

**ZAMONAVIY VIDEOKUZATUV TIZIMLARI VA YUQORI TEZLIKDAGI
TELEKOMMUNIKATSIYA TARMOQLARI INFRATUZILMASIDA TOLALI-
OPTIK VA OCHIQ FAZOLI OPTIK ALOQA TIZIMLARI**

Qarshi Davlat texnika universiteti assistenti

Movlonov Abdulla Xolmat o'g'li .

Annotatsiya: Ushbu maqolada XXI asr texnologiyalari, xususan optik tolali aloqa (OTA) va videokuzatuv vositalari jamiyat hayotiga ta'siri tahlil qilinadi. Optik tolali aloqa tizimlarining afzalliklari, jumladan yuqori tezlikdagi ma'lumot uzatish, elektromagnit shovqinlardan mustaqillik, yengilligi va uzoq foydalanish muddati yoritilgan. Shuningdek, TOA (tolali optik aloqa) va OOA (ochiq optik aloqa) tizimlari tuzilishi va ishlash prinsiplari, shuningdek, videokuzatuv tizimlari bilan integratsiyasi muhokama qilinadi. Maqolada optik tolali aloqaning xavfsizlik, iqtisodiy samaradorlik va telekommunikatsiya sohasidagi istiqbollari, kamchiliklari va rivojlanish imkoniyatlari ham ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlar: *Optik tolalar, Tolali optik aloqa (TOA), Ochiq fazodagi optik aloqa (OOA), Axborot uzatish tizimi, Videokuzatuv (CCTV), Turbo HD va IP kameralar, Optik fotodetektor, Keng polosali signal uzatish, Telekommunikatsiya tarmoqlari, Foton texnologiyasi.*

**ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ И СВОБОДНОПРОСТРАНСТВЕННЫЕ
ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ В ИНФРАСТРУКТУРЕ
СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ И
ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ**

Ассистент Каршинского государственного технического университета

Мовлонов Абдулла Холмат угли

Аннотация: В статье анализируется влияние технологий XXI века, в частности оптоволоконной связи и средств видеонаблюдения, на общество. Отмечены преимущества оптоволоконных систем связи, включая высокоскоростную передачу данных, независимость от электромагнитных помех, лёгкость и длительный срок службы. Также рассматриваются структура и принципы работы систем и открытой оптической связи, а также

их интеграция с системами видеонаблюдения. В статье также обозначены перспективы, недостатки и возможности развития оптоволоконной связи в сфере безопасности, экономической эффективности и телекоммуникаций.

Ключевые слова: *Оптические волокна, Волоконно-оптическая связь (ТОА), Оптическая связь открытого пространства, Система передачи информации, Видеонаблюдение, Turbo HD и IP-камеры, Оптический фотоприёмник, Широкополосная передача сигнала, Телекоммуникационные сети, Фотонная технология*

**FIBER-OPTIC AND FREE-SPACE OPTICAL COMMUNICATION
SYSTEMS IN THE INFRASTRUCTURE OF MODERN VIDEO
SURVEILLANCE AND HIGH-SPEED TELECOMMUNICATION NETWORKS**

*Assistant of Karshi State Technical University
Movlonov Abdulla Kholmat o'g'li*

Abstract: The article analyzes the impact of 21st-century technologies, particularly fiber-optic communication (FOC) and video surveillance systems, on society. The advantages of fiber-optic communication systems are highlighted, including high-speed data transmission, immunity to electromagnetic interference, low weight, and long service life. The structure and operating principles of FOC and FSOC (Free-Space Optical communication) systems are examined, along with their integration with video surveillance systems. The paper also identifies prospects, shortcomings, and development opportunities for fiber-optic communication in the fields of security, economic efficiency, and telecommunications.

Keywords: *optical fiber, fiber-optic communication, free-space optical communication, data transmission system, video surveillance, Turbo HD and IP cameras, optical receiver, broadband signal transmission, telecommunication networks, photonic technology*

KIRISH

XXI asrda texnika vositalarining jamiyatning barcha soxalariga sezilarli darajada tezlik bilan kirib kelishi o'z ta'sirini ko'rsatib kelmoqda.

