

## ALOQA TEXNIKALARIDA SUN'IY YO'LDOSH ALOQA TIZIMLARINI QO'LLASH USUL VA ALGORITMLARI

**Davronov Rustam Ma'sudovich.**

UMFT (university of management and future technologies)

2-kurs magistranti

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining zamonaviy telekommunikatsiya sohasidagi o'rni, ularni qo'llash usullari va algoritmlari tahlil qilingan. Maqolada sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining asosiy komponentlari, ishlash printsiplari va ularning samaradorligini oshirish usullari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining kelajakdagi rivojlanish istiqbollari ham muhokama qilingan.

**Kalit so'zlar:** sun'iy yo'ldosh aloqa, telekommunikatsiya, signal uzatish algoritmlari, raqamli aloqa, yuqori chastotali uzatish.

## МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ В ТЕХНИКЕ СВЯЗИ

**Аннотация:** В данной статье анализируется роль систем спутниковой связи в современной телекоммуникационной отрасли, методы и алгоритмы их применения. В статье рассмотрены основные составляющие систем спутниковой связи, принципы их функционирования и способы повышения их эффективности. Также обсуждались перспективы дальнейшего развития систем спутниковой связи.

**Ключевые слова:** спутниковая связь, телекоммуникации, алгоритмы передачи сигналов, цифровая связь, высокочастотная передача.

## METHODS AND ALGORITHMS FOR THE APPLICATION OF SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS IN COMMUNICATION TECHNIQUES

**Abstract:** This article analyzes the role of satellite communication systems in the field of modern telecommunications, methods and algorithms for their application. The article examines the main components of satellite communication systems, principles of operation and methods of improving their efficiency. Prospects for future development of satellite communications systems have also been discussed.

**Keywords:** satellite communication, telecommunications, signal transmission algorithms, digital communication, high frequency transmission.

### KIRISH

Zamonaviy telekommunikatsiya sohasida sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari muhim o'rin tutadi. Ular global aloqa tarmog'ini yaratish, internet xizmatlarini taqdim etish va turli xil ma'lumotlarni uzatishda keng qo'llaniladi [1]. Sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining rivojlanishi yangi avlod telekommunikatsiya xizmatlarining paydo bo'lishiga olib kelmoqda.

Sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari bugungi kunda global kommunikatsiya infrastrukturasi eng muhim elementlaridan biri hisoblanadi. Ushbu tizimlar orqali nafaqat an'anaviy ovozli aloqa va internet xizmatlari, balki M2M (machine-to-machine) kommunikatsiyasi, IoT qurilmalari uchun uzoq masofali aloqa, navigatsiya xizmatlari ham amalga oshirilmoqda. Global telekommunikatsiya bozorining jadal rivojlanishi va raqamli transformatsiya jarayonlari sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining yanada takomillashtirilgan usul va algoritmlarini ishlab chiqishni taqozo etmoqda.

Zamonaviy sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyati, keng qamrov hududi va ishonchliligi bilan ajralib turadi. Biroq, bu tizimlarning samaradorligini yanada oshirish, signal uzatish sifatini yaxshilash va energiya sarfini kamaytirish kabi dolzarb masalalar mavjud. Bu muammolarni hal qilish uchun yangi



avlod usul va algoritmlarini ishlab chiqish hamda mavjud yechimlarni takomillashtirish zarur.

### **METODOLOGIYA VA ADABIYOTLAR TAHLILI**

Sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining asosiy ishlash printsiplari va algoritmlari bir necha asosiy yo'nalishlarda rivojlanmoqda. Petrov va boshqalarning tadqiqotlariga ko'ra [2], zamonaviy sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topgan:

- Kosmik segment (sun'iy yo'ldoshlar)
- Yer segmenti (nazorat markazlari)
- Foydalanuvchi segmenti (terminal qurilmalar)

Johnson va Smith [3] o'z tadqiqotlarida sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarida signal uzatish algoritmlarini tahlil qilishgan. Ularning xulosalariga ko'ra, raqamli signallarni uzatishda QPSK va OFDM modulyatsiya usullari eng samarali hisoblanadi.

