

ЎЗБЕКИСТОН АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА  
КОММУНИКАЦИЯЛАРНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ  
УНИВЕРСИТЕТИ

ФАРҒОНА ФИЛИАЛИ

Ҳимояга

Кафедра мудири

20\_\_\_\_\_й « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

5G АВЛОД ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШИДА  
ЮЗАГА КЕЛАДИГАН МУАММОЛАР ТАҲЛИЛИ МАВЗУСИДА

## БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ

Битирувчи \_\_\_\_\_

(имзо)

631-12 гуруҳ талабаси

Муйдинов Хасан

(фамилияси)

Маслаҳатчи \_\_\_\_\_

(имзо)

(фамилияси)

Тақризчи \_\_\_\_\_

(имзо)

(фамилияси)

Фарғона 2016 йил

## МУНДАРИЖА:

|                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>КИРИШ .....</b>                                                                                        | <b>7</b>  |
| <b>1. 4G АВЛОД ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ<br/>УЧУН ШАРТ-ШАРОИТЛАР .....</b>                           | <b>8</b>  |
| 1.1. Тўртинчи авлод мобил ва кенг полосали алоқа тизимларининг<br>ривожланиш тарихи .....                 | 8         |
| 1.2. Мобил ва кенг полосали алоқа тизимларини ривожланиш<br>истикболлари ва замонавий тенденциялари ..... | 19        |
| <b>2. КЕНГ ПОЛОСАЛИ СИМСИЗ АЛОҚА ТИЗИМЛАРИ .....</b>                                                      | <b>25</b> |
| 2.1. Кенг полосали симсиз уланиш технологияларнинг тавсифи ....                                           | 25        |
| 2.2. Кенг полосали симсиз технологияларнинг классификацияси ...                                           | 28        |
| 2.3. Wi-Fi технологияси .....                                                                             | 31        |
| <b>3. 5G АВЛОД ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШИДА<br/>ЮЗАГА КЕЛАДИГАН МУАММОЛАР ТАҲЛИЛИ .....</b>           | <b>42</b> |
| 3.1. 5G авлод технологияларининг ривожланишида электромагнит<br>мослашув муаммосининг келиб чиқиши .....  | 42        |
| 3.2. 5G уяли алоқа стандарти пайдо бўлиши .....                                                           | 54        |
| 3.3. 5G уяли алоқа стандартларига қўйиладиган талабалар .....                                             | 55        |
| 3.4. 5Gнинг 4Gдан фарқи .....                                                                             | 57        |
| 3.5. Ўзбекистонда уяли алоқа операторларининг 5G га ўтиш<br>режалари .....                                | 64        |
| <b>4. ҲАЁТ ФАОЛИЯТИ ХАВФСИЗЛИГИ .....</b>                                                                 | <b>68</b> |
| 4.1. Радиоактив нурларининг инсон организмига таъсири ва унга<br>қарши кураш чора–тадбирлари .....        | 68        |
| 4.2. Электрохавфсизлиги шартлари таҳлили .....                                                            | 71        |
| <b>ХУЛОСА .....</b>                                                                                       | <b>81</b> |
| <b>АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ .....</b>                                                                           | <b>82</b> |

## КИРИШ

Ҳозирги кун ҳам дунё миқёсида иккинчи авлод мобил алоқа тизимларидан учинчи авлод тизимларига ўтиш билан боғлиқдир. Хақиқатан, тарқалиши даражаси бўйича 3G тармоқлари мобил алоқанинг жаҳон бозорида 25 фоизини эгаллаган ҳолда, 2G тармоқларини қувлаб, босқичма-босқич етакчи ўринларга чиқиб бормоқда. Мобил қурилмалар яратувчилари глобал ассоциациясининг (ингл. *Global mobile Suppliers Association, GSA*) ва CDMA ривожланиш гуруҳининг (ингл. *CDMA Development Group, CDG*) ҳисоботларига кўра, 2011 йилнинг 11 майига келиб бутун дунёда 3G тармоқлари сони 700 дан ошиб кетди, абонентлар сони эса 1,3 миллиардга етди [1,2]. Бу ёсинда 3G технологияларининг функционал имкониятлари ҳам жойида турмаяпти ва 3,5G номини олган (яъни HSPA ва HSPA+ тизимлари) янги ишланмалар сари ривожланиб бормоқда. Бундай шароитда 3G тармоқларининг истиқболлари ёрқин кўринмоқда эди. Аммо бизнинг кўз ўнгимизда қизиқарли бир жараён ҳам юз бермоқда: саҳнага "4G" деб аталмиш мобил алоқанинг янги авлоди (LTE технологияси) кириб келмоқда ва жиддий равишда "оилада ўз ўрнига" даъвогарлик қилмоқда. Шу сабабдан яқин вақтларда 3G тармоқлари тўлиқ куч билан ривожланмасдан туриб ўз ўрнини 4G тармоқларига бўшатиб бериш эҳтимоли пайдо бўлмоқда.

Лекин ҳолисона шуни таъкидлаш керакки, мутахассислар орасида бошқа фикрлар ҳам мавжуд бўлиб, унга мувофиқ ҳолда 3G (аниқроғи 3,5G ва 3,75G) тармоқлари характеристикалари бўйича 4G талабларига яқинлашиб, ҳали узоқ вақтгача мобил алоқа бозорида асосий ўринга эга бўлади.

Параллел равишда кенг полосали симсиз уланиш (КСУ) тизимлари ўзининг кичик зонадаги стационар тармоқларидан (Wi-Fi) бир неча километрли ҳудудларни қоплайдиган мобил тармоқларига (WiMAX) қадар эволюциясида функционал имкониятлари ва характеристикалари жиҳатидан 4G технологиялари сари ривожланмоқдалар ва бу билан мобил алоқа тармоқларига яқинлашмоқдалар.

# 1. 4G АВЛОД ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ УЧУН ШАРТ-ШАРОИТЛАР

## 1.1. Тўртинчи авлод мобил ва кенг полосали алоқа тизимларининг ривожланиш тарихи

Алоқа тизимларининг замонавий ривожланишини турли жараёнлар, чунончи: бир томондан, стационар ва мобил тармоқларнинг бирлашиши (конвергенция, интернетга мобил уланиш, IP-телефония), бошқа томондан, алоқа тармоқларининг глобаллаштирилиши (микросоталардан макросоталарга ва йўлдошли тармоқларга) ва, ниҳоят, абонент терминалларининг универсаллаштирилиши (3G, 4G ҳар хил тармоқларида ишлай оладиган кўп тизимли, кўп режимли ва кўп функцияли "ақлли телефонлар" - смартфонлар) орқали ифодалаш мумкин. Ягона глобал тармоқ инфратузилмасини яратиш ғояси аслида анча аввалдан мавжуд бўлиб, "ИМТ-2000" Дастури доирасида симсиз уланиш, сотали ва сунъий йўлдошли алоқа универсал тизимларининг янги авлодини яратиш концепцияси илгари сурилган эди. Ягона халқаро стандарт яратишнинг асосий ғоясида юқори функционал имкониятларга эга бўлган ва шу билан бирга қиммат бўлмаган портатив терминаллар ёрдамида хизматлар таклиф этиш кўзда тутилган эди. Маълумки, учинчи авлод тизимлари даражасида ушбу мақсадга эришиш мумкин бўлмади, лекин ИМТ-2000 доирасида бу йўналишдаги ишлар тўхтаб қолмади ва стандартларни бирлаштириш бўйича янги ғоялар IMT-Advanced номини олган тўртинчи авлод тармоқларини яратиш дастурида ўз аксини топди. 2009 йилнинг 7 октябрида 3GPP ҳамкорлик лойиҳаси IMT-Advanced дастури таркибига киритиш учун LTE-Advanced (3GPP 10 - Релизи) технологиясини расман тақдим қилди. Бу тақдимот барча 3GPP ва 3GPP-2 ҳамкорлик ташкилотлари: ARIB, ATIA, CCSA, ETSI, TTA ва TTC томонларидан қилинган эди. LTE-Advanced технологияси

спецификацияларини ишлаб чиқиш бўйича ишлар 2010-2011 йиллар давомида бажарилди.

Параллел равишда кенг полосали симсиз технологиялар ривожлана борди. Симсиз тармоқлар стандартларини яратиш соҳасидаги бошланғич нуқта сифатида IEEE ташкилоти томонидан 1990 йилда 802.11 қўмитасининг ташкил этилиши ҳисобланади. Мазкур қўмита "Wi-Fi" тижорат номини олган симсиз локал тармоқларини яратиш билан шуғулланади. Wi-Fi илк тизимларида 100 метргача бўлган масофаларда 2Mbit/sec гача бўлган маълумот узатиш тезлиги таъминланар эди. Бугунги кунда ушбу технологиянинг янги стандартлари (IEEE 802.11n) 300 Mbit/sec гача тезликни бир неча юзлаб метр масофаларгача таъминлашга қодир. Wi-Fi технологияси ўзининг янги IEEE 802.11ac версияси билан 4G таркибига киришликка номзод деб баҳоланмоқда.



1.1- расм. ITU-R томонидан 3GPP релизларини тасдиқлатиш жадваллари

Интернет тармоғининг ривожланиши ва симсиз алоқа ёрдамида глобал тармоқларга уланиш ғояси симсиз технологияларнинг ривожланишига катта туртки бўлди. 2005 йилга келиб, симсиз Интернетдан фойдаланувчилар сони ўнлаб миллионларни ташкил этди. Шу боис ўтган асрнинг 90-йиллари охирларига келиб йирик телекоммуникация компаниялари томонидан кўп

сонли корпоратив (яъни, умумий стандарт асосида тузилмаган) технологик ечимлар ишлаб чиқилди. У даврда бу технологиялар бир-бирига мос бўлмасада, аммо бу жараён Wi-Fi тизимларининг кенг ривожлантириш ғоясининг самаралилигини тасдиқлади. Шу билан бирга Wi-Fi тизимлари "сўнгги миля" муаммосини ҳал қила олмасликлари ҳам маълум бўлди. Бу ҳол эса 2003 йилда қатор компаниялар томонидан асосий вазифаси (уз номидан келиб чиққан ҳолда) турли ишлаб чиқарувчилар томонидан таклиф этилган ечимларнинг ўзаро мослашувини таъминлашдан иборат бўлган WiMAX форумининг (ингл. *WiMAX Forum*) ташкил этилишига сабаб бўлди. WiMAX форуми ўз олдига стандартлар базасини яратиш мақсадини эмас, балки жиҳозларни сертификатлаштириш вазифасини қўйди, янги технологияларни стандартлаштириш эса IEEE доирасида олиб борилди. 2005 йилда ахборот ҳамжамиятининг Умумжаҳон саммити (ингл. *World Summit on Information Society, WSIS*) WiMAX технологияси зиммасига юклатилган вазифаларни қуйидагича шакллантирди:

1. WiMAX ёрдамида унча катта бўлмаган аҳоли яшаш жойлари, олис ҳудудлар ва ажралиб қолган жойларнинг ахборот ва коммуникация технологиялари хизматларига улаш. Бунда ривожланаётган мамлакатларда аҳолиси сони 100 кишидан ортиқ бўлган 1,5 миллион аҳоли яшаш жойлари телефон тармоқларига умуман уланмаганлиги ва йирик шаҳарлар билан кабелли алоқага эга эмаслиги ҳисобга олиниши керак.

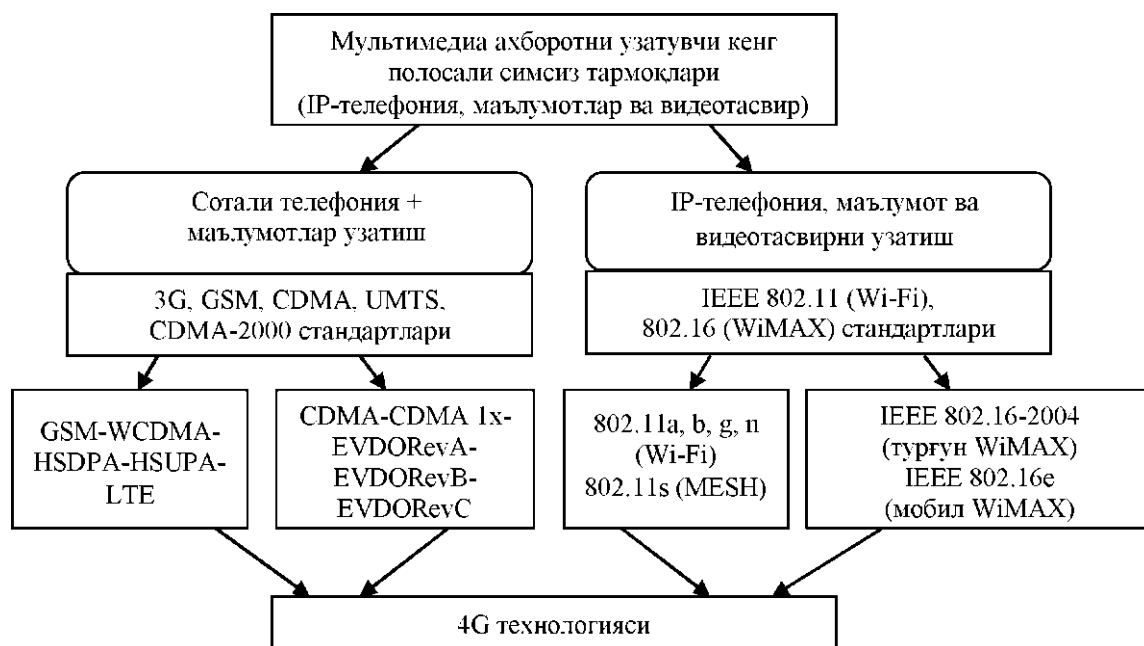
2. WiMAX ёрдамида фойдаланувчи ўзи етиши мумкин бўлган ҳудудида ер юзининг ярмидан кўп аҳолисига ахборот ва коммуникация технологиялари хизматларини таъминлаш. Бунда 2005 йилда Интернетдан фойдаланувчиларнинг умумий сони тахминан 960 миллион кишини ёки дунёнинг умумий аҳолисининг 14,5 фоизини ташкил этишини ҳисобга олиниши лозим.

Юклатилган вазифаларни ҳисобга олган ҳолда WiMAX технологиясининг яратишдан асосий мақсад кенг спектрли ускуналар (компьютерлар, "ақлли уй" маиший техникаси, портатив ускуналар ва мобил

телефонлар) ва уларнинг мантикий бирлашмаси - локал тармоқлар билан универсал симсиз уланишни тақдим этиш бўлиб қолди.

WiMAX технологиясига мансуб стандартлар «IEEE 802.16» белгисини олди. Улардан биринчиси - IEEE 802.16.2002 ҳатто WiMAX Форуми ташкил этилишидан олдин қабул қилинган эди. Бугунги кунда WiMAX нинг асосий стандартлари бу 2004 ва 2005 йилларда ўзаро мувофиқлаштириб қабул қилинган икки бир-биридан фарқланувчи версиялари мавжуд: яъни IEEE802.16-2004 -"турғун" симсиз уланиш стандарти ва IEEE802.16-2005 - стандартнинг "мобил" варианты.

Шу орада, мобил алоқа дунёсининг йирик операторлари ва жиҳозлар ишлаб чиқарувчилар биргаликда янги 4G технологияларини ва уларнинг реал функционал имкониятларини аниқлаш мақсадида синовлар ўтказдилар. 2005 йилдаёқ, Япониянинг йирик оператори - NTT DoCoMo, мобил алоқа янги стандарти билан ишлашдаги ютуқларини хабар қилди, яъни симсиз каналлар бўйича 100Mbit/sek тезликда маълумот узатиш бўйича муваффақиятли тажрибалар ўтказди. 2006 йилнинг иккинчи ярмида йирик миллий ва халқаро операторлар кейинги авлод мобил тармоқларини яратиш бўйича расмий ҳамкорликни бошладилар. *"Next Generation Mobile Network Cooperation"* (NGMNC) номини олган ишчи гуруҳ тўртинчи авлод мобил тармоқлари олдига қўйиладиган талабларини аниқлаш учун бутун дунёнинг GSM ва CDMA операторларини биргаликда тўплади. Гуруҳнинг асосий аъзолари Sprint Nextel (АҚШ), T-Mobile (Германия), Vodafone (Буюк Британия), KPN (Голландия) ва Orange (Франция) компаниялари бўлди, кейинчалик эса уларга NTT DoCoMo (Япония) ва China Mobile (Хитой) компаниялари қўшилдилар. Гуруҳнинг бош технологик вазифаларидан бири барча 3G технологияларининг, хусусан UMTS ва EV-DO тизимларининг, 4G даражасига аста-секин ўтишини таъминлаш бўлди (1.2-расм).



1.2-расм. Турли технологияларни 4G томонга ривожлантириш стратегиялари

Янги мобил алоқа тизимларига ўтишга тайёргарлик ишлари турли ҳудудларда ўзига хос тарзда бормоқда. Бу жараёнда Хитойда ишлар қандай боргани анча қизиқарлидир. У ерда 3G дан 4Gга ўтиш бўйича тадқиқот лойиҳаси 2001 йилдан ишга тушган. 2007 йилда Шанхайнинг Чангнинг туманида бир неча ойлик синовлардан сўнг, ўша давр учун "оламшумул" бўлган 100Mbit/sek тезликда маълумотларни симсиз узатишни таъминлайдиган мобил алоқа тармоғи дунёда биринчи марта расмий ишга туширилди (бундай тезликлар ўша вақтда фақат оптик толали технологияларда олинадиган). Таъкидлаш лозимки, 4G тармоқларининг Хитойда кенг ривожланиши Олимпиада-2008 туфайли қўллаб-қувватланди.

Европада ҳам тўртинчи авлод мобил алоқа тармоқларини ривожланиш жараёнига фаол киришилди. Бу ерда гарчи WiMAX тармоқлари ҳам жорий этилган бўлса-да, бошиданоқ асосий эътибор LTE технологиясига қаратилди. LTE технологиясини ривожлантириш лойиҳасида йирик Европа операторларидан T-Mobile, Vodafone Group ва Orange, шунингдек, мобил жихозлар ишлаб чиқарувчи Alcatel Lucent, Nokia Siemens Networks, Nortel Networks ва Ericsson компаниялари фаол қатнашдилар. LTE тизимини тест

равишда ишга тушириш 2007 йилнинг майида бошланди. LTE тармоғини биринчи марта тижорий ишга туширилиши эса 2009 йилнинг декабрида швед-фин TeliaSonera оператори томонидан Ericsson жиҳозлари асосида Стокгольм (Швеция) ва Осло (Норвегия) шаҳарларида амалга оширди. Дарвоқе, бу сана "LTE эрасининг" бошланиши деб ҳисобланади.

АҚШда эса Sprint-Nextel мобил алоқа оператори 3G тармоқларидан воз кечиб, биринчилар қаторида WiMAX асосида 4G тармоқларини яратишга киришди. Ҳозирги кунда компания тармоқлари қарийб бутун мамлакат ҳудудини қамраб олган, шу боис Sprint-Nextel нисбатан хотиржамлик билан технологиялар нуқтаи назаридан ўз келажагини режалаштиришга қодирдир.

Яъни, у ёки WiMAX ривожлантиришни давом эттиради (янги IEEE802.16m стандартига ўтган ҳолда), ёки LTE томон «оғишни» бошлайди. Бошқа бир мисол, бошиданоқ LTEга асосланган Verizon Wireless компаниясининг тармоғи. Мазкур компания анча қизиқ бўлган 700MGs диапазонида бошидан LTE технологиясига асосланиб тармоқлар яратмоқда. Фаолиятини Бостон ва Сиэтл шаҳарларида синов ҳудудларидан бошлаган компания, 2013 йил давомида АҚШнинг деярли бутун ҳудудини LTE тармоғи билан қоплади.

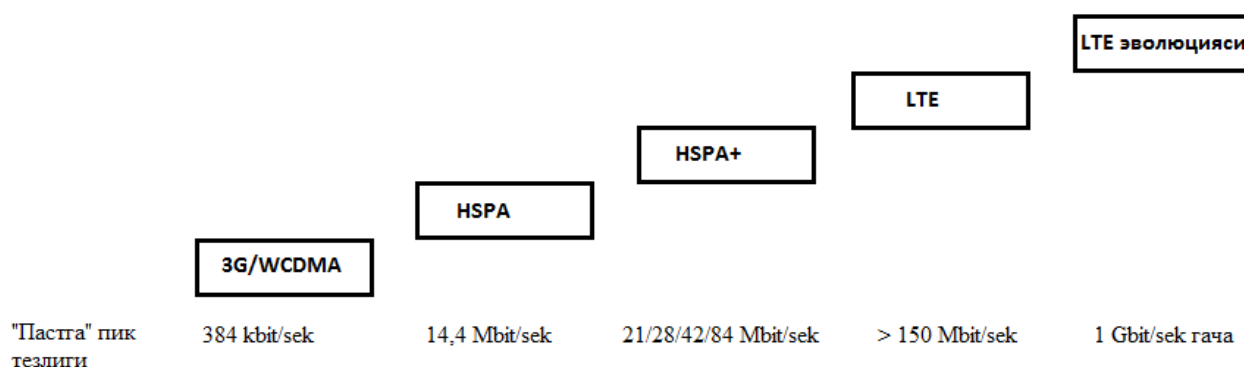
МДХ давлатлари ҳам бу борада ортида қолмадилар. Масалан, Россияда, 2011 йилнинг апрелидан бошлаб «катта учлик» (Билайн, Мегафон ва МТС компаниялари) ҳамда Ростелеком компаниси иштирокида мамлакатнинг тўртта регионидида LTE тармоқларининг синов ҳудудлари ишга туширилди. WiMAX тармоқлари бу ерда 2007 йилдан бошлаб фаолият юритмоқда. Энг йирик оператор - Yota компанияси эса 2011 йилнинг биринчи чораги натижаларига кўра Москва шаҳри ва Москва вилоятининг қисми, Санкт-Петербург шаҳри ва Ленинград вилоятининг қисми, Краснодар, Сочи ва Уфа шаҳарлари ҳудудларида 700 мингдан ортиқ абонентга КСУ хизматларини кўрсатмоқда. Аммо Yota да ҳам LTE каби «оппонент» пайдо бўлганидан ташвишга тушиб, 2010 йилдан бошлаб параллел равишда LTE тармоқларини

хам тадбиқ қилишга киришдилар ва аввал Қозон шаҳрида, сўнгра Россиянинг бошқа марказий шаҳарларида бу технологияни ривожлантирмоқдалар.

Украинада 2007 йилнинг IV чорагида бирданига тўртта компания WiMAX технологияси асосида мамлакатнинг бир нечта йирик шаҳарларида тўртинчи авлод алоқа хизматларини тақдим этишнинг бошланишини эълон қилган эди. Украинада LTE тармоқларини жорий этиш 2011 йилдан бошланди. LTE тармоқларини кенг тарқатиш юзасидан Арманистон, Қозоғистон, Озарбайжон ва Белоруссия ҳам ўз розилигини билдиришган.

Ўзбекистонда 4G томонга ривожланиш иккала йўналишда ҳам амалга ошмоқда: кенг полосали симсиз уланиш тизимлари ҳам, мобил алоқа тизимлари ҳам динамик равишда ривожланмоқда. Биринчи WiMAX тармоғи Тошкент шаҳрида 2007 йилда ишлай бошлаган ва 2010 йилнинг мартида унинг умумий абонентлар сони 12 минг кишидан ошиб, мамлакатнинг бта шаҳарида уланиш нуқталарига эга бўлди. 2010 йил 28 июлда биринчи LTE тармоғи "МТС Ўзбекистон" компанияси томонидан ишга туширилди. Шу йилнинг 9 августида UCell компанияси ҳам ўзининг LTE тармоғини ишга туширди. Дарвоқе, Ўзбекистон дунё миқёсида LTE тармоғини ишга туширган учинчи давлат деб тан олинган.