“XXI asr texnika va texnologiyalar asri” bo'lganligi barcha sohalarga sezilarli darajada o'z ta'sirini ko'rsatmoqda. Ana shu texnika sohasida erishilayotgan yutuqlar tufayli bugungi kunda mavjud bo'lgan barcha muammolar o'z yechimini tez fursatlarda topmoqda. Jonajon yurtimiz O'zbekiston Respublikasida ham keying yillarda texnika va texnologiyalardan jamiyatning barcha sohalarida samarali foydalanib bir qancha noxushliklar oldi olinmoqda. Texnika mo'jiza tufayli meditsina, ishlab chiqarish, maishiy xizmat ko'rsatish, ta'lim sohaları juda ham tez rivojlanayotgani buning yaqqol namoyondasidir.

Respublikamizning barcha hududlarida yurtimizni tinchligini ta'minlash borasida videokuzatuvlar qo'yilgan bo'lib, ularning yordamida:

- huquq buzarlik holatlari vaqtida aniqlanib ularni oldini olish choralari ko'rilmoqda;
- banklar, supermarketlar, qurilish maydonlar, avtoturaugohlar, mehmonxonalar va honadonlarda o'g'iriliklar fosh etilmoqda;
- kadrlar hamda ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan turli hildagi baxsli vaziyatlar ijobiy hal etilib borilmoqda;
- hodimlarning ish jarayonlaridagi o'zini tutayotgan holatlarini nazorat qilish chora tadbirlari ko'rilmoqda;
- yo'l choraxalariga o'rnatilayotgan kameralar orqali yo'l qoida buzarliklari aniqlanib yo'l transport hodisalar oldi olinib, bunday hodisalar soni keskin pasaymoqda.

Zamonaviy davr jamiyatni axborotlashtirish jarayonini keskin rivojlanishga olib kirmoqda. Bu jarayon axborot-kommunikatsiyalar xizmatlaridan foydalanuvchilarni telekommunikatsiyalar tarmoqlariga yuqori tezlik bilan (kengpolosali) ulanishga undaydi. Bunday talab Internetdan foydalanuvchilarning keskin o'sib borishi va multimedia, videokonferentsiya, elektr raqamli imzodan

foydalanish, elektrontijorat, elektron xujjat aylanish va boshqa birqancha zamonaviy xizmatlarni hayotga kirib kelishidan chiqib kelyapti.

Ma'lumki, yuqori tezlikdagi signallarni uzatish va qabul qilib olish uchun yuqori darajada o'tkazish qobiliyatiga ega bo'lgan yo'naltiruvchi muhit bo'lishi kerak. Bunday talablarga javob beradigan optik aloqa vositalariga teng keluvchi vositalar hozirgi kunda mavjud emas. Bundan tashqari, optik aloqa tizimlari orqali katta hajmdagi axborotlarni xoxlagan masofalarga uzatish mumkin.

Shuning uchun optik aloqa jamiyatni axborotlashtirish jarayonini rivojlantiruvchi mukammal va istiqbolli aloqa vositasi hisoblanadi.

Foton texnologiyasi asosidagi optik aloqa (OA), ya'ni to'liq optik tarmoqlar AON (All-optical Networks) telekommunikatsiya tarmoqlarining kelajagi hisoblanadi. To'liq optik aloqa magistral tarmoqlarni, shuningdek abonentlarning tarmoqqa ulanishini ham qamrab, mijozlarning telekommunikatsiya tarmoqlariga keng polosali ulanishlarini ta'minlaydi. Foton texnologiyasi asosidagi to'liq optik aloqada kommutatsiya, multipleksorlash va regeneratsiyalash optoelektron yoki elektro optik emas, balki faqat optik texnologiya asosida amalga oshiriladi. Bu bilan qurilmaning texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari, ishonchliligi va uzatish tezligi bir necha marta oshadi. Foton texnologiyasini aloqa tarmoqlariga tadbiq etishda optik kommutatorlar, optik regeneratorlar, kuchaytirgichlar, filtrlar, spektr bo'yicha zichlashtirish tizimlari qo'llaniladi.

Optik aloqa (OA) bu axborot yorug'lik nuri ko'rinishida optik tola bo'ylab yoki ochiq fazoatmosferada uzatiladigan aloqa turidir. Axborot tola orqali uzatilsa, tolali optik aloqa (TOA), ochiq atmosferada uzatilsa, ochiq optik aloqa (OOA) deyiladi.

TOA tarmog'i - bu tugunlar orasi optik aloqa liniyalari orqali bog'langan aloqa tarmog'idir.

