

PROVIDING COMMUNICATION ON D2D DEVICES BASED ON 5G**Lutfullaeva Z.****Master of Tashkent University of akhbrot technologies named after
Muhammad al-Khwarazmi****email: lutfullayeva96@bk.ru****Annotation**

This article examines the specificity of communication in 5G-based D2D devices, technologies under development for the 5G network, D2D communication, and the effects of transit node selection on the quality of D2D-device performance.

Keyword: 5G, D2D connection, transit nodes, wireless sensor networks.**INTRODUCTION**

5G тармоқларида алоқани таъминлашнинг ўзига хослиги. Бугунги кунга келиб тезкор суратларди мобил алоқа технологияси ўзгармоқда ва бу ўз навбатида тегишлича янги хизматларни пайдо бўлишига олиб келмоқда. Масалан 1G тармоқларидан фарқли 2G тармоқларда SMS хабарларни тарқатиш хизмати пайдо бўлди, 3G да бўлса интернет, 4G да эса видео тарқатиш хизматлари пайдо бўлди. 2020 йилга келиб эса, бошлаб мобил алоқанинг ИМТ-2020 деб номланадиган янги технологияси 5G тармоқларини стандартлаштириш ва синовдан ўтказиш бошланди, ушбу тармоқларга қўйидаги асосий талаблар қўйилмоқда:

- маълумотларни узатиш тезлиги 10 Гбит/с дан юқори бўлиши, бу 4G LTE тармоғидан минимум ўн марта катталигини маълум қилади;

- тизимнинг сигими квадрат километрда 100 миллионгача қурилма, бу ҳозирги кунда мавжуд тармоқлардан юз марта катта;

- кечикишни 1 миллисекундгача камайтириш, буни LTE тармоғи билан таққослаганда беш марта кичиклигини ва кечикишларга сезувчанлиги кучли бўлган хизматларни амалга оширишга имкон беради;

- фойдаланувчилар қурилмаларининг энергия талабларини қисқартириш орқали тармоқнинг энергия самарадорлигини ошириш.

Юқорида санаб ўтилган хусусиятлар нисбатига соғлиқни сақлашда, автотранспортда, қишлоқ хўжалигида, таълимда ва бошқа кўп соҳаларда янги хизматларни яратиш имконияти пайдо бўлади.

5G тармоқлари мавжуд хизматларни яхшилашга ва жуда кичик кечикишлар нисбатига тактил интернет, кенгайтирилган ва виртуал реаллик каъби янги сифатли хизматларни таъминлашга қодир. Ушбу хизматлар нафақат анъанавий ахборотларни, балки бошқа сезгиларга оид ахборотларни ҳам узатиш қобилиятига эга. Масалан, кенгайтирилган реалликни қўллаш орқали виртуал музейларни яратиши ва ҳаттоки роботлар ёрдамида жарроҳлик операцияларини масофадан амалга ошириш имкони пайда бўлмоқда.

5G тармоғи минглаб сенсорлардан бир вақтнинг ўзида реал вақтда ахборотларни олишга имкон беради. Бундай сенсорлар масалан ақлли уй, ақлли шаҳар, коммунал хизматлар мониторинг объектлари, хавфсизлик тизимлари ва бошқа муҳитларга ўрнатилган сенсорлар бўлиши мумкин. Сенсорлардан ахборотларни қабул қилувчи ваколатли ташкилотлар ва тизимлар қабул қилинган ахборот асосида тезкор ечимларни қабул қилишадилар.

5G тармоғининг яна бир устунлиги айрим тизимларнинг инфраструктураси соддалиги ҳисобланади. Масалан, шаҳар видеокузатувини ташкил қилишда бир нечта киллометр кабелларни монтажлаш, бу қўшимча қўп вақтни ва ишчи кучини талаб қилади. 5G тармоғи эса бундай ҳолатда симларни қўлланмасдан юқори кенгликдаги видеокузатувни амалга ошириш имконини беради.