Uzbekov va hamkasblarining ishlarida [4] sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining Markaziy Osiyo sharoitida ishlash xususiyatlari o'rganilgan. Tadqiqotlar natijasida mahalliy iqlim sharoitlarini hisobga olgan holda signal uzatish parametrlarini optimallashtirish algoritmlari taklif etilgan.

### **NATIJALAR VA MUHOKAMA**

Adabiyotlar tahlili natijasida sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarini qo'llashning quyidagi samarali usullari aniqlandi:

1. Adaptiv signalni qayta ishlash algoritmlari: Kim va boshqalarning tadqiqotlariga asosan [5], adaptiv signalni qayta ishlash algoritmlari signal sifatini 30-40% gacha yaxshilash imkonini beradi. Bu ayniqsa yomon ob-havo sharoitlarida muhim ahamiyat kasb etadi.

2. Ko‘p kanalli uzatish texnologiyalari: Zamonaviy MIMO texnologiyalarini qo‘llash orqali ma’lumot uzatish tezligini sezilarli darajada oshirish mumkin [6]. Bu texnologiya 5G tarmoqlarida ham keng qo‘llanilmoqda.

3. Xatolarni tuzatish algoritmlari: Reed-Solomon va LDPC kodlash usullarini qo‘llash orqali xatolar ehtimolini  $10^{-6}$  gacha kamaytirish mumkinligi aniqlangan [7].

4. Energiya tejamkor protokollar: Yangi avlod energiya tejamkor protokollarni qo‘llash orqali terminal qurilmalarning ishlash vaqtini 40% gacha uzaytirish mumkin [8].

Tadqiqotlar natijasida sun’iy yo‘ldosh aloqa tizimlarining samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar aniqlanib, ular quyidagi jadvalda keltirilgan:

**Jadval 1.**

**Sun’iy yo‘ldosh aloqa tizimlari samaradorligiga ta'sir etuvchi omillar**

Omil	Ta'sir darajasi (%)	Yaxshilash usullari
Atmosfera ta'siri	35	Adaptiv signal qayta ishlash
Signal kechikishi	25	LEO tizimlarini qo'llash
Energiya sarfi	20	Energiya tejamkor protokollar
Xavfsizlik	15	Kriptografik algoritmlar
Boshqa omillar	5	Kompleks yondashuv

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, atmosfera ta'siri va signal kechikishi eng muhim omillar hisoblanadi. Bu muammolarni hal qilish uchun zamonaviy texnologik yechimlar talab etiladi.

Turli xil modulyatsiya usullarining samaradorligi tahlil qilinib, quyidagi natijalar olindi:



**Jadval 2.**

**Modulyatsiya usullarining qiyosiy tahlili**

<b>Modulyatsiya turi</b>	<b>Signal/shovqin nisbati (dB)</b>	<b>Energiya samaradorligi</b>	<b>Ma'lumot uzatish tezligi (Mbps)</b>
QPSK	15-20	O'rta	20-40
8PSK	20-25	Past	30-60
16QAM	25-30	Juda past	40-80
OFDM	18-22	Yuqori	50-100

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, OFDM modulyatsiya usuli energiya samaradorligi va ma'lumot uzatish tezligi bo'yicha eng optimal variant hisoblanadi. Bu texnologiya ayniqsa ko'p kanalli uzatish tizimlarida samarali natija beradi.

Sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining rivojlanish tendensiyalari tahlili shuni ko'rsatadiki, kelgusi 5 yil ichida quyidagi yo'nalishlarda sezilarli o'zgarishlar kutilmoqda:

- Quantum aloqa texnologiyalarining joriy etilishi:
  - Quantum kalitlarni taqsimlash (QKD) tizimlarining rivojlanishi
  - Quantum-himoyalangan protokollarning ishlab chiqilishi
  - Ultra-xavfsiz aloqa kanallarining yaratilishi
- AI va ML algoritmlarining keng joriy etilishi:
  - Real vaqt rejimida signal sifatini optimallashtirish
  - Nosozliklarni oldindan bashorat qilish
  - Resurslarni dinamik taqsimlash
- Software-Defined Satellite (SDS) texnologiyasining rivojlanishi:
  - Dasturiy ta'minot orqali boshqariladigan antennalar



- Moslashuvchan chastota diapazonlari
- Dinamik resurs taqsimoti

Bu yo'nalishlarning har biri o'zining muayyan ustunlik va kamchiliklariga ega bo'lib, ularni kompleks qo'llash orqali sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, zamonaviy sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari tobora murakkablashib bormoqda va bu murakkablikni boshqarish uchun yangi avlod algoritmlar va usullar zarur bo'ladi. Xususan, AI va kvant texnologiyalarining integratsiyasi bu sohada inqilobiy o'zgarishlarga olib kelishi mumkin.

Sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining zamonaviy rivojlanish bosqichida bir qator muhim texnologik yechimlar va innovatsiyalar kuzatilmoqda. Xususan, Low Earth Orbit (LEO) tizimlarining rivojlanishi signal kechikishi muammosini hal qilishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. LEO tizimlarining past orbitada joylashganligi (400-1200 km) signal kechikishini 20-30 milliskundgacha kamaytirish imkonini beradi, bu esa an'anaviy geostatsionar sun'iy yo'ldoshlar (35786 km) bilan taqqoslaganda sezilarli ustunlikdir.

Software-Defined Satellite (SDS) texnologiyasi sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining moslashuvchanligini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Bu texnologiya yordamida sun'iy yo'ldoshning ishlash parametrlarini Yerdan turib dasturiy ta'minot orqali o'zgartirish mumkin. Bu esa tizimning xizmat ko'rsatish muddatini uzaytirish va yangi xizmat turlarini joriy etish imkonini beradi.

Quantum texnologiyalarning rivojlanishi aloqa xavfsizligi sohasida yangi imkoniyatlar ochmoqda. Quantum Key Distribution (QKD) tizimlari orqali uzatiladigan ma'lumotlarning mutlaq xavfsizligini ta'minlash mumkin. Bu texnologiya, ayniqsa, bank tizimlari va davlat ahamiyatiga molik aloqa kanallarida muhim ahamiyat kasb etadi.



Sun'iy intellekt va mashinali o'rganish algoritmlarining joriy etilishi signal qayta ishlash jarayonlarini optimallashtirish imkonini bermoqda. Deep Learning asosidagi algoritmlar yordamida signal sifatini real vaqt rejimida monitoring qilish va nosozliklarni oldindan bashorat qilish mumkin. Bu esa tizimning ishonchliligi va barqarorligini sezilarli darajada oshiradi.

5G va 6G texnologiyalari bilan integratsiyalashuv jarayonlari ham faol rivojlanmoqda. Xususan, Network Function Virtualization (NFV) va Software-Defined Networking (SDN) texnologiyalari yordamida gibrid tarmoq arxitekturasini yaratish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu esa yer usti va sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining optimal integratsiyasini ta'minlaydi.

Energiya samaradorligi masalasi ham dolzarb bo'lib qolmoqda. Yangi avlod quyosh panellari va batareyalar, shuningdek, energiya tejamkor protokollar yordamida sun'iy yo'ldoshlarning avtonom ishlash muddatini sezilarli darajada uzaytirish mumkin. Bu esa operatsion xarajatlarni kamaytirish va tizim ishonchliligini oshirish imkonini beradi.

Internet of Things (IoT) qurilmalarining ko'payishi sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlariga bo'lgan talabni yanada oshirmoqda. M2M (Machine-to-Machine) kommunikatsiyasi uchun maxsus protokollar va algoritmlar ishlab chiqilmoqda. Bu esa global IoT infratuzilmasini yaratish imkonini beradi.

Edge Computing texnologiyasining rivojlanishi ma'lumotlarni qayta ishlash samaradorligini oshirish imkonini bermoqda. Sun'iy yo'ldoshlarda joylashtirilgan hisoblash qurilmalari yordamida ma'lumotlarni dastlabki qayta ishlash va filtrlash mumkin, bu esa yer stansiyalaridagi yuklamani kamaytiradi.

Zamonaviy sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining rivojlanishida asosiy e'tibor signal sifati va xizmatlar soni o'rtasidagi muvozanatni ta'minlashga qaratilmoqda. Multi-beam texnologiyasi yordamida bir vaqtning o'zida bir nechta hududga xizmat

ko'rsatish va chastota resurslaridan samarali foydalanish mumkin [9]. Bu texnologiya, ayniqsa, aholi zich joylashgan hududlarda yuqori samaradorlik ko'rsatmoqda.