Axborotni TOA liniyalari orqali uzatish mis kabellar va boshqa uzatish muhitlariga qaraganda bir qancha afzalliklarga ega. Shu afzalliklari tufayli TOA dan nafaqat telefon aloqasini tashkil etishda, balki televideniyada, videokuzatuv

vositalaridagi ma'lumotlarni uzatishda, ovoz eshittirishlarini uzatishda, hisoblash texnikasida, transport vositalarida va boshqa sohalarda keng foydalanilmoqda.

TOAda uzatish kanali sifatida qo'llaniladigan optik tolalarning afzalliklari quyida keltirilgan:

- o'tkazish oralig'i keng. Bu tashuvchi chastotasining juda yuqoriligi (1014)Gts bilan tushuntiriladi.

Bitta optik tola bo'ylab sekundiga bir necha terabit axborotlar oqimini uzatish imkoniyati mavjud. O'tkazish oralig'ining kengligi optik aloqaning mis va boshqa axborot uzatish muhitlaridan ustun turuvchi eng muhim afzalligidir.

- optik tolada yorug'lik signallarining kam so'nishi. Xozirgi kunda ko'plab kompaniyalar tomonidan ishlab chiqarilayotgan optik tolalar 1 kanal kilometr hisobida 1,55 mkm to'lqin uzunligida 0,2-0,3 dB/km so'nishga ega. So'nish va dispersiya qiymatlarining kichikligi optik signallarni aloqa liniyalari bo'ylab regeneratsiyasiz 100 km va undan uzoq masofalarga uzatish imkonini beradi.

- shovqin sathining kichikligi optik tolaning o'tkazish qobiliyatini oshiradi. Shovqindan himoyalanganligi yuqori. Optik tola dielektrik materiallar – kvarts, ko'p tarkibli shisha, polimerlardan tayyorlanganligi uchun u elektromagnit nurlanishni induktsiyalash xususiyatiga ega, atrofidagi mis kabelli tizim va elektr qurilmalarning (elektr uzatish liniyalari, elektrodvigatelli uskuna va boshqalar) tashqi elektromagnit shovqinlariga ta'sirchan emas. Shuningdek, ko'p tolali optik kabellarda ko'p juftli mis kabellarga xos elektromagnit nurlanishlarning o'zaro ta'siri kabi muammolar yuzaga kelmaydi.

Bu afzalligi tufayli optik kabellardan ishlab chiqarish korxonalarida, boshqaruv markazlarida, samolyot va kema kabi transport vositalarida foydalangan ma'quldir. Chunki shu kabi kichik joylarda ham energetik qurilmalar, ham avtomatika va teleboshqaruv tizimlari, ham ko'p sonli abonent qurilmalaridan iborat tarmoqlangan aloqa tarmoqlari joylashgan bo'ladi. Bunday holatda elektromagnit va o'zaro shovqinlar yuzaga keladi. Optik kabellarning esa bunday shovqinlarga ta'sirchan emasligini aytib o'tdik.

Yengilligi, hajmi va o'lchamlarining kichikligi. Optik kabellar mis kabellar bilan solishtirilganda, ancha yengil va hajmi kichik. Masalan, 900 juftli 7,5 sm diametrli mis telefon kabeli 0,1sm diametrli bitta optik tola bilan almashtirilishi mumkin. Agar optik tola bir necha himoya qobiqlaridan iborat va bron po'lat lenta bilan qoplangan bo'lsa, bunday tola diametri 1,5 sm ga teng bo'ladi, bu esa ko'rilayotgan mis kabel diametridan bir necha marta kichik.

Optik tolaning bu afzalligi optik kabelli liniya traktlarini qurishda ancha yengilliklar yaratadi. Yengilligi va o'lchamining kichikligi tufayli optik tolaning samolyot, vertolyot va boshqa transport vositalarida ishlatilishi optik aloqaning juda muhim yutug'idir. Masalan, axborotlarni yig'ish va boshqarish vazifalarini bajarish uchun maxsus jihozlangan samolyotlarda bog'lovchi kabellar og'irligini 1 tonnadan ortiq kamaytiradi.

Aloqaning mahfiyligi. Tolali optik kabellar radio diapazonida umuman nur uzatmasligi sababli, undan uzatilayotgan axborotni uzatib-qabul qilishni buzmasdan ruxsatsiz tashqi ulanishlarda eshitish juda qiyin.

Optik aloqa liniyasining monitoring tizimi (uzluksiz nazorat) tolaning yuqori sezgirlik xususiyatini qo'llab, darhol ruxsatsiz tashqaridan eshitilayotgan aloqa kanalini o'chirishi va xavf (trevoga) signalini uzatishi mumkin.