Мавжуд технологиялар 5G талабларини қаноатлантира олмайди, бу эса янги технологияларни ишлаб чиқиш кераклигини маълум қилади. Шу қаторда тармоқнинг ишлаш сифатини ошириш билан боғлиқ усулларни ишлаб чиқиш ҳам керак.

5G тармоғи учун ишлаб чиқиляётган технологиялар. 5G тармоқлари талабларини қониқтириш учун бугунги кунда янги технологиялар ва усуллар тавсия қилинмоқда. Улардан энг таниқлилари massive MIMO, F-OFDM, гетерогенлик, миллиметр частота диапазонини қўллаш ва D2D коммуникациялар ҳисобланади.

Massive MIMO – бу бир вақтнинг ўзида узатиш/қабул қилиш қурилмасида бир нечта антенналарни қўлловчи технология бўлиб, ушбу технология 4G тармоқларида амалга ошириб бўлинган ва 5G тармоқларида эса антенналар сонини ошириш таклиф қилинмоқда. F-OFDM – бу кенгайтирилган OFDM бўлиб, 5G тармоқлари радио интерфейси бўлишга даъвогар ҳисобланади.

5G тармоқлари гетерогенлиги 2G, 3G, 4G, Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth ва бошқа турли тармоқларнинг бир бутун сифатида ўзаро алоқа қилиши мумкинлигидан иборат. Бу тармоқга катта миқдордаги қурилмалар турли хил технологиялар асосида уланиш имконини беради.

Бугунги кунда 5G тармоқлар турли хил миллиметр диапазондаги частоталарда синовлар ўтказилмоқда. Ишлатилаётган спектрнинг катта ўлаги маълумотларни узатиш тезлигини оширишга ва тармоқда тутулишларни камайтиришга имкон беради. Миллиметрли диапазондаги радиосигналлар энергиялари атроф-муҳит тамонидан кучли сўниши ва диапазон деярли кичик алоқа масофасига эгаллиги нисбатига, тармоқларда кўп сонли базавий станцияларни ўрнатиш талаб қилинади. Базавий станцияларни кўпайтириш ҳаммаси ҳам самарали эмас, чунки бунда уларнинг қўлланилиши қисқаради, тегишли тарзда тармоқнинг самарадорлиги пасаяди.

Бундай муаммоларнинг ечиш усулларида бири сифатида қурилма-қурилма D2D технологиясини қўллаш самарали ҳисобланади. Ушбу технология 5G тармоқ воситалари билан амалга оширилиши мумкин, яъни мобил алоқа операторларга ажратилган лицензияланган радиочастота спектрларини ёки WiFi – direct воситаларини қўллаш орқали амалга оширилиши мумкин.

D2D – алоқаси. D2D (device to device) технологияси икки (ёки бир нечта) фойдаланувчи қурилмаларига тармоқ иштирокисиз алоқа ўрнатишга имкон беради. Шу билан бирга тармоқ инфраструктураси бузилиш ҳолатида, унинг ортиқча юкланганида ёки хизмат кўрсатиш сифатини ошириш мақсадида яқин масофада жойлашган қурилмалар бир-бири билан алоқа ўрната оладилар. D2D алоқасини амалга ошириш учун 3GPP да LTE-Direct ни ишлаб чиқилган, унинг асосий ғояси базавий станция фақат қурилмалар ўртасидаги частота ресурсини тақсимлашни бошқаради. Яъний фойдаланувчилар қурилмалари ўрталиксиз маълумотларни алмашишади, тармоқ ядросидан эса фақат сигнал трафиклари ўтади. Ушбу коммуникация усули тармоқ юқини камайтиради ва кечикишларни қисқартиради. Лицензияланмаган частота спектрларида WiFi ва Bluetooth каъби технологиялар ишлайди, D2D-алоқасини WiFi – direct асосида ҳам амалга оширса бўлади. Қоидага биноан, бундай технологияларда ресурсларни бошқариш воситалари бўлмайди.

