

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ЎРТА МАХСУС, КАСБ-ХУНАР ТАЪЛИМИ МАРКАЗИ

А.М.ЭШМУРАДОВ, Д.Т.НОРМАТОВА

АБОНЕНТ КИРИШ ТАРМОҚЛАРИ

Касб-хунар коллежлари учун ўқув қўлланма

Тошкент 2018

Муаллифлар: А.М.Эшмурадов, Д.Т.Норматова. “Абонент кириш тармоқлари”. Ўқув қўлланма , ТАТУ, 102 - бет, Тошкент 2018.

Ўқув қўлланма “3550100-Телекоммуникация технологиялари” тайёрлов йўналишининг “3550101-Коммутация ва узатиш тизимларини монтаж қилиш, ишлатиш ҳамда маълумотлар узатиш тармоғи техниги” касби бўйича таҳсил олаётган талабалар учун мўлжалланган. Унда симли абонент кириш тармоғининг қурилиш тамойиллари, кириш тармоғида қўлланиладиган FTTx, PON ва xDSL технологияларининг вазифаси, уларнинг тармоқда қўлланиш усуллари, абонент кириш мультиплексорлари ва тармоқ модемлари келтирилган. Шунингдек қўлланмада симсиз абонент кириш тармоқларининг қурилиш тамойиллари, WiMAX тармоғининг архитектураси ва қурилиш тамойиллари, WiFi технологияси, MESH тармоғи модемларининг қўлланилиш хусусиятлари ҳамда адаптив антенна тизимлари ҳақида маълумотлар келтирилган.

Ўқув қўлланма Тошкент алоқа касб-хунар коллежида ўтилатган “Абонент кириш тармоқлари” фанининг ишчи ўқув дастури асосида тайёрланган.

Мухаммад Ал-Хоразмий номидаги ТАТУ ИУК йиғилишида кўриб чиқилган (_____, ____– сонли баённома.) ва чоп этишга рухсат этилган

Мухаммад Ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялар университети 2018

Сўз боши

Кейинги пайтларда телекоммуникация технологияларининг жадал суръатларда ривожланиши ва техниканинг бир авлодидан иккинчисига ўтиш даврининг йилдан йилга қисқариши кузатилмоқда. Республикамиз мустақилликка эришгандан сўнг телекоммуникация тармоқларини жаҳон стандартлари асосида реконструкциялаш ва ривожлантириш ишларини тубдан жадаллаштиришга талаб кундан кун ошиб бормоқда. Шу билан бирга қўйилган талабларни бажариш учун имкониятлар яратилмоқда. Бу жараён Республикамиз телекоммуникация тармоғига катта ҳажмдаги инвестицияларни киритиш ва тармоқни янги техника ва технологиялар асосида қайта қуришга олиб келди. Айниқса абонент кириш тармоғида қўлланилаётган технологиялар фойдаланувчи учун турли хизмат турларини тадбиқ этмоқда. Тадбиқ этилган технологияларга сарфланган харажатларни қоплаш ва бу мураккаб техника воситаларининг узлуксиз ва самарали ишлашини таъминлашнинг асосий омилларидан бири телекоммуникация соҳасида хизмат қилаётган мутахассисларнинг малакасидир. Шу сабабли телекоммуникация соҳасида мутахассислар тайёрлаш ва уларнинг малакасини доимий равишда ошириш давлат аҳамиятига эга бўлган устувор масалалардан биридир.

Кадрлар тайёрлаш Миллий дастурида кўрсатиб ўтилганидек, замонавий ахборот технологияларини қўллаш асосида ягона ахборот маконини яратиш Республикамизда таълим тизимини ривожлантиришнинг асосий омилларидан бири ҳисобланади.

Юқори малакага эга бўлган кадрлар тайёрлаш масаласини ечишда телекоммуникация соҳасидаги адабиётлар, хусусан давлат тилида тайёрланган ўқув ва илмий техник адабиётларнинг мавжудлиги катта ўрин эгаллайди

Ушбу ўқув қўлланма «Абонент кириш тармоқлари» фани бўйича алоқа касб-ҳунар коллежлари талабалари ва телекоммуникация соҳаси муҳандис-техник ходимлари малакасини ошириш борасида ёрдам беради деб ҳисоблаймиз. Ўқув қўлланма иккита бўлимдан иборат бўлиб, биринчи бўлимида симли абонент кириш тармоғининг қурилиши тамойиллари, кириш тармоғида замонавий технологияларнинг тадбиқи масалалари, иккинчи бўлимда эса симсиз абонент кириш тармоғини қуриш учун лозим бўлган технологиялар ҳақида тегишли маълумотлар келтирилган.

КИРИШ

Замонавий ахборот – коммутация олами жуда тез ривожланмоқда. Сайёрамизнинг ҳар бир одамига Интернет, маълумотларни узатиш тармоғи одатий бўлиб қолган. Одам қаерда бўлмасин юқори технологиялар унинг ажралмас қисми бўлиб қолган. Инфокоммуникация технологиялари жамият ривожланиши ва одамлар ҳаёт тарзини ўзгаришига таъсир этувчи муҳим омилларнинг бири бўлиб қолди. Уларни қўллаш жаҳон фани ютуқларини самаралироқ ишлатишга имкон беради, бизнесни самарали юритишнинг реал имконини яратади, одамларнинг ахборотли ўзаро ишлаши уларнинг Ватан ва жаҳон ахборот ресурсларига киришни ва уларни ахборот маҳсули ва хизматларига ижтимоий ва шахсий эҳтиёжларини қониқтиришини таъминлайди.

Бугунги кунда замонавий ахборот-коммуникация технологияларини жамият ва давлат бошқаруви фаолиятининг барча соҳаларига кенг жорий этиш ҳамда улардан самарали фойдаланиш, фуқароларнинг ахборот олишга доир конституциявий ҳуқуқларини рўёбга чиқариш, давлат бошқаруви органлари фаолиятининг очиқлигини таъминлаш, “электрон ҳукумат” тизимини жадал татбиқ этиш, телекоммуникация инфратузилмаси, маълумотларни узатиш тармоқларини модернизация қилиш борасида мамлакатимиз барча ҳудудида кенг қўламли ишлар амалга оширилмоқда.

Бинобарин, мамлакатимизда мустақилликнинг илк йиллариданоқ, ахборот-коммуникация технологияларини ҳар томонлама раванқ топтириш, унинг ҳуқуқий-ташкилий ҳамда моддий-техник базасини изчил такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратиб келинаяпти. Ахборот-коммуникация технологиялари замонамиз учун долзарблигига монанд суръатда бошқа соҳаларга нисбатан жадал ривожланаётганини алоҳида таъкидлаш жоиз.

Истиқболда интернетнинг миллий сегменти янада шакллантирилишини ҳамда унга кенг полосали уланишни кенгайтириш, телефон алоқаси, телевидение ва радиоэшиттиришнинг рақамли тизимларига

тўлиқ ўтишни таъминлаш, аҳолининг, хусусан, ёш авлоднинг ахборотга бўлган ҳамда интеллектуал талаб ва эҳтиёжларини қондириш мақсадида тармоқ ресурсларини ривожлантириш учун зарур техник ҳамда қулай шарт-шароитларни яратиш айтиш мумкин.

Узатиладиган ахборотлар ҳажмининг ошишига бўлган талабларга боғлиқ ҳолда телекоммуникациянинг жадал ривожланиши, алоқа тармоқларини ва айтиш абонент кириш тармоқларини тубдан мукамаллаштириш зарурлигига олиб келди. Бу биринчи навбатда пакетли узатишли, сифатли, кенг поласали хизматларни тақдим этиш учун керак бўлди.

Алоқанинг замонавий тарзда ривожланиши шундай телекоммуникация тизимларига ўтишдан иборатки, уларда хизматларни тақдим этиш электр алоқа тармоқларининг функционаллашувидан алоҳида бўлиб, турли хизмат турларини тақдим этиш учун пакетли трафикка йўналтирилган ягона мультисервиси тармоқлар ишлатилади. Абонент кириш тармоқларини ривожлантирувчи калит йўналиш бу – барча участкаларда толали оптиканинг қўлланилишидир. Бу йўналишда стандартлар, абонент тармоқларини ташкил этиш воситалари, лойиҳалар ишлаб чиқилган. Шунинг учун бўлажак соҳа мутахассислари замонавий ва истиқболли абонент кириш оптик тармоқларини лойиҳалаштириш ва қуриш масалаларини билишлари керак. Шунингдек ишчи ходимлар ҳам оптик абонент кириш тармоқларини лойиҳалаштириш, қуриш ва уларни эксплуатацияси бўйича малакаларини узлуксиз ошириб боришларига ҳам талаб мавжуд.

Абонент кириш тармоқларининг барча технологик ечимларининг катта қисми телекоммуникациялар бўйича халқаро электр алоқа иттифоқи ХЭИ-Т – ITU-T (International Telecommunications Union) стандартларида ҳамда электроника ва электротехника инжинерлари институти – IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) нинг стандартларида ишлаб чиқилган.

1.СИМЛИ АБОНЕНТ КИРИШ ТАРМОҒИНИНГ ҚУРИЛИШИ

1.1.Абонент кириш тармоғининг вазифалари

Телекоммуникация тармоқларини икки даражали тармоқ сифатида таърифлаш мумкин: транспорт ва коммутацияланувчи тармоқлар. Ҳам транспорт, ҳам коммутацияланувчи тармоқларни иерархик сатхлар бўйича ажратиш мумкин. Электр алоқа тармоқларида иерархиянинг тўртта сатхини ажратиш мумкин (1.1- расм).

Моделнинг биринчи элементи – фойдаланувчи биносидаги тармоқ (Customer Premises Equipment -CPE). Иккинчи элемент - абонент кириш тармоғи (Access Network), у транзит(транспорт) тармоққа чиқишни таъминлайди. Бу тармоқ иккита сатхга ажралади – маҳаллий (Local) ва шаҳарлараро (Long-distance).