4G оиласига мобил алоқа тармоқларида 100Mbit/sek дан ортиқ тезликда маълумотларни узатишга имкон берадиган технологияларни киритиш кўзда тутилган. Кенг маънода 4G - бу яна маълумот узатувчи умумий уланиш тармоқларига (масалан, Интернетга), шунингдек Wi-Fi (унинг янги стандартлари) ва WiMAX (назарий жиҳатдан бу стандартда тезлик 1Gbit/sek дан ортиши мумкин) тармоқларига кенг полосали симсиз уланиш технологияларидир. Қиёслаб кўрилса, ҳозирги кунда дунёда кенг тарқалган GSM/EDGE (2G/2,5G) сотали алоқа стандартида маълумотларни узатиш тезлиги 384kbit/sek ни ташкил этади. Асосан Европа, АҚШ ва Осиёнинг бир неча мамлакатларида (Япония, Тайвань, Сингапур) кенг тарқалган 3,5G авлод тармоқларида тезлик 7-14,4Mbit/sek гача етиб боради (1.3-расм).



1.3-расм. Мобил алоқа технологияларида маълумот узатиш тезликларининг эволюцияси

Тўртинчи авлод тизимларини аввалги 3G тизимларидан асосий фарқи шундаки, бу технологиялар маълумотларни тўлиқ пакетли узатиш протоколларига асосланган, 3G тизимлари эса ўзида ҳам нутқ, ҳам пакет трафигини узатиш протоколларини бирлаштирган эди. ХТИ 4G тизимларини узатувчи ва қабул қилувчи ўртасидаги маълумот алмашиш тезлигини тўлиқ ҳаракат шароитида 100Mbit/sec гача, чекланган ҳаракат шароитида эса (узатувчи ёки қабул қилувчи тарафидан) 1Gbit/sec гача тезликка эришиш имконини берадиган симсиз алоқа технологиялари деб ҳисоблайди.. 4G тизимларида маълумот узатиш IPv6 (IP протоколининг 6- версияси) протоколи асосида амалга оширилади ва бу тармоқларнинг ўзаро ишлашини, айниқса, агар улар турли технологияларга мансуб бўлганда, сезиларли равишда осонлаштиради. Истиқболда юқорида кўрсатилган маълумот узатиш тезликларини таъминлаш учун 40 ва 60GGs диапазонлардаги юқори частоталардан фойдаланиш кўзда тутилади. Аммо яқин келажакда 4G тармоқлари кўпроқ 10 GGs дан пастки диапазондан фойдаланади.

4G учун қабул қилиш/узатиш жиҳозлари яратувчилари радиоинтерфейс даражасида рақамли радиоэшиттиришда синалган частоталарни ортогонал равишда ажратиш йўли билан мультимплекслаш - OFDM технологиясини қўллашди. Сигналларни манипуляциялашнинг ушбу усули маълумотларни ўзаро ҳалақитларсиз ва бузилишларсиз ҳам частота, ҳам вақт жиҳатдан сезиларли даражада "сиқиш" имкониятини беради. Бунда частоталар

ортогоноллиққа риоя қилинган ҳолда бўлиб чиқилади: яъни ҳар бир элтувчи тўлқиннинг амплитуда максимуми қўшни элтувчиларнинг амплитуда нолига (ёки минимумига) тенг бўлади. Бунда уларнинг ўзаро таъсири (каналлараро интерференция) юзага келмайди, шунингдек, частота спектри нисбатан самарали ишлатилади, чунки интерференцияга қарши ҳимоя полосалари керак бўлмайди. Сигнални узатиш учун алоқанинг юқори ишончилигини таъминловчи фазани суриш модуляцияси (PSK ва унинг турли кўринишлари) ёки каналнинг ўтказиш қобилиятидан максимал фойдаланишга имкон берадиган ва замонавийроқ бўлган квадратура-амплитудавий модуляция (QAM) қўлланилади. Аниқ модуляция тури талаб қилинадиган тезлик ва қабул қилиш шароитларига боғлиқ равишда тармоқ томонидан динамик ҳолда танланади. Узатишда сигнал маълум сонли параллел оқимларга бўлинади ва қабул қилишда бу оқимлар тескари равишда битта сигналга йиғилади.

Ўта юқори частоталарда ишончли узатиш ва қабул қилиш учун 4G тармоқларида адаптив антенналар тизими (AAT) ҳамда кўплаб қабул қилиш ва узатиш (MIMO) технологиясидан фойдаланиш режалаштирилган. Гарчи шаҳар шароитида AAT тизимларига сигнални тўғри йўналишини аниқлашга сигналнинг сўниши (сигнал тарқалишида вужудга келадиган бузилишлар) ҳалақит берса-да, лекин OFDM нинг сўнишларга ва "кўпнурлиққа" нисбатан барқарорлик хусусияти бу вазиятдан қутқаради. OFDM технологияси таянч станция (ТС) ва абонент ускунаси (АУ) орасида тўғри кўриниш бўлмаган шароитларда ҳам яхши ишлайди.

#### **4G авлодини ташкил этувчи технологиялар**

Мобил ва кенг полосали алоқа тизимларининг тўртинчи авлоди - 4G, аввало, маълумот узатишнинг юқори тезлиги ва нутқли алоқанинг сифатининг юқоририлиги билан тавсифланади. Юқорида таъкидланганидек, мобил ва кенг полосали алоқа тизимларининг тўртинчи авлодига 100Mbit/sek ортиқ тезликда маълумот узатиш имконини берадиган технологиялар киради. Бугунги кунда назарий жиҳатдан маълумотларни узатиш тезлиги 1Gbit/sek.

гача бўлган КСУ тизимларидан Wi-Fi (IEEE 802.11ac стандарти) ва WiMAX (IEEE 802.16m стандарти), шунингдек, мобил алоқа технологияси - LTE (аниқроғи унинг такомиллаштирилган варианты LTE-Advanced) 4G таркибига кириш имкониятига эгадирлар. Wi-Fi ва WiMAX КСУ технологиялари кўплаб умумий жиҳатларга эгалиги сабабли, мазкур қўлланмада биз Wi-Fi технологиясининг фақат қисқа баёни билан чегараланамиз ва асосий эътиборни LTE ҳамда WiMAX технологиялари таҳлилига қаратамиз.

### **LTE технологияси**

**3GPP Long Term Evolution (3GPP LTE**, инглизчадан *"3GPPнинг узоқ муддатли ривожланиш лойиҳаси"*) - маълумот узатиш тезлиги бўйича келгусидаги талабларни қондиришга қаратилган UMTS стандартини такомиллаштириш лойиҳасининг тўлиқ номидир. Ушбу такомиллаштиришлар, масалан, тизимнинг самарадорлигини ошириш, жавоб кечикишини қисқартириш, кўрсатилаётган хизматлар турини кенгайтириш, шунингдек, мавжуд мобил алоқа технологиялари билан интеграцияни яхшилаш бўлиши мумкин.

3GPP LTE стандартида маълумот узатиш тезлиги назарий жиҳатдан "пастга" линияда (ингл. *Download*) 326,4Mbit/sek гача, "юқорига" линияда эса (ингл. *Upload*) 172,8Mbit/sek гача етиши мумкин (3GPP R8 релизи учун)<sup>5</sup>. Шунингдек, LTE тизимида жавобнинг кечикиш вақтини (яъни сўровни жўнатиш ва жавобни олиш орасидаги вақт) қисқартиришга эришилди. LTE тизимида полосанинг ишчи кенглиги ўзгарувчан бўлиб, у 1,25MGs дан 20MGs гача бўлиши мумкин (тармоқ 450MGs дан 2,6GGs гача бўлган кенг частоталар диапазонда ишлай олади). LTE тўлиқ каналларни пакетли коммутациялаш асосида қурилади, икталиқ узатиш режими (ингл. *Dual Transfer Mode - DTM*) эса бир вақтнинг ўзида нутқ ва маълумот узатиш имконини беради.

LTE технологияси мавжуд сотали алоқа тармоқлари учун тўртинчи авлод сари эволюцион ўтишни таъминлаши ва операторларга тезлиги юқори ва унумдор кенг полосали уланиш мобил тармоқларини яратиш имконини бериши, шу билан бирга, нафақат уланиш тезлигини ошириш, балки вазифалар туркумини ҳам кенгайтиришга имкон бериши кутилмоқда.

### **WiMAX технологияси**

Worldwide Interoperability for Microwave Acces (WiMAX, инглизчадан, *ЎЮЧ диапазонида уланиш бўйича бутун дунё ҳамкорлиги*) - бу IEEE институти (802.16 гуруҳи) томонидан стандартлаштирилган катта масофаларда "сўнгги миля" муаммосини альтернатив ечими сифатида қайд қилинган симли линиялар ва кабель технологияларини тўлдирувчи кенг полосали симсиз уланиш технологиясидир. WiMAX технологиясидан шаҳар миқёсида кенг полосали уланиш тармоқларини (ингл. *Metropolitan Area Networks, MAN*) яратиш, симсиз уланиш нуқталарини ташкил қилиш ("нуқта - кўп нуқта" режими), бир-биридан олис объектлар орасида юқори сифатли алоқа ташкил этиш ("нуқта - нуқта" режими) ва шунга ўхшаш масалаларни ечиш учун фойдаланиш мумкин.

Умуман олганда, IEEE 802.16 стандартининг таянч характеристикалари 50 километргача бўлган таъсирнинг узоклиги даражасини, тўғри кўриниш зонасидан ташқарида ишлаш имкониятини, ТС нинг бир секторида (жами ТС 6 тагача секторга эга бўлиши мумкин) маълумот алмашув тезлигини максимал (пик) ҳолатда кўтарилишини кўзда тутди. WiMAX тармоқларининг жиҳозлари 2 - 11GGs диапазонида 10-20MGs кенгликдаги бир неча каналларда ишлаши мумкин. Частота диапазонларнинг бунчалик кенг танланиши дунёнинг кўплаб мамлакатлари спецификация (тавсифнома)ларини ҳисобга олиш учун қилинган.

Шундай қилиб, WiMAX маълумот узатиш тезлиги бўйича симли тармоқлар билан таққослана оладиган ва унумдорлик ҳамда қоплаш бўйича замонавий Wi-Fi тармоқларидан юқорироқ бўлган Интернетга тезкор уланиш учун яратилган технология ҳисобланади. Ўз навбатида, айнан Wi-Fi локал

тармоқлари ёки фойдаланувчиларнинг турли тижорат ва маиший симли тармоқлари WiMAX "магистрал тармоқлари"нинг давоми бўлиб хизмат қилиши мумкин. Идеал ҳолатда, WiMAX, соҳа стандартларига асосланган бўлиб, шаҳарлар ва қишлоқларда уй фойдаланувчилари, корхоналар ва мобил симсиз тармоқлар учун юқори тезликдаги, шу билан бирга, нисбатан қиммат бўлмаган алоқани ташкил этиш учун ишлаб чиқилган технология ҳисобланади.

## **1.2. Мобил ва кенг полосали алоқа тизимларини ривожланиш истикболлари ва замонавий тенденциялари**

Ҳозирги кунда замонавий мобил ва кенг полосали алоқа тизимлари ўзининг ривожланишида ҳақиқий "сакраш"ни бошидан кечиряпти. Маълумотларни мобил тарзда узатишда ўсаётган талаб, хусусан, ташқи USB-адаптерлар, портатив компьютерлар учун ичига ўрнатиладиган ечимлар ва iPhone сифат смартфонларни пайдо бўлиши маълумот узатиш тезлигини мобил алоқа операторлари кўзда тутганидан кўра анча юқорироқ кўрсаткичларда ва нисбатан яқинроқ вақтда талаб қилмоқда.

Кўплаб операторлар бугун дастлабки 4G тармоқларига ўтиш заруратига тўқнашмоқдалар. Масалан, TeliaSonera, China Mobile, NTT DoCoMo ва Уетоп каби жаҳоннинг йирик операторлари LTE тармоқларини ишга тушириш ва кенгайтириш бўйича фаол иш олиб бормоқдалар.

4G технологияларидаги маълумотларни улкан ҳажмларда узатишнинг янги имкониятлари мобил контент етказиб берувчиларининг ўз бизнесларини кенгайтиришига ҳам туртки бўлмоқда. Агар ҳозирги кунда бу бозорда асосий "товар" мусиқа, клиплар ва оддий ўйинлар бўлса, 4G нинг пайдо бўлиши билан мобил телевидение, "буюртмали видео" (ингл. *"Video on demand"*-VOD), "илфор" ўйинлар кабилар долзарб бўлиши кутилмоқда. Бундан ташқари, 4G туфайли мобил видеоконференциялар (видеочатлар) ва мобил бир даражали тармоқлар (ингл. *"Peer-to-peer"*) яратиш мумкин бўлади.

Таҳлилларга қараганда, мобил ТВ хизматлари келгусида ўйинлар ва ҳатто муסיқага қараганда ҳам анча катта фойда келтириши мумкин.

**LTE технологиясининг яқин йиллардаги ривожланиш истиқболлари.** LTE технологиясининг ривожланиши фаол давом этмоқда. GSA ассоциациясининг ҳисобларига кўра, 2011 йилда LTE тармоқларини жорий этиш бўйича ўз ниятларини билдирган мобил алоқа операторларининг сони 60та давлатдаги 184 та компанияни ташкил этди. GSA ҳисоботида, шунингдек, LTE тизимларининг дастлабки синовини ўтказишга қарор қилган 20 та мамлакатдан 54 та компания-операторлар кўрсатилган бўлиб, улар ҳам кейинчалик тижорат тармоқларини яратиш эҳтимолини билдиришган.

Шу билан бир пайтда, LTE-Advanced деб номланган навбатдаги авлод стандарти спецификациялари ҳам яратилмоқда. 3GPP<sup>h</sup> 8-релизи устидаги ишлар якунини кутмасдан, кўплаб етакчи ишлаб чиқарувчилар ўзларининг LTE ни қўллаб-қувватлайдиган ускуналарининг дастлабки тажриба намуналарини тақдим этдмоқдалар. Масалан, 2007 йилнинг февралида Ericsson компанияси дунёда биринчи марта маълумотларни 144Mbit/sec узатиш тезлигига эга LTE жиҳозининг ишини намоиш этган эди. 2007 йилнинг сентябрида эса NTT DoCoMo компанияси 200Mbit/sec тезликни ва 100mVt дан ортиқ бўлмаган истеъмол қувватини таъминлайдиган жиҳозни тақдим этди. 2008 йилнинг апрелида LG ва Nortel корпорациялари мобил абонентлар 110km/soat тезликда ҳаракатланганда 50Mbit/sec ўтказиш қобилиятига эга бўлган LTE ускунасини намоиш қилди. 2008 йилнинг 18 сентябрида T-Mobile мобил оператори ва Nortel Networks компанияси "пастга" канал учун 170 Mbit/sec, "юқорига" канал учун эса 50Mbit/sec тезликларга эришганлиги ҳақида эълон қилдилар. Синовлар ўртача 67km/soat ўртача тезликдаги автомобилда учта ТС таъсир ҳудудларида ўтказилган эди. LTE технологияларининг кейинги ривожланиши янги 3GPPни 10 релизи (LTE- Advanced) устида ишлаш доирасида давом этади. Бугунги кунда LTE-Advanced стандартидаги барча асосий талаблар шакллантириб бўлинган.

Аслида улар тўртинчи авлод технологиялари олдига қўйилган қуйидаги талаблардир:

- маълумот узатиш максимал тезлиги "пастга" радиоканалда 1 Gbit/sek гача, "юқорига" радиоканалда эса 500Mbit/sek гача бўлиши керак (бир абонент учун ўртача ўтказиш қобилияти LTE (8 Релиз) стандартига нисбатан уч маротаба юқори);
- ўтказиш полосаси "пастга" радиоканалда 70MGs гача, "юқорига" радиоканалда эса 40MGs гача;
- спектрдан фойдаланишнинг максимал самарадорлиги "пастга" радиоканалда 30 bit/sek/Gs, "юқорига" каналда эса 15bit/sek/Gs (LTE (8 Релиз) га нисбатан 3 маротаба юқори);
- LTE ва бошқа 3GPP тизимлари билан тўла мослашиш ва ўзаро ишлай олиш.

Бу масалаларни ечиш учун кенгроқ каналлардан фойдаланиш (100MGs гача) [5], частотавий дуплекс (FDD) ҳолатида "юқорига" ва "пастга" каналлар орасидаги ўтказиш полосасини ассиметрик ажратиш; кодлаш ва хатоларни коррекциялашнинг такомиллаштирилган тизимлари; "юқорига" канал учун OFDMA ва SC-FDMA гибрид технологиялари, шунингдек, антенна тизимлари соҳасида илғор ечимлар (MIMO каби) ишлатилиши кўзда тутилган.

Кўриниб турибдики, бугунги кунда LTE технологияси кескин ривожланиш босқичида турибди. Деярли ҳар ой стандартларнинг ўзида ҳам ўзгаришлар бўлмоқда. LTE спецификацияларида ҳам тўлдирилмаган жойлар, чала ишлар ва ноаниқликлар ҳали етарли, шунинг учун тармоқ архитектурасида ҳам янги ҳужжатларнинг пайдо бўлишини кутиш мумкин.

**WiMAX технологиясининг яқин йиллардаги ривожланиш истиқболлари.**

Ҳозирги кунда асосан IEEE 802.16.2004 ва IEEE 802.16e версиялари орқали маълум бўлган WiMAX стандарти кабелли тармоқлар даражасидаги юқори ўтказиш қобилиятини ва катта радиусли ҳудудда кенг полосали

уланишни таъминлайдиган симсиз алоқа технологиясидир. WiMAX жихозлари 2 - 11 GGs диапазонида 10MGs кенгликдаги бир нечта каналларда ишлайди. Турли давлатларда частоталарнинг ўзига хос тарзда тақсимланиши WiMAX технологиясидан ҳар хил диапазонларда ишлаш имконияти заруратини тақозо этади. Масалан, WiMAX учун Шимолий Америкада 2,5GGs ва 5GGs диапазонлари, Марказий ва Жанубий Америкада 2,5GGs; 3,5GGs ва 5GGs диапазонлари, Яқин Шарқ, Африка, Ғарбий ва Шарқий Европада 3,5GGs ва 5GGs диапазонлари, Осиё ва Тинч океан региониди эса 2,3GGs; 3,5GGs ва 5GGs диапазонларидаги частоталар ишлатилиши кўзда тутилган.

Реал тизимларда IEEE 802.16 стандартининг барча режимлари ва имкониятлари ҳали ўз ифодасини топмаган бўлса-да, янги технология ишламоқда ва ривожланмоқда. IEEE 802.16 стандартидаги OFDMA TDD режимини симсиз алоқа глобал стандартлари - IMT-2000 (*IMT-2000 OFDMA TDD WMAN*) таркибига киритиш ҳақидаги ХТИ нинг 2007 йилнинг 19 октябридаги қарори бунинг тасдиғидир. Шунинг ёддан чиқармаслик керакки, WiMAX фақат технология сифатидагина эмас, балки ахборот фазосини куришдаги янги ёндашув сифатида ҳам эътироф этилади. Аммо бу технологиянинг келгусида қанчалик муваффақиятли бўлишини мобил алоқанинг истиқболли стандартлари (хусусан, LTE ва LTE Advanced стандартлари) билан рақобат белгилайди ва буни вақт кўрсатади. Ҳозирча WiMAX тармоқлари ўз ривожини давом эттирмоқда, IEEE 802.16 стандартлари ҳам бир жойда турмаяпти. Хусусан, яратилиш ва муҳокама этиш босқичида қатор янги тўлдиришлар турибди. Айни пайтда тизимнинг маълумот алмашиш тезлигини ошириш (100Mbit/sec дан юқори), спектрал самарадорлигини ва алоқа сифатини кўтариш, янги мобиллик (ҳаракат) даражаларини киритиш ва фойдаланувчиларнинг катта гуруҳларини самарали қўллаб-қувватлашни таъминлайдиган янги радиоинтерфейсни кўзда тутган IEEE 802.16m лойиҳаси фаол муҳокама қилинмоқда. Шу билан бирга, IEEE 802.16 Rev2 стандартининг аниқлаштирилган версиясининг

пайдо бўлиши ҳам кутилмоқда. Бу версияга кўп оралиқли реле тармоқлари бўйича тўлдиришлар (802.16j) ва бошқа қатор ҳужжатлар киради.

#### **4G технологияларининг ривожланиши билан боғлиқ муаммолар**

4G технологияларининг шиддатли ривожланишига қарамай, экспертлар уларни ишга туширишда бир қатор тўсиқлар бўлиши мумкинлигини таъкидлашмоқда.

Биринчидан, кўплаб операторлар учун янги частоталар спектрини лицензиялаш керак бўлади, чунки 3G технологияларида сигнални узатиш ва қабул қилиш учун 5MGs полосалар етарли бўлса, LTE ва WiMAX технологияларидаги тезлик афзалликларига эришиш учун камида икки марта кенг полосалар талаб қилинади.

Иккинчидан, шу нарса кўзда тутилмоқдаки, тўртинчи авлод тармоқларини ишга туширишда капитал харажатлар 2G тармоқларидаги ёки 3G тармоқларидаги харажатларга нисбатан анча катта бўлади. Бу асосан ҳозирги кунда фойдаланилаётган транзит (магистрал) каналлар чекланган ўтказиш қобилятига (1,5 - 2 Mbit/sec) эгаллиги билан тушунтирилади, яъни қўшимча равишда бу каналларни модернизациялаш ҳам талаб қилинади.

Яна бир муаммо шундаки, кўплаб сармоядорлар эҳтиёткорлик қилишмоқда: улар ўз вақтида кўпчилик 3G тармоқларининг имкониятларини ортиқча баҳоланишидан "куйиб қолиб", бугунги кунда 4G лойиҳаларидан керакли иқтисодий даромад қайтишига ишончлари йўқ. Бундан ташқари, бозорда ҳанузгача 4G абонент ускуналари бўйича етарли таклифлар йўқ. Бундай терминаллар жуда катта энергия истеъмол қилади ва замонавий аккумуляторларда узоқ ишлай олмайди (ҳозир бу каби муаммолар ҳатто 3G терминалларида ҳам мавжуд), яъни янги сифатли аккумуляторлар яратилиши керак бўлади. Шунингдек, Интернетга тезкор уланиш ва ҳар хил видеохизматлар ҳозирги терминаллардагига нисбатан ўлчам бўйича катта ва сифатлироқ дисплейларни талаб қилади.

Бундан ташқари, мутахассислар 4G хизматлари яқин йилларда абонентлар орасида оммавий бўлишига ишонмай турибдилар. Мисол учун,

Европада, ҳозир 3G биринчи тармоқлари ишга туширилганига 6-7 йилдан ошган бўлса-да, бу хизматлар ўз имкониятларининг ярми даражасида ишлатилмоқда. (Таҳлилчилар буни учинчи авлод алоқа хизматларига ўрнатилган юқори тарифлар билан боғламоқдалар). Демак, 4G нинг муваффақиятида ҳам операторларнинг нарх сиёсати муҳим ўрин тутди. Ҳақиқатан ҳам, фойдаланувчиларнинг ҳаммаси ҳам юқори тезликдаги Интернетга мобил уланиш ва шу билан боғлиқ хизматлардан манфаатдор эмас - кўпчиликка оддий товушли алоқа керак, холос. Шу боис, бир қатор экспертлар тахмин қилганидек, 3G муаммоларини ҳисобга олган ҳолда, тўртинчи авлод технологияларининг телекоммуникация хизматлари бозорига таъсири фақат 2015-2020 йилларга келиб, сезиларли аҳамият касб этади, дейиш мумкин. Баъзи операторлар учинчи авлод тармоқларини жорий этишдан воз кечмаяптилар, фақат "бир авлоддан сакраб ўтиш"га тайёрланиш учун уларнинг қўлланиш миқёсини биров чегараламоқдалар. Айрим ишлаб чиқарувчилар эса турли шароитларда фойдаланувчининг ўзи танлай оладиган уланиш усули имкониятини берадиган 4G доирасидаги мобил ва кенг полосали симсиз тармоқларнинг "чатишмаси" ни яратишни таклиф қилмоқдалар.

