

OPTIK TOLALI ALOQA TARMOQLARI VA ULARNING ZAMONAVIY FAN VA TEXNIKIDAGI AHAMIYATI

Ixrorova Surayyoxon Isroiljon qizi

Toshkent Tibbiyot Akademiyasi,

Biotibbiyot Muhandisligi, informatika va biofizika kafedrası asisstanti.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14983454>

Annotatsiya. Ushbu maqolada optik tolali aloqa tarmoqlari va ularning zamonaviy fan hamda texnikadagi ahamiyati haqida so'z yuritiladi. Optik tolali aloqa tizimlarining ishlash prinsiplari, ularning an'anaviy aloqa texnologiyalariga nisbatan afzalliklari va zamonaviy infratuzilmada tutgan o'rni juda katta. Shuningdek, ushbu texnologiyaning axborot uzatish tezligi, ishonchliligi va energiya samaradorligi jihatidan ustunliklari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, optik tolali aloqa tarmoqlari telekommunikatsiya, internet va boshqa yuqori texnologiyali sohalarda muhim o'rin tutib, kelajakda yanada rivojlanib borishi kutilmoqda.

Kalit so'zlar: Axborot, OOAT, Aloqa, OAT, Signal, Optik tola, Aloqa tarmoqlari.

FIBER OPTIC COMMUNICATION NETWORKS AND THEIR SIGNIFICANCE IN MODERN SCIENCE AND TECHNOLOGY

Abstract. This article discusses fiber optic communication networks and their importance in modern science and technology. The principles of operation of fiber optic communication systems, their advantages over traditional communication technologies, and their role in modern infrastructure are very significant. The advantages of this technology in terms of information transmission speed, reliability, and energy efficiency were also analyzed. The results of the study show that fiber optic communication networks will play an important role in telecommunications, the Internet, and other high-tech industries and are expected to develop further in the future.

Keywords: Information, OOAT, Communication, OAT, Signal, Optical fiber, Communication networks.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СЕТИ СВЯЗИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Аннотация. В данной статье рассказывается об оптоволоконных сетях связи и их значении в современной науке и технике. Принципы работы волоконно-оптических систем связи, их преимущества перед традиционными технологиями связи и их роль в современной инфраструктуре огромны. Также были проанализированы преимущества данной технологии с точки зрения скорости передачи информации, надежности и

энергоэффективности. Результаты исследования показывают, что оптоволоконные сети связи занимают важное место в телекоммуникациях, Интернете и других высокотехнологичных отраслях и, как ожидается, будут развиваться и дальше в будущем.

Ключевые слова: *Информация, OAT, Связь, OAT, Сигнал, Оптоволокно, Сети связи.*

Kirish

Hozirgi kunda axborot texnologiyalari va telekommunikatsiya sohasining jadal rivojlanishi natijasida tezkor, ishonchli va samarali aloqa tizimlariga bo'lgan talab ortib bormoqda. An'anaviy mis simli aloqa tarmoqlari ba'zi cheklovlarga ega bo'lib, yuqori tezlikda ma'lumot uzatish ehtiyojlarini qondirishda yetarli emas. Shu sababli, optik tolali aloqa tarmoqlari muqobil texnologiya sifatida keng qo'llanilmoqda. Optik tolali aloqa tizimlari yorug'lik nurlarining tola orqali uzatilish prinsipi asosida ishlaydi va bu ularga yuqori tezlik, past yo'qotishlar va elektromagnit shovqinlarga chidamlilik kabi afzalliklarni beradi. Ularning kengayishi internet tarmoqlari, televideniye, raqamli aloqa tizimlari va ilmiy texnologik tadqiqotlar uchun yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Mazkur maqolada optik tolali aloqa tizimlarining ishlash tamoyillari, afzalliklari va ularning fan hamda texnikadagi ahamiyati tahlil qilinadi.