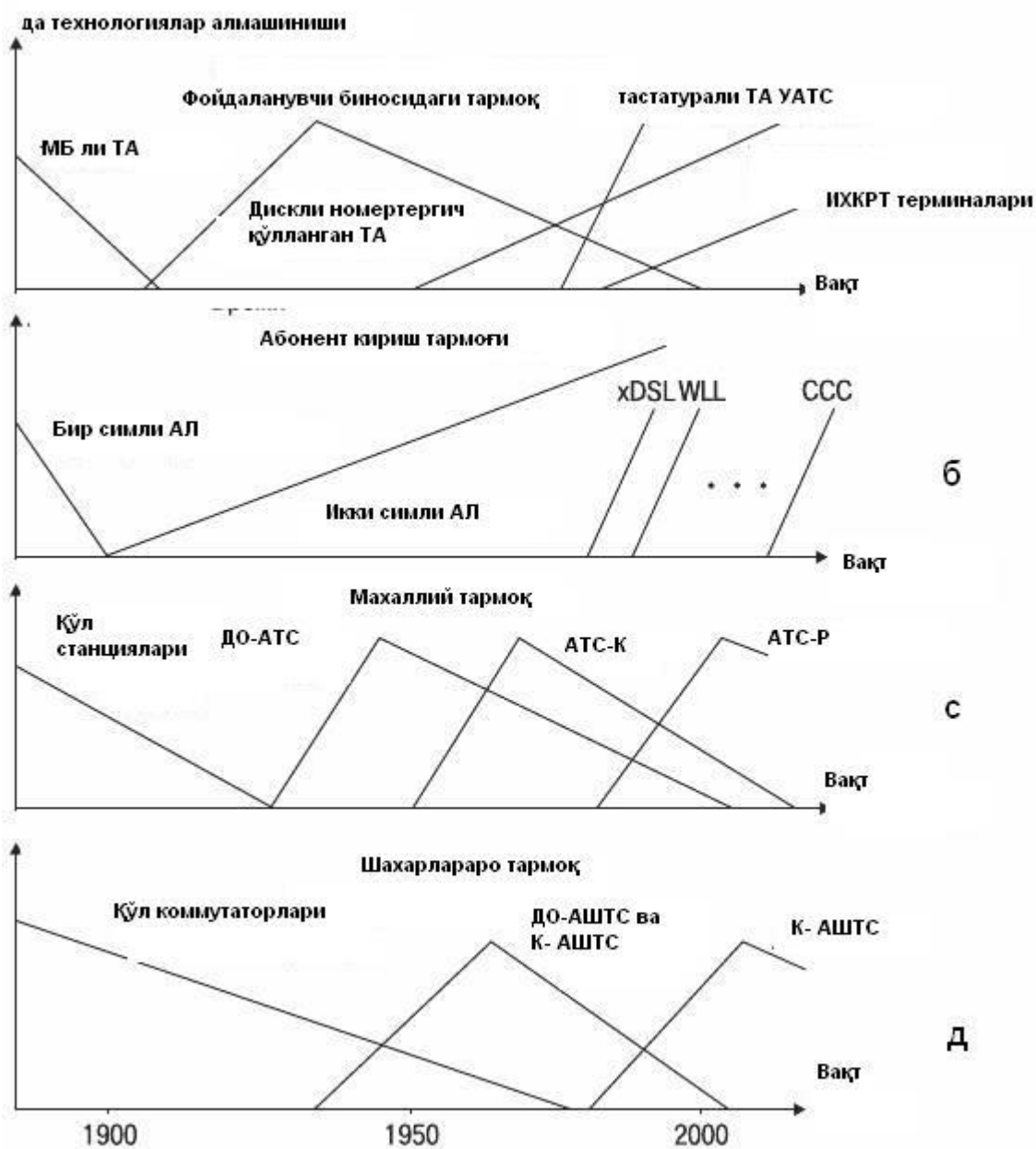


1.1- расм. Электр алоқа тармоқларида иерархик сатхлар

Абонент кириш тармоқлари шаҳар ёки қишлоқ телефон тармоқлари таркибида бўлганлиги учун 1.2- расмдаги схема бўйича телефон тармоқларида ушбу элементларнинг ривожланиш босқичларини кўриб чиқамиз. Бу босқичларнинг вақт бўйича ривожланиши 1.2- расмда келтирилган.

1.2.а- расмда фойдаланувчи биносидаги технологиялар ривожланиши телефон алоқасига нисбатан кўрсатилган. Телефон алоқа абонент қурилмасида маҳаллий батареяли телефон аппарати (ТА), вақт ўтиши билан дискли номертергич қўлланган ТА, тастатурали ТА ва интеграл хизмат

кўрсатувчи рақамли тармоқда терминалар қўлланган. Шунингдек корхона, ташкилот фойдаланувчилари биносида муассаса автоматик телефон станцияси (УАТС) XX асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб ишлатилган.



1.1- расм. Телефон тармоғининг ривожланиш асосий босқичлари

Абонент кириш тармоқларида (1.2- расм) аввалари бир симли абонент линияси (АЛ), сўнгра икки симли абонент линияси ишлатилган. XX асрнинг охирларида кўплаб янги технологиялар пайдо бўлиши абонент кириш тармоқларини турли усулларда ривожлантириш имконини берди. Расмда

абонент кириш тармоғи эволюциясининг фақат учта муҳим йўналиши келтирилган: турлича стандартли рақамли абонент линиялар (xDSL), симсиз абонент линияси (WLL) ва ССС (йўлдошли алоқа тизимлари).

Маҳаллий ва шаҳарлараро тармоқларнинг ривожланиш босқичлари (1.2, с, д -расмлар) базавий технологияларнинг ўзгариш вақти билан фарқланади, лекин жараёнларнинг алмашилиш кетма – кетлиги эса ўхшашдир: АТС-ДШ ва АМТС-ДШ, АТС-К ва АМТС-К ва ҳакозо.

“Абонент кириш тармоғи” фрагментида технологиялар ўзгариши характери икки нуктаи назардан диққатга сазовордир. Биринчидан, икки симли абонент линиясининг “хаёт цикли” ҳамма жараёнларникидан анча кўпдир. Иккинчидан, кейинги йилларда инфокоммуникацион тизимнинг ҳеч бир элементи абонент кириш тармоғи каби сезиларни ўзгаришларга дучор бўлмади.

XXI асрда расмда кўрсатилган чизиқларнинг ўзгариш характери кўп жихатдан Операторнинг техник сиёсати бўйича аниқланади, одатда бу абонент линияларининг ўтказиш полосасини кенгайтиришдир. Энг оддий варианты – АТС кроссини потенциал миждозлар билан боғлайдиган, физик занжирларга xDSL русумидаги ускуналарни ўрнатиш. Мураккаб бўлгани ва катта инвестицияни талаб қиладиган, иккинчи варианты – ҳамма физик занжирларни оптик толали кабелга алмаштиришдир.

Биринчи вариант жорий масалани ҳал қилади ва инвестициялар бу ҳолда унча кўп бўлмайди. Иккинчи (мураккаб) вариант абонент кириш тармоғининг ўзоқ муддатли эволюциясини таъминлаши мумкин, бунда инвестиция кўп бўлади.

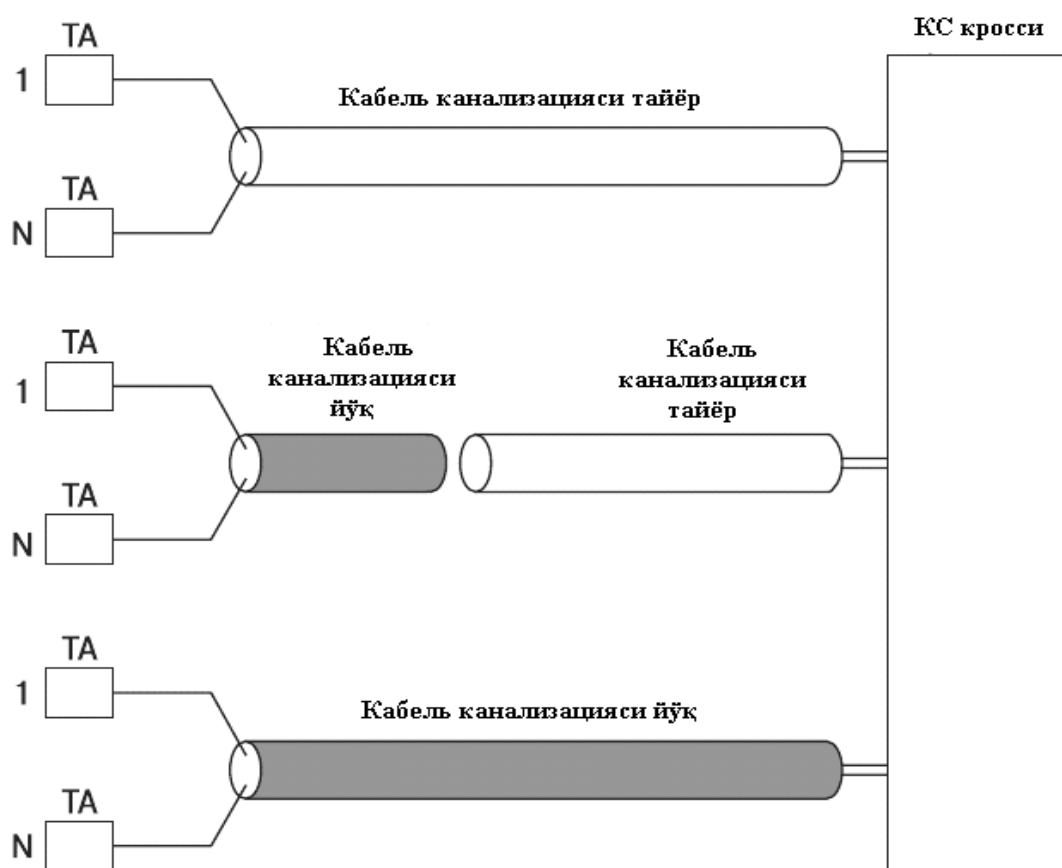
Юқоридагилар асосида эксплуатация қилинаётган абонент кириш тармоқларининг учта хоссасини қуйидагича шакллантириш мумкин:

- узоқ вақтлар мобайнида абонент кириш тармоқларининг тузилиш принциплари ўзгармасдан қолаверди;

- кейинги йилларда вазият радикал ўзгарди, электр алоқа тизимларини модернизациялаш жараёнида қўлланаётган янги технологияларнинг кўплиги буни исботлайди;

- абонент кириш тармоқларининг кейинчалик ривожланиш технологик цикллари Операторнинг техник сиёсати ва унинг молиявий имкониятлари билан белгиланади.

ХЭАИ нинг статистик ҳисоботларида телефон тармоғининг компонентларидан бири, маҳаллий тармоқ линия-кабель иншоотларига харажатлар, умумий харажатнинг 27 % ташкил этиши кўрсатилган. Бунинг катта қисми абонент кириш тармоқларини тузишга сарфланади. Коммутацион станцияга терминаллар гуруҳини улашда юзага келадиган вазиятлар (1.3- расм) бу хулосани исботлайди.