Мобил ва кенг полосали технологиялар янги авлодининг ривожланишида таъкидлаб ўтилган муаммоларнинг таъсири қанчалик бўлишини яқин орада биринчи LTE тармоқлари ишлатиб кўрилгач, уларнинг барча кучли ва кучсиз томонлари аниқланганида кўриш мумкин бўлади. Шунингдек, LTE имкониятларини WiMAX ва бошқа технологиялар тавсифлари билан таққослаш ҳам мумкин бўлади.

## 2. КЕНГ ПОЛОСАЛИ СИМСИЗ АЛОҚА ТИЗИМЛАРИ

### 2.1. Кенг полосали симсиз уланиш технологияларнинг тавсифи

Кенг полосали симсиз уланиш (КСУ) технологиялари инфокоммуникацион технологияларнинг нимсинфи ҳисобланади ва бир-биридан олисдаги икки ва ундан ортиқ объектлар оралиғида симли уланишсиз ахборот узатиш учун ишлатилади. Симсиз алоқа учун радиотўлқинлар, инфракизил, оптик ёки лазерли нурланишлар ишлатилиши мумкин. Ҳозирги вақтда фойдаланувчиларга Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth, RFID, ZigBee каби "тижорат" номлари билан маълум бўлган кўплаб симсиз технологиялар мавжуд. Уларни ҳар бири ўзининг қўлланиш соҳасини аниқлайдиган маълум характеристикалар тўпламларига эга.

Кенг полосали симсиз уланиш технологиялари симсиз ва тармоқ технологиялари синергиясини наъмунаси ҳисобланади ва жуда катта ривожланиш истиқболига эга. Шу сабаб кенг полосали симсиз технологиялар тарихининг бошланиши деб, қайсидур маънода, илк радиоалоқа пайдо бўлишини ҳисоблаш мумкин. Маълумки, радиоалоқанинг биринчи омадли синовлари 1893 йилда серб олими Никола Тесла, кейинчалик 1895 йилда А. С. Попов ва Италиялик Гульельмо Маркони (*Guglielmo Marconi*) томонларидан бир-бирларидан мустақил равишда амалга оширилди. Бу кашфиётлар биринчи марта симсиз ахборот узатиш имкониятини кўрсатди ва бу билан алоқа ривожланиши тарихида янги эрани бошлади. Кейин эса инсоният қадамма-қадам симсиз алоқа ва ахборот узатиш тизимларида янада катта ютуқларга эришди, хусусан:

- XX асрнинг 20 йилларида амплитудавий модуляциянинг биринчи тижорат радиоблоклари пайдо бўлди;
- 1933 йилда частотавий модуляцияли радио кашф қилинди ва телевидение пайдо бўлди;

- 1946 йилда AT&T ва Bell Systems (АҚШ) компаниялари бўлажак сотали тизимларнинг тимсоли бўлган ҳаракатдаги телефон алоқа тажриба тизимини (ингл. *MTS*) ишга туширишди;
- 70 йилларнинг охирларида сотали алоқанинг биринчи авлод - 1G тизимлари ишга туширилди; 1973 йилда локал компьютер тармоқларнинг биринчи протоколи - Ethernet ишлаб чиқилди (кейинчалик у IEEE 802.3 статусини олди);
- 80 йилларда маълумот узатиш бўйича харбий тизим - ARPANET дастлаб миллий, кейин эса ҳалқаро миқёсдаги умумий фойдаланиш тармоғи - INTERNET га айланди.
- XX асрнинг 90 йилларининг бошида маълумот узатиш тармоқларига кенг поласали симсиз уланиш усулининг биринчи ишланмалари пайдо бўлди.

Шундай қилиб, симсиз (аввалом бор, сотали) технологиялар симли (тармоқ) технологияларнинг шиддатли ривожланиши билан чамбарчас ҳолда, ҳамда компьютер ва Интернет технологияларининг оммабоплашиши туфайли ҳаётимизга узлуксиз ҳолда кириб келмоқда ва, тезкор ривожланиб, ўзлари ҳам янги ҳизматлар ва ускуналар яраталишига замин бўлмоқда.

Шу муносабат билан симсиз технологияларининг локал (WLAN), ўрта ва қисқа масофалардаги (WPAN) ва шаҳар ва туман қўламларидаги (WMAN) тармоқларини ривожланиши истиқболли ҳисобланади.

Симсиз технологиялар стандартларини ишлаб чиқишнинг бошланғич нуқтаси сифатида 1989 йилда IEEE (Электроника ва электротехника бўйича муҳандислар институти) қошида 802.11 кўмитаси ташкил этилиши ҳисобланади. Кўмита биринчи навбатда кичик (локал) ўлчамлардаги симсиз тармоқларни ишлаб чиқиш билан шуғулланди ва шу асно Wi-Fi тизимлари пайдо бўлди. Ушбу ғоя аста-секин "сўнги миля" алоқаси ва шаҳар ҳамда ҳудудий тармоқлар учун ҳам қўллана бошлади ва бу ўтган асрнинг 90 йилларини охирларида IEEE 802.16 (WiMAX) стандартлар гуруҳини пайдо бўлишига олиб келди.

Ҳозирги вақтда Wi-Fi ва WiMAX тизимлари янада оммабоп бўлмоқда. Симсиз технологиялар фойдаланувчиларининг энг ўсувчи сегменти сифатида корпоратив мижозлар (яъни, ташкилот ишчилари) бўлмоқдалар. Маълумотларни симсиз узатиш хизмати муҳим стратегик восита бўлиб қолмоқда: у меҳнат унумдорлигини оширмоқда (хизматчилар корпоратив ахборотларга ҳар доим ва ҳар жойда улана олишади, янгиликлар ҳақида тезроқ хабардор бўлишади), мижозларга кўрсатилаётган хизматлар сифатини оширмоқда (мижозлар талабларини тезроқ қабул қилиб, уларни тезроқ кондиритиш мумкин) ва рақобатли афзалликларни яратмоқда (ахборот алмашуви тезлигини ошириш ва шу билан қарор қабул қилиш тезлигини ҳам ошириш мумкин).

Симсиз технологияларнинг ривожланишида уй фойдаланувчиларининг аҳамияти катта. Уй тармоғида қанча кўп ускуна бўлса, уларни боғлайдиган симлар ҳам уйни шунчалик кучли ўраб олади. Ва бу симсиз технологияларга ўтишга сабаб бўлади. Замонавий уйнинг комфортлик (қулайлик) даражасини ошириш, яъни унинг барча тузилмалари ва объектларини (компьютерлар, телевизор, рақамли фотокамера, уй мусикий маркази, кўриқлаш тизими, иқлим тизими, маиший техника ва бошқалар) бир тизимга бирлаштириш - бу "ақлли уй" ғоясининг асосидир ва бунда симсиз технологиялардан фойдаланиш кўзда тутилган.

Бу ерда шуни таъкидлаб кетиш зарурки, кенг полосали симсиз технологияларнинг ривожланиши ахборот хавфсизлигини таъминлаш масалаларини янада долзарб қилади. Симсиз тармоқлар ишлатилганда асосий таҳдидлар хабарларни, паролларни, кредит карточкалар номерларини илиб олиш, тўланган уланиш вақтини ўғирлаш, коммуникацион марказлар ишига аралаштириш ва бошқалар ҳисобланади. Бу муаммолар алоқа стандартларини такомиллаштириш жараёнида ҳал қилинади.

## 2.2. Кенг полосали симсиз технологияларнинг классификацияси

Симсиз технологиялар назариясида уларни синфларга бўлишда турли ёндашувлар мавжуд. Жумладан, рақамли ва аналог, тор ва кенг полосали технологиялар ажратилади. Бу ажратишларга аниқлик киритиш учун бир канча тушунтиришларни келтирамиз.

Рақамли технологиялар хақида гап кетганда кўпинча сигнал ҳам рақамли (дискрет) шаклга эга бўлиши тушунилади. Бу тушунча кўпроқ симли тармоқлар учун тўғри бўлади. Симсиз тармоқларда эса " рақамли" белгиси радиоканал орқали узатиладиган ахборотларга тегишли, аммо радиосигнални ўзи эса ҳалиҳам гармоника шаклидаги модуляцияланган аналог сигнали бўлади.

Тор ва кенг полосали тизимлар орасидаги фарқни ҳам осон аниқлаб бўлмайди (улар орасидаги чегара ҳам технологиялар ривожланган сари юқорига силжимокда). Шунингдек, бу белгига нисбатан ҳам симли ва симсиз технологияларда қабул қилинган тушунчалар орасида фарқ кузатилади. Масалан, симли тармоқ технологияларида маълумотни тор полосада (ингл. *baseband*) узатиш деганда рақамли узатиш шакли тушунилади (яъни, дискрет электр ёки оптик импульслар воситаси билан). Ва аксинча, кенг полоса (ингл. *broadband*) сифатида электрон ёки оптик тўлқинларни ишлатадиган аналог каналлар назарда тутилади. Симсиз тармоқларда назарий қабул қилинишича, ишчи полосасининг кенглиги  $F$  бу полосанинг марказий частотаси  $f_c$  дан анча кам (яъни,  $F/f_c \ll 1$ ) бўлган тизим тор полосали ҳисобланади. Акс ҳолда, тизим кенг полосали ҳисобланади. Амалда эса ҳозирги вақтда 1,25MGs дан 40MGs гача кенгликдаги каналларни ишлатадиган технологиялар кенг полосали тизимлар туркумига киритилади. Шунингдек, кенг полосали технологиялар юқори маълумот узатиш тезлигини (1Мбит/секдан паст эмас ) таъминлайди.

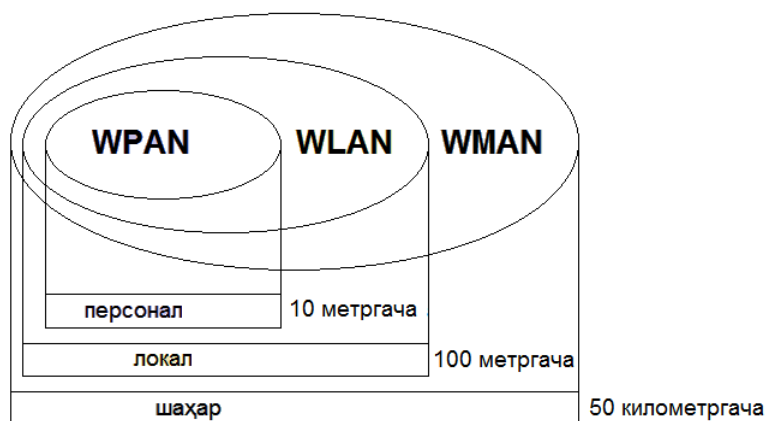
Мазкур қўлланмада кенг полосали симсиз рақамли тизимлар синфига кирадиган технологиялар ёритилади ва уларни синфларга бўлишда кўпинча қуйидаги ёндашувлар ишлатилади:

1. Алоқанинг узоклиги бўйича тармоқлар қуйидаги синфларга ажратилади:

- Бир неча дециметрлардан бир неча декаметрларгача радиоқамровга эга симсиз персонал тармоқлар (ингл. *Wireless Personal Area Networks - WPAN*). Периферия ускуналари, турли ҳисоблагичлар, хабарчилар (рус. *датчик*) ва бошқалар билан алоқа учун мўлжалланган. Бу технологиялар мисоллари: Bluetooth, RFID, ZigBee лардир.

- Бир неча юзлаб метрларгача таъсир этиш радиусили симсиз локал тармоқлар (ингл. *Wireless Local Area Networks - WLAN*). Улар офис (ташкilot) ичидаги (баъзан офислараро) алоқани ташкил этиш учун мўлжалланган. Улар қаторига Wi-Fi, DECT, Femto-cota каби технологияларни қўшиш мумкин.

- Бир неча, ҳатто ўнлаб километрларгача қамров радиусига эга шаҳар (ҳудуд) қўламидаги симсиз тармоқлар (ингл. *Wireless Metropolitan Area Networks - WMAN*). Йирик шаҳар атрофида ёки туманларда хизмат кўрсатадиган тармоқларни яратиш учун мўлжалланган тизимлар. Улар сифатида WiMAX ва WiBro технологиялари, сотали ва транкинг, шунингдек радио ва телеузатиш тизимлари мисол бўлиши мумкин (2.1- расмга қаранг).

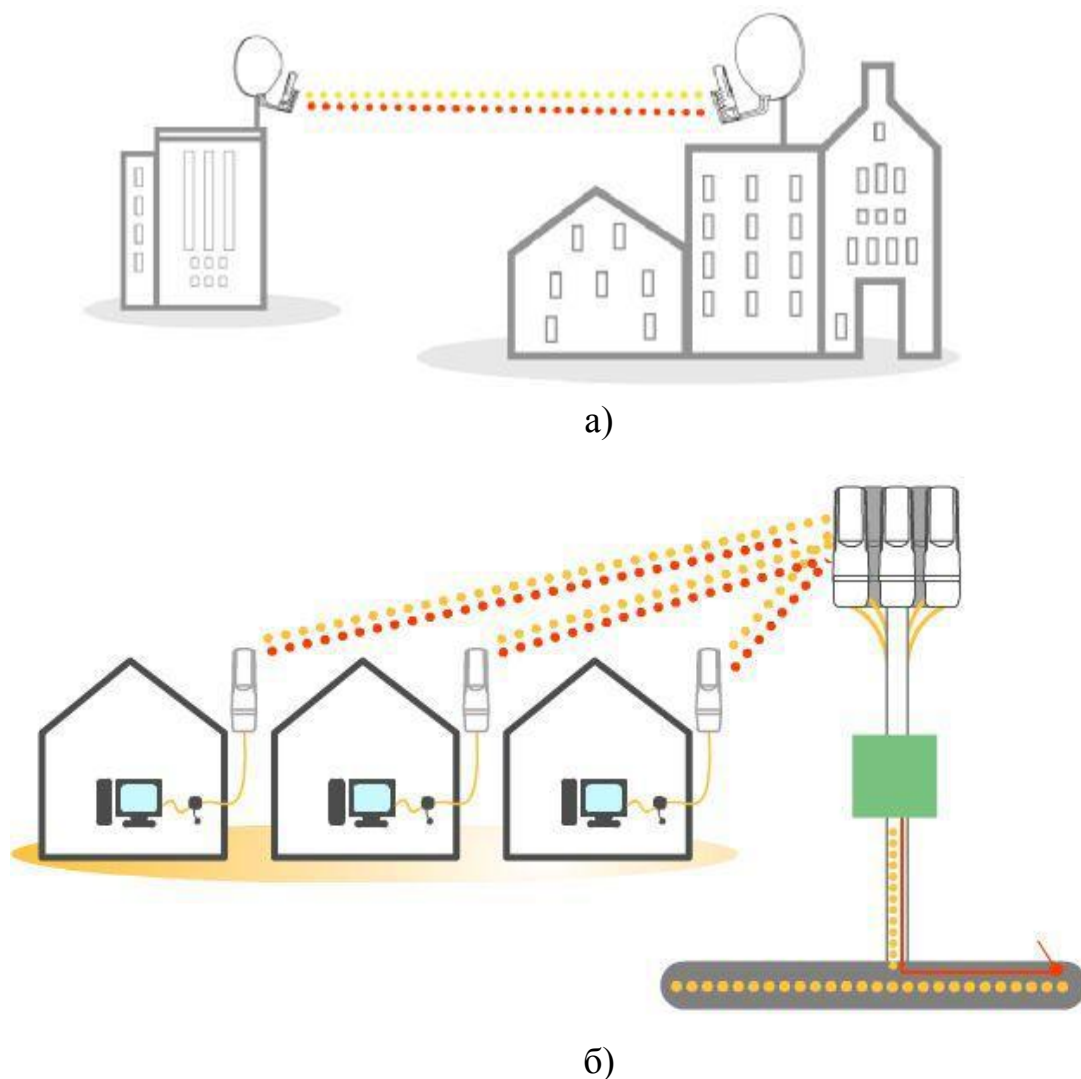


2.1-расм. Алоқанинг узатиш бўйича симсиз технологияларнинг синфларга бўлиниши

Шунингдек, баъзан глобал кўламдаги симсиз тармоқлар (ингл. *Wireless World wide Area Networks - WWAN*) ҳам алоҳида ажратилади. Улар қаторига аввалом бор йўлдошли алоқа тизимлари, шунингдек "глобал роуминг" туфайли сотали алоқа тизимлари ҳам киритилади.

2. Тармоқлар топологияси бўйича қуйидаги уланиш режимлари ажратилади:

- тармоқнинг икки тугуни бевосита уланадиган "нуқта - нуқта" режими.
- бир уланиш нуқтаси (таянч станция) кўп сонли абонент ускуналари билан уланадиган " нуқта - кўп нуқта" режими (2.2-расмга қаранг, мос равишда а) ва б)).



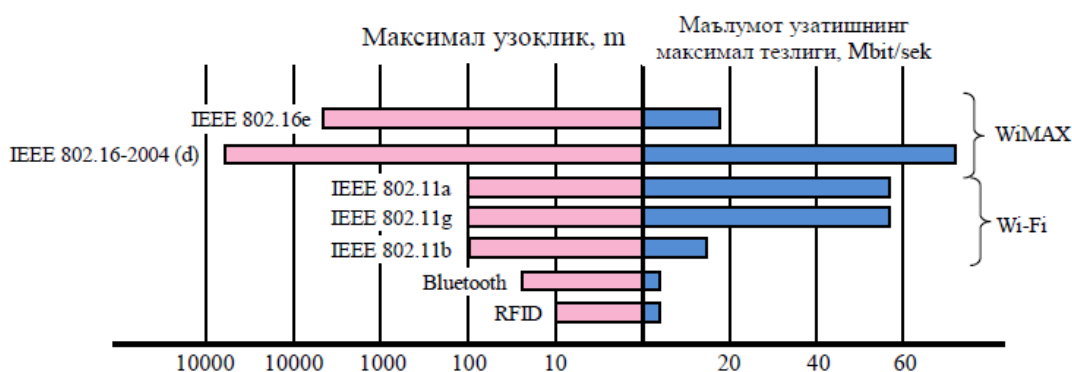
2.2–расм. Тармоқ топологияси бўйича симсиз технологияларнинг синфларга бўлиниши

3. Қўлланиш тури бўйича симсиз тармоқлар қуйидагиларга бўлинади:

- ўз заруратлари учун ташкилотлар ва компаниялар томонидан яратиладиган корпоратив тармоқлар.
- тижорат хизматларини кўрсатиш учун алоқа операторлари томонидан яратиладиган тармоқлар.

4. Шунингдек қисқа ва сиғимли классификатор сифатида КСУ технологияларнинг икки энг мухим характеристикаларини бир вақтда таққослаб кўрсатиш ҳам мумкин. Булар қуйидагилардир:

- маълумот узатишнинг максимал тезлиги;
- максимал алоқа узоқлиги. (2.3-расмга қаранг).



2.3-расм. Маълумотларни узатиш тезлиги ва алоқанинг узоқлиги бўйича симсиз технологияларнинг синфларга бўлиниши

Хулоса қилиб шуни таъкидлаш лозимки, кенг поласали симсиз алоқа тизимларини синфларга бўлишга ёндашувларда (бошқа мураккаб ва ривожланаётган тизимлардаги каби) классификация мезонларининг ўзи ҳам бир хил эмаслигини ва ўзгарувчанлигини ҳисобга олиш зарур.

## 2.3. Wi-Fi технологияси

Wi-Fi технологияси ҳақида ахборотлар етарлича кўплигини ҳисобга олган ҳолда, мазкур қўлланмада у қисқача баён этилган. Шунингдек, WLAN синфидаги технологияларга алоҳида китоб бағишланиши режалаштирилган.

**Wi-Fi** (ингл. *Wireles Fidelity* - бошланишида "симсиз аниқлик" деб ифодаланган) технологияси деб Wi-Fi АШаше консорциуми томонидан ишлаб чиқилган WLAN синфига қарашли ва IEEE институтининг 802.11 стандартлар туркумига кирган тизим ҳисобланади. Ушбу технология юқори сифатли овоз ёзиш ва эшитириш стандарти Hi-Fi (ингл. *High Fidelity* - "юқори аниқлик") га ўхшатиб номланган.

Wi-Fi тармоқларидан фойдаланиш симли тармоқлар куриш мумкин бўлмаган ёки иқтисодий тарафдан мақсадга мувофиқ бўлмаган жойларда тавсия этилади. Ҳозирги вақтда Wi-Fi тармоқлари ҳам корпоратив, ҳам хусусий фойдаланувчилар томонидан кенг ишлатилмоқда. Замонавий Wi-Fi тизимларида маълумот узатиш тезлиги муайян шароитларда ётади. Wi-Fi тармоқларида алоқанинг турғун ва мобил режимлари қўллаб-қувватланади. Абонент қабул қилгич / узаткич ускунаси "Wi-Fi адаптери" билан жихозланган мобил терминаллар (чўнтак компьютерлари, смартфонлар ва ноутбуклар) локал тармоқларга ва уланиш нуқтаси ёки "хот-спот" деб номланган нуқталар орқали Интернетга уланиши мумкин.

Юқорида айтиб ўтилганидек, WLAN синфидаги тармоқларнинг ягона стандарти устида ишлар IEEE институти қошида яратилган 802.11 ишчи гуруҳи доирасида бошланган эди. Wi-Fi технологиясининг илк намунаси 1991 йилда Нйивегейн шаҳрида (Нидерландия) NCR Corporation/AT&T (кейинчалик Lucent ва Agere Systems) компанияси томонидан ишлаб чиқилди. Ускуна дастлаб касса аппаратларида ишлатиш учун мўлжалланган ва бозорга WaveLAN номида чиқарилган эди. Ўшандаёқ бу ускуналар 1 дан 2МБ<sup>^^/^^</sup>кгача маълумот узатиш тезлигини таъминлай оларди. Wi-Fi технологиясини асосий ишлаб чиқувчиси - жаноб Вик Хейз (*Vic Hayes*) "Wi-Fi отаси" деган ном олди ва кейинги IEEE 802.11b, 802.11a ва 802.11 g стандартларини ишлаб чиқишда қатнашган жамоанинг аъзоси бўлди [34].

1997 йилда IEEE 802.11 белгисини олган биринчи Wi-Fi стандарти пайдо бўлди. Бу стандарт радиочастота ва инфрақизил тўлқинларида ишлашга мўлжалланган бўлиб, 1 ва 2 Mbit/sek маълумот узатиш

тезликларини тақдим этди. Радиочастота каналида частоталарда сакраш (рус. *перескок*) ҳисобига спектрни кенгайтириш (ингл. *Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS*) ва тўғри кетма-кетлик ҳисобига спектрни кенгайтириш (ингл. *Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS*) усуллари ишлатилди.