Adabiyotlar tahlili va metod

Optik signallar tarqaladigan uzatish muhitiga bog'liq holda OAT ochiq optik aloqa tizimi va tolali optik aloqa tizimlariga bo'inadi. Axborotlar ochiq optik uzatish muhiti orqali uzatilsa, ochiq optik aloqa tizimi (OOAT), tolali optik uzatish muhiti orqali uzatilsa, tolali optik aloqa tizimi (TOAT) deyiladi. OOATda nurlanish manbalari elektromagnit to'qinlarni ochiq fazoga nurlantiradi. OOATning uzatuvchi muhiti o'z navbatida uch turga bo'inadi: atmosfera, kosmik va suvosti aloqa muhitlari. OATning asosiy yo'nalishi TOAT hisoblanadi. TOATda elektromagnit nurlanishlarning tarqalish yo'lini tashkil etish uchun maxsus optik yomg'ir uzatkich optik tolalar qo'laniladi. Hozirgi vaqtda uzatish xarakteristikalarini yuqori darajada bo'lgan yomg'ir uzatkichlar, optik tolalar ishlab chiqilgan. Ammo axborotlarni ochiq fazo va atmosferada uzatishga asoslangan OOAT ham, radioaloqa uchun ajratilgan chastotalarni to'ldirish uchun vosita sifatida qiziqishlarni namoyon etadi. Optik aloqa tarmog'i bu tugunlar orasi optik uzatish muhiti orqali bog'langan aloqa tarmog'idir. Tugunlar orasi tolali optik uzatish muhiti orqali bog'langan, tolali optik aloqa tarmog'i, ochiq optik uzatish muhiti orqali bog'langan, ochiq optik aloqa tarmog'i deb ataladi. Qo'laniladigan modulyatsiya turiga ko'ra analog va raqamli OAT ga bo'linadi. Analog OAT da modulyatsiyaning analog usullari: amplituda, chastota va faza modulyatsiyasi turlari qo'laniladi.

Optik nurlanish manbalarining yuqori nochiziqliligi va analog uzatish uchun talab etiladigan shovqin bardoshlilikni ta'minlash texnik murakkabligi sababli analog OAT dan foydalanish chegaralangan. Shunga qaramay bir qator sohalar (optik kabelli televideniye, telemetriya, operativ va xizmat aloqa tizimlari)da qo'llaniladi. Istalgan aloqa tizimining asosiy vazifasi axborotlarni bir punktdan boshqasiga uzatishdan iborat. Optik to'lqin va signallar yordamida axborotlarni ma'lum masofalarga uzatishga mo'ljallangan, boshqacha aytganda, optik signallarni shakllantirish, qayta ishlash va uzatishni ta'minlovchi optik qurilmalar va optik uzatish liniyasi yig'indisiga optik aloqa tizimi (OAT) deb ataladi. Optik aloqa tizimlarida axborotlarni uzatish mos keluvchi axborot signallari bilan modulyatsiyalangan elektromagnit tebranishlar, yorug'lik nuri yordamida amalga oshiriladi, ya'ni yorug'lik nuri o'zida elektromagnit tebranishlarni namoyon etadi. Elektromagnit tebranishlar esa o'zida o'zgaruvchan magnit va elektr maydonlarni namoyon etadi, bu maydonlarning tarqash yo'nalishi bir-biriga perpendikulyar.

Odatda, elektromagnit maydon sinusoidal egri chiziq sifatida tasvirlanadi.

Optik tolali aloqa tarmoqlari bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar va texnik adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, ushbu texnologiya so'nggi yillarda telekommunikatsiya va axborot uzatish sohasida asosiy yechim sifatida qaralmoqda. Ko'plab ilmiy manbalar optik tolali aloqa tizimlarining yuqori chastotali ma'lumot uzatish qobiliyati, kam energiya sarfi va elektromagnit shovqinlarga bardoshlilik tufayli an'anaviy mis simli aloqa tizimlariga nisbatan sezilarli ustunliklarga ega ekanligini ta'kidlaydi. Optik tolali aloqa tizimlarining rivojlanishiga oid tadqiqotlar asosan quyidagi yo'nalishlarga qaratilgan:

Optik tolali aloqa texnologiyalarining rivojlanish bosqichlari – dastlabki optik aloqa tizimlaridan boshlab, zamonaviy yuqori tezlikdagi optik tarmoqlargacha bo'lgan evolyutsiya tahlil qilingan.

Spektral samaradorlik va signal uzatish sifati – optik signallarni mustahkamlash va shovqin darajasini kamaytirish bo'yicha innovatsion usullar o'rganilgan.