1.2- расм. Коммутацион станцияга терминаллар гуруҳини улашдаги учта вазият

Биринчи вазиятда кабель канализацияси тайёр, сарф харажат минимал бўлади. Иккинчи вазиятда фақат трассанинг бир қисмидагина янги кабель канализациясини тайёрлаш керак бўлади, харажатлар аввалги вазиятдан ортиқ бўлади. Учинчи вазиятда кабель канализацияси мавжуд эмас, янгитдан кабель канализациясини қуриб тайёрлаш керак, харажатлар энг кўп бўлади.

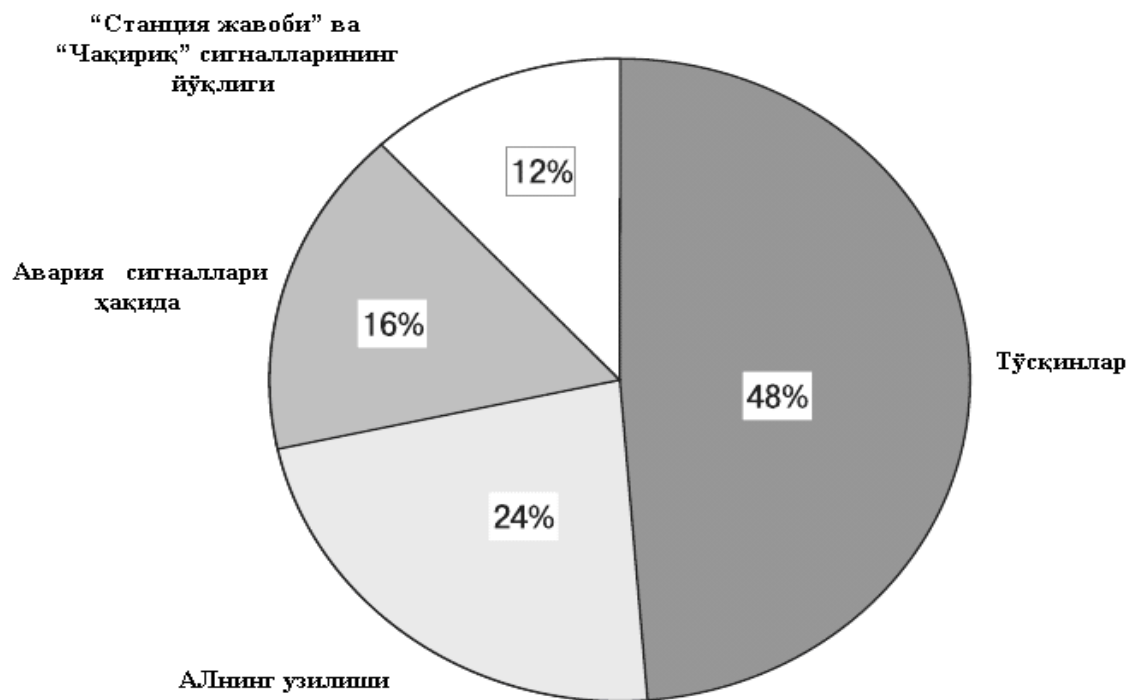
Эксплуатацияланаётган абонент кириш тармоқларининг яна иккита хоссасини ажратиш мумкин:

- абонент кириш тармоқлари телекоммуникация тармоғининг энг қиммат элементларидан бири бўлиб келган ва қиммат бўлиб қолмоқда;

- абонент кириш тармоқларини қуриш билан боғлиқ харажатларнинг Операторга тегишли қисми кенг доирада ўзгаради ва у бир қатор сабаблар билан белгиланади. Бунинг исботни юқорида келтирилган вазиятлар исботлайди. Замонавий инфокоммуникацион тизимлар жуда юқори ишончлилика эга бўлиши лозим. Бу талаблар инфокоммуникацион тизимлар ҳамма элементларининг жуда паст рад этишлар эҳтимоллигида таъминланиши мумкин. Халқаро стандартлаштириш ташкилотининг маълумоти бўйича (1.4- расм) УФТфТда раддиялар сабабларининг тақсимланиши келтирилган.

1.4-расмдан абонентларнинг тахминан чораги абонент линиясининг ишончсизлигидан шикоят қилганлигини кўрсатади. Бундан ташқари, тўсқинларнинг катта қисми абонент кириш тармоқларида рўй беради. Демак Оператор абонент кириш тармоқларида ахборот алмашилиш ишончлилигини оширишга ва сифатига эътибор бериши лозим.

Фойдаланаётган абонент кириш тармоқлари алоқа линияларининг тўпламидир, шунинг учун АЛ ларининг ва абонент кириш тармоқларининг фойдали иш коэффиценти боғловчи линияларга нисбатан анча камдир. Яъни абонент кириш тармоқларини яратишга сарф харажарлар кам самаралидир.



1.4- расм. УФТфТда хизмат кўрсатишга раддиялар сабабларининг тақсимланиши

Бу мулохазалар асосида эксплуатациялаётган абонент кириш тармоқларининг яна иккита хоссасини шакллантириш мумкин:

- абонент кириш тармоқларига ахборот алмашилиш ишончлилиги ва сифати кўрсаткичларининг пастлиги ўзига хосдир;
- абонент кириш тармоқларининг фойдали иш коэффициенти жуда камлиги (ўтказилаётган трафик интенсивлиги) техник воситалардан фойдаланиш самарасининг пастлигига олиб келади.

Эксплуатациялаётган абонент кириш тармоқларининг юқорида кўрилган ўзига хос хусусиятлари, улардан фойдаланишдаги муаммоларни хал этиш учун абонент кириш тармоқларини модернизациялаш долзарб масала бўлиб қолади.

Абонент кириш тармоқларини модернизациялашда структуравий ва технорлогик аспектларни ҳисобга олиш зарур.

Модернизациялашда умумий ёндашув. Абонент кириш тармоқларини модернизациялашда иккита қарама-қарши ёндашувни ажратиш мумкин.

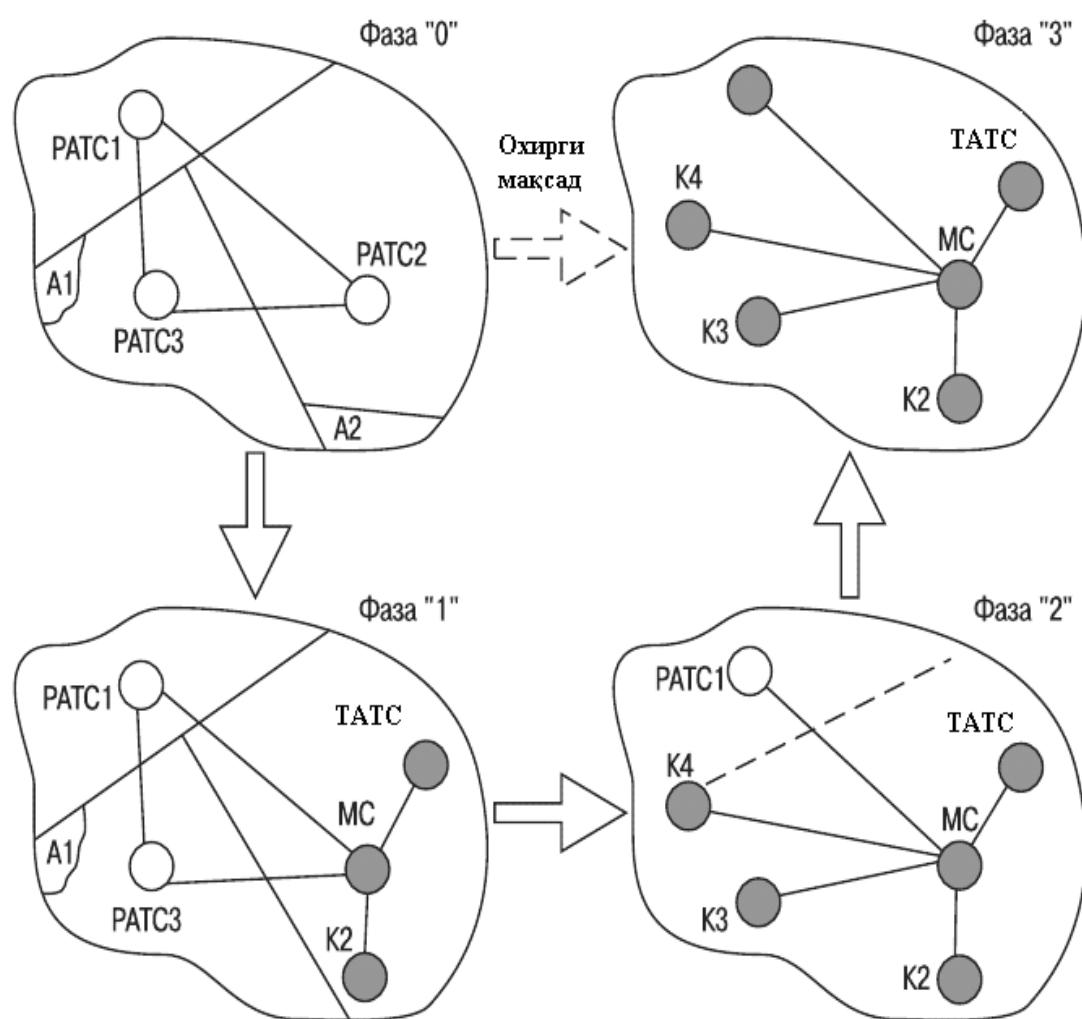
Биринчиси фойдаланилаётган тармоқни ривожланиш охириги мақсадини аниқ тасаввур қилмасдан, жорий масалаларни ечиш, модернизациялаш жараёнида янги технологияларни жорий этиш ортиқча сарф харажат талаб қилмайди. Иккинчи ёндашув –анча мураккаб бўлиб, Оператор модернизациялаш натижасида, тармоқни структуравий тузилиши бўйича аниқ тасаввурга эга бўлади. Янги технологиялар пайдо бўлган тақдирда, уларни жорий этиш модернизациялаш режасига таъсир этиб, ортиқча сарф харажатни талаб қилиши мумкин. Шунга қарамасдан, иккинчи ёндашувда Оператор технологиялар ўзгаришларига максимал даражада инвариант тизимий ечимларга ориентирланса, бу ёндашув анча оқилона бўлади. Иккинчи ёндашув бўйича аналог РАТСли ШТТни модернизациялаш жараёнини (1.5-расм) кўриб чиқамиз.

Оператор тармоқнинг охириги структурасини яққол тасаввур қилади, тармоқ районлаштирилмаган бўлиши керак ва модернизациялаш босқичма – босқич олиб борилади. Тармоқнинг дастлабки ҳолати “0” фазада кўрсатилган, бу фазада телефонлаштирилмаган А1 ва А2 анклавлар кўрсатилган.

