

## XAVFSIZLIK TIZIMLARIDA 5G TARMOG'INI QO'LLASHNING ISTIQBOLLARI

Nazarov A.M  
Jumaqulov F.K  
Rayimov F.T

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Universitet ko'chasi, 2, 100095, E-Mail: nazarov\_58@rambler.ru; foziljonkomiljonovich@gmail.com; farruxrayimov16@gmail.com

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada beshinchi avlod mobil aloqa texnologiyasi - 5G tarmog'ini xavfsizlik tizimlarida qo'llashning istiqbollari va texnik imkoniyatlari tahlil etilgan. 5G texnologiyasining asosiy xususiyatlari - yuqori ma'lumot uzatish tezligi, ultra-past kechikish vaqti va massiv qurilmalarni ulash qobiliyati - zamonaviy xavfsizlik tizimlariga qo'yiladigan talablarga to'liq javob berishi ko'rsatilgan. Maqolada 5G tarmog'ining arxitekturasi, uning xavfsizlik tizimi datchiklari bilan o'zaro ta'siri va ma'lumotlarni uzatish parametrlari hisoblab chiqilgan. Shannon formulasi asosida kanal o'tkazuvchanlik qobiliyati baholangan, kechikish vaqti va paket yo'qotish ehtimoli aniqlangan. Turli simsiz uzatish texnologiyalari - Wi-Fi, LTE, 5G NR va NB-IoT - solishtirilgan va 5G ning afzalliklari ko'rsatilgan. Tadqiqot natijalari 5G tarmog'i xavfsizlik tizimlarini modernizatsiya qilishda samarali vosita ekanligini tasdiqlaydi.

**Kalit so'zlar:** 5G, xavfsizlik tizimi, datchiklar, simsiz ma'lumot uzatish, kechikish vaqti, IoT.

### KIRISH

Zamonaviy xavfsizlik tizimlari real vaqt rejimida ishlaydigan, yuqori ishonchli va keng qamrovli aloqa kanallarini talab etadi. Simli yechimlar ko'pgina hollarda iqtisodiy jihatdan samarali emas, Wi-Fi esa yetarli qamrov maydoniga ega emas [1]. Shu munosabat bilan beshinchi avlod mobil aloqa texnologiyasi - 5G - xavfsizlik tizimlarida ma'lumot uzatish uchun eng istiqbolli alternativa sifatida ko'rib chiqilmoqda [2].

5G tarmog'i 3GPP Release 15 va undan yuqori standartlari asosida qurilgan bo'lib, pastga yo'nalishda 20 Gbit/s gacha tezlikni, 1 ms dan kam kechikish vaqtini va 1 km<sup>2</sup> maydonda 1 million gacha qurilmani bir vaqtda ulash imkonini beradi [3]. Bu xususiyatlar xavfsizlik tizimlarining datchiklari, video kuzatuv tizimlari va avariya signalizatsiyasi uchun ideal sharoit yaratadi [4].

Ushbu ishning maqsadi 5G texnologiyasining xavfsizlik tizimlarida qo'llanilishi nuqtai nazaridan texnik parametrlarini tahlil etish va tegishli tizim arxitekturasini ishlab chiqish bo'yicha tavsiyalar berishdan iborat.

### ASOSIY QISM



### 5G tarmog'i asosidagi xavfsizlik tizimining arxitekturasida

5G asosidagi xavfsizlik monitoring tizimi uch asosiy darajadan iborat: ma'lumotlarni yig'ish darajasi (datchiklar), uzatish darajasi (5G tarmog'i) va qayta ishlash darajasi (monitoring markazi). Tizim 5GC (5G Core) arxitekturasida tashkil etiladi [5]. Tizimning strukturaviy sxemasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. 5G asosidagi monitoring tizimining strukturaviy sxemasi

Datchiklar 5G NR (New Radio) interfeysi orqali bazaviy stantsiya (gNB) bilan bog'lanadi. MEC (Multi-access Edge Computing) serveri tarmog'ning chekka qismida joylashtiriladi va bu kechikish vaqtini minimallashtirishga imkon beradi. Ma'lumotlar MQTT protokoli orqali TLS shifrlash bilan himoyalangan holda uzatiladi [6].