Tarqaluvchi optik signallarning interferentsiya effektini qo'llovchi tizimlar tebranishlarga, bosimning ozgina og'ishlariga sezuvchanligi juda yuqori. hukumat, bank va ma'lumotlar himoyasiga yuqori talablar qo'yiladigan boshqa maxsus xizmatlarning aloqa liniyalarini tashkil etishda bunday tizimlar ayniqsa zarurdir.

Yong'indan himoyalangan. Optik tolada uchqun hosil bo'lmasligi kimyoviy, neftni qayta ishlovchi korxonalarda, portlash va yong'in xavfi mavjud bo'lgan binolarda xavfsizlikni oshiradi.

Iqtisodiy samarador. Optik tola kvartsdan ishlab chiqariladi. Uning asosini tabiatda keng tarqalgan kremniy ikki oksidi - SiO_2 tashkil etadi. Demak, tolali optik kabellarni ishlab chiqarish uchun noyob rangli metall sarflanmaydi. Mis va qo'rg'oshinning dunyoviy zahiralari chegaralangan hozirgi vaqtda noyob

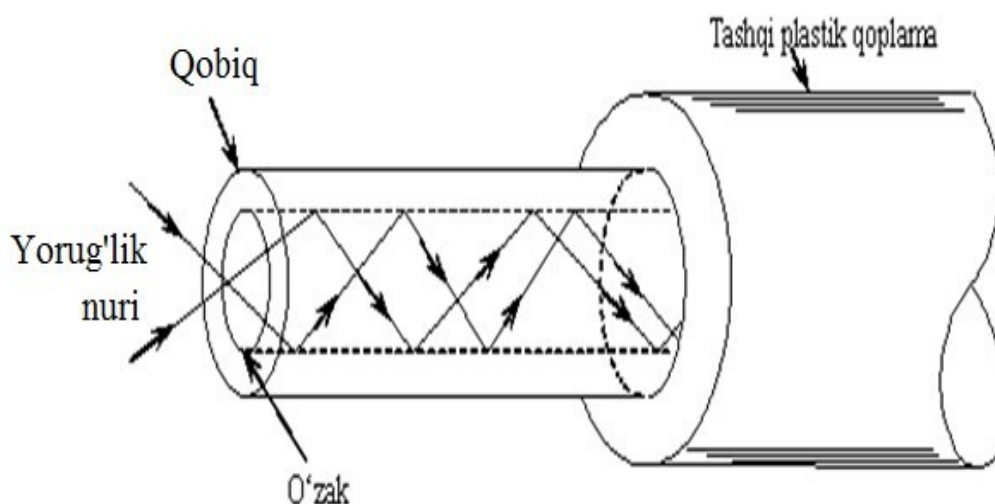
bo'lmagan mahsulotga o'tish kabelli aloqa texnikasining kelgusi rivojlanishi uchun muhim omil hisoblanadi. Natijada optik kabellarning narxi mis kabellarga nisbatan arzonlashadi.

Tolali optik kabellar signallarni uzoq masofalarga retranslyatsiyasiz uzatish imkonini beradi. Uzoq masofali aloqa liniyalarida optik kabellarning qo'llanilishi retranslyatorlar soni qisqarishiga olib keladi. Natija sarf harajatlari har kamayadi.

Foydalanish muddati uzoq. Tola vaqt o'tgan sari eskiradi, ya'ni yotqizilgan kabellarda so'nish astasekin oshib boradi. Biroq optik tola ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalarining mukammallashuvi bu jarayonni sekinlashtiradi va foydalanish muddatini uzaytiradi. Tolali optik kabellardan foydalanish muddati taxminan 25 yilni tashkil etadi.

Masofaviy elektr ta'minotga ega ekanligi. Ba'zi hollarda tarmoq tugunlarining masofaviy elektr ta'minoti talab etiladi. Buni optik tola orqali amalga oshirib bo'lmaydi. Bu holda optik tola bilan birgalikda mis o'tkazish elementi bilan jihozlangan aralash kabellardan foydalanish mumkin. Bunday kabellar ko'pgina mamlakatlarda keng qo'llaniladi.

Hozirgi kunda turli vazifali va tuzilishli optik tola va kabellar ishlab chiqarilmoqda. Keng polosali uzoq aloqa tizimlari, jumladan magistral aloqa uchun toladan faqatgina asosiy to'lqin tarqaladigan bir modali kabellarning yangi turlari ishlab chiqarilmoqda. Magistral aloqa liniyalarida signal uzatishda tolaning so'nish va dispersiya parametrlariga ham yuqori talablar qo'yiladi. Bundan tashqari, optik nurlanish qutblanishi saqlanishini ta'minlovchi tolalar ham ishlab chiqarilmoqda.