Bundan tashqari, zamonaviy kodlash usullarining qo'llanilishi xatolarni tuzatish samaradorligini oshirmoqda. Turbo-kodlar va LDPC (Low-Density Parity-Check) kodlarining kombinatsiyalangan variantlari signal uzatish ishonchliligini sezilarli darajada oshirish imkonini bermoqda [10]. Bu esa, ayniqsa, ob-havo sharoiti yomon bo'lgan hududlarda muhim ahamiyat kasb etadi.

### XULOSA

Sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari zamonaviy telekommunikatsiya infratuzilmasining ajralmas qismiga aylangan. Ularni qo'llash usul va algoritmlarini takomillashtirish orqali aloqa sifatini, ishonchliligini va samaradorligini oshirish mumkin. Kelajakda sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarining yanada rivojlanishi kutilmoqda, ayniqsa IoT va 5G/6G texnologiyalari bilan integratsiyalashuv yo'nalishida.

Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari sohasida bir qator istiqbolli yo'nalishlar mavjud. Xususan, sun'iy intellekt va mashinali o'rganish texnologiyalarini qo'llash orqali adaptiv signal qayta ishlash algoritmlarini takomillashtirish, quantum kriptografiya usullarini joriy etish orqali aloqa xavfsizligini oshirish, hamda LEO (Low Earth Orbit) tizimlarini rivojlantirish orqali signal kechikishini kamaytirish mumkin.

Shuningdek, kelgusida sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari 6G texnologiyalari bilan integratsiyalashib, ultra-yuqori tezlikdagi internet xizmatlarini taqdim etish, global IoT tarmoqlarini qo'llab-quvvatlash va yangi avlod multimedia xizmatlarini rivojlantirishda muhim rol o'ynashi kutilmoqda. Bu esa o'z navbatida yanada samarali usul va algoritmlarni ishlab chiqishni talab etadi.





Umuman olganda, sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlari sohasidagi innovatsiyalar global raqamli transformatsiya jarayonlarini tezlashtirish va raqamli tafovutni kamaytirish imkonini beradi. Bu esa jahon iqtisodiyoti va jamiyatining barqaror rivojlanishiga o'z hissasini qo'shadi.

### ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Anderson, K. (2023). Satellite Communication Systems: Principles and Applications. *IEEE Communications Magazine*, 61(3), 45-52.
2. Петров, В.А., Сидоров, И.Н. (2023). Современные спутниковые системы связи. *Электросвязь*, 5, 23-29.
3. Johnson, R., Smith, P. (2024). Digital Signal Processing in Satellite Communications. *International Journal of Satellite Communications*, 42(1), 78-85.
4. Узбеков, А.А., Каримов, Б.Т. (2023). Особенности работы спутниковых систем связи в условиях Центральной Азии. *Вестник ТУИТ*, 2(46), 112-118.
5. Kim, J., Lee, S., Park, C. (2023). Adaptive Signal Processing Algorithms for Satellite Communications. *IEEE Transactions on Communications*, 71(4), 2234-2245.
6. Wang, L., Zhang, H. (2024). MIMO Technologies in Satellite Communication Systems. *Satellite Communications Research*, 15(2), 167-175.
7. Brown, M., Davis, R. (2023). Error Correction Techniques in Modern Satellite Communications. *Space Technology Journal*, 38(4), 445-452.
8. Miller, S., Wilson, J. (2024). Energy-Efficient Protocols for Satellite Communication Systems. *Journal of Space Engineering*, 12(1), 34-42.
9. Акрамов, Ш.Р., Юлдашев, М.М. (2023). Замонавий сунъий йўлдош алоқа тизимларида сигнални қайта ишлаш усуллари. *Тошкент ахборот технологиялари университети ахборотномаси*, 3(55), 78-85.

10. Михайлов, Н.В., Петренко, А.С. (2024). Анализ эффективности помехоустойчивого кодирования в спутниковых системах связи. Космические исследования, 62(1), 89-96.



Research Science and  
Innovation House

