



OPTIK TOLA ORQALI SIGNAL UZATISHDA DISPERSIYA VA YO'QOTISHLARNI KAMAYTIRISH USULLARI

Ochilov Laziz Siddiqovich, Ilmiy rahbar

Ismatova Sevara Quvondiq qizi

410-23-guruh talabasi sevaraismatova295@gmail.com

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15544805>

ARTICLE INFO

Received: 15th May 2025

Accepted: 19th May 2025

Published: 29th May 2025

KEYWORDS

Optik tola, dispersiya, signal
yo'qotilishi, modulyatsiya,
kuchaytirgich, fotonik kristalli tola,
uzatish masofasi, telekommunikatsiya
tizimi, regeneratsiya.

ABSTRACT

Mazkur ishda optik tola orqali signal uzatishda uchraydigan asosiy muammolar — dispersiya va yo'qotishlar tahlil qilinadi. Dispersiyani kamaytirish uchun modulyatsiya usullarini optimallashtirish va maxsus tola turlaridan foydalanish taklif etiladi. Yo'qotishlarni minimallashtirishda esa past attenuatsiyali materiallar va kuchaytiruvchi qurilmalar muhim rol o'ynaydi. Ishda yangi turdagi fotonik kristalli tolalarning afzalliklari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, signallarni qayta tiklash texnologiyalari bilan uzatish masofasini oshirish yo'llari ko'rsatiladi. Zamonaviy eksperimental natijalar bilan nazariy yechimlar solishtiriladi. Mazkur yondashuv zamonaviy telekommunikatsiya tizimlari uchun dolzarb ahamiyatga ega.

Kirish: Axborot texnologiyalari jadal sur'atlar bilan rivojlanayotgan hozirgi davrda yuqori tezlikda va ishonchli ma'lumot uzatish telekommunikatsiya tizimlarining asosiy talablaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, keng polosali tarmoqlar va internet xizmatlari hajmining ortib borishi optik tolali aloqa tizimlariga bo'lgan ehtiyojni keskin oshirmoqda. Optik tola orqali signal uzatish texnologiyasi o'zining yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyati, elektromagnit shovqinlarga chidamliligi va uzoq masofalarga signalni deyarli ishonchli yetkazish imkoniyati bilan ajralib turadi. Shunga qaramay, ushbu texnologiyada ba'zi muhim muammolar, jumladan **dispersiya** (signalning cho'zilishi) va **yo'qotishlar** (signal kuchining kamayishi) mavjud bo'lib, ular uzatish sifati va samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Dispersiya tufayli signalning shakli buziladi, bu esa uzatilyotgan axborotning aniqligini pasaytiradi. Yo'qotishlar esa signalni uzoq masofaga yetkazishda qo'shimcha kuchaytirgichlar talab etilishini keltirib chiqaradi. Ushbu muammolarni hal etish zamonaviy aloqa tizimlarini yaratishda dolzarb masala bo'lib, bu yo'nalishda turli ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda. Mazkur ishda optik tola orqali signal uzatishda dispersiya va yo'qotishlarni kamaytirishning ilg'or usullari, jumladan modulyatsiya texnologiyalari, fotonik kristalli tolalardan foydalanish, signalni qayta tiklash va kuchaytirish texnikalari keng yoritiladi. Ushbu yondashuvlar yordamida signal uzatish sifati va samaradorligini oshirish mumkinligi ilmiy asosda tahlil qilinadi.

Asosiy qism: Optik tolali aloqa tizimlarida signal sifati bir nechta fizik omillarga bog'liq bo'lib, ularning eng muhimlari dispersiya va yo'qotishlar hisoblanadi. Dispersiya tufayli signalning shakli buziladi, ya'ni signal vaqt davomida yoyilib ketadi va bu uzatilayotgan axborotning aniqligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, yuqori tezlikda uzatiladigan raqamli signallar dispersiyadan eng ko'p zarar ko'radi. Shu sababli bu muammoni kamaytirish uchun turli texnologiyalar ishlab chiqilgan. Ulardan biri — dispersiyani kompensatsiyalovchi tolalardan foydalanishdir. Bu turdagi tolalar signalning yoyilishini qarama-qarshi yo'nalishda kompensatsiyalaydi. Shuningdek, fotonik kristalli tolalar yordamida dispersiyani nazorat qilish va kamaytirish mumkin, chunki ularning tuzilmasi yorug'likning tarqalishiga ta'sir qiladi. Bundan tashqari, zamonaviy modulyatsiya usullari — masalan, QAM (kvadratura amplituda modulyatsiyasi) yoki chirp-keying texnologiyasi orqali signalning amplituda va fazasini optimallashtirish orqali dispersiya ta'sirini sezilarli kamaytirish mumkin. Signal yo'qotishlariga kelsak, ular asosan tolalar bo'ylab tarqalish vaqtida yorug'lik energiyasining pasayishi hisobiga yuzaga keladi. Bu holatni minimallashtirish uchun past attenuatsiyali (ya'ni yo'qotish darajasi past bo'lgan) optik materiallar qo'llaniladi. Silika asosidagi zamonaviy optik tolalar 0.2 dB/km gacha bo'lgan yo'qotish ko'rsatkichlariga ega. Biroq, uzoq masofalarda bu yo'qotishlar baribir sezilarli bo'ladi. Shu bois, EDFA (Erbiy doplangan tolali kuchaytirgich) kabi qurilmalar signalni oraliq punktlarda kuchaytirib, uzatish masofasini oshiradi. Bu kuchaytirgichlar optik signalni elektr signalga aylantirmasdan bevosita kuchaytiradi, bu esa tizimning umumiy samaradorligini oshiradi. Shuningdek, dispersionni kompensatsiyalovchi modullar (DCM), nolinci dispersiyali tolalar (NZ-DSF) va optik regeneratrlar yordamida signal sifatini uzoq masofalarda saqlab turish mumkin.