Аммо, хатто 1997 йил учун ҳам 1 - 2Mbit/sek тезликлар етарли бўлмади ва 802.11 гуруҳи янги юқорироқ тезликларни тақдим этадиган стандартларни ишлаб чиқиш устида ҳаракатлар бошлади. Бу вақтга келиб кўплаб давлатларда Wi-Fi тармоқлари учун ХТИ томонидан тавсия этилган 2400-2483,5MGs ва 5150-5350MGs диапазонларидаги полосаларга рухсат берилди ва ҳар иккала диапазонларда стандартлар яратиш устида параллел ишлар олиб борилди.

Дастлаб 1999 йилнинг 16 сентябрида 2,4GGs диапазонига мўлжалланган ва маълумот узатиш тезлигини назарий жиҳатдан 33Mbit/sekra оширган IEEE 802.11b стандарти пайдо бўлди. Ишлатилган асосий модуляция/кодлаш ССК (ингл. *Complementary Code Keying*) усули 11 Mbit/sekгача тезликни таъминлади ва қўшимча PBCC (ингл. *Packet Binary Convolutional Coding*) пакетли бинар ўрашли кодлаш (рус. *свёрточное кодирование*) усули тезликни 22 ва 33Mbit/sek гача оширди.

5GGs диапазони учун мўлжалланган IEEE 802.11a стандарти "11b" версиясидан кейинроқ, яъни 1999 йилнинг сентябрида, пайдо бўлса-да, лекин характеристикалари бўйича ундан ўзиб кетди. У 54Mbit/sek гача маълумот узатиш тезлигига эришди. Бунга ўша пайтда принципиал янги бўлган OFDM механизмидан фойдаланиш туфайли эришилди.

2003 йил июнида IEEE 802.11b стандартининг такомиллаштирилган версияси - IEEE 802.11 g пайдо бўлди. У "11b" нинг частота диапазонида ишлар эди, ва "11 a" нинг тезлигини (яъни 54 Mbit/sek) таъминлар эди.

Ниҳоят 2009 йилнинг 11 сентябрида узоқ кутилган IEEE 802.11n стандарти дунёга келди. Уни пайдо бўлиши Wi-Fi технологияларида янги "сакраш" бўлди. "11n" стандартида MIMO технологияси, MAC-пакетларни агрегациялаш усули, 40MGs частоталар полосасидан фойдаланиш

кабикўплаб технологик янгиликлар қўлланилди ва биргаликда бу стандартдаги юқори маълумот узатиш тезлигини таъминлади (назарий жихатдан 600Mbit/sek гача). "11n" стандарти аввалги барча стандартлар (яъни, "a", "b" ва "g" версиялари) билан мослаша олади ва бугунги кунга келиб (2011 йилнинг боши) дунёда энг кўп тарқалган Wi-Fi стандарти бўлиб қолди.

Ҳозирги вақтда ўзининг характеристикалари бўйича 4G технологиялари талабларига мос бўла оладиган стандартнинг кейинги версияси, хусусан IEEE 802.11ac стандарти устида ишлар олиб борилмоқда.

### **Wi-Fi технологиясининг ишлаш принциплари**

Одатда, Wi-Fi тармоғининг тузилмаси камида битта уланиш нуқтаси (УН) ва камида битта абонент ускунаси - Wi-Fi адаптердан иборат бўлади.

Шунингдек, УН ишлатилмаганда иккита адаптерни "нуқта-нуқта" режимида улаш мумкин ва бунда абонент ускуналари бир бири билан Wi-Fi адаптерлар орқали "тўғридан - тўғри" уланади. Уланиш нуқтаси ўз тармоқ идентификаторини (ингл. *Service Set Identifier, SSID*) махсус сигналли пакетлар ёрдамида ҳар бир 100 ms да 0,1Mbit/sek тезликда узатади (демак, Wi-Fi тизимлари учун маълумот узатиш тезлигининг энг кичик кўрсаткичи 0,1Mbit/sek ҳисобланади ). Тармоқ SSID сини билган адаптер бу УН га уланиш мумкинлигини аниқлаши мумкин. Бир хил SSID ли иккита УН нинг таъсир этиш зонасига тушганда адаптер сигнал даражасига асосланиб улардан бирини танлаши мумкин. Wi-Fi стандарти абонент ускунасига УН билан уланиш ва «роуминг» учун мезонларни танлашда тўла эркинликни беради.

### **Тармоқнинг асосий элементлари**

Симсиз тармоқни қуриш учун Wi-Fi-адаптерлар ва уланиш нуқталари ишлатилади.

Адаптер (2.4-расм) PCI, PCMCIA, Compact Flash кенгайтириш слотлари ва USB 2.0 порти орқали уланадиган ускуна ҳисобланади. Wi-Fi- адаптер симли тармоқдаги тармоқ картаси (рус. *сетевая карта*) каби функцияларни

бажаради, яъни фойдаланувчи компьютерини симсиз тармоққа улаш учун хизмат қилади.

Intel нинг Centrino платформаси туфайли барча замонавий ноутбуклар кўплаб Wi-Fi стандартлари билан мослаша оладиган адаптерлар билан жихозланган. Wi-Fi-адаптерлари билан ҳозирги кунда барча замонавий КПК (чўнтак персонал компьютерлари) ва смартфонлар ҳам жихозланган ва бу ҳам ўз ўрнида технологияни оммавий бўлишига хизмат қилади.



2.4-расм. Wi-Fi-адаптерлар

Симсиз тармоқ ташкил этиш учун Wi-Fi-адаптер бошқа адаптерлар билан тўғридан-тўғри алоқа ўрнатиши ҳам мумкин. Бундай тармоқ "бир даражали" ёки "Ad Hoc" (ингл.-н."ушбу ҳолат учун") дейилади. Адаптер шунингдек, УН орқали алоқа ўрнатиши ҳам мумкин, у ҳолда бундай режим "инфратузилмали" дейилади. Улаш услубини танлаш учун адаптер Ad Hoc ёки инфратузилмали режимлардан бирига созланиши керак.

Уланиш нуқтаси деб (2.5-расм) ичига ўрнатилган микрокомпьютер ва қабул қилгич/узаткичдан иборат бўлган автоном модуль номланади.

Уланиш нуқтаси орқали адаптерлар орасида симсиз ахборот алмашуви ва ўзаро ҳамкорлиги, шунингдек, тармоқнинг симли сегменти билан алоқа амалга оширилади. Шундай қилиб, уланиш нуқтаси коммутатор ролини ўйнайди. УН тармоқ интерфейсига (ингл. *uplink port* ) эга ва уни ёрдамида у оддий симли тармоқларга уланиши мумкин. Айнан мана шу интерфейс орқали УН ни созлаш ҳам мумкин. УН ҳам абонентлар (Wi-Fi-адаптер) билан уланиш учун (таянч режим), ҳам симсиз тақсимланган тармоқ - WDS (ингл.-н

*Wireless Distributed System*) яратиш мақсадида бошқа УН лар билан уланиш учун ишлатилиши мумкин. Ўз навбатида WDS режими "нуқта - нуқта", "нуқта - кўп нуқта", "симсиз клиент" ва "такрорлагич" турларидаги алоқани ташкил этиш учун ишлатилади.



2.5-расм. Уланиш нуқтаси

Тармоққа уланиш эфирга кенг қамровли сигналларни узатиш йўли билан таъминланади. Бунда Wi-Fi-адаптер бир неча УН лар қамров зонасида бўлиб, улардан сигналлар олиши мумкин. Адаптер олинадиган сигналларни филтрлаш ва улардан ўзига тегишли УН ни ажратиши учун хизмат кўрсатиш зонаси идентификатори SSID (ингл-н *Service Set IDentification*) дан фойдаланади. Хизмат кўрсатиш гуруҳи (ингл. *Service Set - SS*) деб симсиз тармоқда уланишни таъминлайдиган (одатда, Ad Нос режимида) мантикий гуруҳлантирилган ускуналар айтилади. Таянч хизмат кўрсатиш гуруҳи деб (ингл. *Basic Service Set, BSS*) УН лар орқали бир- бирлари билан боғланган абонент станциялари тўплами айтилади. Бунда икки режим ажратилади: бевосита BSS ва ESS (ингл. *Extended Servise Set*). BSS режимида барча тармоқ тугунлари фақат битта УН орқали ўзаро уланишлари мумкин. Бунда УН, шунингдек, ташқи тармоқлар билан кўприк ролини ҳам бажариши мумкин. Кенгайтирилган - ESS режимида эса симсиз тармоқ бир неча BSS-тармоқлар инфратузилмадан ташкил топган бўлиб, УН лар бир-бирлари билан ўзаро боғланишади ва бу бир BSS дан бошқасига трафик узатиш имкониятини

беради. Бунда УН ларни ўзаро уланиши кабел линиялари ёки радиоқўприklar орқали амалга оширилади.

### **Wi-Fi технологиясининг афзалликлари ва камчиликлари**

Wi-Fi технологиясининг асосий афзалликлари сифатида қуйидагиларни келтириш мумкин:

- замонавий тармоқларнинг тезлиги анча юқори (300Mbit/sek ва унданхам юқори) бўлиб, бу жуда кенг масалаларда улардан фойдаланиш имкониятини беради.
- Wi-Fi стандартларининг очиқлиги турли ишлаб чиқарувчилар жиҳозларининг ўзаро мослашувини таъминлайди, натижада жиҳозларни нархини камайтиришга олиб келади.
- Wi-Fi технологияси кабел ўрнатиш самарали бўлмаган ёки хатто мумкин бўлмаган жойларда алоқа ўрнатиш имкониятини беради;
- тармоқларни кабел ўтказмай яратиш имконияти уларни қуриш ва кенгайтиришга сарфланадиган ҳаражатларни камайтиришга олиб келади.
- тармоқларни тезкор равишда ташкил қилиш имконияти масофали конференциялар ўтказишда ёки офисдан ташқарида ишлашда жуда қўл келади;
- уланиш нуқталари орасида абонент ускуналарининг ҳаракатланиш имкониятини берадиган "роуминг" хизматини қўллаб- қувватланиши;
- глобал даражада ягона стандартлаштиришнинг мавжудлиги туфайли бутун дунё бўйлаб турли давлатларда Wi-Fi жиҳозларининг ишлатилиши имконияти.
- Wi-Fi технологиясининг камчиликларига қуйидагиларни киритиш мумкин:
- Wi-Fi тизимлари чекланган ишлаш радиусига эга. (оддий уй Wi-Fi маршрутизатори 802.11b ёки 802.11g стандартида бинони ичида 45 m гача ва бино ташқарисида 90 m гача ишлаш радиусига эга).

- реал вақт масштабида ишлайдиган иловалар учун кам яроқлилиги (масалан, IP-телефонида қўлланиладиган RTP протоколи учун). Медиа оқимнинг сифатини олдиндан айтиб бўлмайди чунки фойдаланувчига боғлиқ бўлмаган қатор омиллар сабабли (атмосфера ҳалақитлари, ландшафт ва фойдаланилган частоталар) маълумот узатишда кўп йўқотишлар бўлиши мумкин.

- ҳатто беҳато конфигурацияда ҳам WEP шифрлаш алгоритми бузилиши нисбатан осон (шифрлаш калитининг кучсизлиги туфайли). Янги абонент ускуналари такомиллаштирилган WPA-2 шифрлаш протоколини қўллаб-қувватласада, кўплаб эски УН лар уни "тан олмайди" ва WEP га алмаштирилишини талаб қилади.

- частота диапазонлари ва ишлаш бўйича чеклашлар турли давлатларда бир хил эмас (масалан, Европадаги бир қанча ажратилган частотавий каналлар АҚШ да таъқиқланган. Италияда ва кўплаб Европа ҳамда МДХ давлатларида бино ташқарисида ишлайдиган барча Wi-Fi тармоқларни ёки бевосита Wi-Fi операторларни қайд қилиш талаб қилинади).

- турли ишлаб чиқарувчиларнинг ускуналари орасида тўлиқ мослашув йўқлиги ёки уларни стандартга тўлиқ мувофиқ эмаслиги туфайли уланиш имкониятлари чекланиши ёки алоқа тезлиги камайиши мумкин.

- бир хил каналда ёки қўшни каналларда ишлаганда ёпиқ ёки шифрлашни ишлатадиган УН ва очик УН сигналларининг устма-уст тушиши очик УН га ҳалақит қилиши мумкин (бу муаммо УН ларнинг катта зичлигида, масалан, катта кўп хонадонли уйларда вужудга келиши мумкин).

- бошқа стандартларга қараганда кўпроқ энергия истеъмол қилиниши батареяларнинг ишлаш вақтини камайтиради ва ускунанинг хароратини оширади.

### **Хавфсизликни таъминлаш масалалари**

Симсиз технологиялар учун ахборот хавфсизлигини таъминлаш масалалари жуда муҳим ҳисоблансада, биринчи Wi-Fi стандартлари заиф

химоя тизимларига эга бўлган ёки умуман эга бўлмаган. Бунга сабаб дастлаб мазкур технологияларнинг бунчалик оммавийлашиши ва мувофиқ равишда хавфсизлик муаммоларининг бундай кескин бўлиши кутилмаганлигидир. Биринчи WEP (ингл. *Wired Equivalent Privacy* - симли тармоқлардаги хавфсизлик даражасига тенг) шифрлаш протоколи 1999 йилда жорий этилган ва "11b" стандартида ишлатилган эди. WEP протоколи симметрик (узаткич ва қабул қилгичда бир хил) статик (ўзгармайдиган) 64 бит узунликдаги калитларни (аслида 40 битлик калитга, 24 битлик инициализация вектори қўшилади) ишлатади ва бу калитларни бирма-бир танлаш йўли билан бир неча секундларда аниқлаб олиш мумкин. Бундай заифлик WEP ёрдамидаги шифрлашни самарасиз қилди. WEP протоколида динамик (ўзгарувчан) шифрлаш калитларидан фойдаланиш ҳам муаммони фақат қисмангина ҳал этди. Шунинг учун WEP заифлигини тўлиқ тузатиш учун калитни ва шифрлаш алгоритмини кучайтириш талаб этилди.

Бу мақсадда IEEE нинг стандартлар бўйича қўмитаси Wi-Fi технологияси учун хавфсизлик тизимини янгитдан ишлаб чиқишга қарор қилди. Натижада 2004 йилнинг июнида Wi-Fi Alliance гуруҳи томонидан ишлаб чиқилган, шунингдек WPA-2 протоколи сифатида маълум бўлган янги IEEE 802.11i стандарти пайдо бўлди. IEEE 802.11i стандарти симсиз тармоқларнинг хавфсизлиги учун узоқ муддатли ва кенгайтирилган ечим ҳисобланади ва WEP камчиликларидан ҳоли бўлган тамомила янги хавфсизлик тизими деб аталади. IEEE 802.11i стандарти симсиз ускуналар хавфсизлиги бўйича қўшимча имкониятлар таъминлашни кўзда тутган "кучайтирилган тармоқ хавфсизлиги" - RSN (ингл-н *Robust Security Network*) концепциясини ишлатади. Бу эса аппарат қисмида ва дастурий таъминотда ўзгаришларни талаб қилади ва шу билан RSN га тўлиқ мослашадиган тармоқларни WEP протоколини ишлатадиган мавжуд жихозлар билан мослашмайдиган қилиб қўяди. Шундай қилиб, бир қанча вақт ҳам RSN, ҳам WEP жихозлари қўллаб қувватланади, кейинчалик эса WEP ли ускуналар ишлатишдан умуман чиқариб ташланади.

### **Wi-Fi тармоқларининг амалий қўлланилиши**

Ҳозирги вақтда Wi-Fi тармоқлари дунёда жуда кенг тарқалган. Wi-Fi асосидаги хизматларга ҳозирги кунда исталган оммавий жойда: ўқув масканларида, кутубхона, кафе, аэропорт ва меҳмонхоналарда уланиш мумкин. Лекин барибир бундай тармоқларнинг қамров зоналари сотали тармоқларникига нисбатан эпизодик (парча-парча) бўлиб қолмоқда.

Бугунги кунга келиб дунёда энг йирик ва аҳамиятли Wi-Fi тармоқлари сафига қуйидагиларни киритиш мумкин:

- 2007 йилда Earthlink компанияси (АҚШ) Филадельфия шаҳрини Интернетга симсиз тармоқ асосида тўлиқ улаган ва шу билан уни Wi-Fi билан қамраб олинган АҚШ даги биринчи шаҳар - мегаполисга айлантирган.
- АҚШ ва Буюк Британияда Starbucks ресторанлар тармоғи учун хот-спотлар ишлашини, шунингдек Германияда 7500 дан ортиқ хот-спотлар ишини таъминлаган T-Mobile компанияси тармоғи. Golden Telecom компанияси томонидан Москвада яратилган дунёдаги энг катта шаҳар Wi-Fi тармоғи. Бу тармоқ, шунингдек, Яндекс - Wi-Fi лойихасини ишлатиш учун ўз алоқа каналларини тақдим этади.
- Франциядаги Ozone ва Ozone Paris тармоқлари. 2003 йилда Ozone компанияси Париж шаҳрини тўлиқ қамрайдиган марказлаштирилган Wi-Fi тармоғини яратиш мақсадида Ozone Paris тармоғини қуришни бошлаган.

Ҳозирги кунда кўплаб гуруҳлар, жамоалар, шаҳарлар ва, ҳатто, хусусий шахслар умумий "пиринг келишувидан" фойдаланган ҳолда, тармоқлар бири бири билан эркин ишлай олиши учун очик Wi-Fi тармоқларини қуришмоқда. Очик Wi-Fi тармоқларини кенгайтириш мақсадида кўплаб шаҳар маъмуриятлари маҳаллий жамоалар билан бирлашмоқдалар. Кўпчилик гуруҳлар кўнгилли ёрдамларга ва ҳомийлар кўмакларига тўлиқ асосланган ҳолда Wi-Fi тармоқларини қуришмоқда.

Унча катта бўлмаган баъзи давлатлар (масалан, Тонга қироллиги ва Эстония) ва шаҳарлар аҳоли яшаш жойларидан Wi-Fi хот-спотларига боғланиш орқали Интернетга эркин уланишни барчага тақдим этмоқда.

Масалан Парижда Ozone Paris Wi-Fi тармоғини ўрнатишда ўзининг уйини томини фойдаланишга берганларга Интернетга чекланмаган уланиш тақдим этилмоқда.

Кўплаб университетлар ўз талабалари, ташриф буюрувчилар ва университет ҳудудидаги барча шахслар учун Wi-Fi тармоғи орқали Интернетга эркин уланишни таъминламоқда. Бундай тармоқлар Тошкент ахборот технологиялари университетида ва Тошкент темир йул транспорти муҳандислари институтида ҳам ишлаб турибди.

Шунингдек эркин уланишни фақат ўз аъзоларига тақдим этадиган ва аъзо бўлмаганларга уланишни тўлов асосида берадиган жамоалар ва ташкилотлар яратган бошқа тоифадаги тармоқлар ҳам кўпгина. Бундай вариантга Финландияданинг Sparknet тармоғи мисол бўлиши мумкин. Sparknet тизими фойдаланувчилар ўз уланиш нуқталарини тармоқга қўшиб, бундан маълум бир фойда олиш имконини берадиган Open Sparknet лойиҳасини ҳам қўллаб-қуватлайди.

Тармоқларнинг аксарият қисми очик кодли дастурий таъминот асосида ёки очик лицензиялик эълон қилинган схемалар асосида қурилмоқда. Масалан, "Wi-Fi Liberator" дастури MAC OS X ва Wi-Fi модули ўрнатилган исталган ноутбукни Wi-Fi тармоғининг очик тугунига айлантиради. OLSP (ингл -н *Optimized Link-State Routing*) очик тармоқларни яратиш учун фойдаланиладиган протоколлардан бири ҳисобланади.

### **3. 5G АВЛОД ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШИДА ЮЗАГА КЕЛАДИГАН МУАММОЛАР ТАХЛИЛИ**

#### **3.1. 5G авлод технологияларининг ривожланишида электромагнит мослашув муаммосининг келиб чиқиши**

Электромагнит тўлқинлардан фойдаланиш саноатнинг турли соҳаларида, техникада ва фанда кенг фойдаланилмоқда. Замон радиотехникаси ва электроникаси ютуқларидан медицина, химия, геология, метрология, астрономия каби турли соҳаларда ҳам кенг миқёсда фойдаланилмоқда. Турли вазифаларни бажарувчи ер сунъий йўлдошлари коинотни янада чуқурроқ ўрганиш ва кенг океанларда сузиб юрувчи кемаларнинг ҳавфсиз ҳаракатланишини таъминлаш ҳам радиоэлектроника ютуқларига асосланган.

Радиоэлектрониканинг радиоаппаратлар учун янги элементлар яратиш технологияси, аналог ва рақамли интеграл микросхемалар ишлаб чиқаришнинг кенг йўлга қўйилиши, радиоэлектрон воситаларни лойиҳалаш ва замонавий технологиялар асосида ишлаб чиқаришда эришилган ютуқлар ҳозирда турли соҳада фойдаланилаётган РЭВ сифатини яхшиланишига ва улар сонининг кескин кўпайишига олиб келди.

АҚШда 1936 йилда ҳаммаси бўлиб 600 та амплитудаси модуляцияланган сигналларни тарқатувчи радиоэшиттириш станциялари мавжуд бўлган бўлса, 1961 йилга келиб уларнинг сони 6000 тадан ошди, улардан 1400 таси частота модуляцияланган радиосигналларни эфирга узатган. Худди шу йили 600 та телевизион узаткичлардан фойдаланилган. 1972 йилга келиб АҚШда чиқиш қувватлари 500 Вт дан 5 МВт гача бўлган 18000 та радиоэшиттириш ва телевизион узаткичлар бўлган. Уртача 10 км худудда битта радиоузаткич ишлаган. Фақат 1961-1966 йилларда радиолокацион станциялар сони 5 мартага кўпайиб, 3 мингтадан 15 мингтагача етган. Шу йилларда ҳаракатдаги алоқа воситалари сони ҳам

кескин ошди, 1950 йилда АҚШда 100000 га яқин бўлган ва 1970 йилга келиб улар сони 3,3 млн. тани ташкил этган, 1975 йилда 5,8 млн., 1980 йилда 7 млн. дан ошган. 1981 йилга келиб метр ва дециметр диапазонида ишловчи ҳаракатдаги радиоалоқа воситалари сони 9 млн. дан кўп бўлган.

1958-1974 йилларда хусусий радиостанциялардан фойдаланиш учун 1 млн. лицензия берилган бўлса, 1975 йилда дастлабки ўн ойда 1 млн. лицензия берилган ва шу йили охириги ойларида яна 1 млн. лицензия берилган.

Японияда 1965 йилда 300 мингга яқин турли РЭВлардан фойдаланилган ва 1981 йилда фақат метрли ва дециметрли диапазонларида фойдаланиладиган ҳаракатдаги радиоалоқа воситалари сони 2 млн. га яқин бўлган. Худди шунга ўхшаш Англия, Германия, Франция, Италия каби мамлакатларда ҳам радиоалоқа, радиоэшиттириш ва телевизион сигналлар узатиш қурилмалари сони ҳам жуда катта миқдорларда ошиб борган.

Декаметрлар диапазони (10...100 м) 27 МГц кенгликдаги частоталар полосасини эгаллайди. Агар радиоканал полосаси кенглигини 3 кГц деб олсак (бир полосали радиоалоқа), у ҳолда ушбу 27 МГц полосага 9000 канал жойлаштириш мумкин, аммо ҳозирда бу диапазонда 1,5 млн.га яқин радиоузаткичлар ишлайди ва улардан 1 мингдан ортигининг чиқиш қуввати 100 кВт ва ундан катта. Халқаро электралоқа иттифоқининг маълумотига қараганда ҳар йили 20 мингдан ортиқ радиочастота ўзлаштирмалари Халқаро маълумот частоталар регистрида рўйхатга олинмоқда.

