

FOTONIK TEXNALOGIYALAR VA ULARNING ASOSLARI

Xolbutayeva Ruhshona ¹Shokirova Sitora ²Bahromova Rayhona ³

¹²³ Guliston davlat universiteti, Axborot texnologiyalari va
fizika matematika, fakulteti Fizika yo'nalishi 2-kurs talabalari.

xolbutayevaruhshona08@gmail.comMAQOLA
MALUMOTI

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

Received:12.03.2025

Revised: 13.03.2025

Accepted:14.03.2025

Mualliflar fotonik texnologiyalar va ularning ilmiy-amaliy ahamiyati bilan qiziqib, ushbu maqolada fotonikaning asosiy tamoyillari, qo'llanilish sohalari va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari haqida tahliliy yondashuvni bayon etganlar."

KALIT SO'ZLAR:

Fotonika, optik tolalar, lazer texnologiyalari, kvant optikasi, fotodiodlar, fotodetektorlar, optik modulyatsiya, demodulyatsiya, telekommunikatsiya va ma'lumot uzatish, tibbiyotda fotonika, optik aloqa tizimlari

KIRISH. Fotonik texnologiyalarning ahamiyati va rivojlanish tarixi. Ushbu texnologiyalarning ilmiy va amaliy ahamiyati. Fotonik texnologiyalar – bu yorug'lik yoki fotonlar yordamida ma'lumotlarni uzatish, qayta ishlash va saqlashga asoslangan texnologiyalardir. Ushbu texnologiyalar asosan optik hodisalarga, ya'ni yorug'lik va uning

to'liqin xususiyatlaridan foydalanishga asoslanadi. Fotonik texnologiyalar bugungi kunda telekommunikatsiya, tibbiyot, sanoat, ma'lumotlar uzatish va hatto kosmik tadqiqotlarda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ularning ishlash prinsiplari optik elementlar, lazerlar, fotodetektorlar va optik tolalar kabi komponentlarga tayanadi.

Fotonik texnologiyalarni o'rganish, ular orqali yangi qurilmalar va tizimlar yaratish, zamonaviy ilm-fan va sanoatning ko'plab sohalarini yanada rivojlantirish imkonini beradi. Ushbu maqolada fotonik texnologiyalarining asoslari, ularning ishlash mexanizmlari, qo'llanilishi va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari haqida so'z boradi.

Fotonik texnologiyalarning asoslari

- Fotonik texnologiyalarning asosiy prinsip va komponentlari.
- Lazer texnologiyalari va ularning ishlash mexanizmi.
- Optik tolalar va ularning imkoniyatlari.
- Fotodiodlar va fotodetektorlarning roli.
- Modulyatsiya va demodulyatsiya jarayonlari.

Fotonik texnologiyalarining amaliy qo'llanilishlari

- Telekommunikatsiya va ma'lumot uzatish.
- Tibbiyotda qo'llanilishi (laserli jarrohlik, optik tomografiya va boshqalar).
- Sensorlar va monitoring tizimlari.
- Energiya ishlab chiqarish va saqlash.

Fotonik texnologiyalarining kelajakdagi rivojlanish istiqbollari

- Kelajakda fotonik texnologiyalarning rivojlanish yo'nalishlari.
- Yangi yondashuvlar va innovatsion imkoniyatlar.

Fotonik texnologiyalarning asoslari

Fotonik texnologiyalar asosida optik hodisalardan foydalanish yotadi. Bular orasida yorug'likni yo'naltirish, to'ldirish, modulyatsiya qilish, chiqarish va fotonlarni manipulyatsiya qilish kabi jarayonlar mavjud. Ushbu texnologiyalarning asosiy elementlari quyidagilardir:

Lazer texnologiyalari

Lazerlar (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) yorug'likning maxsus turlari bo'lib, ular yuqori aniqlikdagi, kuchli va yo'naltirilgan nurlarni ishlab chiqaradi. Lazerlar fotonik texnologiyalarda muhim ahamiyatga ega, chunki ular yuqori aniqlikdagi signal uzatish, tibbiyotda jarrohlik amaliyotlari, optik tarmoqlar va boshqa ko'plab sohalarida qo'llaniladi. Lazerlar yorug'likni o'ziga xos tarzda boshqarish imkonini beradi va ularning kuchi va aniqligi ko'plab texnologiyalarga asos bo'lib xizmat qiladi.

Optik tolalar

Optik tolalar, yorug'lik signallarini yuqori tezlikda va yuqori sifatda uzatish imkonini beruvchi qurilmalardir. Ular asosan telekommunikatsiya sohasida ishlatiladi, chunki optik tolali aloqa tizimlari ma'lumotlarni juda tez va samarali tarzda uzatishga imkon beradi. Optik tolalar orqali uzatilgan ma'lumotlarning sifatini yaxshilash, uzatish tezligini oshirish va interferensiyani kamaytirish mumkin. Ular global internet tarmoqlarida ham keng qo'llaniladi. Optik tolalarning tuzilishi

Optik tolalar uch asosiy qismdan iborat:

1. Yadro (Core) – Yorug'lik shu qismdan o'tadi, odatda shisha yoki plastmassadan yasaladi.
2. Qoplama (Cladding) – Yorug'likni yadro ichida saqlab qolish uchun refleksiya xususiyatiga ega maxsus qatlam.
3. Himoya qatlami (Coating or Buffer) – Optik tolani mexanik shikastlanish va tashqi ta'sirlardan himoya qiladi.