Optik aloqa tarmoqlarining qo'llanilishi – internet tarmoqlari, sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari, bulutli texnologiyalar va tibbiyot sohalarida optik aloqa tizimlarining qo'llanilishi muhokama qilingan.

Dunyo miqyosidagi yetakchi tadqiqot institutlari va telekommunikatsiya kompaniyalari tomonidan olib borilgan tadqiqotlar optik tolali aloqa tarmoqlarining kelajakda yanada rivojlanishini bashorat qilmoqda.

Metod

Mazkur tadqiqotda optik tolali aloqa tizimlarining ilmiy-texnik jihatlarini chuqur o'rganish uchun quyidagi metodologik yondashuvlar qo'llanildi:

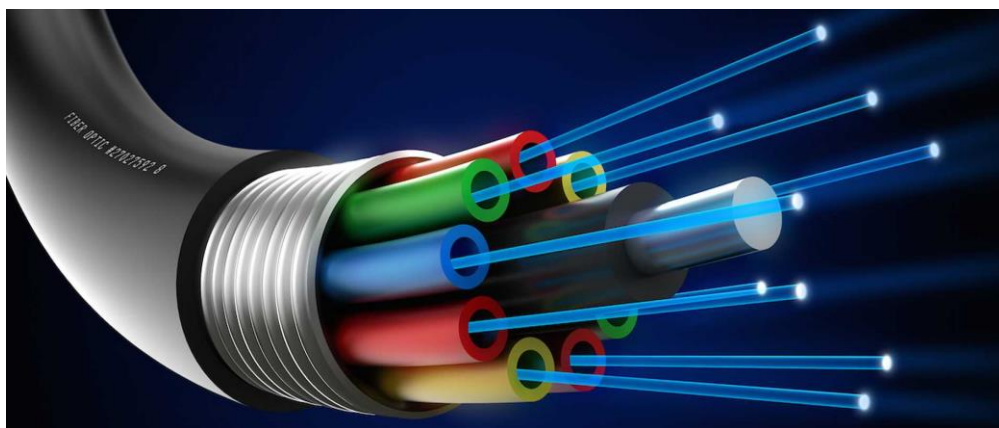
Nazariy tahlil – optik tolali aloqa tizimlarining ishlash prinsiplari va ularning zamonaviy infratuzilmadagi ahamiyati bo'yicha mavjud ilmiy adabiyotlar, maqolalar va texnik hujjatlar o'rganildi.

Taqoslash usuli – an'anaviy mis simli aloqa tizimlari bilan optik tolali aloqa tarmoqlari solishtirilib, ularning afzalliklari va kamchiliklari tahlil qilindi.

Tajribaviy tahlil – turli xil optik tolali aloqa texnologiyalarining real sharoitdagi ishlash samaradorligi, signal sifati va uzatish tezligi bo'yicha mavjud eksperimental natijalar ko'rib chiqildi.

Statistik ma'lumotlar tahlili – telekommunikatsiya kompaniyalari va ilmiy markazlar tomonidan taqdim etilgan ma'lumotlar asosida optik tolali aloqa tizimlarining joriy etilishi va rivojlanish dinamikasi o'rganildi.

Ushbu metodlar asosida olingan natijalar optik tolali aloqa tarmoqlari telekommunikatsiya sohasida muhim rol o'ynashini va ularning kelajakdagi istiqbollari yuqori ekanligini ko'rsatadi.



Optik aloqa tarmog'i bu tugunlar orasi optik uzatish muhiti orqali bogiangan aloqa tarmog'idir. Tugunlar orasi tolali optik uzatish muhiti orqali bogiansa, tolali optik aloqa tarmog'i, ochiq optik uzatish muhiti orqali bogiansa, ochiq optik aloqa tarmog'i deb ataladi. Qo'laniladigan modulyatsiya turiga ko'ra analog va raqamli OAT ga bo'linadi. Analog OAT da modulyatsiyaning analog usullari: amplituda, chastota va faza modulyatsiyasi turlari qo'laniladi. Optik nurlanish manbalarining yuqori nohiziqchilikligi va analog uzatish uchun talab etiladigan shovqin bardoshlilikni ta'minlash texnik murakkabligi sababli analog OAT dan foydalanish chegaralangan.