Шундан келиб чиқиб, юқорида келтирилган технологияларни ҳисобга олган ҳолда D2D- алоқасининг тўртта асосий турини ажратса бўлади. Биринчи турида, бу қурилмалар базавий станцияларнинг хизмат кўрсатиш

чегараларида ёки уларнинг ташқарисида жойлашган бўлади ва базавий станция билан алоқа ўрнатиш учун бошқа қурилмаларни ретранслятор сифатида фойдаланади. Иккинчи турида, икки қурилма ўрталиксиз бир-бири билан алоқа қилади, базавий станция орқали эса фақат сигнал трафиғи ўтади. Учинчи турида, иккита қурилма бир-бири билан битта ёки гуруҳ қурилмаларни ретранслятор сифатида фойдаланган ҳолда базавий станциясиз алоқа ўрнатади. Тўртинчи турида, иккита қурилма ҳеч қандай ўрталиксиз алоқа ўрнатади.

D2D- алоқасининг ишлаш сифатига транзит тугунни танлашнинг таъсири. D2D- алоқаси тармоқнинг алоқасини оширишга мос келади. Лекин ҳаммиша ҳам алоқанинг мавжудлиғи талаб қилинган хизмат кўрсатиш сифатини (ўтказиш қобилияти, кечикиш) таъминламайди. Тармоқнинг юқори хизмат кўрсатиш сифатини таъминлаш учун D2D ни ташкиллаштирилишининг тузилишига эътибор қаратиш керак. Асосий тузилиш параметри бу алоқа масофаси узоқлиғи ва ретрансляторлар сони ҳисобланади. Ушбу параметрлар ўтказиш қобилияти ва кечикиш билан ўзаро боғлиқ ҳисобланади.

Қуйида очик муҳитда алоқа ташкиллаштирилишининг умумий ҳолатини кўриб чиқилади. Манба ва қабул қилувчи қурилма ўртасида сигнал сўнишини таърифлаш мақсадида Фрииснинг аналитик моделидан фойдаланилади.

$$A(d) = 20 \lg \left(\frac{\sqrt{G_T G_R \lambda}}{4\pi d} \right) \text{дБ} \quad (1)$$

бу ерда: G_R – қабул қилувчи антенна хусусияти (кучайиш коэффициентини);

G_T – узатувчи антенна хусусияти (кучайиш коэффициентини);

λ – тўлқин узунлиғи (м).

Қабул қилувчи қурилма киришида сигналнинг кучини, сўнишни ҳисобга олган ҳолда қуйидагича баҳолаш мумкин:

$$P_{RSSI}(d) = P_{TX} - A(d) \text{дБм} \quad (2)$$

бу ерда: $A(d)$ - d масофада (м) сўниш катталиғи дБ;

P_{TX} – узатувчи қурилма томонидан узатилган сигнал кучи (дБм).

Масофадан каналда (ўтказиш йўлағи) еришиладиган маълумот узатиш тезлиғи боғлиқлиғи қуйидаги функция ёрдамида таърифланиши мумкин

$$B(d) = B(P_{RSSI}(d)) \text{ Мбит/с} \quad (3)$$

бу ерда: $B(P_{RSSI})$ - IEEE 802.11x стандарти томонидан аниқланган функция (жадвалли функция).

Ташқи мухитнинг (деворлар, метал конструкциялар ва бошқалар) сигнал тарқалиш йўлига таъсирини ҳисобга олган ҳолда маълумотларни узатиш тезлиги ва масофага қўйиладиган талаблар бажарилмаслиги мумкинлиги эътиборга олиниши керак бўлади. Агар бино ичкараси учун ITU-R P.1238-5 сўниш модели қўлланилса, яъни:

$$A(d) = 20 \lg(f) + N \lg(d) + Lf(n) - 28 \text{ Дб} \quad (4)$$

бу ерда: N – йўқотиш коэффициенти;

d – масофа (м);

f – сигнал частотаси (МГц);

$Lf(n)$ – тўсиқлар орқали сигналнинг ўтишида йўқотишларни ҳисобга олувчи коэффициент.