1-фазада РАТС-2 рақамли МС билан алмаштирилади, А2 анклавни телефонлаштириш учун К2 концентратор қўйилади, бундан ташқари МСга рақамли УАТС уланади.

2-фазада РАТС-3 концентратор К3 билан алмаштирилади, А1 анклавни телефонлаштириш учун К4 концентратор қўйилади. МСнинг хизматкўрсатиш чегараси ўзгаради, РАТС-1 нинг чегараси пунктир чизик билан аниқланади.

3-фазада РАТС-1 концентратор билан алмаштирилади ва коммутацияланадиган рақамли тармоқнинг оптимал структурасини куриш яқунланади.



1.5- расм. ШТТни модернизациялаш асосий фазалари

Демак, абонент кириш тармоқларини модернизациялашда структуравий аспект. Модернизациялаш натижасида абонент кириш тармоқларининг айрим структуравий характеристикалари ўзгаради, масалан, станция хизмат кўрсатиш территорияси кенгайади, абонент кириш тармоқларининг чиқарилма модуллари (концентраторлар, мультиплексорлар, УАТС) кенг қўлланилади, шунингдек шаҳар қурилиши ўзгарилади.

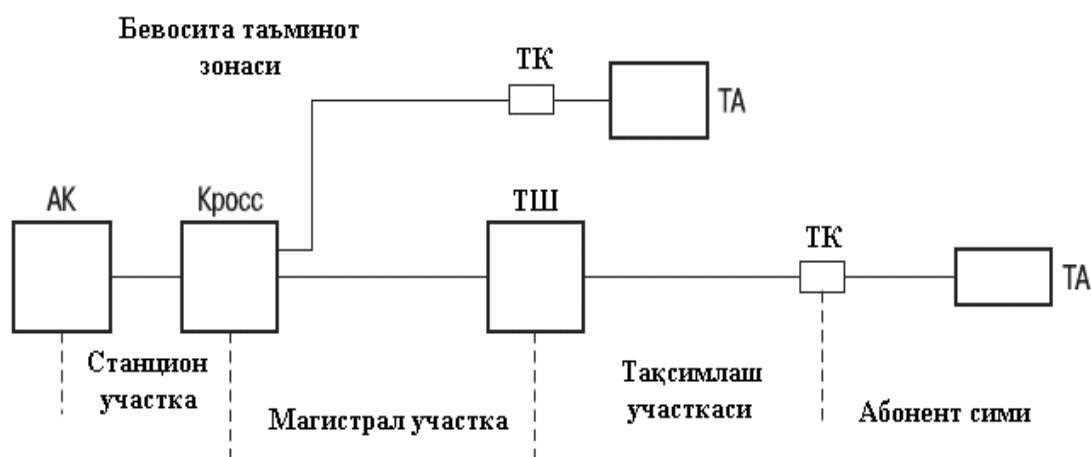
Аналог ШТТнинг типик хисобланган абонент тармоғининг структураси 1.6- расмда келтирилган. Абонент комплекти (АК) ва телефон аппарати (ТА) орасида боғланиш, бошқача айтганда абонент линияси (АЛ), станцион,

магистрал, тақсимлаш участкалари ва абонент сими орқали амалга оширилади. Бу участкаларнинг узунликлари турлича бўлиши мумкин.

Абонент линиясининг ҳамма участкаларининг, станцион участкасини истисно қилганда, узунликлари истиқболли абонент кириш тармоқларини режалаштиришда амалий қизиқиш уйғотади.

Абонент линиясини бошқача талқин этиш мумкин:

- охирги миля (кроссдан уйғача масофа);
- охирги ярд (уй чегарасидаги ажратиш);
- охирги фут (хонадондаги ажратиш).



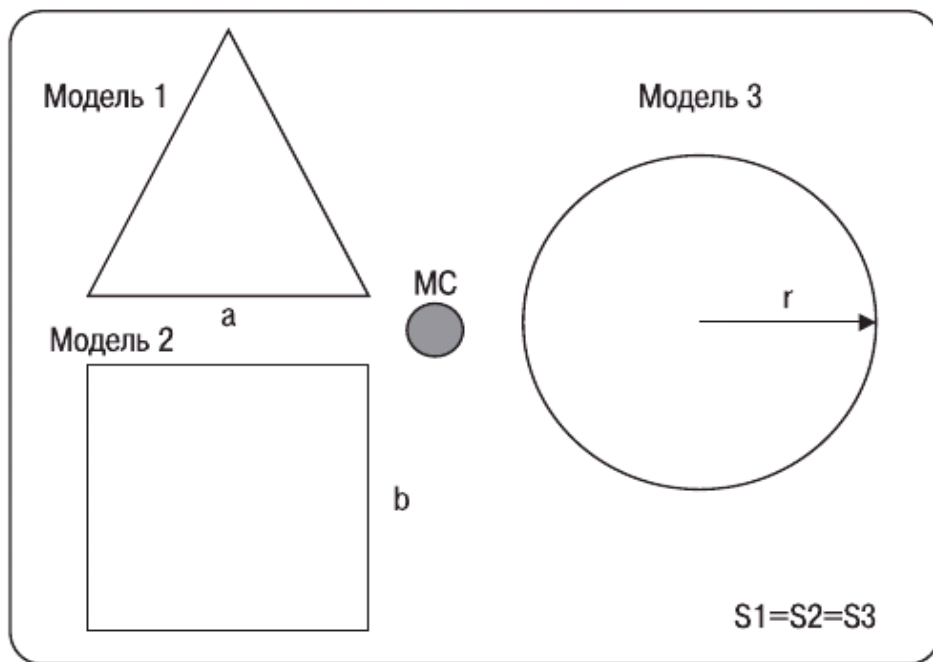
1.6- расм. Коммутацияланадиган аналог станциялар абонент тармоғининг структураси

Абонент линияси узунлигининг абонент кириш тармоқлари нархига таъсирини баҳолаш учун рақамли МС станция олди участкасининг турли шаклда бўлган ҳолларини кўриб чиқамиз. 1.7-расмда тенг томонли учбурчак, квадрат ва доира шакллардан бирига эга станция олди участкасининг модели келтирилган. Қуйидагиларни фараз қиламиз, учта геометрик фигураларнинг майдонлари тенг ($S_1 = S_2 = S_3 = S$), МС участкаларнинг марказига жойлашган бўлсин. Бу учбурчак томони (a), квадрат томони (b) ва доира радиуси (r) узунликларини аниқлаш имконини беради, бу параметрлар қуйидагича аниқланади:

$$a = 2\sqrt{S}/3, \quad b = \sqrt{S}, \quad r = \sqrt{S} / \pi$$

станция олди участкаларида АЛнинг ўртача узунликлари (L1-учбурчак, L2-квадрат, L3- доира) мос холда қуйидагича аниқланади:

$$L1 \approx 0,488 \sqrt{S}, \quad L2 \approx 0,388\sqrt{S}, \quad L3 \approx 0,377\sqrt{S}.$$



1.7- расм. Рақамли МС станция олди участкасининг моделлари

Исталган шаклдаги станция олди участкасининг АЛ ўртача узунлиги майдон квадрат илдизига (\sqrt{S}) пропорционал бўлади. Пропорционаллик коэффициентларининг (0,488; 0,388; 0,377) фарқлари унча катта эмас.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, қўшимча битта терминални уланиш нархи маълум даражада АЛ нинг ўртача узунлиги бўйича аниқланади. Бу МСнинг сиғими ошганда терминални уланиш нархи станция олди майдонининг квадрат илдизи сифатида ошишини билдиради.

Чиқарилма концентраторларни қўллаш нафақат АЛнинг ўртача узунлиги, балки АЛнинг умумий узунлигини ҳам камайтириш имконини беради. Бу ўта муҳим фактдир, чунки МСнинг сифими ортиши билан ҳамма АЛнинг умумий узунлиги анча тез ошади.

Технологик аспектлар. Кейинги йилларда абонент кириш тармоқларида қўлланиладиган технологиялар сезиларли даражада ўзгараётганлиги шубҳасиз намоён бўлмоқда. Абонент кириш тармоқларини модернизациялашнинг технологик аспектларини иккита нуқтаи назардан караш мақсадга мувофиқдир. Биринчидан, “каналлар коммутацияси” усулига ёки умуман олганда, ахборотни тақсимлаш инвариант усулларига йўналтирилган янги технологияларни тахлил қилиш керак. Иккинчидан, қўлланилишини NGN концепсияси аниқлайдиган технологияларга эътибор қаратиш зарурдир.

1.8-расмда абонент кириш тармоқларида қўлланиладиган технологияларнинг классификацияси келтирилган.

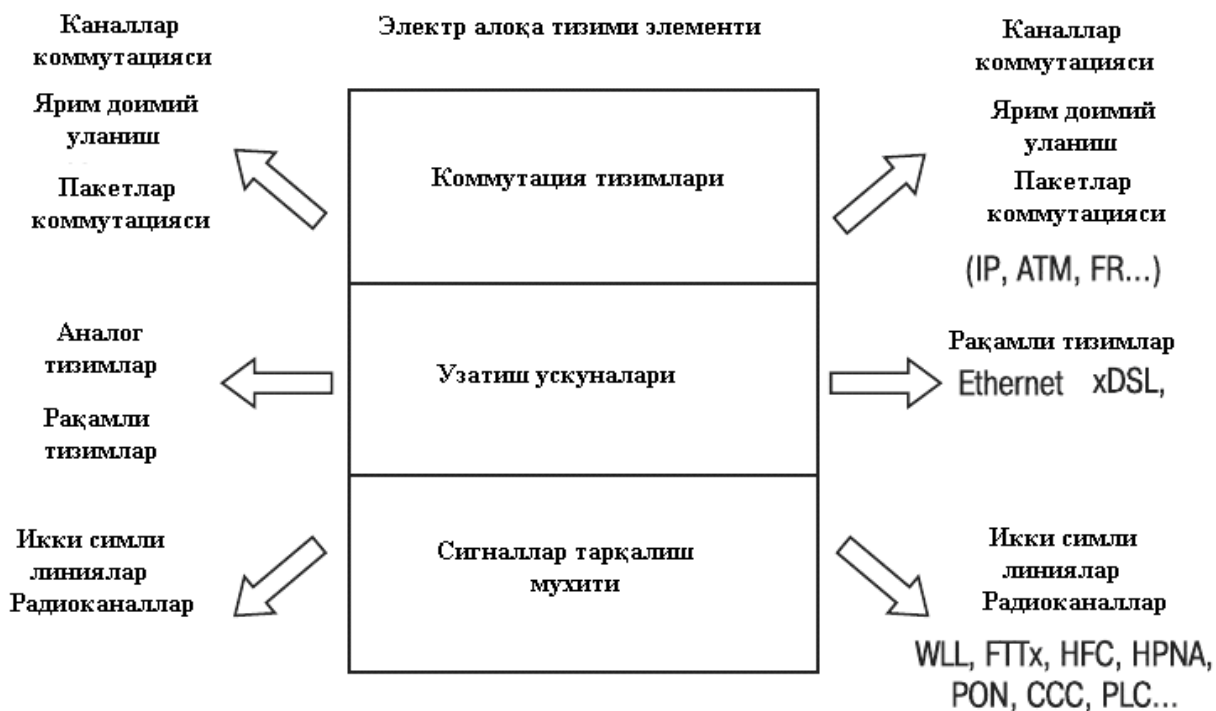
Электр алоқанинг учта элементи – коммутация, сигналларни узатиш ва тарқалиш муҳити ускуналари қўрилган. Расмнинг чап қисмида XX аср охирларида асосий бўлган, расмнинг ўнг қисмида XXI аср бошларида қўлланадиган технологиялар келтирилган.

