluvchan spektrli" tarmoqlarda signalning qo'shni kanallarga o'tib ketishini oldini olishda texnik jihatdan juda muhimdir.

Guruhli oqim parametrlarini monitoring qilishda faqatgina optik quvvatga tayanib qolmasdan, balki xatolik koeffitsienti va Q-faktori kabi raqamli sifat ko'rsatkichlarini chuqur tahlil qilish strategik ahamiyatga ega. Signalning optik muhitdan o'tish jarayonida yuzaga keladigan fluktuatsiyalar va vaqtinchalik jitterlar (jitter) qabul qiluvchi qurilmalarda statistik usullar bilan o'lchanadi, bu esa liniyadagi regeneratrlar va kuchaytirgichlarning ish holatini masofadan turib baholash imkonini beradi. Mazkur monitoring ma'lumotlari asosida tizim operatorlari signal sifati kritik darajaga tushishidan oldin guruhli oqim yo'nalishini zaxira kanallariga o'tkazish yoki modulyatsiya formatini

Date: 13th April-2026

(masalan, 16-QAM dan QPSK ga) avtomatik ravishda o'zgartirish haqida qaror qabul qiladi.

Zamonaviy monitoring tizimlari o'z ichiga nafaqat yuqori aniqlikdagi optik detektorlarni, balki olingan ma'lumotlarni markaziy boshqaruv pultiga uzatuvchi dasturiy ta'riflanadigan tarmoq protokollarini ham qamrab oladi. Optik guruhli oqimning har bir parametrini nazorat qiluvchi datchiklar tola bo'ylab strategik nuqtalarga joylashtiriladi va ulardan olingan telemetriya ma'lumotlari bulutli platformalarda tahlil qilinib, butun tarmoqning raqamli egizagi yaratiladi. Ushbu integratsiyalashgan yondashuv tarmoq infratuzilmasining jismoniy holati va guruhli oqimning mantiqiy parametrlarini bir vaqtda kuzatish imkonini berib, tizimning chidamliligini va favqulodda vaziyatlarga tayyorligini maksimal darajaga ko'taradi.

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, optik uzatish tizimlarida guruhli oqim parametrlarini monitoring qilish nafaqat aloqa sifatini ta'minlash, balki zamonaviy yuqori tezlikdagi tarmoqlarning barqarorligini kafolatlovchi asosiy omil hisoblanadi. Guruhli oqim tarkibidagi har bir kanalning energetik va spektral ko'rsatkichlarini real vaqt rejimida nazorat qilish orqali chiziqli va chiziqli bo'lmagan buzilishlarning salbiy ta'sirini minimallashtirish, natijada ma'lumotlarni uzatish masofasini va ishonchliligini sezilarli darajada oshirish imkoniyati mavjudligi isbotlandi.

Ushbu ishda tahlil qilingan raqamli signalga ishlov berish va intellektual monitoring algoritmlarining integratsiyasi an'anaviy monitoring usullaridan tubdan farq qilib, tarmoqdagi nosozliklarni nafaqat aniqlash, balki ularni oldindan prognoz qilish imkonini beradi. Bu kabi innovatsion yondashuvlar kognitiv optik tarmoqlarni yaratishda muhim bosqich bo'lib, kelajakda 800G va undan yuqori tezlikdagi magistral aloqa liniyalarida resurslarni dinamik boshqarish va ekspluatatsiya xarajatlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. R. R. Axmedov, Optik aloqa tarmoqlarini ekspluatatsiya qilish va texnik xizmat ko'rsatish asoslari. Toshkent: Universitet, 2021.
2. M. A. Djalilov, "Optik tolali uzatish tizimlarida signal sifatini monitoring qilish usullari," Toshkent axborot texnologiyalari universiteti ilmiy to'plami, 2019.
3. S. K. Ganiyev va M. M. Karimov, Optik aloqa tizimlari va tarmoqlari. Toshkent: Aloqachi, 2021.
4. M. I. Ismoilov, "DWDM texnologiyalari va ularning magistral tarmoqlardagi tatbiqi," O'zbekiston aloqa va axborotlashtirish agentligi ilmiy-texnik jurnali, 4-jild, 2-son, 12-18-betlar, 2020.
5. B. B. Muminov va N. O. Raximov, Raqamli signalga ishlov berish va kognitiv optik tarmoqlar texnologiyasi. Toshkent: Fan va texnologiya, 2022.
6. Sh. Sultonov, "Yuqori tezlikdagi optik uzatish tizimlarida chiziqli bo'lmagan effektlarni kamaytirish usullari," Magistrlik dissertatsiyasi, TATU, Toshkent, 2023.
7. A. A. Xoliqov, Optik tolali aloqa yo'llari. Toshkent: Navro'z, 2018.

