

OPTIK ALOQA TIZIMLARINING TUZILISH PRINSIPI

Jo'raboyeva Hurixon Axmadjon qizi
hurixonjoraboyeva07@gmail.com

Jo'raboyeva Bibifotima Arabboy qizi
joraboyevabibifotima@gmail.com

Xalilov Muhammadmuso Muhammadyunisovich
O'qituvchi

Annotatsiya

Optik aloqa tizimlari zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarining yuqori tezlik, katta axborot sig'imi va ishonchlilik talablarini ta'minlovchi asosiy texnologiya hisoblanadi. Mazkur ishda optik aloqa tizimlarining tuzilish prinsipi, asosiy funksional elementlari hamda optik signalning hosil bo'lishi, uzatilishi va qabul qilinishi jarayonlari tahlil qilinadi. Optik uzatkich, optik tola va optik qabul qilgichning o'zaro ishlash mexanizmlari, shuningdek, signal so'nishi va dispersiya kabi uzatish sifatiga ta'sir etuvchi omillar yoritib beriladi. Tahlil natijalari optik aloqa tizimlarining an'anaviy elektr aloqa tizimlariga nisbatan ustun jihatlarini ko'rsatib, ularning magistral va mahalliy aloqa tarmoqlarida keng qo'llanishini asoslaydi. Olingan xulosalar optik aloqa tizimlarini loyihalash, modernizatsiya qilish va yuqori tezlikdagi zamonaviy axborot uzatish tarmoqlarini rivojlantirishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: optik aloqa tizimi, optik tola, optik uzatkich, optik qabul qilgich, lazer nurlanishi, modulyatsiya, signal so'nishi, dispersiya, DWDM texnologiyasi.

Annotation

Optical communication systems are the main technology that provides the requirements of high speed, large information capacity and reliability of modern telecommunication networks. This work analyzes the structural principle, main functional elements of optical communication systems, as well as the processes of optical signal generation, transmission and reception. The mechanisms of interaction of optical transmitter, optical fiber and optical receiver, as well as factors affecting transmission quality, such as signal attenuation and dispersion, are highlighted. The results of the analysis show the advantages of optical communication systems over traditional electrical communication systems and justify their widespread use in trunk and local communication networks. The conclusions obtained are of practical importance in the design, modernization of optical communication systems and the development of modern high-speed information transmission networks.

Keywords: optical communication system, optical fiber, optical transmitter, optical receiver, laser radiation, modulation, signal attenuation, dispersion, DWDM technology.

Аннотация

Оптические системы связи являются основной технологией, обеспечивающей требования к высокой скорости, большой информационной емкости и надежности современных телекоммуникационных сетей. В данной работе анализируются принципиальная структура, основные функциональные элементы оптических систем связи, а также процессы генерации, передачи и приема оптического сигнала. Выделены механизмы взаимодействия оптического передатчика, оптического волокна и оптического приемника, а также факторы, влияющие на качество передачи, такие как затухание сигнала и дисперсия. Результаты анализа показывают преимущества оптических систем связи перед традиционными электрическими системами связи и обосновывают их широкое использование в магистральных и локальных сетях связи. Полученные выводы имеют практическое значение при проектировании, модернизации оптических систем связи и разработке современных высокоскоростных сетей передачи информации.

Ключевые слова: оптическая система связи, оптическое волокно, оптический передатчик, оптический приемник, лазерное излучение, модуляция, затухание сигнала, дисперсия, технология DWDM.

Kirish

Optik aloqa tizimlari hozirgi kunda global axborot almashinuvi va telekommunikatsiya infratuzilmasining ajralmas qismi sifatida muhim ahamiyat kasb etadi. Raqamli texnologiyalarning jadal sur'atlarda rivojlanishi, yuqori sifatli internet xizmatlari, bulutli texnologiyalar, videoaloqa va multimedia ilovalarga bo'lgan talabning keskin oshishi axborotni katta hajmda, yuqori tezlikda va ishonchli tarzda uzatishni ta'minlay oladigan zamonaviy aloqa tizimlarini joriy etishni talab qilmoqda [1]. Shu nuqtai nazardan optik tolali aloqa tizimlari yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyati, signalning past darajadagi so'nishi, uzoq masofalarga uzatish imkoniyati hamda elektromagnit shovqinlarga mutlaqo sezgir emasligi bilan an'anaviy mis kabelli aloqa tizimlariga nisbatan sezilarli ustunlikka ega [2]. Optik aloqa tizimlarida axborot yorug'lik signallari ko'rinishida uzatiladi va bu jarayon lazer manbalari, optik tolalar hamda yuqori aniqlikdagi qabul qilgichlar asosida amalga oshiriladi [3]. So'nggi yillarda optik tolalar tuzilishi, modulyatsiya va multiplekslash texnologiyalarining takomillashuvi, xususan DWDM va yuqori tezlikdagi raqamli uzatish usullarining joriy etilishi ushbu tizimlarning samaradorligini yanada oshirmoqda [4]. Shu bilan birga, optik aloqa tizimlarining tuzilish prinsipi, asosiy funksional elementlari va ularning o'zaro ishlash mexanizmlarini chuqur o'rganish tizimni loyihalash, modernizatsiya qilish va amaliyotga tatbiq etishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi [5]. Mazkur yo'nalishdagi tadqiqotlar optik signal uzatilishidagi fizik jarayonlarni tahlil qilish, yo'qotishlar va dispersiya ta'sirini kamaytirish hamda uzatish