Коммутация тизимлари учун асосий технологик ўзгаришлар ахборотларни тақсимлаш пакетлар усулларига тегишлидир. Авваллари пакетлар коммутацияси дейилганда ХЭАИнинг Х.25 тавсияларида аниқланган ахборотларни алмашилиш тушунилар эди. Хозирда “пакетлар коммутацияси” термини IP ва АТМ технологияларида, шунингдек кадрларни ретрансляциялаш учун - Frame Relay (FR) технологияларида ишлатилади.

Рақамли узатиш тизимларига қўшимча сифатида, АКТни ривожлантириш учун зарур бўлган янги ускуналарни алоҳида кўрсатиш лозим.

XX аср охири

XXI аср боши



1.8- расм. Абонент кириш тармоқларида қўлланиладиган технологияларнинг классификацияси

1.2. Абонент кириш тармоғига FTTx технологиясини қўллаш

Йилдан-йилга кенг полосали алоқа каналига эга бўлган абонент уланиш тармоқларини ривожлантириш ва кенгайтиришга қизиқиш ортиб бормоқда. Бундай тармоқларни ривожлантириш янги замонавий хизматларга бўлган талабни қондиришга замин яратади. Бундай хизматларга бизнес учун хизматлар (видеоконференция, масофадан таълим, телемедицина) ва кўнгилочар хизматлар (сўров бўйича видео, рақамли телевидение, онлайн ўйинлар ва бошқалар)ни мисол қилиб келтириш мумкин.

Ҳозирги кунгача қўлланиладиган технологиялар ушбу хизматларни етарлича сифатли даражада таъминлаш учун зарур бўлган ўтказиш қобилиятини таъминламайди. Шу сабабли ўсиб бораётган талабларга мос

равишда, иқтисодий самардор ва юқори имкониятли абонент кириш технологияларини қўллаш талаб этилади.

Шундай технологиялардан бири - FTTx (Fiber To The ... — «гача оптик ...») – технологияси бўлиб, белгиланган масофагача оптик тола орқали ишончли алоқани таъминловчи кириш тармоғини қуриш имконини беради. Бугунги кунда ушбу технология кенг тарқалмоқда ва қўлланилмоқда.

Бугунги кунда FTTx ни ташкиллаштиришнинг бир қатор усуллари мавжуд:

- FTTN - Fiber to the Home (уйгача оптик тола ўтказиш);
- FTTB - Fiber to the Building (биногача оптик тола ўтказиш).

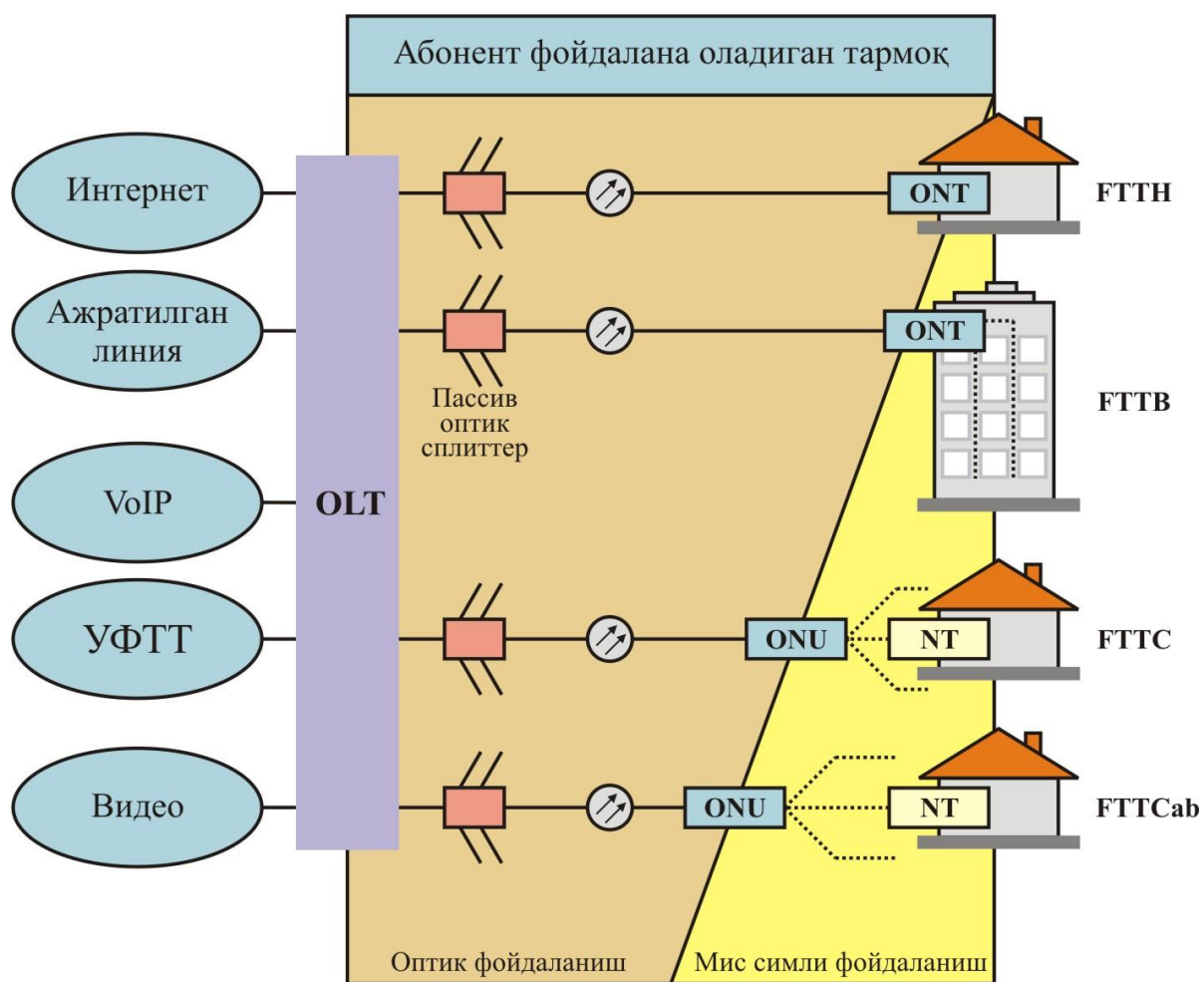
FTTN ва FTTB ларни ўзгартириш орқали келиб чиққан технологиялар:

- FTTO - Fiber to the Office (офисгача оптик тола ўтказиш);
- FTTC - Fiber to the Curb (таксимлаш шкафигача оптик тола ўтказиш);
- FTTOpt - Fiber to the Optimum (оптимал масофагача оптик тола ўтказиш);
- FTTP - Fiber to the Premises (мижоз иш жойигача оптик тола ўтказиш);

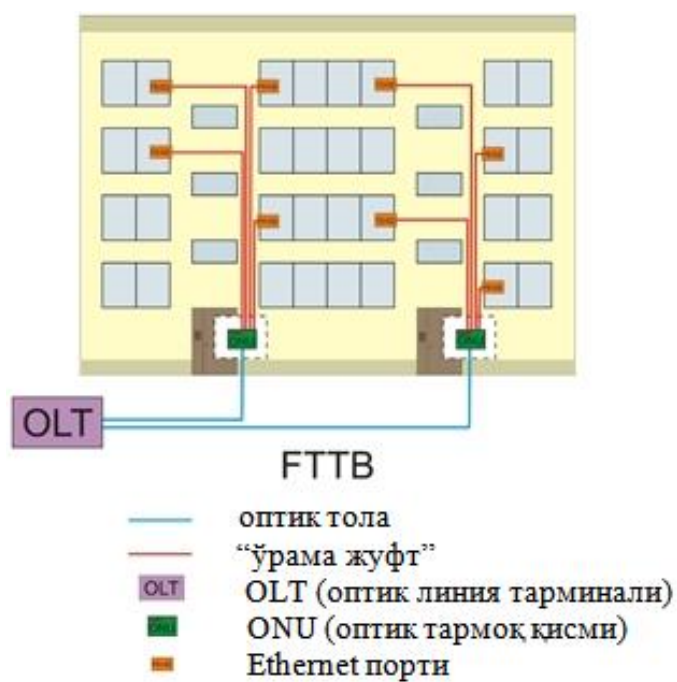
1.9- расмда FTTx концепциясини амалга оширувчи асосий вариантлар келтирилган.

1.9- расмда кўрсатилгандек, абонентга киришнинг исталган усулининг асосини OLT (optical line terminal) тармоқ оптик тугалланиш ва ONT (optical network terminal) абонент тугуни терминали оптик тугалланиш элементларининг ўзаро уланиши ётади. Абонент линияси участкасида ONT ни жойлашувига боғлиқ ҳолда FTTx технологиялари фарқланади.

FTTx нинг биринчи иккита вариантини кўриб чиқамиз.



1.9- расм. FTТх технологиясини амалга ошириш вариантлари



1.10- расм. FTTB абонент уланиш технологияси

Fiber To The Building – биногача оптика ўтказиш. FTTB технологияси қўлланилганда оптик тола абонент уйигача ўтказилади ва ONU (Optical Network Unit) қурилмасига уланади. Алоқа оператори томонида OLT (Optical Line Terminal) - оптик линия терминали ўрнатилади. OLT абонент тармоғининг асосий қурилмаси ҳисобланади ва абонент қурилмаси билан маълумот алмашиш параметрларини белгилайди. Тармоқнинг уйнинг ичигача бўлган қисмига жуфтлик ўрам қўлланилади.