1.1 – rasm. Optik tolaning tuzilishi

Magistral aloqada qo'llaniladigan bunday kabellarni ishlab chiqish murakkab va qimmat. Bunday kabellar qo'llanilganda lazer uzatgichlardan foydalaniladi. Lazer uzatgichlarga ham nurlanish spektrining tozaligiga, nurlanish tasvirlarining barqarorligiga yuqori talablar qo'yiladi.

Tezligi 100 Mbit/s gacha bo'lgan va aloqa masofasi chegaralangan (taxminan 10 km gacha) tizimlarda nisbatan arzon va oxirgi qurilmalar bilan oson moslashadigan ko'p modali kabellardan foydalangan ma'qul. Bunda to'lqin manbai sifatida ko'p modalarni nurlantiruvchi oddiy turdagi yarim o'tkazgich yorug'lik diodlarini ishlatish mumkin.

Yangi turdagi optik tolalarning (siljigan dispersiyasi nolga teng bo'lmagan), keng polosali kvant optik kuchaytirgichlarning yaratilishi to'liq optik tizim va optik traktlarni qurish imkoniyatini yaratmoqda. Bunday texnologiyalardan 100 va 1000 Gbit/s o'tkazish oraliqli tizimlarni yaratishda foydalaniladi.

TOA bir qancha afzalliklarga ega bo'lishiga qaramay, kamchiliklari ham mavjud. Bu TOA qurilmalarining qimmatligi va ba'zi optik texnologiyalarning mukammal darajaga etmaganligi bilan tushuntiriladi. Bunga bog'liq holda quyidagi kamchiliklarni aytish mumkin:

- element bazasining qimmatligi. Optik uzatgich va qabul qilgichlarning narxi qimmat. Ayniqsa lazer nurlanish manbalarining narxi qimmat va xizmat qilish muddati chegaralangan. Shuningdek passiv optik qurilmalarni (multipleksor,

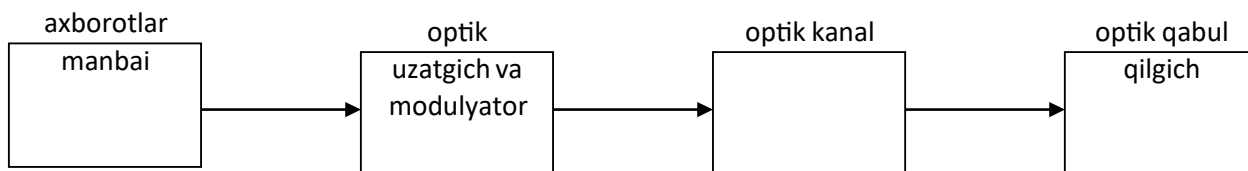
kommutator, attenuator va boshqalar) ishlab chiqarish ham katta sarfxarajatlarga olib keladi;

- tolali optik aloqa liniyalarini montaj qilish va xizmat ko'rsatishning murakkabligi. Elektr kabelli tizimlarga nisbatan optik kabelli tizimlarni qurish, undan texnik foydalanish, o'lchov va montaj ishlari murakkab bo'lib, juda yuqori malakani talab etadi;

- tolani maxsus himoyalash zaruriyati. Mikroyoriqlarda signallarning yo'qolmasligi uchun tolani ortiqcha yuklash va bukilishlardan himoyalash kerak. Maxsus himoyalashni tashkil etish, ishonchlilikni oshirish maqsadida optik tolani ishlab chiqarish jarayonida tola epoksiakrilad asosidagi maxsus lak bilan qoplanadi. Bundan tashqari, kabel maxsus po'lat tross va shisha plastik sterjenlar hisobiga yanada mustahkamlanishi mumkin.

Bularning barchasi optik kabel narxini oshiradi. Bu kamchiliklar OA texnologiyasining kelgusi rivojlanishida qisman yoki to'liq bartaraf etiladi.