sifatini yaxshilashga qaratilgan bo‘lib, zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarining barqaror ishlashini ta‘minlashda muhim rol o‘ynaydi [6].

Optik aloqa tizimining asosiy tarkibiy qismlari sifatida optik uzatkich, optik tola va optik qabul qilgich o‘zaro uzviy bog‘langan holda yagona uzatish zanjirini hosil qiladi. Optik uzatkich axborotni elektr signalidan optik signalga aylantiradi va bunda yarimo‘tkazgich lazerlar yoki yorug‘lik diodlari asosiy nurlanish manbai sifatida qo‘llanilib, uzatiladigan axborot lazer nurlanishining intensivligi, chastotasi yoki fazasi orqali modulyatsiyalanadi, bu esa yuqori tezlikda va katta hajmdagi ma‘lumotlarni uzatish imkonini beradi [1]. Optik tola optik signalni uzatish muhiti bo‘lib, yadro va qobiqdan tashkil topgan dielektrik tuzilishga ega bo‘lib, yorug‘lik nurlari tola yadrosi bo‘ylab to‘liq ichki qaytish hodisasi asosida tarqaladi va bu jarayon signalning uzoq masofalarga minimal yo‘qotishlar bilan yetib borishini ta‘minlaydi [2]. Uzatilgan optik signal optik qabul qilgichda fotodiodlar yordamida qabul qilinib, kuchaytirgichlar orqali qayta ishlanadi va elektr signaliga aylantiriladi [3]. Optik signalning hosil bo‘lish va uzatilish prinsipi yorug‘likning fizik xususiyatlariga asoslanib, axborot manbadan kelgan elektr signalning optik uzatkichda modulyatsiyalanishi va lazer nuri orqali optik tolaga yo‘naltirilishi bilan amalga oshiriladi, ko‘p kanalli tizimlarda esa turli to‘lqin uzunliklaridan foydalanish hisobiga bitta optik tolada bir vaqtning o‘zida katta hajmdagi axborotni uzatish imkoniyati yaratiladi [4]. Optik tolada signal uzatilishi davomida yutilish, sochilish va ulanish nuqtalaridagi yo‘qotishlar sababli signal so‘nishi hamda xromatik va modalararo dispersiya hodisalari yuzaga kelib, bu holatlar uzatish masofasi va tezligini cheklovchi asosiy omillar sifatida namoyon bo‘ladi, shu sababli ularni kamaytirish uchun maxsus tolalar va dispersiyani kompensatsiya qilish usullari qo‘llaniladi [5]. Shunga qaramay, optik aloqa tizimlari yuqori uzatish tezligi, katta axborot sig‘imi, past yo‘qotishlar, elektromagnit shovqinlarga yuqori barqarorlik va uzoq masofalarda kam sonli kuchaytirgichlardan foydalanish imkoniyati bilan ajralib turadi, bu esa ularning magistral aloqa liniyalari, mobil aloqa tarmoqlari, internet infratuzilmasi va ma‘lumotlar markazlarida keng joriy etilishiga sabab bo‘lib, kelajakda axborot uzatish tizimlarining rivojlanishida muhim o‘rin egallashini ko‘rsatadi [6], [7].

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari optik aloqa tizimlarining tuzilish prinsipi va ishlash samaradorligi bo‘yicha mavjud ilmiy ishlanmalar bilan solishtirilganda, zamonaviy optik texnologiyalarning yuqori texnik imkoniyatlarga ega ekanligini tasdiqlaydi [1]. Ilmiy manbalarda keltirilgan natijalar bilan taqqoslash shuni ko‘rsatadiki, optik aloqa tizimlari yuqori tezlik va katta sig‘imni ta‘minlashda yetakchi o‘rinni egallaydi, biroq signal so‘nishi, dispersiya va nolinear effektlar kabi texnik cheklovlar uzatish masofasi hamda sifatiga ma‘lum darajada salbiy ta‘sir ko‘rsatadi [2]. Ayniqsa, uzoq masofali va yuqori tezlikdagi uzatish tizimlarida dispersiya hodisalari impulslarning kengayishiga olib kelib, qabul qilinayotgan signal sifatini