Ушбу ечим кўп хонали уйлар ва бизнес марказларининг тармоғини қуришда мақбул ечим бўла олади. Бугунги кунда кўплаб алоқа операторлари катта шаҳарларда FTTB асосида ўзларининг хизмат кўрсатиш тармоқларини қурмоқдалар. Шу сабабли ҳамма жойда ушбу технология кенг тарқалган. Яна бир устунлиги FTTB технологиясида FTTH га ўхшаб кўп сонли қиммат нархдаги оптик толаларни турли жойларга ва хонадонларга ўтказиш зарурияти йўқ (1.11- расм).



1.11- расм. FTTH абонент уланиш технологияси

FTTH – Fiber To The Home – уйгача оптик тола ўтказиш. Юқорида айтиб ўтилганидек, FTTH технологияси хонадонгача ёки абонентнинг хусусий уйигача оптик тола тортишни тавсифлайди. FTTH асосида тармоқ

қуришнинг икки тури мавжуд: Ethernet асосида ва PON (Passive Optical Network – пассив оптик тармоқ) технологияси асосида.

FTTH нинг Ethernet асосидаги ечимида линияларни коммутациялаш учун оптик портли коммутаторлар ёки оптик узатгичлардан фойдаланиш кўзда тутилади. Коммутаторлар Ethernet (Gigabit Ethernet (GE) ёки Ten Gigabit Ethernet (10 GE)) асосидаги “ҳалқа”га ёки юлдуз топологияга бирлаштирилади. Коммутатор портларига охириги абонентларнинг қурилмалари уланади. Бундай ёндашув оптик каналларни резервлаш ва ҳимоялашда юқори ишончлилиқ даражасини таъминлайди.

Ethernet FTTH ечимининг камчилиги ўтказиш полосасининг торлиги ва тармоқни масштабини кенгайтириш имкониятининг деярли йўқлиги ҳисобланади.

Абонент ҳудудида (ҳонадонда ёки коттежда) CPE (Customer Premise Equipment) қурилмаси ва шунингдек, турли кўринишдаги ахборотни таъминловчи охириги терминал қўлланилади.

PON – пассив оптик тармоқлар асосидаги ечимдан фойдаланилганда FTTH тармоғини қуриш учун оптик пассив сплиттерлар ва тармоқлагичлардан фойдаланилади, уларнинг бўлиниш коэффициентини 1:2 дан 1:128 гача бўлади.

PON оптик тармоғида алоқа провайдери томонида OLT (Optical Line Terminal) қўлланилади, шунингдек, абонент қурилмаси сифатида ONT (Optical Network Terminal) дан фойдаланилади.

ONT коммутациялаш ва мовофиқлаштиришни ўзига жамлаган мураккаб қурилма ҳисобланади. Кенг полосали уранишни тақдим этиш ва хизматларни таъминлашдан ташқари ONT қурилмаси қуйидаги қўшимча функцияларни таъминлайди:

- PON га киришни бошқариш протоколи;
- пакетли режимдаги лазерлар (burst-modelasers);
- юқори даражадаги сигнал қуввати;
- шифрлаш;

- юқори самарадорлик.

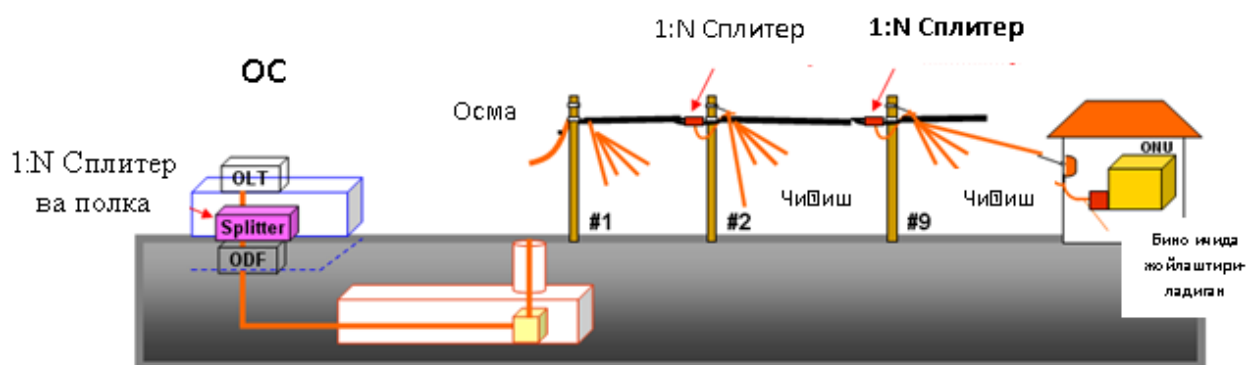
Ушбу қўшимча функцияларPON учун қўлланилувчи ONT қурилмаларининг нархини сезиларли даражада оширади.

Абонент кириш тармоқларини ташкил этишда турли хилдаги хизматларни тақдим этиш – овоз хабарларини, маълумолар пакетини, ҳаракатдаги тасвир ва бошқаларни узатишни тушиниш керак.

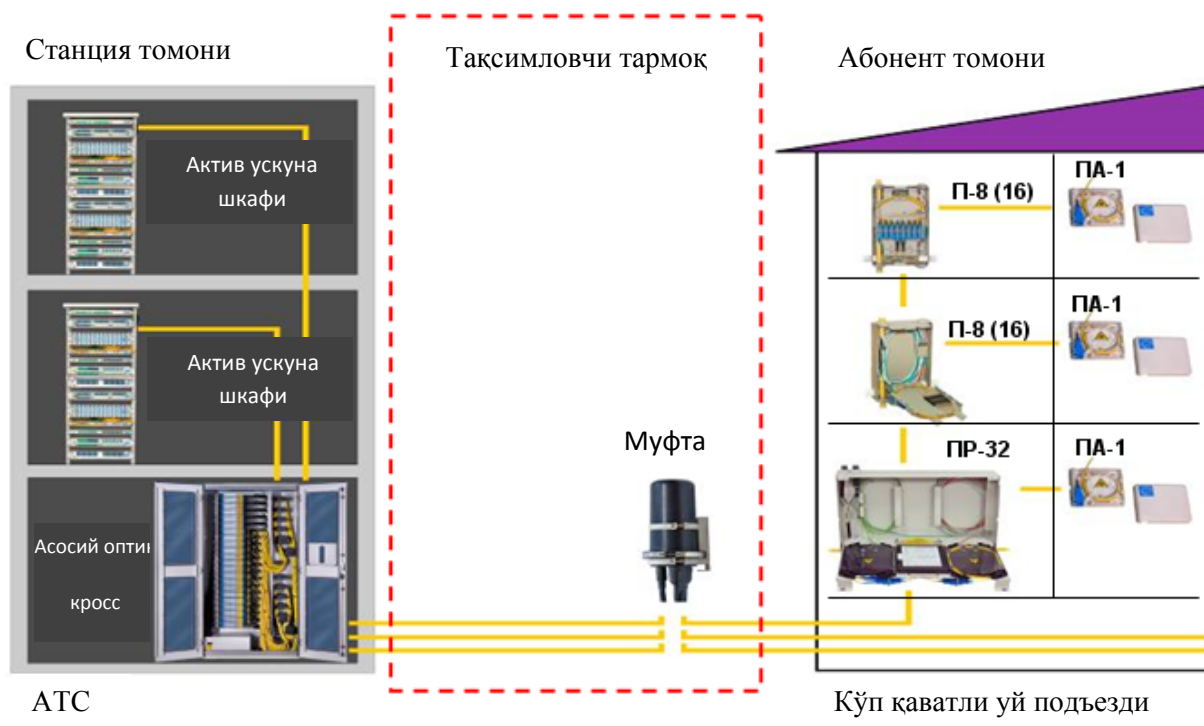
FTTH абонентлари асосан кўп қаватли уйларда яшайди, FTTH FTTB дан фарқли равишда оптик толани абонент хонадонига киритишни англатади [4].

Станциядан аҳоли яшайдиган участкагача оптик кабелнинг устунларга осилган ҳолда тортилиши 1.12- расмда келтирилган. Бу схема Япон олимлари томонидан тасдиқланган бўлиб, иқтисодий самарадор ҳисобланади, яъни ерни қазिशга сарфланадиган харажатларни камайтиради.

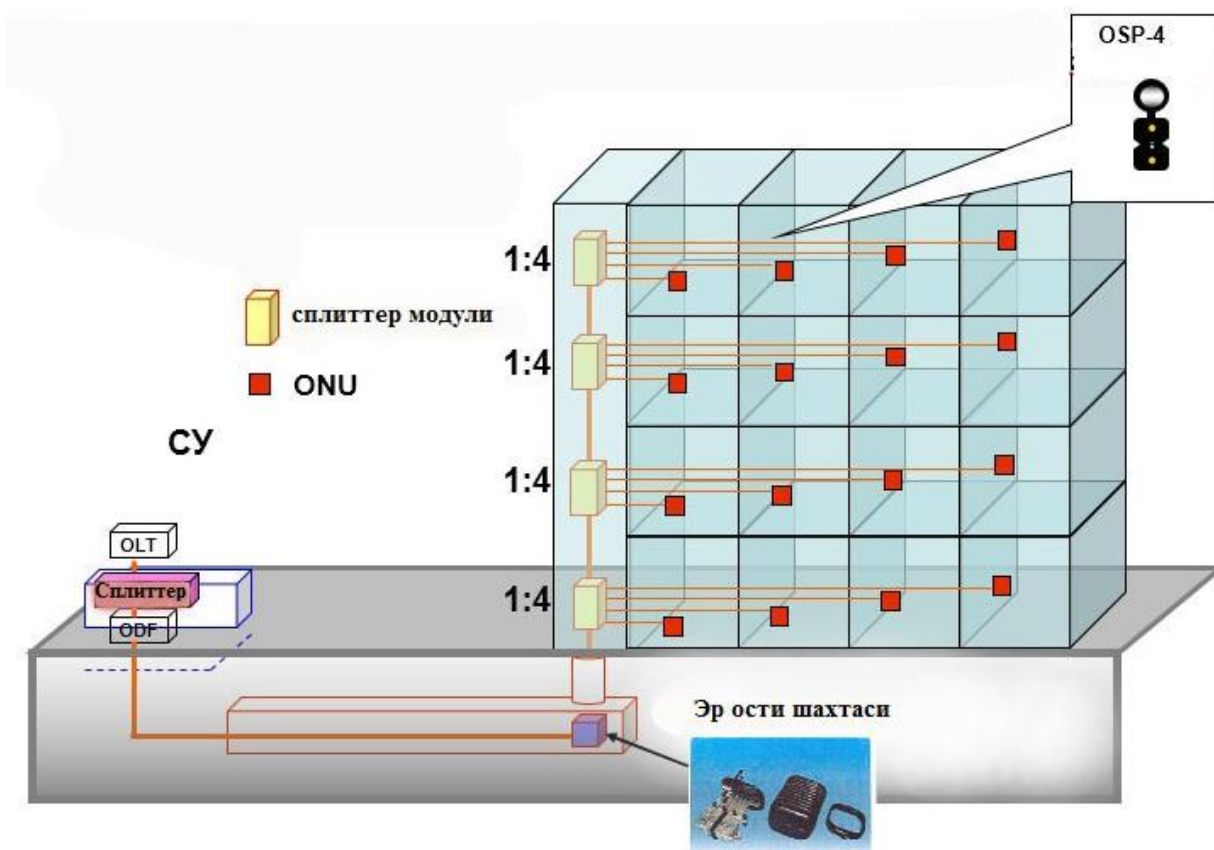
1.13, 1.14- расмда кўп қаватли уйларда FTTH тармоғини ташкил этиш намунаси кўрсатилган.