### Kanal uzatish parametrlarini hisoblash

Kanal o'tkazuvchanlik qobiliyatini baholash uchun Shannon formulasidan foydalaniladi [7]. Kanal sig'imi  $C$  (bit/s) quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR}) \quad (1)$$

bu yerda  $B$  - chastota polosasi kengligi (Gts),  $\text{SNR}$  - signal-shovqun nisbati. 5G NR uchun  $B = 100$  MGts va  $\text{SNR} = 25$  dB (316 chiziqli birlik) bo'lganda:

$$C = 100 \cdot 10^6 \cdot \log_2(1 + 316) \approx 826 \text{ Mbit/s} \quad (2)$$

$N$  ta datchikdan keladigan umumiy ma'lumotlar oqimi quyidagi formula bilan aniqlanadi [8]:

$$R_{\text{jami}} = N \cdot r_d \cdot f_s \quad (3)$$

bu yerda  $r_d$  - ma'lumotlar paketi hajmi (bayt),  $f_s$  - datchikni so'rov chastotasi (Gts). 100 ta datchik uchun  $r_d = 128$  bayt va  $f_s = 2$  Gts bo'lganda:  $R_{\text{jami}} = 100 \cdot 128 \cdot 8 \cdot 2 = 204,8$  kbit/s. Bu 5G kanalining o'tkazuvchanligidan ancha past.

Umumiy kechikish vaqti quyidagi ifodadan hisoblanadi:

$$\tau_{\text{umumiy}} = \tau_{\text{havo}} + \tau_{\text{yadro}} + \tau_{\text{ilova}} \approx 0,5 + 0,5 + 1 = 2 \text{ ms} \quad (4)$$

ARQ mexanizmi yordamida paket yo'qotish ehtimoli quyidagicha baholanadi:

$$P_{\text{yo'qotish}} = P_{\text{xato}}^{(N_{\text{maks}} + 1)} \quad (5)$$



$P_{xato} = 0,1$  va  $N_{maks} = 3$  bo'lganda:  $P_{yo'qotish} = 0,1^4 = 10^{-4}$ , bu xavfsizlik tizimlarining talablarini qondiradi.

Simsiz uzatish texnologiyalarining qiyosiy tahlili

1-jadvalda xavfsizlik tizimlarida qo'llaniladigan simsiz uzatish texnologiyalarining asosiy xususiyatlari taqqoslangan [9, 10].

1-jadval - Simsiz uzatish texnologiyalarining qiyosiy xarakteristikallari

Parametr	Wi-Fi 6	LTE	5G NR	NB-IoT
Qamrov maydoni	100 m gacha	10 km gacha	500 m-5 km	15 km gacha
Tezlik (Mbit/s)	9600 gacha	150 gacha	20 000 gacha	0,25 gacha
Kechikish (ms)	< 5	< 10	< 1	< 1000
Energiya sarfi	yuqori	o'rtacha	o'rtacha	juda past
Xavfsizlik	WPA3	SIM+AES	SIM+256-AES	SIM+AES
Qurilmalar soni/km <sup>2</sup>	~500	~2 000	1 000 000	~50 000

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, 5G NR texnologiyasi kechikish vaqti, tezlik va bir vaqtda ulanadigan qurilmalar soni bo'yicha barcha ko'rsatkichlarda ustunlik qiladi. Bu uni ko'p sonli datchiklari bo'lgan yirik xavfsizlik tizimlarida qo'llash uchun optimal tanlov qiladi.