OA da axborotlarni yorug'lik yoki optik signallar ko'rinishida uzatish va qayta ishlash amalga oshiriladi. OA uchun yorug'lik nurlanishi va to'lqin uzunligi turini tanlash uzatilayotgan axborot xarakteriga, shuningdek nurlanish hosil qilish imkoniyalariga, undan signal shakllanishiga, yorug'lik to'lqinini uzatish va qayta ishlashga va nihoyat, axborotga ega signalni qabul qilishga bog'liq. OA tizimining umumlashgan tuzilish sxemasi 1.2 – rasmda keltirilgan. Sxema OA ning turlari TOA va OOA ga xos standart bloklardan (elementlardan) tashkil topgan.



1.2 – rasm. OA tizimining umumlashgan tuzilish sxemasi.

Axborotlar manбайдan uzluksiz yoki raqamli signallar beriladi. So'ng signallar yorug'lik oqimitashuvchi chastotaning elektromagnit tebranishlarini modulyatsiyalaydi. So'ng yorug'lik nuri ko'rinishidagi optik signallar uzatuvchi muhit - optik kanal orqali tarqaladi.

Uzatuvchi muhit yuqorida aytib o'tilgandek ochiq fazo, atmosfera, ya'ni OOA liniyasi yoki TOA liniyasi bo'lishi mumkin. Uzatilgan axborotlar optik qabul qilgich demodulyatorida demodulyatsiyalanadi. Demodulyatorning asosiy elementi optik fotodetektor hisoblanadi. Signallarni uzoq masofalarga uzatishda, qachonki qabul qilgich kirishida signal/shovqin nisbati talab darajasidan past bo'lganda, liniyada retranslyatorlar o'rnatiladi.

Xulosa qilib aytganda tolali optik aloqa yuqori tezlikdagi signallarni uzatish va qabul qilib olish uchun yuqori darajada o'tkazish qobiliyatiga ega. Bunday talablarga javob beradigan ya'ni optik aloqa vositalariga teng keluvchi vositalar hozirgi kunda mavjud emas. Bundan tashqari, optik aloqa tizimlari orqali katta hajmdagi axborotlarni xoxlagan masofalarga uzatish mumkin.

Shuning uchun optik aloqa jamiyatni axborotlashtirish jarayonini rivojlantiruvchi mukammal va istiqbolli aloqa vositasi hisoblanadi hamda u videokuzatuvlar Turbo HD kameralar, IP kameralar va videoregistratorlar bilan aloqani ta'minlashda hamda axborotlarni uzatish va qabul qilishda keng qo'llanilmoqda. Haqiqatdan ham texnika mo'jizasi bizning hayotimizning har bir jabhasini o'ziga qamrab olgan. Hozirgi tezlashgan zamonimizda texnika yutuqlarining meditsina sohasiga kirib kelishi chinakam yana bir maqtoqli hodisadir. Sababi shundaki texnika sohasidagi yutuqlar kashfiyotlar tufayli minglab insonlar hayoti saqlanib qolmoqda, turli hil kasalliklar oldi olinib, kerakli vaksinalar yaratilmoqda.

Bugungi kungi kunda texnika bizning hamrohimizga, yordamchimizga, mushkulimizni oson qilishga, insonlarning manfaatini himoya qilishga ulgurgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Landsberg G.S. Optika. –T.: «O'qituvchi» nashriyoti, 1981.
2. Ионов А.Д., Попов Б.В. Волновые линии связи. –М.: «Радио и связь», 2006.

3. Rahmatullayev, D.A., & Sh.N.B. (2025). Iot tizimlarida energiya samaradorligini oshirish va energiya tejash imkoniyatlari. *Экономика и социум*, (1-2 (128)), 1008-1012.

4. Эгамбердиев, Х., Рахматуллаев, Д., & Дилмуродов, З. (2023). Грунт ва ер усти сув оқимларининг ўзаро таъсирининг математик модели. *Евразийский журнал академических исследований*, 3(1 part 3), 107-113.

5. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно–оптические сети. -М.: «Эко– Трендз», 2000.

6. Бекматов А.К., & Эргашов Ф.Т. (2025). ОБЕСПЕЧЕНИЕ АУТЕНТИФИКАЦИИ В СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ. *Экономика и социум*, (1-2 (128)), 1013-1017.

7. Uzakov, O. S., Rahmatullayev, D. A., Bekmatov, A. K., & Dilmurodov, Z. D. (2023). IOT TEXNOLIGIYALARI XAVFSIZLIGIDA SMART HOUSELARNI MOBIL QURILMALAR YORDAMIDA BOSHQARISH. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 23(7), 105-107.

8. Бекматов, А. К. (2024). ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ В СЕТЕВЫХ СИСТЕМАХ. *Экономика и социум*, (5-1 (120)), 1977-1982.