1.12- расм. Абонент кириш тармоқларини ташкил этишда оптик кабелнинг устунларга осилган ҳолда тортилиши



1.13- расм. Кўп қаватли уйларда FTTH тармоғини ташкил этиш намунаси



1.14- расм. Кўп қаватли уйда толали-оптик кабелни (FTTH) жойлаштириш

1.3. Абонент кириш тармоғига PON технологиясини қўллаш

Интернет тармоғини ривожланиши, ҳамда янги алоқа хизматларини пайдо бўлиши, тармоқ бўйича узатилаётган маълумотлар оқимини ошишига сабаб бўлади. Шунинг учун операторлар транспорт тармоғининг ўтказувчанлик қобилиятини ошириш йўллари қидиришга мажбур бўлади. Бунинг ечимини танлашда фойдаланувчиларнинг ҳар хил ахборотни узатишини, тармоқ ривожланиши учун потенциални ва тежамкорликни ҳисобга олиш зарур. Буларни эътиборга олиб, ечим бўла оладиган технология сифатида пассив оптик тармоқни (PON) олиш мумкин. PON нинг тақсимловчи кириш тармоғи тугунларда пассив оптик тармоқлагич билан дарахтсимон толали кабелли архитектурага асосланган. Шунинг учун энг тежамкор ҳисоблаш ва ҳар хил таклифларни кенг полосали узатишни таъминлашга қодир дейиш мумкин. Бу ҳолда PON архитектураси ҳозирги ва келажакдаги фойдаланувчининг истемолчилик талабларига боғлиқ, ҳам тармоқ тугунларини, ҳам ўтказувчан қобилиятини керакли самара билан оширишга эга.

XDSL (1 Мбит/с), WiFi (50 Мбит/с), WiMax (50-75 Мбит/с), NFC (ўтказувчан қобилияти чекланган) технологиялардаги камчиликни ОТАЛ ётқизиш билан ечиш мумкин. Демак тармоқ янги таклифлар билан ишлаш қобилиятни яратиш ва узатиш тезлигини ошириш учун ОТАЛ ётқизиш керак экан. Бу ечим эски кабелларни янгилаш ва янги кириш тармоқларини қуриш учун қулайдир.

PON технологиясининг асосий афзалликлари:

- оралиқ актив тугунларнинг йўқлиги;
- марказий тугунда оптик узатгич ва қабул қилгичларнинг тежалиши;
- толанинг тежалиши;
- янги абонентларни улашнинг енгиллиги ва хизмат кўрсатишнинг қулайлиги.

Асосий камчиликлари: мураккаблиги ва оддий дарахт топологиясида захирашнинг йўқлиги.

PON нинг 3 тури мавжуд:

- ATM PON (APON) ATM технологиясига асосан мультисервис хизматларини транспортини таъминлайди;

- EPON PON дарахтининг ичида Ethernet кадрлари тарқалишини ташкил этади;

- GPON - гигабитли PON.

Бу PON технологияларини солиштирма таҳлили 1.1- жадвалда келтирилган. 1.1- жадвалда ҳар бир PON технологиясининг узатиш тезлиги, асосий протоколи, қўлланилган линиявий коди, тармоқни максимал радиуси, бита толадаги абонент тугунларининг максимал сони, оқимнинг тўлқин узунлиги ва ҳоказолар келтирилган. Бу жадвал асосида солиштиришларда учала технологиянинг бир биридан фарқлари, ҳамда афзалликларини кўрамиз.

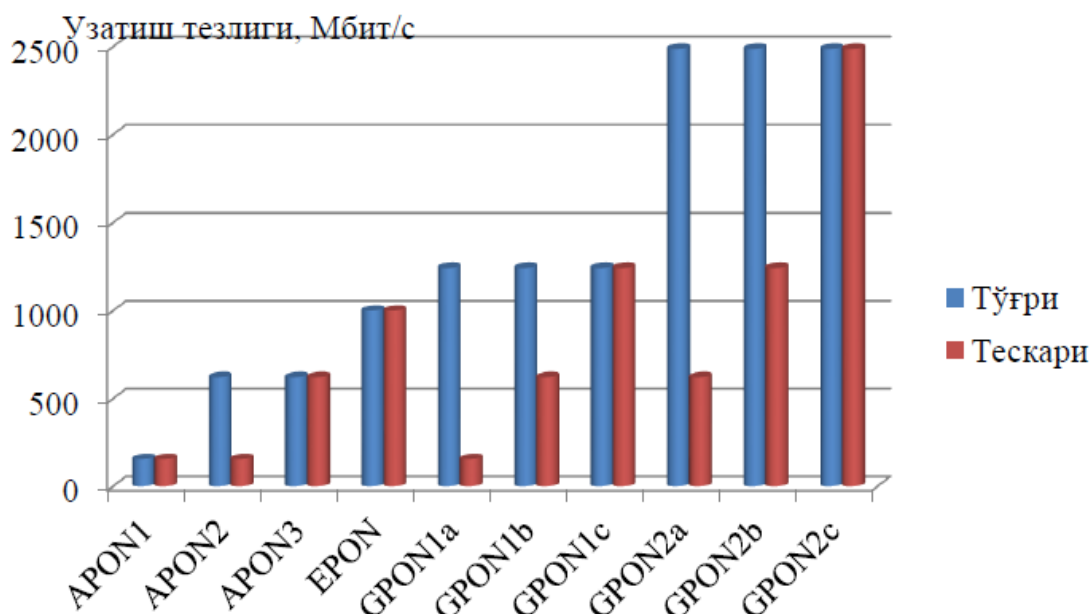
1.1- жадвал

А-PON, E-PON, G-PON технологияларини солиштирма таҳлили

Тавсифлар	A-PON (B-PON)	E-PON	G-PON
1	2	3	4
Стандартлаштириш институтлари/бирлашмалари	ХЭИ-Т SG15/FSAN	IEEE/EFMA	ХЭИ-Т SG1/FSAN
Стандарт қабул қилинган сана	1998 октябрь	2004 июль	2003 октябрь
Стандарт	ITU-T G.981.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.x
Узатиш тезлиги, тўғри/тесқари оқим, Мбит/с	155/155 622/155 622/622	1000/1000	1244/155,622,1244 2488/622,1244,2488
Асосий протокол	ATM	Ethernet	SDH
Линия коди	NRZ	8B/10B	NRZ
Тармоқни максимал радиуси, км	20	20 (>30 ₁)	20
Битта толадаги абонент тугунларининг максимал сони	32	16	64 (128 ₂)

Иловалар	ихтиёрий	IP, маълумотлар	ихтиёрий
Хатолар коррекцияси FEC	Назарга олиб қўйилган	йўқ	зарур
Тўғри/тескари оқимнинг тўлқин узунлиги, нм	1550/1310 (1480/1310)	1550/1310 (1310/1310з)	1550/1310 (1480/1310)
Полосани динамик тақсимланиши	бор	қўллаб қувватламоқ4	бор
IP-фрагментация	бор	йўқ	бор
Маълумотлар ҳимояси	Очиқ калит билан шифрлаш	йўқ	Очиқ калит билан шифрлаш
Захиралаш	бор	йўқ	бор
Овоз иловаларини ва QoS ни қўллаб қувватлаш баҳоси	юқори	паст	юқори

Узатиш тезлиги бўйича энг юқори тезликка G-PON эга (1.15- расм). Тармоқни максимал радиуси бўйича тахминан бир хил 20км. Битта толадаги абонент тугунларининг максимал сони бўйича G-PON 64-128 энг юқори кўрсаткичга эга. Кўпгина кўрсаткичлар A-PON ва G-PON технологияларда мос тушади. Масалан иловалар, оқим тўлқин узунлиги полосани динамик тақсимланиши, IP-фрагментация, маълумотлар ҳимояси захиралаш, овоз иловаларини ва QoS ни қўллаб қувватлаш баҳоси, линия коди. A-PON билан E-PON архитектураси мос тушади.



1.15- расм. PON технологиясининг узатиш тезлиги

G-PON уланиш тармоғи архитектурасини A-PON технологиясини узвий давоми сифатида қараш мумкин. Бунда PON тармоғининг ўтказиш полосасини ҳам, иловаларини узатиш унумдорлигини ҳам ўсиши амалга ошади. GPON овозли хизматларни жўнатиш, TDM линия хизматларини 10/100/1000 Мбит/с тезликларда Ethernet кадрларини узатишни, АТМ ни мультимедияли хизматлари ОС-Х/STM-n нинг барча мумкин бўлган тезликларида тақдим этади.

Хизмат кўрсатиш сифатида кечикиш 3 мс дан ошмайди. GPON га фойдали афзалликлар киритилган. Ҳимояланган ўзгариш захираланган 1+1, қисман захираланган 1:1 хизматларини қўшиш (WDM) ва маълумотларни хавфсизлигидир.

Бу солиштиришлардан энг яхши вариант сифатида G-PON технологиясини олишимиз мумкин. Бироқ, бу технологиянинг қурилмалари E-PON технологиясининг қурилмаларидан анча қимматроқ ҳисобланганлиги учун иқтисодий жиҳатдан E-PON технологияси самаралироқ бўлиши мумкин.

A PON, E PON ва G PON технологияларини солиштириш шуни кўрсатадики узатиш тезлиги бўйича энг юқориси G PON, битта толадаги абонент тугунларининг максимал сони бўйича G PON (64 – 128) энг юқори кўрсаткичга эга. Кўпгина кўрсаткичлар A PON ва G PON технологияларда ва архитектурасида мос тушади. A PON АТМ технологиясига асосан мультисервис хизматларини транспортини таъминлайди. E PON PON дарахти ичида Ethernet кадрларини тарқалишини ташкил этади. G PON овозли хизматларни жўнатиш, TDM линия хизматларини, Ethernet кадрларини узатиш, АТМ ни мультимедияли хизматларини тақдим этади.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, бундай тармоқлар иқтисодий томондан тежамли ва кенг полосали турли ахборотларни ўтказиш қобилиятига эга.