Юқорида келтирилганлардан қуйидаги хулосани қилса бўлади, яъни тармоқ элементларининг алоқасини ва керакли ўтказиш қобилиятини таъминлаш учун D2D- алоқасини тузилишини маълум бир тарзда ташкил қилиниши керак. Ушбу вазифа мос келувчи ретранслятор тугунини танлаш йўли билан ечилади. Кўриб чиқиладиган ҳолатда, ретранслятор сифатида ишлатилаётган тармоқ тугунининг ресурслари тақсимланиши нисбатига каналда русхат этилган маълумотларни узатиш тезлигининг ўзгаришини ҳисобга олиш керак. Агар алоқа тармоғининг тугунлари орасидаги масофани ўзгартириш имконияти мавжуд бўлса, у ҳолда тармоқ тугунларини керакли ўтказиш қобилиятини таъминловчи маршрут йўли қилиб жойлаштира бўлади. Бундай имконият тармоқнинг алоқасини ва талаб қилинган хизмат кўрсатиш сифати даражасини таъминлайди.

Охириги тасдиқни $\sigma_{\text{уланиш}}$ - уланиш эҳтимолининг стандарт оғиши ва IEEE 802.11n стандартини қўллаш орқали текширса бўлади. Бунинг учун сигнални узатувчи ва қабул қилувчи D орасидаги масофа d м ташкил қилади деб тахмин қилинади.

$$\sigma_{\text{уланиш}} = \sqrt{\frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (\hat{p}_{\text{уланиш}i} - \bar{p}_{\text{уланиш}})^2} \quad (5)$$

Қабул қилинган сигнал сўниши моделига кўра, узатувчидан d^* масофада транзит тугунни киритишда қуйидаги функцияга тенг келувчи ўтказиш қобилиятини таъминласа бўлади:

$$B_m(d^*) = \min\{kB(d^*), kB(D - d^*)\} \text{ Мбит/с} \quad (6)$$

бу ерда: k коэффиценти транзит алмашинувини ташкил қилишда тармоқ кенглигининг ўзгаришини ҳисобга олади ($0 < k < 1$).

D2D технологиясида маълумот узатиш тезлиги етарлича катта d интервалда эканлигини инобатга олсек, бу танланган тармоқ структурасининг дастлабки ҳолатига нисбатан тугунларнинг нисбий ҳаракатига нисбатан барқарорлигини тавсифлайди.

Юқорида келтирилганлардан қуйидагича хулоса қилса бўлади, яъни трафик транзитини ташкил этиш имконини берувчи D2D технологиясидан фойдаланганда транзит тугунни оптимал танлаш орқали трафикга хизмат кўрсатиш сифатини (уланиш, кечикиш ва керакли маълумот узатиш тезлиги) ошириш мумкин.

Агар транзит тугунлар эҳтимоллик билан танланган бўлса, бунда тугунлар манба ва якуний тугунлардан оптимал масофада жойлашмаслиги ва керагидан ошиқроқ тугунлар танланиши эҳтимоллиги мавжуд. Тегишлича ушбу омилларнинг барчаси тармоқ сифатига салбий таъсир қилади. Масалан, транзит тугунларнинг қўплиги ўтказиш қобилияти ва маршрутга уланиш эҳтимоллигини пасайтиради. Шунингдек, бу кечикиш ва тармоқнинг умумий энергия сарфини оширади.