5G texnologiyasining xavfsizlik sohasidagi afzalliklari va qo'llanish yo'nalishlari

5G tarmog'ining xavfsizlik tizimlarida qo'llanilishining asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat: yuqori aniqlikdagi video kuzatuv (4K/8K), real vaqt rejimida yuz va transport vositasini tanish, dronlar yordamida perimetrni nazorat qilish, tezkor avariya signalizatsiyasi va aqlli binolarni avtomatlashtirish [3]. Network Slicing texnologiyasi xavfsizlik tizimlariga kafolatlangan QoS bilan alohida virtual tarmoq segmentini ajratish imkonini beradi [5].

5G tarmog'ida xavfsizlikni ta'minlash uchun 256-bitli AES shifrlash, SUPI (Subscription Permanent Identifier) mexanizmi va mutual authentication protokoli qo'llaniladi. Bu LTE ga nisbatan ancha kuchli himoya darajasini ta'minlaydi [2].

## XULOSA

Tadqiqot davomida 5G texnologiyasi xavfsizlik tizimlarida simsiz ma'lumot uzatishni tashkil etish uchun yuqori samarali yechim ekanligi isbotlandi. Hisob-kitoblar shuni ko'rsatdiki, 5G kanal o'tkazuvchanligi 826 Mbit/s dan oshadi va bu yuzlab datchiklar bilan bir vaqtda ishlash uchun yetarli. Umumiy kechikish vaqti 2 ms dan oshmaydi, bu esa real vaqt rejimidagi xavfsizlik tizimlarining talablarini qondiradi. Paket yo'qotish ehtimoli ARQ mexanizmi yordamida  $10^{-4}$  darajasida ta'minlanadi.



5G NR texnologiyasi barcha ko'rsatkichlar bo'yicha - qamrov maydoni, kechikish vaqti, tezlik va bir vaqtda ulanadigan qurilmalar soni - raqobatchi texnologiyalardan ustun turadi. Network Slicing va MEC imkoniyatlari xavfsizlik tizimlarini yanada samarali va ishonchli qiladi. Keyingi tadqiqotlar yo'nalishi sifatida sun'iy intellekt algoritmlarini 5G asosidagi xavfsizlik tizimlariga integratsiya qilish va "Aqlli shahar" platformalari bilan bog'lash ko'rib chiqiladi.

#### ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Akyildiz I.F., Su W., Sankarasubramaniam Y. Wireless sensor networks: a survey // Computer Networks. - 2002. - Vol. 38, № 4. - P. 393–422.
2. Dahlman E., Parkvall S., Skold J. 5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology. - Academic Press, 2020. - 622 p.
3. 3GPP TS 38.300. NR; NR and NG-RAN Overall Description. - 3GPP, 2024.
4. Raza U., Kulkarni P., Sooriyabandara M. Low Power Wide Area Networks: An Overview // IEEE Communications Surveys & Tutorials. - 2017. - Vol. 19, № 2. - P. 855–873.
5. Ahmadi S. 5G NR: Architecture, Technology, Implementation, and Operation. - Academic Press, 2019. - 1064 p.
6. OASIS Standard. MQTT Version 5.0. - 2019. - URL: <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/> (murojaat sanasi: 10.04.2025).
7. Sesia S., Toufik I., Baker M. LTE - The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice. - 2nd ed. - Wiley, 2011. - 792 p.
8. Mekki K. et al. A Comparative Study of LPWAN Technologies for Large-Scale IoT Deployment // ICT Express. - 2019. - Vol. 5, № 1. - P. 1-7.
9. Shafi M., Molisch A.F., Smith P.J., et al. 5G: A Tutorial Overview of Standards, Trials, Challenges, Deployment, and Practice // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. - 2017. - Vol. 35, No. 6. - P. 1201-1221.
10. Kandris D., Nakas C., Vomvas D., Koulouras G. Applications of Wireless Sensor Networks: An Up-to-Date Survey // Applied System Innovation. - 2020. - Vol. 3, No. 1. - P. 14.