РЭВ сони ошиши билан бирга улар бажарадиган вазифалар ҳам сезиларли даражада мураккаблашди, кўрсатадиган хизматларининг турлари ҳам кўпайди. Кўпчилик РЭВ ягона ёки бир қатор хизматларни кўрсатиш учун биргаликда ишлашига тўғри келади. Бундай комплекслар ишлаши натижасида юзага келадиган электромагнит муҳит (шароит) комплексдаги РЭВлар сони, улар орасидаги масофалар, уларнинг чиқиш қувватлари, комплекс тарқатаётган радиочастоталар спектри кенглигига боғлиқ. Айниқса кичик бир ҳудудда жойлашган радиоэлектрон комплекс мураккаб

электромагнит муҳитни юзага келтиради. Бундай ҳолатлар самолётларда, космик кемаларда, сузувчи кемаларда, радиоалоқа узелларида ва ҳк. ларда юз беради. Шунга яқин электромагнит муҳит йирик шаҳарларда ҳам юзага келмоқда. Айниқса мобил алоқа тизими абонентлари сонининг кўпайишига боғлиқ равишда уларнинг базавий станциялари ва базавий станциялар орасида ўрнатилган нисбатан кенг полосали радиореле станциялари сонининг ошиши электромагнит муҳитни нисбатан мураккаблашишига олиб келмоқда. Бундан ташқари турли РЭВ антенналари сонининг кичик бир ҳудудда кўпайиб бориши ҳам электромагнит муҳитга кучли таъсир кўрсатади. Баъзан антенналар орасидаги масофа бир неча ўн метрлардан метрларгача бўлган масофани ташкил этади. РЭВларнинг кичик бир ҳудудда зич жойлашиши улар орасидаги ўзаро ҳалақитларнинг юзага келишига сабаб бўлади. Қўшни радиоузатиш қурилмалари тарқатаётган электромагнит тўлқинлар таъсирида уларнинг қабуллаш антенналаридаги кучланиш баъзи вақтларда бир неча ўн вольтга ҳам етиши, натижада радиоқабуллаш қурилмалари кириш каскадларида кучли блокировкалаш ҳодисаси юз бериши, баъзан эса юқори сезувчанликка эга қурилмаларни ишдан чиқариши ҳам мумкин. Радиолокацион станциялар ва катта қувватли қисқа тўлқин радиоузаткичлари кучли радиоҳалақитларни юзага келтириши мумкин. Радиоузаткич қурилмалари антенналарининг бир-бирига таъсири натижасида уларда ҳосил бўладиган электр юритувчи кучлар ҳам катта ҳавф туғдиради. Улар фазога тарқатаётган частоталарининг ўзаро таъсири натижасида янги комбинацион ҳалақитлар юзага келиши ёки уларнинг асосий частотасида ҳалақитлар келиб чиқишига сабаб бўлиши мумкин. Бу эса бошқа РЭВлар иш фаолиятини мураккаблаштиради.

РЭВ антенналари орасидаги масофаларни катталаштириш имконияти бўлмаслиги уларни радиоканалларини бир-бирига энг кичик таъсир кўрсатадиган қилиб жойлаштириш имкониятини чегаралайди. Бунда нафақат антенналар, шу билан бирга уларни ўрнатиш қисмлари, қўшимча конструкциялари ҳам уларда электр юритувчи кучларни юзага келиши,

йўналтирилганлик диаграммалари ён ва орқа томонларга радиотўлқинлар тарқатиши натижасида биринчи навбатда радиоқабуллаш қурилмаларига таъсир этувчи қўшимча халақитлар, қолаверса ушбу ҳудудда жойлашган нисбатан кам қувватли радиоузаткичларга салбий таъсир кўрсатади. Баъзи ҳолларда антенналарнинг бир-бирига таъсири натижасида сунъий равишда уларнинг йўналтирилганлик диаграммаларининг шакли сезиларли даражада бузилиши ва сигнални баъзи йўналишларга таркатмаслиги ёки баъзи йўналишлардан амалда умуман қабул қилмаслиги мумкин. Юқорида келтирилган турли нохуш халақит ва ҳолатларнинг РЭВга таъсири уларнинг ўз вазифаларини талаб даражасидаги сифат кўрсаткичлари билан бажаришларини таъминлаш учун уларнинг антенналарини кичик бир ҳудудда тўғри жойлаштириш электромагнит мослашув муаммосини ечишнинг мураккаб масалаларидан бири ҳисобланади. Кичик бир ҳудудда жойлашган бир неча антенналарни мутаносиб (рационал) жойлаштириш ҳамма вақт ҳам ечилмаслиги мумкин. Бундай ҳолларда бошқа ташкилий ва техник тадбирлар кўришга тўғри келади. Шунга ўхшаш муаммолар турли ҳудудларда (нисбатан узоқ бўлмаган) жойлашган антенналар орасида ҳам юзага келиши мумкин, аммо бу ҳолда ЭММ муаммосини нисбатан осон ташкилий тадбирлар кўриш натижасида ҳал этиш мумкин.

Муқим ўрнатилган ва ҳаракатдаги радиоэлектрон воситалар сони мунтазам ошиб бораётган ҳозирги вақтда улар орасидаги масофалар ҳам кичиклашиб бормоқда. Фойдаланиладиган частоталар имконияти камайиб бориши радиодиапазонларда ишловчи радиоқабуллаш қурилмалари киришидаги турли халақитлар сатҳининг ошишига олиб келмоқда ва

РЭВларнинг (нормал) талаб даражасида ишлаш сифатини таъминлаши қийинлашмоқда.

Шундай қилиб РЭВлар сонининг кўпайиши улар сифат кўрсаткичларининг ўзгаришига олиб келди, бу эса частоталар ресурси чекланган ҳолатда уларни частоталар бўйича ажратиш имкониятини чегаралайди.

Радиоэлектрон курилмаларни лойиҳалаш ва яратиш технологиялари ҳозирда радиоузаткичларнинг чиқиш қувватларини катталаштириш, радиоқабуллаш курилмаларининг сезгирликларини ошириш ва антенналар кучайтириш коэффициентларини кўпайтириш имкониятини беради. Радиоузатиш курилмалари чиқиш қувватлари узлуксиз режимда бир неча юз киловаттни, баъзи ҳолларда ўртача қуввати 1 МВт ни ташкил этиши мумкин. Радиолокацион станция (РЛС) чиқиш қуввати эса импульс режимда бир неча Мегаватт бўлиши мумкин. Замонавий радиоқабуллаш курилмаларининг сезгирлиги 10 Вт ни ташкил этади. Радиоузаткичлар чиқиш қувватларининг катталашиши ва радиоқабуллаш курилмалари сезгирлигининг юқори даражада ошганлиги уларнинг биргаликда ишлашини мураккаблаштиради.

РЭВлар олдида қўйилган вазифани бажариши учун унинг чиқиш қувватини оширилиши, у атрофга таркатаётган кераксиз нурланишлар сатҳининг ҳам ошишига олиб келади. Мисол учун, АҚШда фойдаланиладиган импульс режимда чиқиш қуввати 5 МВт бўлган РЛС унинг чиқишидаги 4-гармоникаси қуввати 200 Вт бўлиб, унинг частотаси радионавигацияда фойдаланиш учун ажратилган частоталар диапазонида тўғри келади. Радионавигацияда фойдаланиладиган радиоузаткичларнинг чиқиш қувватлари эса кўп ҳолларда 200 Вт дан кичик. Натижада катта қувватли РЛС ишлаши натижасида радионавигация воситалари учун катта сатҳли халақит ҳосил қилади.

Фойдаланиладиган бир қатор РЛС радиоузаткичлари 3... 5 гармоникаларида мос равишда 63, 10, 3, 13 Вт радионурланишларга эга. Магнетрондан фойдаланилган РЛС чиқишидаги 2- ва 3-гармоникалардаги радионурлатишлар қуввати 1 кВт дан катта, баъзи РЛС чиқишида 3-гармоникаси қуввати 65 кВт га етади.

Охириги йилларда РЛСларнинг чиқиш қувватларини ошириш учун махсус яратилган магнетрон, клистрон, кўп резонаторли клистронлардан ва бошқа мураккаб электрон асбоблардан фойдаланилмоқда. Бу электрон

асбоблар ўз асосий вазифаларини бажариш билан бирга асосий сигнал билан бирга унинг гармоникаларида ҳам халақитлар нурлатади. Бу биринчи навбатда магнетронларга тегишли. Ҳозирда импульс режимда 5 МВт гача ва ундан катта қувватли радиосигнал тарқатувчи РЛСлардаги магнетронлар нисбатан кам халақитлар чиқарувчи бошқа асбоблар билан алмаштирилмоқда.

Радиоалоқа ва радиолокация тизимлари учун чиқишидаги халақитлари сатҳи кичик бўлган махсус электрон асбоблар яратилиши билан бирга бу тизимларда мураккаб сигналлардан, яъни катта база  $B_c = T_c F_c$  га эга кенг спектрли сигналлардан фойдаланилмоқда ( $T_c$  ва  $F_c$  - мос равишда сигнал давомийлиги ва спектри кенглиги). Базаси катта мураккаб сигналлардан фойдаланиш радиоузатиш қурилмалари чиқишидаги гармоникалардаги кераксиз нурлатишлар сатҳини нисбатан камайтириш билан бирга, радиоалоқа ва РЛС ўз олдига қуйилган вазифани кичик чиқиш қуввати ёрдамида бажариш имкониятини яратади. Фойдали сигнални сигнал-шовқин аралашмасидан оптимал ажратиб олиш сигнал қувватини шовқин қуввати спектрал зичлиги нисбатига боғлиқ, шунинг учун сигнал давомийлиги  $T_c$  ни узайтириб, унинг қувватини камайтириш мумкин. Мураккаб сигналлар  $B_m$  оддий сигналлар  $B_c$  га нисбатан катта частоталар полосасини эгаллайдилар ( $B_m \gg B_c$ ), аммо бу сигналларнинг хусусиятлари шундан иборатки бир тор

полосали сигнал учун ажратилган частоталар полосасида бир неча (юзлаб, минглаб) мураккаб сигналлардан фойдаланиш мумкин. Аммо мураккаб сигналларнинг бу хусусиятларини уларнинг ўзаро ЭММ масалаларини ўрганишда эътиборга олиш керак.

Радиоқабуллаш қурилмалари фойдали - асосий каналдаги сигнални қабул қилиш билан бирга, кераксиз қўшимча қабул каналлари ва оралиқ частота орқали қабул қилиш хусусиятига эга. Радиоқабуллаш қурилмасининг асосий канал бўйича сезгирлигини оширилиши, унинг халақит каналлари орқали ҳам турли халақит радиосигналларини қабуллаш даражасини

оширади. Ушбу халақитлар каторига бошқа радиоузаткичларнинг асосий ва кўшимча полосадаги нурлатишлари ҳам киради.

Радиоузаткичлар чиқишидаги кераксиз нурлатишларнинг борлиги ва радиоқабуллаш қурилмалари сезгирлигининг ошиб бориши ЭММнинг келиб чиқиш сабабларидан асосийси ҳисобланади.

Радиоқабуллаш қурилмаларига турли радиоузаткичлар таркатаётган кераксиз нурлатишлардан ташқари, яна узилиб-уланиш (контакт) халақитлари ҳам сезиларли таъсир кўрсатади. Бундай халақитлар ҳаракатдаги алоқа тизимларида, улар ўрнатилган ҳаракат воситасида электр занжирларининг узилиб-уланиши натижасида ҳосил бўлади (трамвай, троллейбус, автомашина, кемалар, самолётлар ва ҳ.к.). Узилиб-уланиш натижасида таъсир частоталари кенг халақит пайдо бўлади. Ушбу халақит спектри ташкил этувчилари радиоқабуллаш қурилмаси асосий қабуллаш полосасига мос бўлиб, унинг иш сифатини ёмонлаштиради. Бу ҳам ЭММ нуқтаи назаридан яна бир муаммони келиб чиқишига сабаб бўлади.

РЭВларининг маълум бир томонга йўналтирилган қувватининг ошиши ҳам ЭММ муаммосини келтириб чиқаради. Замонавий антенналарнинг асосий япроқчаси йўналишида кучайтириш коэффиценти 50 дБ га яқин бўлишига қарамасдан унинг ён ва орқа япроқчалари орқали нурлатиши ҳам сезиларли даражада катта. Мисол учун, параболик антенналар учун ён япроқчалари кучайтириш коэффиценти асосий япроқчалар орқали кучайтиришга нисбатан ён япроқча учун -20 дБ ва орқа япроқчаси учун -40 дБ га тенг. Бу РЛС антеннаси асосий йўналишида 5 МВт қувват нурлатса, орқа - тескари йўналишга 1 кВт қувват нурлатишини англатади.

Электромагнит муҳитни шакллантиришда турли энергетика, саноат ва маиший электротехник қурилмалари ҳам сезиларли ҳисса қўшадилар, улар ўз хоссалари бўйича махсус шакллантирилмаган халақитлар турига кирадилар.

Бу тур халақитлар саноат халақитлари деб аталади. Саноат халақитларини ҳосил қилувчи манбаларга қуйидагилар мисол бўладилар: ўзгармас ва ўзгарувчан ток генераторлари; электр узатиш линиялари;

пайвандлаш аппаратуралари; электр транспортлар, автомобилларнинг ўт олдириш қисмлари; маиший электр асбоблар ва бошқалар. Саноат халақитлари РЭВлар ўз вазифаларини тўлиқ ва сифатли бажаришларига салбий таъсир кўрсатадилар ва уларнинг биргаликда ишлаш ҳолатини мураккаблаштиради. Саноат халақитларининг сатҳи шаҳарларда, ҳаракатдаги техника (автомобил, танк, кема ва самолётлар)да сезиларли даражада катта.

Радиоалоқа учун фойдаланилмайдиган турли электротехник ва маиший қурилма ва асбоблар тарқатадиган халақит нурлатишлар махсус давлат стандарти билан меъёрланади (чекланади).

### ***5G да Электромагнит мослашув муаммоларини ечиш усуллари.***

ЭММ муаммосини ечишнинг биринчи усули бу ўлчашлар ва моделлаштиришларга асосланиб ҳар томонлама таҳлил этиш. РЭВни лойиҳалаш ва яратиш даврида ЭММни таҳлил этиш энг асосий босқич ҳисобланади. Бу таҳлиллардан мақсад РЭВга ЭММ нуқтаи назаридан кўйиладиган асосий талабларни белгилаб олиш ҳисобланади. Бу талаблар РЭВ бажарадиган вазифани инкор этмаслиги, унга қарши бўлмаслиги, фақат унинг асосий техник кўрсаткичларига технологик ва конструкциялаш нуқтаи назаридан тузатишлар киритилиши мумкин. ЭММни таҳлил этишлардан энг маъқули бу ЭХМда моделлаштириш бўлиб, муаммони ечишда мураккаб ҳодисалар, катта ҳажмдаги маълумотлардан фойдаланиш имкониятини беради. ЭММни таҳлил этиш босқичларида халақит таъсирида бўлган рецептор энг ҳавфли халақитлар манбаи, халақитларнинг аппаратурага таъсир этиш йўллари, РЭВга катта радиотизим сифатида қараб уни мослаштирувчанлигини баҳолаш, хусусан бир қатор кўрсаткичлар, шу жумладан частоталар спектридан самарали фойдаланиш даражасини аниқлаш мумкин.

ЭММ муаммосини ечишнинг биринчи усули бу ўлчашлар ва моделлаштиришларга асосланиб ҳар томонлама таҳлил этиш. РЭВни лойиҳалаш ва яратиш даврида ЭММни таҳлил этиш энг асосий босқич

ҳисобланади. Бу таҳлиллардан мақсад РЭВга ЭММ нуқтаи назаридан қўйиладиган асосий талабларни белгилаб олиш ҳисобланади. Бу талаблар РЭВ бажарадиган вазифани инкор этмаслиги, унга қарши бўлмаслиги, фақат унинг асосий техник кўрсаткичларига технологик ва конструкциялаш нуқтаи назаридан тузатишлар киритилиши мумкин. ЭММни таҳлил этишлардан энг маъқули бу ЭХМда моделлаштириш бўлиб, муаммони ечишда мураккаб ҳодисалар, катта ҳажмдаги маълумотлардан фойдаланиш имкониятини беради. ЭММни таҳлил этиш босқичларида ҳалақит таъсирида бўлган рецептор энг хавфли ҳалақитлар манбаи, ҳалақитларнинг аппаратурага таъсир этиш йўллари, РЭВга катта радиотизим сифатида қараб уни мослаштирувчанлигини баҳолаш, хусусан бир қатор кўрсаткичлар, шу жумладан частоталар спектридан самарали фойдаланиш даражасини аниқлаш мумкин.

### **Электромагнит мослашув муаммоларини ечиш босқичлари**

ЭММ муаммоси ечишнинг биринчи босқичида электромагнит мослашувни ўлчашлар натижаси ва моделлаш асосида кенг қамровда таҳлил этиш керак. РЭВни лойиҳалашда ва яратишда ЭММга алоҳида эътибор бериш керак, бунда РЭВга ЭММ нуқтаи назаридан қўйиладиган асосий талаблар аниқланади. Бу талаблар РЭВнинг асосий вазифани бажаришини таъминлаши учун керакли техник талабларга қарши бўлмаслиги, унинг асосий кўрсаткичларига конструкциялаш ва ишлаб чиқариш технологияларни эътиборга олган ҳолда тузатишлар киритиш керак. ЭММни таҳлил этиш усуларидан энг самаралиси, ҳозирда ва келгусида фойдаланиладигани бу ЭХМда математик моделлаш методи ҳисобланади, чунки ЭММ масалаларини илмий асосда ўрганиш ва тадқиқот қилишда етарли даражада мураккаб жараёнларни жуда кўп маълумотлардан олиш керак бўлади.

ЭММни бу босқичи натижасида ҳалақитлардан зарарланадиган турли рецепторлар, энг хавфли ҳалақитлар манбаи, аппаратурага ҳалақитларнинг таъсир этиш йўллари, турли РЭВнинг катта радиотизим шаклида ЭММ

нуқтаи назаридан ҳамжиҳатликда мослашиб ишлашларига таъсирларни баҳолаш, шу билан бирга ажратилган частоталар полосасидан самарали фойдаланиш нуқтаи назаридан ҳам баҳолаш керак.

Таҳлиллар етарли даражада ишончли бўлиши учун, бир турдаги РЭВ ёки турдош РЭВлар ёки бундан аввалги авлод аппаратларидан фойдаланиб ўлчашлар натижасидан фойдаланиш керак. Ушбу ўлчашлар катта меҳнат ва маблағ сарфлашни талаб қилади, чунки ЭММга тегишли кўрсаткич(параметр)ларни ўлчаш махсус ўлчаш услубларини билишни, қўллашни талаб қилади ва ўлчашлар натижасида аниқ маълумотлар берувчи, кам шовқинли, нозизиқлилиқ характеристикалари юқори даражадаги талабларга жавоб берувчи ўлчов асбобларидан фойдаланишни талаб этади. Бунда ўлчашларни автоматлаштириш ҳам иш самарадорлигини ошириш ва хатоликларни нисбатан камайтириш имкониятини беради. Ўлчашлар натижаси бир тизимга - тартибга келтирилиши, уларга ишлов берилиши, мутахассислар фойдаланишига имконият бўлиши керак. Бунинг учун ушбу тур аппаратура ЭММга тегишли кўрсаткичлар ва характеристикалар тўпланган маълумотлар банкини яратиш керак бўлади. Ҳозирда турли РЭВларни лойиҳалаш ва яратишда уларнинг математик моделидан фойдаланиш учун етарли маълумотлар тўпланган.

Иккинчи босқич, бу яратилган тизим ёки қурилманинг ЭММини таъминлаш, синтезлаш босқичидир. Бу босқичда, одатда ЭММни таъминловчи ташкилий ва техник тадбирлар аниқланиб, ажратиб олинади. Техник тадбирлар одатда алоҳида РЭВ миқёсида амалга оширилади ва унинг характеристикаларини ЭММ нуқтаи назаридан яхшилашга йўналтирилган бўлади. Бу тадбирлар анъанавий тадбирлар, радиоузатиш қурилмаларининг кераксиз нурлатишларини, радиоқабуллаш қурилмаларининг ҳалақитбардошлиқларини таъминловчи радиотехник усуллар орқали амалга оширилади.

Булардан энг кўп тарқалгани: филтрлаш, экранлаш, ҳалақитлардан ҳимоялаш махсус схемаларни яратиш, РЭВ радиотракти динамик

диапазонини кенгайтириш ва бошқалар ҳисобланади. Бу усуллардан радиоузатиш қурилмалари ва радиоқабуллаш қурилмалари пайдо бўлган вақтдан бери фойдаланилади ва улар мукаммаллашиб бормоқда. Эслатиб ўтамиз, ЭММга тегишли техник тадбирларни у яратилаётган вақтда амалга ошириш керак, чунки тайёр қурилма схемасига ўзгартиришлар киритиш қийин бўлади.

ЭММга тегишли ташкилий жараён РЭВ комплекс устида амалга оширилади, бунда ўрганилаётган РЭВ комплексининг жойлаштириш структураси, улар фойдаланиши учун ажратилган частоталар диапазони ва полосасидан уларнинг биргаликда ишлаш ҳолатида сифат кўрсаткичларини таъминлаш керак. Ташкилий тадбирларга қуйидагилар киради: частотани бириктириш; маълум ҳудудда РЭВларни жойлаштириш; уларнинг ишлаш вақтларини белгилаш ва ҳ.к. РЭВлар ишлашини бошқариш уларнинг параметрлари ва сигналлари структурасини ўзгартириш орқали амалга оширилади.

Ташкилий тадбирларни лойиҳалаш босқичида ҳам амалга ошириш мақсадга мувофиқ ҳисобланади, чунки баъзи техник ечимларни ўзгартиришга ҳам тўғри келади. Масалан, РЭВ ишлаш частотасини алмаштириш тезлигини ошириш, сигнал тури ва таркибини ўзгартириш ҳамда структурасини адаптив ўзгартиришга тўғри келиши мумкин. РЭВдан комплекс шаклда алоқа узелларида фойдаланиладиган бўлса, у ҳолда модуляция турини ҳам этиборга олиш керак, чунки ажратилган частоталар полосасидан самарали фойдаланиш сигнал модуляциясига боғлиқ. РЭВда фойдаланилаётган сигналлар параметрларини ўзгартириш имконияти қанча катта бўлса ҳамда аппаратура алоҳида қисмлари ва қурилмаларининг характеристикаларини ўзгартириш имконияти қанча катта бўлса РЭВ структурасини ўзгартириш имконияти шунча ошади, ЭММни таъминлаш муаммоси нисбатан осон ечилади. Ташкилий тадбирлар аппаратурага ўзгартиришлар киритишни ва қўшимча маблағларни талаб этади, шунинг

учун бу тадбирларнинг самарасини ва мақсадга мувофиқлигини ҳам алоҳида эътиборга олиш керак.