Optik tolalarning ishlash prinsipi

Optik tolalar yorug'likning to'liq ichki akslanish (total internal reflection) tamoyiliga asoslanadi. Yorug'lik signali tola ichida aks etib, yo'nalishini saqlab qoladi va uzoq masofalarga uzatiladi.

Turlari

1. Bir modali (Single-mode fiber, SMF) – Ingichka yadroga ega bo'lib, uzoq masofalarga yuqori tezlikda signal uzatish uchun ishlatiladi.
2. Ko'p modali (Multi-mode fiber, MMF) – Yadrosi kattaroq bo'lib, qisqa masofalarda ma'lumot uzatishda ishlatiladi.

Afzalliklari

Yuqori tezlik – Elektr signallariga qaraganda tezroq uzatish imkonini beradi. Kam energiya yo'qotish – Uzoq masofalarga signal sifati pasaymasdan yetib boradi. Elektromagnit shovqinlarga chidamlilik – Radio va elektr signallari ta'sir qilmaydi. Yengillik va ixchamlilik – Mis kabellarga nisbatan yengil va joy tejovchi.

Kamchiliklari

O'rnatish qimmat – Shisha tolalarni ishlab chiqarish va montaj qilish ancha murakkab. Yog'iluvchan emas – Tolaning bukilishi signal yo'qotilishiga olib kelishi mumkin.

Fotodiodlar va fotodetektorlar

Fotodiodlar va fotodetektorlar yorug'likni elektr signaliga aylantiradigan qurilmalardir. Fotodiod – yorug'lik tushganda elektr toki hosil qiladigan yarimo'tkazgichli diod. Bu jarayon fotoelektr effekt deb ataladi.

Fotodiodning ishlash prinsipi

Fotodiodlar p-n o'tish tamoyiliga asoslanadi. Yorug'lik tushganda:

1. Fotonlar yarimo'tkazgichga energiya beradi.
2. Elektron-teshik juftliklari hosil bo'ladi.
3. Elektr maydon tufayli elektronlar anodga, teshiklar katodga harakatlanadi.
4. Elektr toki hosil bo'ladi va signal shakllanadi.

Fotodiodlarning turlari

1. PIN fotodiod – Yuqori sezgirlikka ega, optik aloqa tizimlarida ishlatiladi.
2. Avalans fotodiod (APD) – Kichik signallarni kuchaytirish xususiyatiga ega, infraqizil detektor sifatida qo'llaniladi.
3. Schottky fotodiod – Tezkor ishlash xususiyatiga ega, optik tolali aloqa tizimlarida ishlatiladi.

Fotodetektor – yorug'likni elektr signaliga aylantiruvchi har qanday qurilma. Fotodiodlar ham fotodetektorlarning bir turi hisoblanadi, lekin fotodetektorlar orasida boshqa turlar ham bor.

Fotodetektorlarning turlari

Fotorezistorlar (LDR – Light Dependent Resistor) Yorug'likka sezgir qarshilik o'zgaruvchan rezistor. Yorug'lik tushganda qarshilik kamayadi. Kam xarajat talab qilgani uchun ko'cha chiroqlari va oddiy sensor tizimlarida ishlatiladi.

Fototransistorlar

Fotodiodga nisbatan kuchliroq signal ishlab chiqaradi. Yorug'lik oqimini kuchaytirish uchun tranzistor tamoyili asosida ishlaydi. Fotodiodlar va fotodetektorlar zamonaviy texnologiyalarning ajralmas qismi bo'lib, tezkor va aniq ishlashi sababli ko'plab sohalarda muhim ahamiyatga ega. Bu texnologiyalar optik signallarni tahlil qilish va qayta ishlash uchun zarurdir. Masalan, optik tarmoqlarda signalni o'qish va qayta ishlash uchun fotodetektorlar ishlatiladi, bu esa ma'lumotlarning yuqori sifatli uzatilishini ta'minlaydi.

Modulyatsiya va demodulyatsiya texnologiyalari

Ma'lumotlarni uzatishda modulyatsiya (signallarni kuchaytirish va ularni uzatish) va demodulyatsiya (signalni qabul qilish va tahlil qilish) texnologiyalari muhim o'rin tutadi. Fotonik tizimlarda bu jarayonlar optik modulyatorlar va detektorlar yordamida amalga

oshiriladi. Bu usul yordamida fotonlar orqali yuqori tezlikda va katta hajmdagi ma'lumotlar uzatilishi mumkin.