Shunga qaramay bir qator sohalar (optik kabelli televideniye, telemetriya, operativ va xizmat aloqa tizimlari)da qo'llaniladi. Raqamli OATda modulyatsiyalashning diskret usullaridan foydalaniladi. Bunda signal tashuvchining biron-bir parametri diskret o'zgaradi, ya'ni boshlang'ich parametrlarning qiymatlar sohasi kvantlash sathlariga bo'linadi, har bir kvantlash sathiga mos ravishda aniq diskret signal qo'yiladi. Hozirgi kunda raqamli OATdan keng foydalanilmoqda. Chunki raqamli OAT analog OATga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega: shovqin bardoshliligi yuqori, signalni uzatish sifati liniya trakti uzunligiga kam bog'liq, texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari yuqori va boshqalar. Vazifasi va signallarning uzatish masofasiga ko'ra, OAT magistral, mintaqaviy, mahalliy-shahar va qishloq aloqa tizimlariga bo'linadi. Magistral OAT signallarni 1000 km ga, mintaqaviy OAT signallarni 600 km ga uzatish, shahar OAT shahar telefon tarmog'ining bog'lovchi liniyalarini zichlashtirish uchun xizmat qiladi.



OAT da axborotlarni yorug'lik, ya'ni optik signallar ko'rinishida uzatish va qayta ishlash amalga oshiriladi. OAT uchun yorug'lik nurlanishi va to'lqin uzunligi turini tanlash uzatilayotgan axborot xarakteri, shuningdek, nurlanish hosil qilish imkoniyatlari, undan signal shakllanishi, yorug'lik to'lqinini uzatish va qayta ishlash va nihoyat, axborotga ega signalni qabul qilishga bog'liq.

Natijalar

Tadqiqot natijalari optik tolali aloqa tarmoqlarining telekommunikatsiya va zamonaviy texnologik infratuzilmadagi o'rni tobora ortib borayotganini tasdiqlaydi. Quyidagi asosiy natijalarga erishildi:

Optik tolali aloqa tizimlarining samaradorligi

- Optik tolali aloqa tarmoqlari an'anaviy mis simli aloqa tarmoqlariga nisbatan ma'lumot uzatish tezligi jihatidan ancha ustun ekani aniqlandi. Hozirgi kunda optik tolalar orqali gigabit/s va terabit/s darajasidagi tezliklarga erishish mumkin.

- Signalning sifati va aniqligi yuqori bo‘lib, elektromagnit shovqinlar ta’sirida buzilishlar sezilarli darajada kamayishi tasdiqlandi.

Energiya samaradorligi va iqtisodiy jihatlar

- Optik tolali aloqa tarmoqlari kam energiya sarflaydi, chunki signal uzatish jarayonida issiqlik yo‘qotishlari va qarshilik kuchi kam bo‘ladi.

- Uzoq muddatli iqtisodiy jihatdan rentabelli ekanligi isbotlandi, chunki optik kabellarni almashtirish muddati mis simli aloqa tarmoqlariga nisbatan ancha uzoq.

Telekommunikatsiya va IT sohasidagi qo‘llanilishi

- Optik tolali aloqa tarmoqlari global internet tizimining asosiy infratuzilmasiga aylanmoqda.

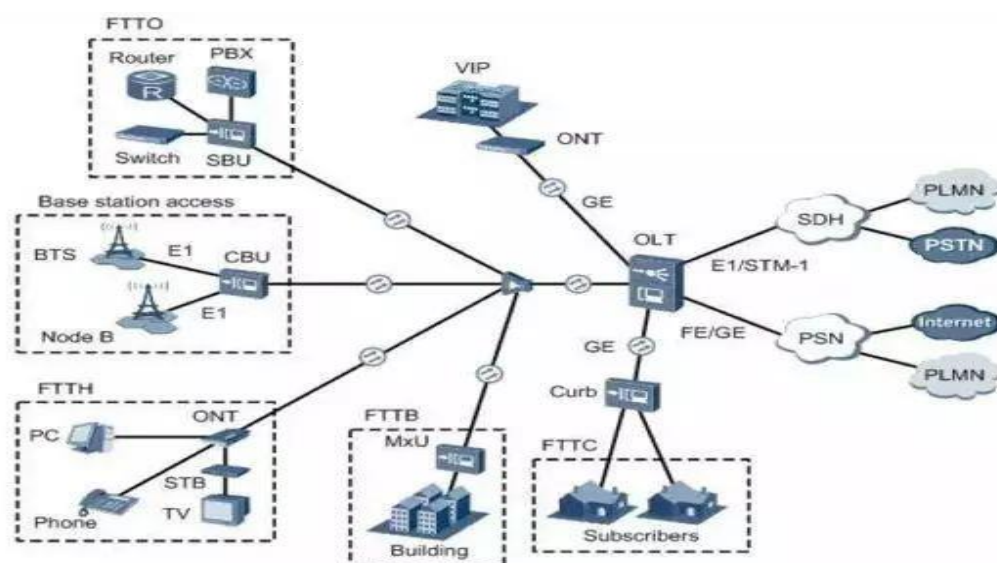
- Sun’iy yo‘ldosh tizimlari, 5G va kelajakdagi 6G texnologiyalarida optik aloqa muhim rol o‘ynashi aniqlandi.