Агар РЭВ тўпланган ҳудуд ажратилган частоталардан фойдаланиш даражаси вақт бўйича ва частотадан фойдаланиш бўйича тигиз бўлса, у ҳолда янги частоталар диапазонидан фойдаланиш тадбирини кўриш керак. Янги частоталар диапазонидан фойдаланишда илм ва техника ютуқларидан фойдаланиш керак бўлади. Шу каби масалалар маълум вақт оралиғида чақириладиган Бутунжаҳон радиоалоқа конференция (БРК) мажлисларида муҳокама этилади. Ушбу конференцияларда баъзи радиохизматлар учун частоталар қайта тақсимланади, янги частота полосалари ажратилади, масалан: денгиз ҳаракатдаги радиоалоқа хизмати, радиоэшиттириш хизмати, Ерни тадқиқ қилиш космик хизмати ва бошқа хизматлар.

1979 йилда Женевада бўлиб ўтган мажлисда 1982 йилдан фойдаланиш учун радиочастоталар жадвали қабул қилинган, бу jadвал 400 ГГц гача бўлган частоталарни қамраб олган. Аммо ҳозирда 75 ГГц гача бўлган частоталар диапазонидан самарали фойдаланилмоқда. Бу частоталар тўғридан-тўғри кўриниш ҳудудида фойдаланиш учун яроқли. Умуман 50 МГц дан ортиқ юқори частоталардан тўғридан-тўғри кўриниш масофасида фойдаланиш мумкин. Бир неча ўн гигагерц частоталар ва ундан юқори частоталарда ҳавонинг намлиги, ёмғир ва қорлар таъсирида сигналларнинг катта миқдорларда сўниши содир бўлади. Бу диапазондан фойдаланиш қўшимча илмий ва технологик ишларни амалга оширишни талаб этади. Ушбу диапазондан фойдаланиш даражасини ва моддий манфаатдорлигини ошириш учун қонун асосида рағбатлантириш, частоталардан фойдаланиш учун бозор иқтисоди механизмларидан фойдаланишни амалга оширилиши, ушбу частоталар диапазонидан фойдаланувчилар учун янги янада юқорироқ частоталар диапазонини ўзлаштириш устида илмий ва технологик жараёнларни қўллашга имконият яратади.

Шундай қилиб, электромагнит мослашув муаммосини ечиш учун техник ва ташкилий тадбирлардан лаборатория шароитида ва амалда

фойдаланилаётган РЭВ кўрсаткичларини ўлчаш натижалари, уларни илмий асосда таҳлил қилиш орқали олинган маълумотлар тўпламидан фойдаланиш керак бўлади.

### **3.2. 5G уяли алоқа стандарти пайдо бўлиши**

Янги алоқа стандарти ҳисобланган 5G келажакда мобил алоқани юқори чўққига олиб чиқиши кутилмоқда. Нуфузли компаниялар мутахассисларининг айтишларича, бешинчи авлод тармоқлари 2020 йилда пайдо бўларкан. Юқоридаги сурат бунга ойдинлик киритади.

Кўриниб турибдики, ҳар бир алоқа авлоди орасидаги фарқ 10 йилга тенг. Демак, мантиқан олганда, 5G мобил алоқа авлоди асримизнинг 20-йиллари бошларида пайдо бўлиши ҳақиқатга яқин. Хўш, қайси хусусиятлари билан 5G стандарти аввалгиларидан фарқ қилади ёки афзалликларга эга.

Биринчидан, маълумотларни узатиш тезлиги яхшиланади, яъни маълумот узатиш назарий тезлиги 10 Гбит/сония ва ундан юқори.

Иккинчидан, алоқа ўрнатиш ва уланишдаги кечикишларнинг камайиши.

Учинчидан, тармоқ ҳажмининг анча кенгайиши, яъни интернетга уланувчилар сонининг ошиши.

Тўртинчидан, келажакда бу тармоқларга деярли барча нарсалар (автомобиллар, ҳар хил қабул қилувчи ва узатувчи (датчик)лар ва ҳоказолар) уланиши мумкин.

Бешинчидан, тармоқ моделининг ўзгариши, яъни 5G мобил алоқа авлоди тармоқларида асосий ўринни ҳозирги тармоқлардагига ўхшаб база станциялари эмас, балки абонентлар эгаллайди. Маълумки, ҳозирги тармоқларда абонентлар тармоқларга ўзларича уланади, яъни антенна қидирадилар (кўп ҳолларда), 5G мобил алоқа авлоди тармоқларида эса “ақлли” антенналар қўлланилади — қайси абонентга қандай узатиш тезлиги кераклиги ёки антенналарнинг йўналганлик даражаси қандай бўлиши

кераклигини антенналарнинг ўзи белгилайди. Агар бир пайтда битта уя (сота)да битта абонент гаплашаётган бўлса, антенна автоматик равишда қисқа йўналиш каналига ўтади. Бу эса сигнал/шовқин нисбати ва маълумотлар узатиш тезлиги ошишини таъминлайди.

Олтинчидан, маълумот узатиш тезлигини ошириш учун юқори частота диапазони керак бўлади ва ўтказиш полосаси кенгроқ бўлиши керак, яъни 100 Мг/сония ва ундан юқори бўлиши кутиляпти. Лекин шунинг ҳам назардан қочирмаслик керакки, частота қанча катта бўлгани сари, халақитбардошлилик камайиб, алоқа масофаси кичрайиб боради. Яъни, уяларнинг радиуси камайиб бораверади. Демак, хулоса қилиш мумкинки, 5G мобил алоқа авлоди юқори тезлик талаби бор жойда ишлатилади. Албатта, ҳозирча тўлиқ қамровни кутиш керак эмас.

Еттинчидан, 5G мобил алоқа авлодида МИМО (ингл. Мультипле Инпут Мультипле Оутпут — кўп кириш ва кўп чиқиш) технологиясининг ишлатилиш эҳтимоли. МИМО технологиясининг мазмун-моҳияти шундаки, бунда бир вақтнинг ўзида икки ёки ундан кўпроқ антенналар ишлатилади.

Демак, 5G мобил алоқа авлоди тармоқлари кўпроқ шаҳар марказларида, мобил телевидение ва юқори тезликли интернет керак бўладиган жойларда қурилади. Қолган жойлар эса олдинги мобил алоқа авлодлари билан қопланади.

Нокиа ҳамда Хуawei компаниялари 5G тармоғи трафиғи 4G (LTE)даги трафик нархидан юқори бўлмаслигини билдиришмоқда. Булар шунчаки тахмин бўлгани боис ҳозирча унинг аниқ нархи тўғрисида бир нарса дейиш қийин.

### **3.3. 5G уяли алоқа стандартларига қўйиладиган талабалар**

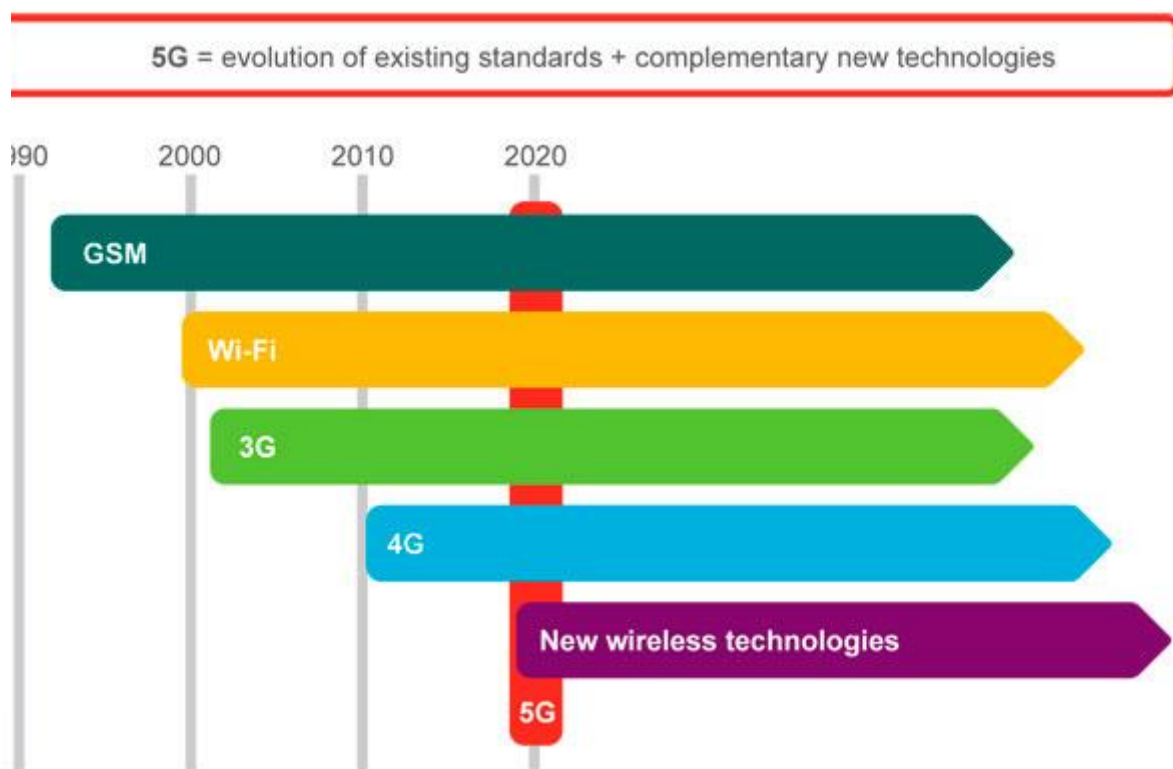
*5G-талаблар:*

- *Инсон саломатлиги учун хавфсиз;*
- *энергетик самарадорлик;*

- Юқори сифатли алоқа.

Изланишлар этади давом

Бешинчи мобил алоқа авлоди тармоқлари устида бутун дунё олимлари иш олиб боришяпти. Улар қаторида бир қанча катта компаниялар ҳам бор. Ҳуawei (Хитой), БеллЛабс (АҚШ) ёки 2018 йилги 5G мобил алоқа авлодининг ишлаш частотаси диапазони ҳали-ҳануз ҳал қилинмаган. Кўпгина манбаларда 791-862 МГц, 2.5-2.69 МГц ва 5 ГГц диапазонларда ишлатилиши айтилган. Лекин 791-862 МГц ва 2.5-2.69 МГц частота диапазонлари 4G мобил алоқа авлодига ажратилгани барчамизга маълум. Хуллас, бу авлоднинг якуний параметрлари Халқаро электралоқа иттифоқи томонидан ҳозирча тасдиқланмаган. Муаллиф-ишлаб чиқарувчиларнинг фикрича, 2015 йилнинг охирларида бу стандарт параметрларининг талаблари чиқади. Унгача эса 5G мобил алоқа авлоди борасидаги ҳар қандай мезонлар шунчаки тахминдир, холос.



Шунга қарамасдан, бир нарс аниқ, бу алоқа авлоди яратилиш арафасида ва у мобил алоқа авлодлари орасида энг сифатли ва энг юқори тезликни таъминловчи алоқа тармоғи бўлиши тайин.

Яна бир неча йилдан сўнг биз “ФуллХД” кўринишидаги филмларни бир неча сония ичида кўчириб олишимиз мумкин, видеочатлар эса худди жонли мулоқотдек ҳаққоний кўринишда бўлади. Ҳарҳолда, 5G уяли тармоқлари технологиясини ривожлантириш борасида иш олиб бораётган “Нокиа”, “Huawei” ва “Эриксон” компаниялари бизга шуни ваъда қилишмоқда.

Ўтган ойда “Мобиле Ворлд Конгресс” кўргазмасида ушбу технология учун махсус ҳудуд ажратилди ва бу эрда 5G технологияси асосида ишлайдиган қурилмаларнинг прототиплари намойиш этилди. “Нокиа” ва “Huawei” вакилларининг айтишларича, бешинчи авлод тармоғининг тижорий ишга тушиши ҳали-бери амалга ошмайди, лекин унинг кундалик турмушимизга таъсири сезиларли даражада кучли бўлади.

### 3.4. 5Gнинг 4Gдан фарқи

Айни пайтда 5G стандарти узил-кесил тасдиқланмаган, лекин унинг айрим хусусиятлари кўрсатиб ўтилган:

— Маълумот алмашишнинг юқори тезлиги. Ҳозирда мавжуд 4G тармоқлари назарий жиҳатдан сониясига 1 гигабитгача ҳажмдаги файлларни кўчириши мумкин, лекин уларнинг асл тезлиги бир неча баробар паст. 5G тармоғида маълумот кўчиришнинг назарий тезлиги сониясига 10 гигабитни ташкил этади.

— Пингнинг ўта пастлиги. 4G тармоқларида маълумотлар пакетини бир қурилмадан иккинчи қурилмага узатишда кутиш вақти 50 мсни ташкил этади. 5G тармоғида эса бу кўрсаткич 1 мсга тенг бўлади. Бу эса 5G технологиясидан ҳайдовчисиз автомобиллар ва техникаларни бошқаришда фойдаланиш имкониятини беради.

— Буюмларнинг интернетга уланиши. Яқин йилларда интернетга уланадиган қурилмалар сони ошади. Улар орасида кўчма электроника буюмлари, автомобиллар ва “ақлли уй” тизимлари бўлади. Кўп сонли

курулмаларнинг интернетга уланиб ишлаши учун эса уларнинг ўзаро уйғунлигини ва этарли даражадаги тезликни таъминлайдиган технология керак бўлади.

5G тармоқларида тезлик ўта юқори бўлгани боис катта ҳажмдаги файллар анча тез кўчириб олинади. Масалан, ҳажми 8 гигабайтли видеофайл бу тармоқда атиги 6 сония ичида кўчириб олинади, 4Gда бу вақт 7 дақиқани ташкил этса, 3G тармоғида бунинг учун бир соатдан ортиқ вақт сарфланади.

Бундан ташқари, 5G технологияси ёрдамида ҳозирда ҳаёлотга ўхшаб кетадиган вазифаларни ҳам амалга ошириш мумкин бўлади. Масалан, “Ериссон” компанияси “MWC” кўргазмасида виртуал воқелик шлёми ёрдамида масофадан бошқарилувчи экскаваторни намоиш этди. Нидерландия шимолидаги Лопперсум қишлоқчаси ва унинг атрофи 5G маълумотлар узатиш технологияси сновдан ўтказиладиган илк қишлоққа айланади. Бу ҳақда РТВ Ноорд телеканали хабар қилди.

Лойиҳада бир қатор этук голланд ва халқаро телекоммуникатсия компаниялари, жумладан, ТНО, эриссон, КПН ва Huawei иштирок этмоқда. “Мазкур аҳоли пунктини тадқиқот майдончаси сифатида танлаш қарори Гронинген провинтсияси иқтисодий кенгаши томонидан зилзиладан зиён кўрган ушбу ҳудуд жозибадорлигини инвесторлар учун ошириш мақсадида қабул қилинган, дея қайд этиб ўтди телеканал. “Шу билан бирга, Лопперсум аҳолисининг ўзи ҳозирча маълумотлар узатувчи янги технологиядан фойдаланмайди, – қайд этиб ўтди РТВ Ноорд. – Бу эрда дунёнинг барча компаниялари 5Gдан фойдаланган ҳолда ўз маҳсулотларини ишлаб чиқаришлари мумкин”. 5G технологияси, бу – янги авлод телекоммуникатсион стандартидир. У сониясига 3,6 Гбит тезликда ахборот узата олиши, юқори сифати, кам энергия талаб қилиши ва зарур инфратузилмларни жорий этиш таннархининг арзонлиги билан фарқланади. Мазкур стандарт замонавий 4Gга қараганда бир неча юз баробар тезроқ бўлиб, бир вақтнинг ўзида тармоққа кўп сонли ускуналарнинг уланишига имкон беради. Айни пайтда технологияни ишлаб чиқиш ва синовдан ўтказиш

ишлари Британия, Финляндия, Жанубий Корея ва Япония сингари мамлакатларда амалга оширилмоқда.

"G" белгиси сизнинг телефонингиз GPRS технологияси бўйича тармоққа уланганини англатади. Интернетга чиқишнинг бу усули энг биринчи технологиялардан бири бўлиб, бугунги кунда анча секин ва эскирган ҳисобланади.

"E" белгиси EDGE технологияси ёрдамида тармоққа уланганингизни англатади. У G га нисбатан 3 баробар тезроқдир.

"3G" белгисини кўрдингизми, демак телефонингиз 3G тармоғига кирган. Телефон моделига қараб белги доимий равишда кўриниб туриши ёки фақат тармоққа уланган чоғда чиқиши мумкин. Агар суҳбатдошларнинг телефонлари сифатли бўлса ва ҳар иккаласида ушбу технология ёқилган бўлса, унда алоқа сифати ҳам яхшиланади, овозлар аниқ ва табиий эшитилади. Ушбу режимда маълумот узатиш тезлиги 384 Кбит/секундни ташкил этиши мумкин; бундай тезлик билан оғирроқ сайтларни кўриш ва онлайн радио эшитиш мумкин. Одатда телефон сиз 3G технологиясининг қайси режимида ишлаётганингизни кўрсатиб беради. "3.5G, 3G+, H" белгилари HSDPA технологияси бўйича уланишни акс эттиради. Айрим телефонлар алоқа чоғида 3.5G белгисини кўрсатиб, тармоқ орқали бевосита маълумот олиш пайтида H белгисини экранга чиқаради. Ушбу технология ёрдамида 5,7 Мбит/секунд тезликка эришиш мумкин; бундай тезлик сизга онлайн режимда видео кўриш ёки кўчириш имкониятини беради. Лекин аслида YouTube сервисида сифатли видео кўриш учун 1 Мбит/секунд тезликнинг ўзи кифоя. "H+"- юқоридаги стандартнинг кенгайтмаси. Назарий жиҳатдан фойдаланувчини 21.2 Мбит/секундгача бўлган тезлик билан таъминлай олади.

"LTE, 4G" белгилари мослама тўртинчи авлод тармоқларида ишлаётганини кўрсатади. Бу тармоқлар ахборот олишда 173 Мбит/секунд ва ахборот юклашда 58 Мбит/секунд тезлик бера олади.

Телекоммуникатсия саноати учун мобил интернетни ривожлантириш соҳасидаги технологик ечимларни тақдим этувчи жаҳондаги энг йирик ширкатлардан бири ҳисобланган ZTE Corporation Испаниянинг Барселона шаҳрида ўтказилган Mobile World Congress 2016 халқаро кўргазмаси доирасида ташкил этилган Global Mobile Awards 2016 тақдирлаш маросимида мукофотларга эга бўлди.

Жумладан, ZTE Corporation ўзининг Pre5G Massive MIMO технологияси учун мобил технологиялар соҳасидаги энг илғор компанияга топшириладиган Бест Мобиле Течнологй Бреактхроугх Авард мукофоти ва 2016-йилнинг тенгсиз мобил технологияси ишлаб чиқарувчиси ва техник директори — Оутстандинг Овералл Мобиле Течнологй – Тхе СТЎс Чоисе 2016 унвонига эга бўлди.

ГСМ (ГСМА) ассотсиатсияси томонидан ўтказилаётган Мобиле Ворлд Сонгресс 2016 кўргазмаси мобил алоқа саноати соҳасидаги энг муҳим тадбир бўлиб, ГСМА томонидан топшириладиган Глобал Мобиле Авардс мукофотлари эса бу соҳадаги энг фахрли ютуқ ҳисобланади.

Мобил интернет асри бошланиши билан мавжуд тармоқларнинг ўтказиш қобилиятини оширишга эҳтиёжнинг кескин ортиши ва жойларда ресурслар етишмаслиги билан боғлиқ зиддият кузатилмоқда. Бундай шароитда ЗТЕ симсиз алоқа самарадорлигини оширишга мўлжалланган Массиве МИМО технологиясидан унумли фойдаланиб, тармоқнинг ўтказиш қобилиятини оширишга эришмоқда. Унинг қўлланилиши туфайли тижорат тармоғида бир Пре5G Массиве МИМО бирлигининг энг юқори тезлиги сониясига 400 мегабайтдан ошади ва спектрал самардорликни мавжуд 4G тармоқларига нисбатан тўрт-олти баробарга ортишини таъминлайди.

Пре5G Массиве МИМО усули қопламани 2Д дан 3Д гача кенгайтириш учун нур шакллантириш технологиясига асосланган ва фаол ҳамда кенг оқимни таъминлайди. Ушбу технология жуда самарали бўлиб, кўп қаватли бинолар, катта стадионлар шароитига хотспотлар ва бошқа

воситалар орқали мослаштирилиб, нафақат ўтказувчанлик, балки тармоқ фаолияти сифатини оширишга хизмат қилади.

Ушбу мукофот ЗТЕ корпоратсияси томонидан тақдим этилган инноватсион технологиялар, хусусан, Пре5G Массиве МИМО технологияси салоҳиятининг яна бир эътирофи бўлди. ЗТЕнинг Пре5G технологияларидан иборат бозордаги таклифи фойдаланувчиларга 4G асбоб-ускуналарда 5G даражасидаги сифатли алоқага эришиш имкониятини таъминлайди. Ушбу технология Хитой бозорида 2016-йилдан бошлаб сотувга чиқарилиши кутилмоқда.

ЗТЕ — телекоммуникатсион асбоб-ускуналар ва уяли телефонларни етказиб берувчи жаҳонда етакчи ширкатлардан бири ҳисобланади. ЗТЕ томонидан симли ва симсиз алоқа, мобил ва фиксацияланган терминаллар бозорининг деярли ҳар бир йўналишида турли-туман юқори сифатли маҳсулотлар ишлаб чиқарилади. Бугунги кунда жаҳоннинг кўплаб мамлакатларида ЗТЕ ваколатхоналари ва тадқиқот марказлари жойлашган бўлиб, уларда 10 минглаб инсонлар меҳнат қилади.

Компания М-ИСТ стратегияси доирасида мижозларга ишнинг юқори сифатини таъминловчи интеграциялашган янги усулларни тақдим этиш устида ишламоқда. Бу ўз навбатида телекоммуникатсия ва ахборот технологиялари соҳасидаги изчил тараққиёт ва конвергенция шароитида кўплаб ютуқларга эришиш имкониятини таъминлайди.

Компания 160 та мамлакат ва минтақага асбоб-ускуналар ва хизматларни етказиб беради, Осиё-Тинч океани, Жанубий Осиё, Шимолий Америка, Европа, Лотин Америкаси, Африка ва МДХдаги 500 дан ортиқ алоқа операторларига хизмат кўрсатади.

ЗТЕ ширкати йиллик даромадининг 10 фоизга яқин қисмини тадқиқот ва янги ишланмаларга сарфлаб, телекоммуникатсион стандартларни ишлаб чиқувчи кўпгина халқаро ташкилотларнинг рейтингларида етакчи ўрин тутмоқда.

Хусусан, айти дамда ЗТЕ ширкати иқтисодиётнинг турли тармоқлари учун 50 дан ортиқ ечимларни таклиф қияпти. Хитой компанияси истеъмолчилар учун мўлжалланган маҳсулотлар – телефонлардан тортиб смартфон ва планшетларгача ишлаб чиқаради. Бу маҳсулотларни Ўзбекистон бозорида бемалол сотиб олиш мумкин. ЗТЕ смартфонларининг асосий дастурий платформаси — Андроид операцион тизими ҳисобланади.

ЗТЕ шубба корхонаси Ўзбекистонда 10 йилдан ортиқ вақт мобайнида ўз фаолиятини юритиб келмоқда. Бу давр мобайнида компания Ўзбекистонда телекоммуникатсия соҳаси ривожига улкан ҳисса қўшиб, илғор коммуникатсия технологияларидан фойдаланиш имкониятини, маҳаллий аҳоли учун иш жойларини тақдим этиб, инсонларнинг коммуникатсия технологиялари ҳақидаги билимларини ошириб келмоқда.