Fotonik texnologiyalarining amaliy qo'llanilishlari

Fotonik texnologiyalar keng qamrovli qo'llanilish sohasiga ega. Ular nafaqat ilmiy tadqiqotlarda, balki kundalik hayotda ham muhim ahamiyatga ega. Quyida fotonik texnologiyalarining ba'zi asosiy amaliy qo'llanilishlari keltirilgan:

Telekommunikatsiya va ma'lumotlar uzatish

Optik tolali tarmoqlar yordamida ma'lumotlarni yuqori tezlikda uzatish mumkin. Bu texnologiya internet va telefon aloqalarining samaradorligini oshiradi. Optik tolali aloqa tizimlari orqali amalga oshiriladigan ma'lumot uzatish ko'plab davlatlarni global axborot tarmoqlariga ulangan holda samarali aloqa imkoniyatlarini yaratadi.

Tibbiyotda qo'llanilishi

Lazerlar va fotonik texnologiyalar tibbiyotda katta o'rin tutadi. Masalan, lazerli jarrohlik amaliyotlari, optik tomografiya, fotodinamik terapiya kabi usullar orqali kasalliklarni aniqlash va davolashda muvaffaqiyatli natijalar olish mumkin. Lazerlar yuqori aniqlik bilan ma'lum bir hududga nurlanadi, bu esa jarrohlik amaliyotlarini yanada xavfsiz va samarali qiladi.

Sensorlar va monitoring tizimlari

Fotonik texnologiyalar, sensorlar va monitoring tizimlari yordamida ekologik monitoring, xavfsizlik tizimlari va sanoat tarmoqlarida ishlatiladi. Masalan, avtomobillarda xavfsizlikni ta'minlash uchun fotonika asosida ishlaydigan sensorlar o'rnatilgan. Shuningdek, fotonika texnologiyalari kosmik tadqiqotlar, atmosfera va iqlim o'zgarishlarini kuzatishda ham qo'llaniladi.

Energiya ishlab chiqarish va saqlash

Fotonik texnologiyalarni energiya ishlab chiqarish va saqlash sohasida ham qo'llash mumkin. Quyosh energiyasini fotonlar yordamida to'plash va saqlash, yangi energiya manbalarini ishlab chiqish va ularni samarali ishlatish fotonikaning kelajagi uchun katta ahamiyatga ega.

Fotonik texnologiyalarining kelajakdagi rivojlanish istiqbollari

Fotonik texnologiyalar kelajakda yanada rivojlanib, yangi imkoniyatlar yaratadi. Optik tarmoqlar va lazer texnologiyalari doimiy ravishda yaxshilanadi va yangi metodlar kashf etilmoqda. Fotonika sohasida amalga oshirilayotgan tadqiqotlar zamonaviy texnologiyalarga yangi yondashuvlar kiritishga, yangi qurilmalar va tizimlar yaratishga olib keladi. Yangi fotonika asosidagi kompyuterlar, yuqori tezlikdagi ma'lumot uzatish tarmoqlari, hamda

energetika sohasida qo'llaniladigan fotonika texnologiyalari bizni yangi imkoniyatlar bilan tanishtiradi.

Xulosa

Fotonik texnologiyalarning kelajagi va ularning ilmiy, texnologik va sanoat sohaslariga ta'siri. Ularning turli sohalardagi amaliy qo'llanilishi va innovatsion yechimlar. Fotonik texnologiyalar zamonaviy ilm-fan va texnologiyalarda muhim o'rin tutadi. Ular optik hodisalardan foydalanib, ma'lumotlarni yuqori tezlikda uzatish, qayta ishlash va saqlash imkonini beradi. Fotonika texnologiyalari telekommunikatsiya, tibbiyot, sensorlar, va energiya sohaslarida keng qo'llanilib, yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Kelajakda fotonika texnologiyalarining yanada rivojlanishi va yangi yondashuvlarning kashf etilishi ilmiy va sanoat sohaslarini yangi bosqichga olib chiqishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Saleh, Bahaa E. A., and Malvin Carl Teich. Fundamentals of Photonics. John Wiley & Sons, 2019.
2. Hecht, Eugene. Optics. Pearson Education, 2016.
3. Yariv, Amnon, and Pochi Yeh. Photonics: Optical Electronics in Modern Communications. Oxford University Press, 2006.
4. Svelto, Orazio. Principles of Lasers. Springer, 2010.
5. Agrawal, Govind P. Fiber-Optic Communication Systems. Wiley, 2012.
6. Bass, Michael, et al. Handbook of Optics. McGraw-Hill, 2010.
7. www.photonics.com – Fotonik texnologiyalar bo'yicha zamonaviy tadqiqotlar va yangiliklar. (Ko'rish sanasi: 2025-03-05)
8. www.optica.org – Optik va fotonika texnologiyalari bo'yicha ilmiy maqolalar. (Ko'rish sanasi: 2025-03-05)
9. www.nature.com/photonics – Fotonik texnologiyalarning ilmiy rivojlanishi haqida maqolalar. (Ko'rish sanasi: 2025-03-05)