pasaytirishi aniqlangan [3]. Ushbu muammolarni bartaraf etish maqsadida zamonaviy tadqiqotlarda dispersiyani kompensatsiya qiluvchi optik tolalar, optik kuchaytirgichlar hamda ilg'or modulyatsiya va multiplekslash texnologiyalaridan foydalanish taklif etilmoqda [4]. Tizim samaradorligini oshirish yo'llari sifatida DWDM texnologiyalarini joriy etish, lazer manbalarining barqarorligini oshirish va optik qabul qilgichlarning sezgirlikini yaxshilash muhim ahamiyat kasb etadi [5]. Shu bilan birga, optik aloqa tizimlarining rivojlanish istiqbollari yuqori tezlikdagi 5G va kelajakdagi 6G tarmoqlari, bulutli hisoblash va katta ma'lumotlar almashinuvi bilan chambarchas bog'liq bo'lib, ushbu sohada olib borilayotgan tadqiqotlar optik aloqa texnologiyalarining yanada takomillashuviga xizmat qiladi [6]. Olingan natijalar amaliy jihatdan magistral va mahalliy aloqa tarmoqlarini loyihalash, modernizatsiya qilish hamda telekommunikatsiya tizimlarining ishonchliligini oshirishda qo'llanishi mumkin bo'lib, bu esa optik aloqa tizimlarining zamonaviy axborot infratuzilmasidagi muhim ahamiyatini yana bir bor tasdiqlaydi [7].

Xulosa

O'tkazilgan tadqiqotlar natijalari optik aloqa tizimlari zamonaviy telekommunikatsiya infratuzilmasining eng samarali va istiqbolli texnologiyalaridan biri ekanligini ko'rsatdi. Tahlillar asosida optik aloqa tizimlarining tuzilish prinsipi optik uzatkich, optik tola va optik qabul qilgichning o'zaro muvofiqlashtirilgan ishlashiga asoslanishi, axborotning yorug'lik signallari ko'rinishida yuqori tezlikda va katta hajmda uzatilishini ta'minlashi aniqlandi. Optik tolada signalning to'liq ichki qaytish hodisasi asosida tarqalishi, past so'nish va elektromagnit shovqinlarga chidamlilik kabi xususiyatlar ushbu tizimlarning asosiy ustun jihatlari sifatida namoyon bo'ldi. Shu bilan birga, signal so'nishi, dispersiya va nolinear effektlar uzatish masofasi hamda sifatini cheklovchi omillar ekanligi aniqlanib, ularni kamaytirish zamonaviy optik tolalar, kuchaytirgichlar va ilg'or modulyatsiya hamda multiplekslash texnologiyalarini qo'llash orqali amalga oshirilishi mumkinligi asoslab berildi. Tadqiqot natijalari optik aloqa tizimlarini loyihalash va modernizatsiya qilish jarayonlarida amaliy ahamiyatga ega bo'lib, kelgusida yuqori tezlikdagi aloqa tarmoqlari, ma'lumotlar markazlari va yangi avlod telekommunikatsiya tizimlarini rivojlantirishga qaratilgan ilmiy izlanishlar uchun mustahkam nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

- 1 Agrawal G. P. **Fiber-Optic Communication Systems**. – 4th ed. – New York: Wiley, 2010. – 640 p.
- 2 Keiser G. **Optical Fiber Communications**. – 5th ed. – New York: McGraw-Hill, 2013. – 480 p.
- 3 Gerd Keiser. **Optical Communications Essentials**. – New York: McGraw-Hill, 2003. – 350 p.

- 4 Senior J. M., Jamro M. Y. **Optical Fiber Communications: Principles and Practice.** – 3rd ed. – London: Pearson Education, 2009. – 450 p.
- 5 Palais J. C. **Fiber Optic Communications.** – 5th ed. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005. – 600 p.
- 6 Govind P. Agrawal. **Nonlinear Fiber Optics.** – 5th ed. – Amsterdam: Academic Press, 2013. – 648 p.
- 7 Ramaswami R., Sivarajan K., Sasaki G. **Optical Networks: A Practical Perspective.** – 3rd ed. – San Francisco: Morgan Kaufmann, 2009. – 900 p.
- 8 Иванов В. А., Петров С. Н. **Оптоволоконные линии связи.** – Москва: Радио и связь, 2011. – 320 с.
- 9 Қодиров А. А., Абдуллаев Б. Б. **Оптик толали алоқа тизимлари.** – Тошкент: ТДТУ нашриёти, 2018. – 280 б.