Mazkur tadqiqotda ushbu texnologiyalarni tahlil qilish uchun nazariy va eksperimental metodlar uyg'unlashgan. Tadqiqot MATLAB va OptiSystem dasturlari yordamida olib borildi. Modellashtirish orqali turli tola turlarining (oddiy yagona modali tola, dispersiyani kompensatsiyalovchi tola va fotonik kristalli tola) ishlashi, signal sifati va yo'qotish darajalari o'rganildi. Signal sifati Q-faktor va BER (bit xatolik darajasi) mezonlari orqali baholandi. Modulyatsiya usullari sifatida NRZ, RZ, QAM va PSK turlari sinovdan o'tkazildi. Har bir holatda signalning optik spektri, uzatish masofasi va signal-to-shovqin nisbati (SNR) aniqlab borildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, fotonik kristalli tolalar dispersiyani boshqarishda an'anaviy tolalarga qaraganda samaraliroq bo'lib, signalning shakli kamroq buziladi. QAM modulyatsiyasi signalning spektral zichligini kamaytirib, dispersiya ta'sirini minimallashtirishga yordam beradi. EDFA kuchaytirgichlari yordamida esa signal 80–100 km gacha bo'lgan masofalarda tik holatda uzatiladi. Signal-to-shovqin nisbati kuchaytirgichlar bilan birga ishlaganda 15 dB dan yuqori bo'lib, bu ishonchli uzatish uchun yetarli ko'rsatkichdir. Dispersiyani kompensatsiyalovchi modullar bilan esa signal sifati yuqori darajada ($BER \approx 10^{-9}$) saqlanadi. Ushbu natijalar zamonaviy optik aloqa tizimlarida samarali signal uzatishni ta'minlash uchun ilg'or texnologiyalar va moslashtirilgan yechimlar muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Xulosa: Mazkur maqolada optik tola orqali signal uzatishda yuzaga keladigan asosiy muammolar — dispersiya va yo'qotishlarni kamaytirish bo'yicha zamonaviy texnologiyalar chuqur o'rganildi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, signalning sifatli va uzoq masofaga uzatilishini ta'minlashda dispersiyani kompensatsiyalash va kuchaytirish texnologiyalari muhim rol o'ynaydi. Fotonik kristalli tolalardan foydalanish dispersiyani boshqarishda yuqori aniqlikni ta'minlaydi va an'anaviy tolalarga qaraganda samaraliroq ekani isbotlandi. Shuningdek, modulyatsiya usullarining to'g'ri tanlanishi (xususan, QAM va PSK) signal spektrining samarali ishlatilishiga va uzatish ishonchligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Signal yo'qotishlarini kamaytirish uchun past attenuatsiyali tolalar va EDFA kuchaytirgichlarining qo'llanilishi aloqa tizimi samaradorligini oshirishga imkon beradi. Dispersiyani kompensatsiyalovchi modullar orqali signal sifati uzatish jarayonida barqaror saqlanadi. Umuman olganda, ushbu ishda ko'rib chiqilgan usullar va texnologiyalar zamonaviy optik