Ўзбекистон телекоммуникатсион операторлари — Беелине, Уселл, “Ўзбектелеком” АК ва бошқалар ЗТЕ асбоб-ускуналаридан фойдаланади. 2013-йилнинг июлида ЗТЕ Сирдарё вилоятида уяли телефонлар ва улар учун мўлжалланган аксессуарларни ишлаб чиқариш бўйича корхонани ишга туширди. Ҳозирда уяли телефонлар УЗТЕ бренди остида ишлаб чиқарилмоқда.

Нима учун мобил телефонларга бўлган қизиқиш бунчалик кучаймоқда? Чунки мобил хизматларнинг турлари ва сифати кун сайин ортиб бормоқда. Мобил телефон ёрдамида нималар қилишимиз мумкин? Энг аввало суҳбатлашамиз, СМС, ММС юборамиз, Интернетда ишлаймиз, видеоқўнғироқлар қиламиз, ҳаттоки телевизор дастурларини ва видеофилмларни кўрамиз. Ҳаво орқали маълумотларни узатиш технологияси вақт ўтгани сари ривожланиб бораверади, бир жойда тўхтаб қолмайди. Бундан ўн йиллараввал мобил телефонларнинг ўзи ҳали кенг тарқалмаган эди. Телефон аппаратлар кам сонли одамлардагина бўлар, мобил хизмат нархлари ҳам «осмон» эди. Ҳозир эса мобил телефонларсиз кунимизни тасаввур қилиш қийин бўляпти. Хўш, мобил телефондан сиз нима мақсадларда фойдаланасиз ўзи? Мен фақат гаплашаман ва баъзан СМС

ёзаман. Бу энг бирламчи ва оддий мақсад. Агар сиз мобил телефонданфақатгина ким биландир гаплашиш мақсадида фойдаланадиган бўлсангиз, унда сизга жуда қиммат, функциялари кўп бўлган аппарат шарт эмас, оддийгина, камтаронаси ҳам бўлаверади. Эслатиб ўтамизки, ҳар қандай телефон апаратидан иккинчи томон билан суҳбатлашиш ва СМС – қисқа хабарлар алмашинувини амалга ошириш мумкин. Мен гаплашишдан ташқари мусиқа, радио эшитаман, расмга оламан. Бунинг учун сиз бироз такомиллашган, масалан, ўзида фотокамераси бўлган, радио ва мп3 ларни эшитишга мўлжаллангантелефон апаратини танлашингиз керак бўлади. ...Мен яна олган расмларимни бошқа абонентга юбораман. Мобил фойдаланувчиларнинг талаблари орта бошлади. Нафақат суҳбатлашиш ва СМС алмашиш, энди расмли файлларни ҳам алмашиш эҳтиёжи пайдо бўлди. Бунарсда устида уяли алоқа компаниялари жиддий бош қотиришларига тоғри келди, баъзи технологиялардан янада самаралироқ фойдалана бошлашди,янги технологиялар жорий этдилар. Юқорида санаб ўтилган мақсадлар ва талабларни, яъни, овозли (суҳбатлашиш) ва графикали (ММС) маълумотларни узатиш ва қабул қилиш, матнли қисқа маълумотларни (СМС) узатиш ва қабул қилиш хизматларини уяли алоқа компаниялари ГСМ деб номланадиган тизим ёрдамида амалга оширади. Бу тизим дунёда энг кенг тарқалган тизимбўлиб, деярли барча мамлакатларда ундан фойдаланиб, абонентларга хизмат кўрсатирлади. Бу тизим уяли алоқа хизматининг 2-авлоди ҳисобланади. Биласизки, инглиз тилида бу нарса «сесонд генератион» дейилади. Халқаро стандартда бу атама қисқача 2Г деб номланган. Мен замондан орқада қолишни истамайман. Мен доимо Интернетдан фойдаланишни хоҳлайман. Абонентларнинг бу талаби телефон аппаратларини ишлаб чиқарувчи компаниялар ҳамда уяли алоқа операторлари учун жиддий синов эди. Чунки ўша пайтларда мавжуд техника воситаларининг кўпчилигини янгилаш ва ривожлантириш зарур эди. Мана шуларни ҳисобга олган ҳолда уялиалоқада ГПРС тизими ишлаб чиқилди.Бунга кўра, мавжуд алоқа каналидан юқорида айтиб ўтилган

хизматлардан ташқари, тезлиги назарий жиҳатдан 171,2 Кб/с, амалда эса 56 Кб/с атрофида бўлган Интернет хизмати ҳам кўрсатиладиган бўлди. Бу тезликда оддий Интернет ва вап порталларга кириш, катта тезликда НУРИСТОН.ТК бўлмаса-да, расмий файлларни узатиш ва қабул қилиш мумкин бўлди. Юқори тезликда ишлайдиган Интернетни хоҳлайман! Баъзан Интернетга уланиб, нимадир кўчириш уёқда турсин, бирор сайтга уланмоқчи бўлсак ҳам маълум вақт кутиб қоламиз. Жадал ривожланаётган замонамиз учун тезлик катта аҳамиятга эга, вақт эса энг қиммат нарсага айланди. Миждозни куттириш эса уни йўқотишга олиб келади. Шунинг учун ҳам уяли алоқа компаниялари ўзлари кўрсатадиган Интернет хизматининг тезлигини оширишга қарор қилишди ва ЭДГЕ деб номланган тизимни ишлаб чиқишди. Бунда Интернетдан фойдаланиш тезлиги аввалги ГПРС тизимиغا нисбатан 4-5 маротаба ортди.

### **3.5. Ўзбекистонда уяли алоқа операторларининг 5G га ўтиш режалари**

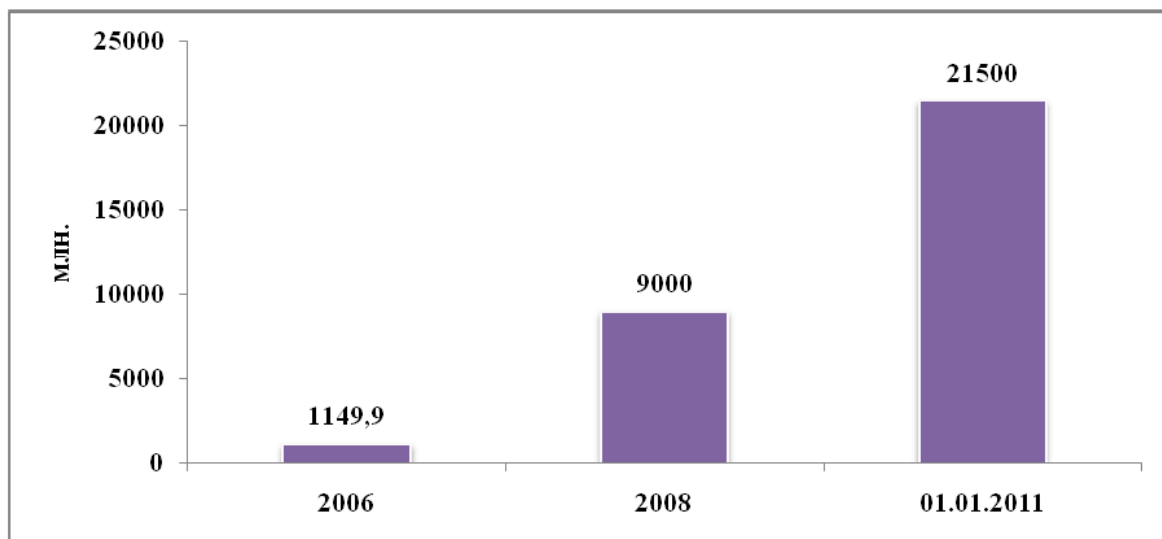
Мамлакатимизда мобиль алоқа мустақилликнинг дастлабки кунларидан бошлаб ривожлана бошлади. 20 йил олдин Ўзбекистонда биринчи «Ўздунробита» ўзбек-америка қўшма корхонаси ташкил этилди. 1992 йил августда Президент И. Каримов мобиль телефондан биринчи тарихий қўнғироқни амалга оширганлар. Ҳозир бу мобиль телефон Тошкентдаги Алоқа тарихи Музейида сақланади. Бу машҳур сана Ўзбекистонда телекоммуникация соҳасида янги даврни бошланишига сабаб бўлди.

Ўзбекистон Республикасининг “Алоқа тўғрисида” ги Қонунига мувофиқ мамлакатимизнинг барча шаҳар, вилоят ва туман марказларига оптик толали ва радиореле линиялари асосидаги юқори тезликдаги рақамли алоқа каналлари ўтказилди, аналог АТСлар рақамли АТСларга ўзгартирилди. Бу ўз навбатида бошқа телекоммуникация тармоқларини,

шу жумладан мобиль алоқанинг ҳам ривожланиш суръатларини тезлаштиришга асос бўлди.

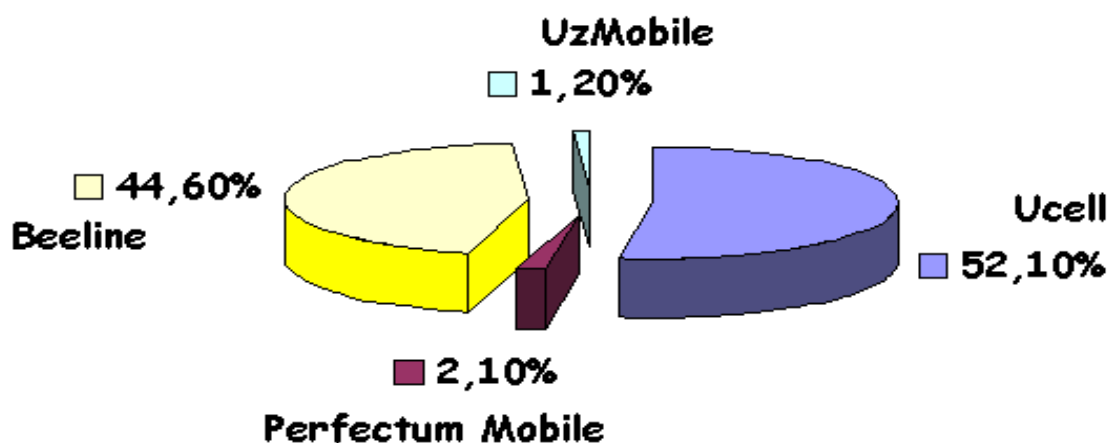
Ўзбекистонда дастлаб битта NMT 450 стандартдаги мобиль алоқа оператори ишлади. Аҳолининг аксарият қисми учун мобиль телефон зеб зийнат предмети бўлиб қолди, лекин фойдаланувчилар сони тез кўпая бошлади. Агар 1994 йил январь ойида мамлакатимизда мобиль алоқа абонентлари сони 224 та бўлган бўлса, 1 йилдан сўнг бу кўрсаткич 823 тага етди. Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги мутахассислари фикрига кўра, мамлакатимизда мобиль алоқа ривожланишининг муҳим онлари 1996 йилдан бошланган. Шу йили ҳукуматимиз томонидан чет эл инвесторлари учун Ўзбекистоннинг мобиль алоқа бозорига чиқиш шартлари максимал осонлаштирилди. Ҳукуматимиз томонидан улар фаолиятининг дастлабки 5 йили давомида солиқ имтиёлари берилди. берилди. Жаҳонда ҳеч қаерда мисли кўрилмаган шартлар хорижий инвесторларни шунчалик қизиқтириб қўйдики, 1996 йил Ўзбекистон мобиль алоқа бозорида бирданига 5 та янги мобиль алоқа операторлари пайдо бўлди. 2000 йилга келиб мобиль алоқа хизматлари тарифларини пасайтириш эвазига, мобиль алоқа абонентлари сони 1995 йилга нисбатан 5 баробарга ортиб, 100 мингга етди.

Бир йилдан сўнг йирик мобиль алоқа операторлари «Ўздунробита» ҚК дан сўнг мамлакатимизнинг турли ҳудудларига ўз тармоқларини ташкил этдилар. 2002 йилда Ўзбекистон ҳудудини кўпгина қисмида 3 та йирик («Ўздунробита» ҚК, «Юнител» МЧЖ ва «Coscom» ҚК) мобиль алоқа операторлари тармоқлари эгаллади. 2005 йилнинг ноябрь ойида Ўзбекистонда миллионинчи фойдаланувчи қайд этилди. Кейинги йилларда бу кўрсаткич қўшалоқ суръатларда ошиб борди. 2006 йилнинг сентябрь ойида – абонентлар сони 2 миллионга, 2007 йилда – 5 миллионга, 2008 йилда – 9 миллионга, 2011 йилнинг январь ойида эса 21,5 миллионга етди (3.4-расм).



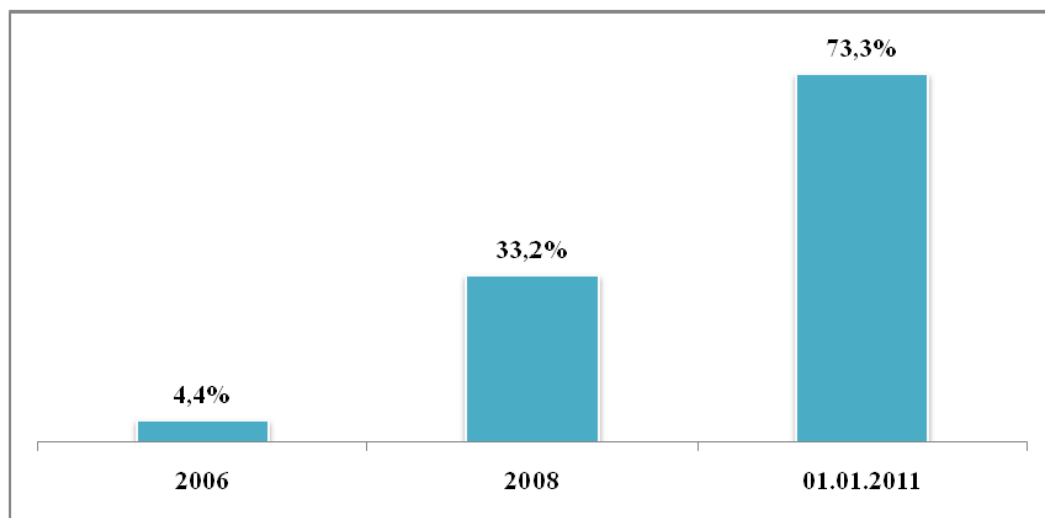
3.4-расм. Мобиль алоқа абонентлари сонининг ўсиши.

Бугунги кунга келиб, Ўзбекистонда 4 та мобиль алоқа операторлари - «Unitel» («Билайн» савдо маркаси остида) и «Coscom» («Ucell» савдо маркаси остида), шунингдек, CDMA стандарти асосида ишлайдиган «Rubicon Wireless Communication» («Perfectum Mobile» савдо маркаси остида) ва «Ўзбектелеком мобайл»нинг филиали «Ўзбектелеком» АК («Uzmobile» савдо маркаси остида) ишлаб турибди. Уларни Ўзбекистон мобиль алоқа бозоридаги улуши 2-расмда тасвирланган.



3.5-расм. Мобиль алоқа операторларининг бозордаги улуши.

Бу операторлар хизматларидан фойдаланувчилар сони 24,3 миллиондан ошади, яъни мамлакат аҳолисининг қарийб 80 %ини ташкил этади (3.6-расм).



3.6-расм. Мобиль алоқада аҳолининг қисми.

Бундай жадал ўсиш, аввало, давлатимиз раҳбарининг замонавий технологияларни жорий этишга қаратилаётган эътибори натижаси ҳисобланади. Бу соҳага йирик хорижий инвестицияларни кириб келишига ҳам имкон яратади. Мобиль алоқа операторлари томонидан бу соҳага 2000-2010 йиллар давомида 1,607 миллиард доллар маблағ сарф қилинди. Президент И.Каримов юқори технологияли телекоммуникация соҳасини ривожлантириш мамлакатимиз учун муҳим аҳамият касб этишини бир неча марта таъкидлаганлар.

Ўзбекистонда 5G йўналиши бўйича ривожланиш ҳар иккала йўналишларда амалга ошмоқда: ҳам симсиз кенг полосали рухсат этиш, ҳам мобил алоқа тизимлари динамик ривожланмоқда. Тошкент шаҳрида биринчи WiMAX тармоғи 2007 йилдан ишлай бошлаган. 2010 йилнинг мартида эса умумий абонентлар сони 12 минг киши бўлган мамлакатнинг 6 та шаҳарларида рухсат этиш нукталарига эга бўлди. 4G технологиялари эса кундан кун кенгаймоқда.

## **4. ҲАЁТ ФАОЛИЯТИ ХАВФСИЗЛИГИ**

### **4.1. Радиоактив нурларининг инсон организмига таъсири ва унга қарши кураш чора–тадбирлари**

Инсон организмига радиоактив нурланиш ички ва ташқи бўлиши мумкин. Радиоактив нурланишлар таъсирида организмнинг умумий қон айланиш тизимининг бузилиши, қон айланиш ритми сусайиши, қоннинг қуйилиши хусусияти йўқола бориши, қон томирларини мўрт бўлиши, овқат хазм қилиш аъзоларининг фаолияти бузилиши, одамнинг озиб кетиши ва организмнинг ташқи юқумли касалликларга қарши курашиши қобилияти камаяди. Радиоактив моддаларни қўлга таъсири қуришқоқ. Ёрилишлар кузатилади ва тирноқ кўчиб тушади. Айрим ички аъзоларда бу нурлар топланиши мумкин, масалан, жигар, буйрак, суякларда ва бутун организмни ишдан чиқаради.

**Нурланиш нормалари.** Ишчиларни ва бошқа ишлар билан радиоактив зоналарда шуғулланаётган ва яшаётган шахсларнинг хавфсизлигини таъминлашнинг асосий воситалари, хавфсиз оралиқ масофалари билан таъминлаш, нурланиш вақтини камайтириш, умумий муҳофаза воситалари ва шахсий муҳофаза воситаларидан фойдаланишдир. Бундай радиоактив нурланишлар миқдорини улчровчи асбоблардан фойдаланиб нурланиш дозасини билиш муҳим аҳамиятга эга.

Асосий нормалловчи хужжатлар “Радиоактив хавфсизлик нормалари (НРБ-76)”, “Радиоактив ва бошқа ионлашган нурланиш манбалари билан ишловчилар учун асосий санитария қоидалари” (ОСП-72), ГОСТ12.2.018-76 “ССБТ”. Ишчиларни муҳофаза қилиш учун йўл қўйилган дозаси (ЙҚД) ва ишловчилар учун бир йиллик нурланиш даражаси 50 йил давомида организмда йиғилган тақдирда унинг соғлигига ва авлодлари соғлигига зарар етмайдиган миқдорлари белгиланилади. НРБ-76 бўйича ЙҚДлари ички ва

ташки нурланишлар бўйича белгиланганда, нурланувчилар тоифаси ва хавфли аъзолар ҳисобга олинади.

**А тоифаси:** ионли нурланиш манбаларида меҳнат қилганликлари сабабли, нурланиш таъсирига дучор бўлиши мумкин бўлган шахслар.

**Б тоифаси:** нурланиш билан иш олиб борадиган саноат корхоналари жойлашган жойда ёки унга яқин зоналарда яшовчи шахслар.

**В тоифаси:** мамлакатнинг ҳхамма аҳолиси яшаш пунктлари.

Ички ва ташки нурланишлар учун йўл қўйилиши мумкин бўлган доза инсон организмнинг энг муҳим қисмларини 3 гуруҳга бўлиш билан белгиланилади:

I – бутун тана, кизил илик.

II–мускуллар, қалқонсимон без, ёғ тўпланувчи хужайралар, жигар буйрак, талоқ, овқат хазим қилиш аъзолари, ўпка, кўз қорачиғи ва бошқалар.

III–суяк тўқималари, қўл териси, елка,болдир ва товонлар.

4.1.-жадвал. Хавфли аъзолар ва хужайралар гуруҳи

| Хавфли аъзолар<br>ва хужайралар<br>гуруҳи | Йўл қўйилиши мумкин бўлган<br>доза (бэр) |         |
|-------------------------------------------|------------------------------------------|---------|
|                                           | 1<br>кварталда                           | 1 йилда |
| I                                         | 3                                        | 5       |
| II                                        | 8                                        | 15      |
| III                                       | 15                                       | 30      |

4.2.-жадвал. Нурланиш таъсиридаги кишилар тоифаси

| Нурланиш<br>таъсиридаги<br>кишилар<br>тоифаси | Йўл қўйилиш мумкин бўлган доза (йилига<br>бэр ҳисобида, хавфли аъзолар гуруҳлари учун) |     |     |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
|                                               | I                                                                                      | II  | III |
| A                                             | 5                                                                                      | 15  | 30  |
| B                                             | 0.5                                                                                    | 1.5 | 3   |

Хар қандай ҳолатда ҳам 30 йил давомида йиғилган доза йўл қўйилиши мумкин бўлган дозадан 12 марта кўп бўлмаслиги керак.

Ишчиларнинг ички нурланишларини камайтириш учун радиоактив моддаларни очик ҳолатда ишлатишга йўл қўймаслик, одам ички аъзоларига, хонадаги ҳаво муҳитига тушиб қолмаслигини таъминлаш, радиоактив моддалар билан қўл, кийим ва хонадаги жихозлар юзасини зарарланишидан сақлаш керак. Очик ҳолда ишлатилганда ичдан нурланиш хавфи бўлган радиоактив моддалар беш гуруҳга бўлинади.

А–нихоятда юқори нурланиш активлигига эга бўлган изотоплар;

Б – юқори нурланишга эга бўлган изотоплар;

В–ўртача нурланишга эга изотоплар;

Г – кичик нурланиш активлигига эга бўлган изотоплар;

Д– нурланиш активлиги жуда кам бўлган изотоплар.

### **Радиоактив нурланишларга қарши кураш чора–тадбирлари.**

Ташқи нурланишдан сақланишда асосан нурланиш вақтини белгилаш, нурланаётган модда билан ишчи орасидаги масофани сақлаш ва экранлар ёрдамида тўсиқ воситаларидан фойдаланиш зарур. Ишчиларни радиоактив нурланиш зонасида бўлиш вақти, унинг йўл қўйилиши мумкин бўлган дозадан нурланиш вақтидан ошмаслиги керак. Нурланиш интенсивлиги нурланаётган моддалар билан ишчи орасидаги масофа кватрига тескари пропорционал эканлигини ҳисобга олиб, маълум масофада туриб ишлаганда экранлардан фойдаланса бўлади. Муҳофаза қилишда экранлардан фойдаланилади, улар нурланиш зарраларини ўтказмаслик хусиятига эга бўлиб, нурлантирувчи модданинг хусусиятига кўра экранлар танланилади.

**Альфа нурланишлардан** сақланишда экран қаршиликларини ҳисоблашнинг ҳожати йўқ. Чунки бу нурланишлар ҳаракат доирасида энг кучли радиоактив моддаларда ҳам 55 мм дан ошмайди. Альфа нурланишларни ойна, плексиглаз, фальганинг энг юпқа хили ҳам ушлаб қолиш мумкин.

**Бетта нурланишлардан** муҳофаза қилишда бетта нурларини ҳаракат масофасини ҳисобга олган ҳолда экран моддаси ва қалинлиги таналанилади.

Мухофаза қилишда оғир металлдан фойдаланилади. Масалан, кўрғошин, вольфрам ва бошқалар яхши натижа беради.