Optik aloqa tarmoqlarining kelajakdagi rivojlanish istiqbollari

- Kvant optik aloqa va fotonik chiplar yordamida yanada yuqori tezlikdagi tarmoqlar yaratilishi mumkinligi ilmiy jihatdan asoslandi.

- Optik aloqa texnologiyalarini shahar infratuzilmasida, avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarida va tibbiyot sohasida keng qo‘llash tendensiyasi kuzatildi.

Optik tolali aloqa tarmoqlari axborot uzatish texnologiyalarining asosiy poydevorlaridan biriga aylanib bormoqda. Ularning yuqori tezlik, barqarorlik va iqtisodiy samaradorlik kabi afzalliklari ushbu texnologiyaning keng joriy etilishiga sabab bo‘lmoqda. Kelajakda kvant aloqa va fotonik innovatsiyalar ushbu sohani yanada rivojlantirishi kutilmoqda.



Xulosa

Optik tolali aloqa tarmoqlari hozirgi zamonaviy telekommunikatsiya infratuzilmasining ajralmas qismi bo'lib, yuqori tezlikda, ishonchli va samarali axborot uzatish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, ushbu texnologiya an'anaviy mis simli aloqa tizimlariga nisbatan ko'plab ustunliklarga ega bo'lib, ularning kam energiya sarfi, elektromagnit shovqinlarga chidamliligi va uzoq muddatli iqtisodiy samaradorligi muhim ahamiyat kasb etadi. Optik tolali aloqa tarmoqlari global internet tarmog'i, sun'iy yo'ldosh tizimlari va kelajakdagi 5G va 6G texnologiyalarining rivojlanishida asosiy omillardan biri hisoblanadi. Shuningdek, ushbu texnologiya tibbiyot, sanoat va ilmiy tadqiqot sohalarida ham keng qo'llanilmoqda. Kelajakda kvant optik aloqa, fotonik chiplar va yangi avlod tolali texnologiyalar yordamida ma'lumot uzatishning yanada tezkor va samarali bo'lishi kutilmoqda. Shu bois, optik aloqa tizimlarini yanada rivojlantirish va ularni global miqyosda keng joriy etish muhim ilmiy va texnologik vazifalardan biri bo'lib qolmoqda.

REFERENCES

1. G. P. Agrawal, *Fiber-Optic Communication Systems*, 4th Edition, Wiley, 2010.
2. J. M. Senior, *Optical Fiber Communications: Principles and Practice*, 3rd Edition, Pearson, 2009.
3. K. Okamoto, *Fundamentals of Optical Waveguides*, 2nd Edition, Academic Press, 2006.
4. R. Ramaswami, K. N. Sivarajan, G. H. Sasaki, *Optical Networks: A Practical Perspective*, 3rd Edition, Morgan Kaufmann, 2009.
5. ITU (International Telecommunication Union), *Trends in Telecommunication Reform*, 2022.
6. IEEE Xplore Digital Library, *Recent Advances in Optical Fiber Technology and Applications*, 2023.
7. J. Hecht, *Understanding Fiber Optics*, 5th Edition, Pearson, 2015.
8. Telecommunication Standardization Sector (ITU-T), *Next-Generation Optical Fiber Networks*, 2021.