Хулоса. D2D-коммуникациясида тармоқ элементларининг алоқасини ва керакли ўтказиш қобилиятини таъминлаш учун D2D- алоқасини тузилишини маълум бир тарзда ташкил қилиниши талаб этилади. Шунингдек вазифа мос келувчи ретранслятор тугунини танлаш йўли билан ечилади. D2D- алоқасини трафик транзитини ташкил этиш имконини берувчи D2D технологиясидан фойдаланганда транзит тугунни оптимал танлаш орқали трафикга хизмат кўрсатиш сифатини (уланиш, кечикиш ва керакли маълумот узатиш тезлиги) ошириш мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Kaufman B. Spectrum sharing scheme between cellular users and ad-hoc device-to-device users / Kaufman B., Lilleberg J., and Aazhang B. // IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 12, March 2013, PP. 1038–1049.

2. Koucheryavy Y. A Top-down Approach to VoD Traffic Transmission over Diffserv Domain using AF PHB Class / Koucheryavy Y., Moltchanov D., Harju J. // IEEE International Conference on Communications. ICC'03, Anchorage, Alaska, USA, 2003.

3. [Tanwar S.](#), [Khujamatov H.](#), [Turumbetov B.](#), [Reypnazarov E.](#), [Allamuratova Z.](#) Designing and Calculating Bandwidth of the LTE Network for Rural Areas // [International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology](#), 2022, 12(2), p.p. 437–445.

4. Koucheryavy A. End-to-end system structure for latency sensitive application of 5G./ Ateya A., Al-bahri M., Muthanna A./ Электросвязь. 2018. №6. С. 56-61.

5. Halim Khujamatov, Nurshod Akhmedov, Ernazar Reypnazarov, Doston Khasanov. Traditional vs. the blockchain-based architecture of 5G healthcare. Blockchain for 5G Healthcare Applications: Security and privacy solutions, 2022, p.p. 131–167.

6. Krohn, A., M. Beigl, C. Decker and D.G. Varona, 2006. Increasing connectivity in wireless sensor network using cooperative transmission. Proceedings of the 3rd International Conference on Networked Sensing Systems, May 31-June 2, 2006, Chicago, USA.

7. [Khalimjon Khujamatov](#), [Nurshod Akhmedov](#), [Ernazar Reypnazarov](#), [Doston Khasanov](#), [Amir Lazarev](#). Device-to-device and millimeter waves communication for 5G healthcare informatics // [Blockchain Applications for Healthcare Informatics](#) Beyond 5G, 2022, Pages 181-211.

8. Lei L. Operator Controlled Device-to-Device Communications in LTEAdvanced Networks / Lei L. et al. // IEEE Wireless Commun., vol. 19, no. 3, June 2012, PP. 96–104.

9. Khujamatov Khalim, Ernazar Reypnazarov, Nurshod Akhmedov, Doston Khasanov. Existing Technologies and Solutions in 5G-Enabled IoT for Industrial Automation // Blockchain for 5G-Enabled IoT Robotics // Springer Nature Switzerland AG 2021, pp 181-221.

10. Saunders S.R. Antennas and propagation for wireless communication systems. England: John Wiley & Sons Ltd, 2007.

11. Halim Khujamatov, Doston Khasanov, Ernazar Reypnazarov, Nurshod Akhmedov. Industry Digitalization Concepts with 5G-based IoT // 2020

International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan-2020.

12. Кучерявый А.Е. Архитектура сотовой системы 5G на базе МЕС./Атея А.А., Мутханна А.С./ АРТСТ-2017. РУДН. 2017. С. 23-29.

13. Мутханна А.С. D2D - коммуникации в сетях мобильной связи пятого поколения 5G/ Мутханна А.С., Кучерявый А.Е. // Информационные технологии и телекоммуникации, СПбГУТ (Санкт-Петербург) ISSN: 2307-1303, С. 51-63.

14. Парамонов А.И. Модели концентрации трафика М2М и оценка его влияния на QoS в сетях 5G/ Парамонов А.И, Дао Ч.Н./ Электросвязь. 2018. №4. С. 47-54

15. Saunders S.R. Antennas and propagation for wireless communication systems. England: John Wiley & Sons Ltd, 2007.