Рентген қурилмалари ишлатилганда икки хил нурланиш ҳосил бўлади. Булар туғри тушаётган нурлар ва хар хил юзаларга тушиб қайтувчи нурлардир. Иш бажараётганда бу нурларнинг иккаласидан ҳам мухофазаланиш чора-тадбирларини қўллаш керак. Мухофаза экранларининг пухта ишлаётганлигини улчаш асбоблари ёрдамида текшириб турилади. Рентген нурлари билан ишлайдиган хона деворлари рентген нури ўтказмайдиган материаллардан тайёрланган экранлар билан тусиш лозим. Кўрғошин пластикалар ва кўрғошинлаштирилган резиналар бундай нурланишларни ютиш қобилиятига эга. Рентген қурилмаларни қуруқ, ёғоч полли хоналарга ўрнатиш керак. Бу хоналарни шамоллатиш даражаси 3-5 дан кам бўлмаслиги керак.

Радиоактив моддалар билан иш бажариладиган биноларнинг деворлари, пол, шифт ва эшиклари текис ва силлиқ бўлиши керак. Ҳамма бурчаклари радиоактив моддалардан тозалаш осон булиши учун ярим айлана шаклида бўлиши керак. Хоналарда шахсий мухофаза воситалари учун ҳаво бериш тизимлари ташкил килинади. Бино махсус санитария-гигиена жихозларига эга бўлиши керак. Булар- ювиниш қурилмалари, душ хоналари, сув ичиш фавворалари ва бошқалардир.

Радиоактив моддалар билан иш бажариладиган ва улар сакланадиган биноларнинг эшикларига радиоактив хавф белгиси қўйилади.

Нурланишни ўлчовчи асбоблар сифатида радиометрик ва дозиметрик асбоблар ишлатилади. Уларни саноат корхоналарининг ҳолати ва шахсий назорат воситаси сифатида ишлатиш мумкин.

#### **4.2. Электрохавфсизлиги шартлари таҳлили**

Электр алоқа тармоқлари ва 1000В гача электрқурилмалари.

Электр тармоқлари ва электр қурилмаларини 2 гуруҳга бўлиш қабул қилинади:

1 гуруҳ - 1000 В гача кучланишли

2 гуруҳ - 1000 В дан юқори кучланишли

Электр тармоқлари токли қувурлар сони бўйича қуйидагиларга бўлинади:

Бир ўтказгичли, 2 ўтказгичли, 3 ўтказгичли, 4 ўтказгичли.

Бир ўтказгичли тармоқда рельс ёки ер иккинчи ўтказгич саналади. Бу схема бўйича трамвайлар, электровозлар, гоҳида пайвандлаш қурилмалари ишлайди.

2 ўтказгичли тармоқлари - доимий ва ўзгарувчан ток 1 фазали тармоқлари.

3 ўтказгичли ўзгарувчан ток тармоқлари - изоляцияланади ёки ерга туташ нейтралли 3-фазали ток тармоқлари.

4 ўтказгичли тармоқлари - ерга туташ нейтралли ва нолли ўтказгичли 3-фазали ток тармоқлари.

Электр хавфсизлигининг барча тизимлари ва электр қурилмалари шартлари таҳлилида ерга нисбатан 1000 В гача ҳажмли фазада  $C = 0$

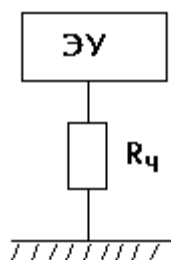
бўлганда,  $X_c = \frac{1}{\omega C} = \infty$  деб ҳисобланади.

1 км дан ошмаган кабель линияларининг умумий узунлигидаги тармоқлар 1000 В гача кичик ҳажмли фазали U тармоқларга тегишлидир.

> 1000 В кучланишли ҳаво тармоқлар ва ≤ 1000 В кучланишли кабель тармоқларида 1-2 км дан ортиқ линия узунлигида исроф бўладиган тоқлар ва ҳажми тоқлар билан ҳисоблашиш зарур.

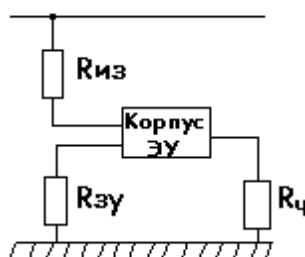
Кучланиш остидаги электр қурилмаларнинг иши чоғида электр токи уришининг 2 характерли жиҳати бор:

1. Инсоннинг электр қурилмасининг ток борадиган қисмларига тегиб кетиши;



4.1-расм. Бир қутбли ўтказгич

2. Инсоннинг кучланиш остида нормал бўлмаган, бироқ изоляция узилиб қолиши ҳолатида, кучланиш остига ўтиши ҳолатида ускуна корпусига тегиб кетишида.



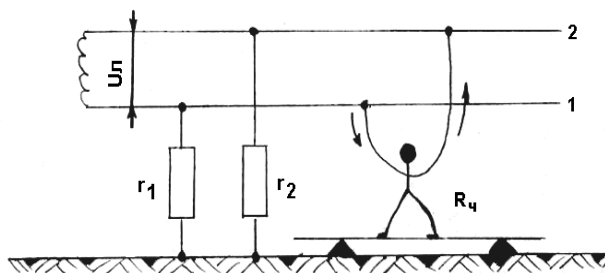
4.2-расм. Икки қутбли ўтказгич

2 турдаги тегиб кетиш бор:

- икки қутбли;
- бир қутбли.

Исталган электртармоқнинг барча ток борувчи қисмлари ердан изоляция қилинади. Ўтказгичнинг ерга нисбатан қаршилигини изоляция қаршилиги ёки утечка (сарфланиш-исроф) қаршилиги деб аташ қабул этилган. У ўтказгич-симнинг ўзининг изоляцияси қаршилиги ва йўлларнинг ерга ёқилган ҳудудларидан ҳосил бўлади (қурилиш конструкциялар, пол, негиз, ер ва хоқазо). Имкониятларнинг турли - туманлиги таъсири остида ўтказгич-сим ва ер ўртасида унча катта бўлмаган ток сарфи ўтади.

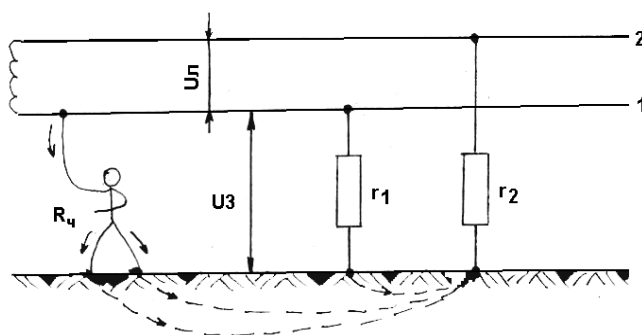
Инсоннинг 1 фазали тармоққа икки қутбли тегиши. Бундай ҳолатда инсон танаси орқали қўл-қўл йўли бўйича ўтадиган ток хажми  $R_{и}$  инсон танаси қаршилиги ва берилган кучланиш билан белгиланади



4.3-расм. Инсоннинг 1 фазали тармоққа икки қутбли тегиши

$$I_u = \frac{U_{\text{л}}}{R_u} (A)$$

Тармоқ изоляция қаршилиги, пойафзал, диэлектрик қўлқоплар ва подставкалар бундай тегиб кетишда, инсонни шикастланишдан ҳимоя қилолмайди. Амалиётда кўпинча бир қутбли тегиб кетиш кўп учрайди.



4.4-расм. Инсоннинг 1 фазали тармоққа бир қутбли тегиши

$$r_1 = r_2 = r_{из}$$

Инсоннинг ердан изоляция қилинган 2-ўтказгичли тармоқ 1-ўтказгичига тегиб кетиши.

Инсоннинг ток боровчи қисмлар (ўтказгичларга) тегиб кетишигача, агар  $r_1 = r_2$  ҳар бир ўтказгичнинг кучланиши ерга нисбатан  $\frac{1}{2}U_{\text{л}} = U_{\text{е}}$ ,  $U_{\text{л}} = 220\text{В}$ , унда  $U_{\text{е}} = 110\text{В}$  ни ташкил қилади.

1 кутбли тегиб кетишда инсон  $r_1$  га ва кейин  $r_2$  га уланган 1-ўтказгичга тегади. Тегиб кетгандан сўнг ўтказгичлар кучланишининг ерга нисбатан қайта тақсимлаш содир бўлади, зеро, биринчи ўтказгич билан ер ўртасида қаршилик камаяди, яъни

$$I_u = \frac{U_{\text{л}}}{2R_u + r_{\text{из}}}; \quad I_u = \frac{220}{2 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3} = 0,0314$$

2 ўтказгичли тармоққа 1 кутбли тегишида инсон ерга нисбатан  $R_{\text{из}}$  тармоқ изоляция ҳимоясида бўлади.

1 ўтказгичга тегаётган инсон ( $r_2 \ll 0$ ) 2-ўтказгичнинг ерга қадалиб қолишида тўлиқ ҳошияли кучланиш остига кириб қолади, яъни

$$I_u = \frac{U_{\text{л}}}{R_u} = \frac{220}{1000}$$

Биринчи ўтказгичга дахлдорлик 2 кутбли тегишдагидек хавфли бўлиб чиқиши мумкин, яъни оқибати ўлим билан тугаши мумкин.

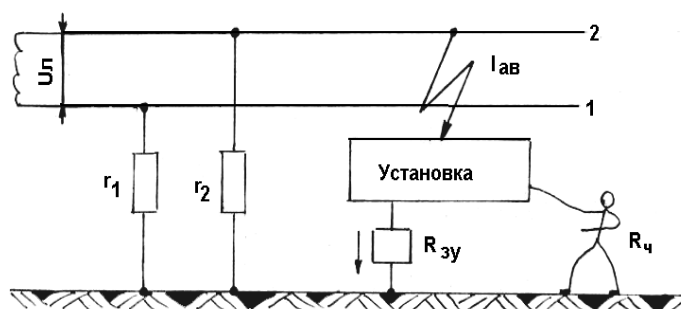
Кўпинча электр қурилмага хизмат кўрсатувчи персонал полда туриб 1-кутбга тегади (яланғоч ўтказгич, қисқич). Унинг қаршилиги инсон танаси билан боғлиқ тарзда бўлади.

Пол қаршилиги ва пойафзал қаршилиги инсоннинг 1000 В гача электр қўрилмадаги ток борувчи қисмларига тегиб кетиши оқибатларини белгиловчи аҳамиятни омил саналади. Агар,

$$r_1 = r_2 = r_{\text{из}} \quad I_u = \frac{U_{\text{л}}}{2(R_u + r_u + r_{\text{об}}) + r_{\text{из}}}$$

Ток борувчи қисмлардан электр қурилманинг корпуси  $r_{\text{из}}$  қаршилиги билан ҳимояланган. Электр қурилмалар корпусини ушлаган (қўл теккизган) инсон ток борувчи қисмлар изоляцияси ҳимояси остида бўлади.

Изоляциянинг  $r_{\text{из}} = 0$  корпусига ўтишида инсон корпусга текканида қурилма кучланиши остига тушади.



4.5-расм. Ток борувчи қисмлардан электр қурилманинг корпуси қаршилиги билан ҳимояланган.

Электр қурилмалар корпуси ва 2-ўтказгич ўртасида корпусда изоляция пробойида воқеа содир бўлди.

$$R_{зy} \text{ ва } R_{и} \parallel r_2 ; I_u = \frac{U_{лч1}}{R_u(r_1 + r_2) + \frac{r_1 r_2}{a}} ; a = \frac{R_{зy}}{R_u + R_{зy}} - \text{электр қурилмаларнинг}$$

туташ қаршилиги.

Ток катталиги  $I_{1ч}$  га а катта таъсир кўрсатади, яъни а дан қанчалик кам бўлса,  $I_ч$  шунча кам.

$$\text{Масалан: } U_{л} = 220 \text{ В}$$

$$r_1 = r_2 = 3 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$R_{зy} = 4 \text{ Ом}$$

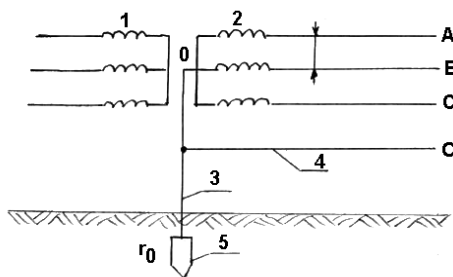
$$R_{и} = 1000 \text{ Ом}$$

$$R' = aR_u ; a = \frac{R_{зy}}{R_u + R_{зy}} = \frac{4}{4 \cdot 1000} = 0,004$$

$$I_u = \frac{220 \cdot 3000}{1000(3 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^3) + \frac{9 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^{-3}}} = 0,003 \text{ А} = 3 \text{ мА}$$

Ток хавфли эмас, фақат бармоқлар қалтирайди.

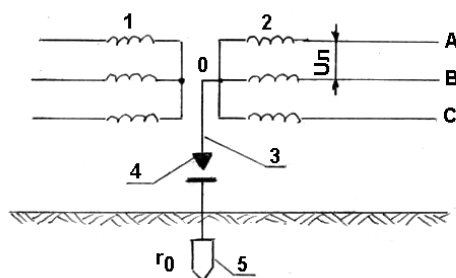
3 фазали ток, электр таъминотнинг барча тизимлари 2 турга бўлинади: трансформатор нейтраль ердан изоляцияли 3 фазали тармоқ ва N ерга туташ 3 фазали тармоқ. Ўзгарувчан ток  $f = 50$  Гц изоляцияли нейтраль билан 3 фазали тармоқ.



4.6-расм. 3 фазали ток

Изоляцияли - ер ўтказма предохранитель орқали паст кучланиш тармоғи трансформатор қопламасининг нутқини бирлаштирадиган қурук қувурдир.

И авария ҳолатида (к.з. трансформатор қопламасида) юқори кучланиш тармоғи паст кучланиш тармоғи томонига ўтмаслиги учун (нотўғри ҳимояда) электр тармоқни ишдан чиқариши мумкин.



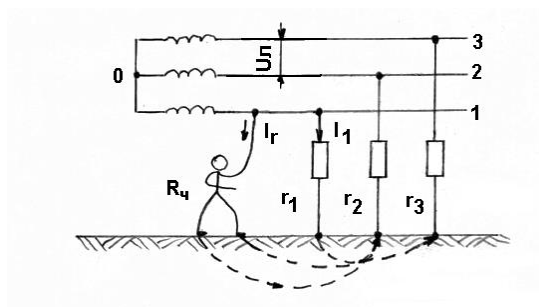
4.7-расм. Ерга туташ 3 фазали ток

И ерга туташ 3 фазали тармоқ катта узунликдаги тармоқларда қўлланилади ва ўтказма предохранитель йўқлигида изоляцияли нейтраль тармоқлардан фарқланади..

Паст кучланиш тармоғ қопламасининг 0 нуқтаси суст ерга туташ. Бундай тармоқлар кўп ҳолларда 4-ўтказгичли бўлади.

Изоляцияли нейтраль билан 3-фазали ток тармоқлари умумий давомийлиги  $\leq 1$  км ли 1000 В гача кучланишли тармоқлардир. Тармоқ зичлиги ерга нисбатан инобатга олинмайди.

Инсоннинг ердан изоляцияли нейтраль тармоққа 1 қутбли тегиши ҳолатини кўриб чиқамиз.



4.8-расм. Инсоннинг ердан изоляцияли нейтраль тармоққа 1 қутбли тегиши

$U_{\phi 1} = U_{\phi 2} = U_{\phi 3}$  яъни  $r_1, r_2, r_3, r_{из}$  деб қабул қиламиз.

Инсон 1-фазага тегиб,  $r_{из}$  ўтказгичлар орқали 2 бошқа фазаларга боғланади.

$r_1 = r_2 = r_3 = r_{из}$   $I_1 = I_2 = I_3 = I$  сарф инсоннинг ток борувчи қисмига тегиб кетгунга қадар.

Тегиш дақиқасигача:

$$U_1 = I_1 R_1 \quad U_1 = U_2 = U_3$$

$$U_2 = I_2 R_2 \quad U_0 = 0 - N \text{ ток манбаининг ерга нисбатан кучланиши.}$$

$$U_3 = I_3 R_3$$

Инсоннинг 1-фазага тегиши ҳолатида  $r_{из}$ , фазанинг ерга нисбатан олинганида симметрия бузилади ва ерга нисбатан барча фазаларнинг кучланишлари қайта тақсимланади. 1 фаза кучланиши камаяди,  $U_2$  ва  $U_3$  анча кўпаяди.

$$I_{\phi} = \frac{3U_{\phi}}{3R_{\phi} + r_{из}} = \frac{\sqrt{3}U_{\phi}}{3R_{\phi} + r_{из}};$$

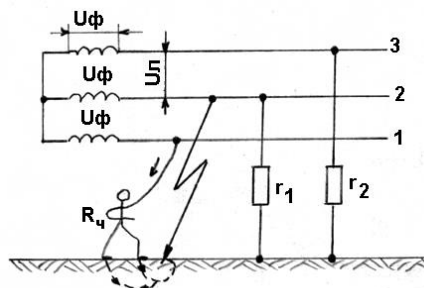
Инсон ерга нисбатан фаза изоляция ҳимояси остидадир. Изоляцияни юқори даражада ушлаб туриш зарур

$$I_u = \frac{3 \cdot 220}{3 \cdot 1000 + 100000} = 0,0064 = 6,4 \text{ мА}$$

Агар,  $r_1 \neq r_2 \neq r_3$ , бўлса, унда

$$I_u = \frac{\sqrt{3}U_\phi r_1 \sqrt{r_2^2 + r_2 r_3 + r_3^2}}{R_u(r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3) + r_1 r_2 r_3} A$$

Эксплуатация жараёнида ўтказгичлар изоляцияси пасайиши (сустлаши) ва авария аҳволида бўлиб қолиши мумкин. Бундай ўтказгичга тегиш ҳолатида инсоннинг токдан шикастланиш хавфи кескин ортади.

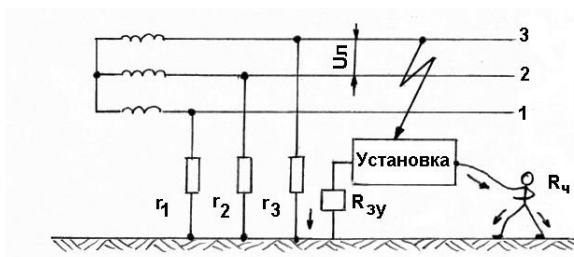


4.9-расм. Эксплуатация жараёнида ўтказгичлар изоляцияси пасайиши

Ҳар қандай фазанинг ерга туташиб узилишида  $r_2 = 0$  ёки  $r_3 = 0$ , инсон 1-ўтказгичга тегиб,  $U_{\text{лин}}$  га тушиб қолади

$$I_2 = \frac{\sqrt{3}U_\phi}{R_u} = \frac{U_\phi}{R_u}$$

Ўтказгичлар изоляцияси ўзининг химоя таъсирини йўқотади. Шу тариқа изоляцияли нейтраль тармоқларда  $r_{\text{из}}$  хизмат кўрсатувчи персонал томонидан катта эътибор талаб этади.



4.8-расм. Инсоннинг электр қурилмалар корпусига 3-ўтказгич изоляцияси узилиши ҳолатида, изоляцияли нейтраль 3-фаза тармоқда тегиши.

$$I_2 = \frac{\sqrt{3}U_\phi}{3R_u + \frac{r_{\text{из}}}{a}};$$

$$U_{\text{л}} = 380$$

$$r_{\text{из}} = 100\,000$$

$$a = 0,004$$

Электр қурилмалар корпусига изоляция узилишида, ўтказгич узилиши, қўрилманинг ерга туташмаслик ҳолатида инсоннинг қурилма корпусига тегиши ток боровчи қисмига тегиши каби хавфли.  $I_{\text{ч}} = 0,026 \text{ мА}$ .

## ХУЛОСА

Бугунги кунга келиб 5G тармоқлари тижорий тарқалишига кўра LTE технологиясидан минимум бир йилга олдинда ва ўзининг қамраб олиш географиясини оширишда давом этмоқда. Ўзининг ҳолатида WiMAX технологиясига ўтиш DSL тармоқлар ва модемлардан ўтишнинг энг эҳтимолли йўли ҳисобланади. WiMAX технологияси маълумотларни узатиш тезликларининг оширилишини таъминлайди, нарх бўйича арзон ускуналарни таъминлайди, шунингдек, келажакда каттароқ тезликли томонга ўтишда кўприк ҳисобланади. Яқин келажакда бу "каттароқ тезликли" LTE технологияси бўлади. Лекин бунинг учун у кенг рухсат этишли бўлишини кутиш керак бўлади. Ҳозирча эса, турли тахминларга кўра, келажакда операторлар ўзларининг 2G ва 3G тармоқларини қўллаб-қувватлайди ва товушли сервисни ҳамда асосан қабул қилинадиган қамраб олиш зонасида Интернетга қисқа полосали рухсат этишни таъминлайди. Ўз навбатида, WiMAX ва LTE тармоқлари 2G ва 3G тармоқларга "кенг полосали" қўшимча сифатида қурилади. Бу технологияларнинг яхши сифатларини ўзида бирлаштирадиган гибрид тармоқлар ва кўп режимли абонент ускуналари (масалан, EV-DO/WiMAX ва HSPA/LTE) оммавий бўлади.

Бунда ҳамма нарсадан кўра, яқинда сўнгги фойдаланувчи ютиши қувонарли ҳол. Дунё кўз ўнгимизда ўзгармоқда. Замонавий инсон ақлли равишда ўз вақтини тақсимламоқда ва дунёни тез ўйлашга, ишлашга, яшашга ва ўз ижодий ғояларини ишлатишга имкон берадиган ягона ахборот муҳити сифатида қабул қилмоқда.

## АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. И.А.Каримов. Юксак маънавият – енгилмас куч, Тошкент, 2010 йил.
2. А.Х.Абдукадиров, Д.А.Давронбеков «Мобиль алоқа тизимларининг 4G авлоди».
3. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. Технология и протоколы. С-Пб.: БХВ- Санкт-Петербург, 2005.
4. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 3-е изд. Санкт-Петербург, 2006.
5. Пескова С.А. «Сети и телекоммуникации». 3-изд. М., 2008.
6. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н. «Цифровые системы передачи».
7. Бабищ Н.П., Жуков И.А. «Основы цифровой схемотехники». 2008.
8. Берлин А.Н. «Коммутация в системах и сетях связи». М., 2008.
9. Дианов В.Н. «Диагностика и надежность автоматических систем». 3-е изд., стер. М., 2008.
10. Бакланов И.Г. «Технологии ADSL / ADSL2 +: теория и практика применения». М., 2008.
11. Берлин А.Н. «Цифровые сотовые системы связи». М., 2008.
13. Кааранен Х. «Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы»
14. Ложников П.С. «Обеспечение безопасности сетевой инфраструктуры на основе операционной системы Microsoft». Практикум
15. Семенов Ю.А. «Алгоритмы телекоммуникационных сетей. В 3 частях. Ч.1: Алгоритмы и протоколы каналов и сетей передачи данных».
16. Богданов А.В. «Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем». Курс лекций. 2008.
17. Лихтциндер Б.Я., Кузякин М.А., Росляков А.В., Фомичев С.М. Интеллектуальные сети связи. - М.: Эко-трендз, 2000.
18. Мухамадиев Ў. Бир зумдаги алоқа.- Тошкент, “Фан”, 2000.

19. Мухитдинов Х.А. Состояние и перспективы развития телекоммуникаций Республики Узбекистан в годы независимости. Международная НТК «Состояние и перспективы развития связи и информационных технологий Узбекистана», Ташкент, 2005.

20. Основы построения систем и сетей передачи информации. Учебное пособие /В.В.Ломовицкий, А.И.Михайлов, К.В.Шестак, В.М.Щекотихин; под ред В.М.Щекотихина – М.: Горячая линия-Телеком, 2005.