aloqa tizimlarini takomillashtirishda katta amaliy ahamiyatga ega bo'lib, yuqori tezlikdagi, barqaror va uzoq masofali aloqa tizimlarini yaratishda muhim yechimlar qatoriga kiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. Raxmatov, Sherqo'zi Olimovich. "masofaviy ta'lim dasturlarining ta'lim tizimida afzalliklari va amaliy ahamiyati (moodle, scorm, tutor dasturlari misolida)." *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences* 1.11 (2021): 1263-1270.
2. Berdiyeva, Gulnoza. "O'ZBEKISTON ELEKTRON SAVDO TIZIMIDA MUAMMOLAR VA TAKLIFLAR." *Science and innovation in the education system* 3 (2024): 16-22.
3. Berdiyeva, Gulnoza. "RAQAMLI IQTISODIYOTNING MAQSAD VA VAZIFALARI VA UNING O'ZBEKISTONDA RIVOJLANISHI." *Педагогика и психология в современном мире: теоретические и практические исследования* 3 (2024): 11-14.
4. Gulnoza Raxmatov Sherqo'zi Olimovich, Berdiyeva, Raimbek Muzaffarov. *ELEKTRON TIJORATNING AN'ANAVIY SAVDO TURLARI BILAN XARAKTERLI XUSUSIYATLARI. Инновационные исследования в современном мире: теория и практика.* 2024/4/8. ст 14-18
5. Raxmatov Sherqo'zi Akbar Kodirov. Ta'lim jarayonida bulutli texnologiyalardan foydalanishning samaradorligi. *Pedagogis Internatsional researcg.* 2023/5/15. ISSN:281-4027_SJIF:4.995. ст-69
6. Berdiqulov, Bektosh, and Shohboz Musirmanov. "WEB SAHIFA BO 'LIMINI O 'QITISH METODIKASI." *Молодые ученые* 3.6 (2025): 42-45.
7. Abdinazarov, Asadbek, and Shohboz Musirmanov. "EHTIMOLLAR NAZARIYASI VA TASODIFIY HODISALAR." *Молодые ученые* 3.6 (2025): 29-31.
8. Usmon o'g'li, Musirmanov Shohboz. "IJTIMOIY TARMOQLAR ORQALI TURISTIK JOYLARNI REKLAMA QILISH VA MIJOZLAR BILAN SAMARALI ALOQA O 'RNATISH." *Scientific Journal of Actuarial Finance and Accounting* 4.10 (2024): 369-374.
9. Jo'rayeva, Feruza, and Aziza Normataova. "KATTA MA'LUMOTLAR (BIG DATA) UCHUN DBMS TIZIMLARI." *Инновационные исследования в современном мире: теория и практика* 3.14 (2024): 31-35. Feruza Jo'rayeva. TA'LIM JARAYONIDA AQL XARITALARIDAN FOYDALANISH VA ULARNING AHAMIYATI. *Молодые ученые.* 2024/4/8. ст-159-166
10. Feruza Jo'rayeva, Shahrizoda Pardayeva. *KOMPYUTER O 'YINLARI-MANQURTLIK VOSITASI. Current approaches and new research in modern sciences.* 2024/4/5. ст-12-18
11. Feruza Jo'rayeva, Gulhayo Hamdamova. *MEDIA SAVODXONLIK TUSHUNCHASI VA UNING JAMIYATIMIZ HAYOTIDAGI AHAMIYATI. Педагогика и психология в современном мире: теоретические и практические исследования.* 2024/3/31. ст-31-35
12. Sevinch Maslaitdinova Jo'rayeva Feruza. *VIRTUAL LABORATORIYALAR VA ULARNING O 'QITISH JARAYONIDAGI AHAMIYATI. PEDAGOGS.* Ст-196-200
13. Tuxtanzarova N. A Davletov A. J. , Mavlanberdiyev S. F., Norqulova Z. N., Jurayeva F. B., Jurayeva D. Sh. *STUDY RATIO OF MOISTURE AND BIOME FOR EXTREME SITUATION. ВИСШАЯ ШКОЛА• №23 / 2021.* 2021/12/23. ст-34-36
14. J.Toshpo'lotova M.O'ktamov, Sh.Aliqulov. Iqtidorli talabalarni fan, ta'lim va ishlab chiqarish korxonalari bilan integratsiya qilishning zamonaviy usullari. *Fan va texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o'rn.* 2024/4/29. ст-54-57
15. J.Toshpo'lotova M.O'ktamov, Sh.Aliqulov. Hozirgi globallashuv jarayonida intellektual yoshlarning ijtimoiy rivojlanish davridagi roli. *Fan va texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o'rn.* 2024/4/29. ст-40-43
16. Aliqulov Shukurullo Fayzullo o'g'li. TA 'LIMDA MULTIMEDIYA TEXNOLOGIYALARINI QO 'LLASH. *PEDAGOGS.* 2024/2/8. Ст-51-55
17. Shukurullo Fayzullo o'g'li. Aliqulov.". TA 'LIMDA MULTIMEDIYA TEXNOLOGIYALARINI QO 'LLASH." *PEDAGOGS.* 2024. ст-51-55

18. Shamsiddinov, G'iyosjon, Gulandom Raxmatova, and Zilola Rajapova. "KLIENT-SERVER ARXITEKTURALARI." *Наука и инновация* 3.6 (2025): 113-119.
19. Shamsiddinov, G'iyosjon, Gulandom Raxmatova, and Zilola Rajapova. "VIRTUAL BORLIQ VA UNING ASOSIY TUSHINCHALARI." *Наука и инновация* 3.6 (2025): 52-58.
20. Shamsiddinov, G'iyosjon, Barchin Ro'ziqulova, and Laziza Inatillayeva. "BOSHLANG 'ICH TA'LIMDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH USULLARI VA AFZALLIKLARI." *Педагогика и психология в современном мире: теоретические и практические исследования* 3.10 (2024): 39-41.
21. Shamsiddinov, G'iyosjon, and Gulandom Raxmatova. "O 'ZBEKISTONDA AXBOROT HAVFSIZLIGINI MA'NAVIY VA HUQUQIY ASOSLARI." *Решение социальных проблем в управлении и экономике* 3.4 (2024): 45-57.