1.4. ADSL асинхрон рақамли абонент линиясининг қўлланилиш соҳаси ва технологияси

Ҳозирги кунда телекоммуникация сервисининг (ISDN, К-ХИРТ, Талаб бўйича видео ва ҳ.) шиддат билан ривожланиши билан алоқада абонент кириш тармоқларида юзага келган бундай сервисни қўллаб-қувватлаши зарурдир. «Транспорт тармоқлари»да ва абонент кириш тармоқларида коммуникация ускунасининг топологиялари ва типларини унификациялаш ва интеграциялаш АФТ ва транспорт тармоқларининг тузилиш принциплари ўхшашлиги тўғрисида гапириш имконини беради. Абонент кириш тармоқларида оптик-толали кабелларни қўллаш узатиш тизими каби, коммутация-мультиплексорлаш ускунаси ҳам тармоқнинг катта ресурсларини талаб қилувчи барча хизматларини қўллаб-қувватлаш имконини беради. Хизматларни қўллаб-қувватлайдиган тармоқлар тузилиши учун харажатларни ҳисоблашда асосий мезонларидан бири бўлиб амалдаги тармоқлардан максимал фойдаланиш ҳисобланади. Ҳозирги вақтда мамлакатнинг кўпгина абонент кириш тармоқлари симметрик мис кабелларидан фойдаланган ҳолда тузилган УФТфТ тармоғига мослашган ва бу тармоқларнинг ўтказиш қобилияти учун чекловларни қўяди. Иккинчи мезон бўлиб хизматларнинг аҳоли томонидан сотиб олиш қобилияти ҳисобланади, қоидага кўра, хизматлардан фойдаланувчилар фоизи, масалан, «классик» телефон, факсга нисбатан катта эмас ва фойдаланувчиларнинг барча сонидан 2-5 фоизни ташкил этади.

Кенг полосали хизматларни тақдим этиш УФТф тармоғининг бир қатор элементларини модернизациялаш билан боғлиқ бўлади. Иккинчидан, фойдаланувчи-тармоқдан ахборотни ташувчи рақамли оқимни узатиш учун ишлаб турган АЛдан фойдаланиш имкониятини аниқлаш зарур.

Иккинчи вазифа ўз ичига жуда мураккаб муаммони олади. Фойдалана олиш тармоғини қуришнинг амалдаги принциплари терминал ва хизматларни етказувчи РКҚ (маршрутизатор) ўртасида рақамли оқимни узатишни ташкил

қилиш учун тўсиқ бўлиб ҳисобланадиган турли диаметрли симларни улаш, кабелни тармоқлаш ва бошқа ечимларга йўл қўйилади. Ушбу вазифаларни ҳал этиш учун қўйидаги процедурадан фойдаланиш мумкин:

- ХИРТ потенциал фойдаланувчининг абонент линияси учун терминал ва коммутацион станция ўртасида рақамли оқимни узатиш учун фойдаланиш имконияти тўғрисида хулоса чиқариш имконига эга ўлчашлар ўтказилади;

- АЛ характеристикалари уни ХИРТ учун фойдаланиш имконига эга бўлса, у тармоқ, линия ва станцион терминал билан жиҳозланади;

- АЛ характеристикалари ХИРТ учун фойдаланиш мумкин бўлмаса, таксимлаш шкафларида қайта улашни ўтказиш имконияти кўриб чиқилади ва барча зарур ўлчашлар такрорланади;

- ишлаб турган АЛ да ҳарқандай тадбирлар кутилган самарани бермаган ҳолатда ХИРТ хизматларини таъминлаб туриш учун мўлжалланган фойдалана олишнинг янги тармоғини ташкил қилиш зарур.

Бу ечим энг замонавий телекоммуникация хизматларини таъминлаб турувчи фойдалана олишнинг «қўйилган» тармоғини яратиш каби кўриб чиқилиши мумкин. Фойдалана олишнинг «қўйилган» тармоғи истиқболлиги шундан иборатки, кенг полосали хизматларни таъминлаб туриш учун бошқа усул мавжуд эмас. Масала шундан иборатки, қандай ва қайси вақтда ушбу «қўйилган» тармоқ яратилади.

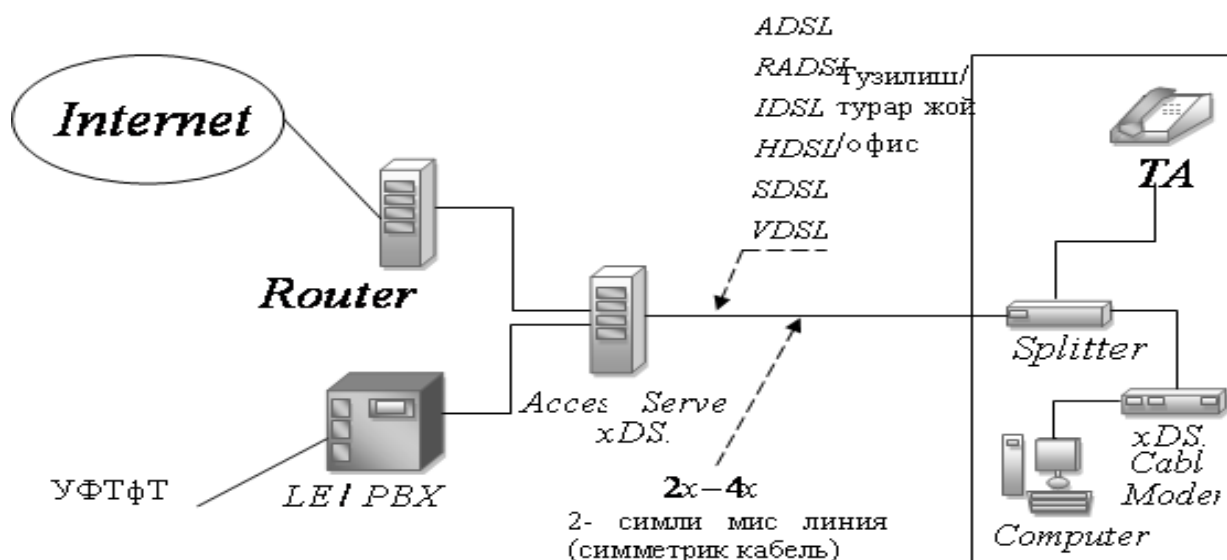
Кенг полосали АФТ га ўтишнинг оралиқ босқичидан бири бўлиб, ҳозирги кунда алоқа хизматлари операторлари томонидан кенг қўлланиладиган симметрик мис кабелларида DSL технологиялари қўлланилиши ҳисобланади.

DSL технологиялари абонент телефон линияларини модернизацияламасдан телефон симларининг мис жуфтлари бўйича маълумотларни узатиш тезлигини сезиларли ошириш имконига эга. Маълумотларни юқори тезликли каналларида узатиш амалдаги телефон линияларини ўзгартириш имконияти DSL технологияларининг асосий афзаллиги ҳисобланади.

DSL қисқартмаси - Digital Subscriber Line (рақамли абонент линияси) каби шифрланади. DSL телефон станцияни яқка тартибдаги абонентлар билан боғловчи эски мис телефон линияларининг ўтказиш полосасини сезиларли кенгайтириш имконига эга янги технологиялари ҳисобланади. Ҳозирги вақтда оддий телефон алоқасидан фойдаланиладиган ҳар қандай абонент ўзининг боғланиш тезлигини, масалан, Интернет тармоғи билан, DSL технологиялари ёрдамида сезиларли ошириш имконига эга. DSL линиясини ташкил қилиш учун ишлаб турган телефон линияларидан фойдаланилишини эслаш керак. Натижада фойдаланувчи оддий телефон алоқасининг нормал ишлашини сақлаган ҳолда кенг полосали хизматлардан кечаю-кундуз фойдалана олади. DSL технологиялари кўп қиррали бўлганлиги сабабли фойдаланувчи 32 Кбит/с дан 50 Мбит/с гача маълумотларни узатиш тезлигига мсо келалиганини танлаши мумкин. Маълумотларни узатиш тезлиги фойдаланувчи ва хизматларни етказувчиларни боғловчи линия сифати ва давомийлигига боғлиқдир. Бунда хизматлар етказувчи, одатда, фойдаланувчига индивидуал эҳтиёжларига мос келадиган узатиш тезлигини танлаш имкониятига эга.

Шунингдек DSL каналига параллел бўлган стандарт ТЧ каналини бир вақтда таъминлаш имкониятига эга.

DSL ўз ичига рақамли абонент линиясини ташкил қилиш имкониятига эга турли технологиялар тўпламини олади. Технологиялар маълумотларни тушунтириш ва уларнинг амалда қўлланиш соҳасини аниқлаш учун ушбу технологияларнинг фарқини тушуниш керак. Авваламбор, ҳар доим сигнал узатиладиган масофа ва маълумотларни узатиш тезлиги ўрасидаги нисбатни, шунингдек фойдаланувчи ва тармоқ ўртасидаги маълумотлар оқимининг «пасайувчи» (тармоқдан фойдаланувчига) ва «кўтарилувчи» (фойдаланувчидан тармоққа) узатиш тезликларининг фарқини ёдда тутиш керак. DSL куйидаги технологияларни бирлаштиради (1.16- расм).



1.16- расм. xDSL технологиясидан фойдаланган ҳолда алоқани ташкил қилишнинг структурали схемаси

Ушбу расмда акс эттирилган мультисервиси кириш тармоғи қуйидаги элеменлардан ташкил топган:

Router – маршрутизатор;

Access server xDSL – xDSL фойдалана олиш сервери;

LE/PBX – маҳаллий АТС/подстанция;

Splitter – тармоқлагич;

xDSL Cable modem – xDSL кабель модеми.

Абонент фойдалан олиш тармоғи - бу фойдаланувчининг хонасига ўрнатилган охириги абонент қурулмаси билан коммутация қурилмаси орасидаги техника воситалар йиғиндисидир. Охириги қурилма (терминал) сифатида телефон аппарати ёки факсимил аппарати ёки модем хизмат қилиши мумкин. Бу терминал телефон розетка орқали уланади. Телефон розетка фойдаланувчи томонида абонент қириш тармоғининг чегараси бўлади. Абонент қириш тармоғининг иккинчи чегараси бўлиб кроссинг станцион томони ҳисобланади.

1990 йилгача абонент кириш тармоғи мис жуфтлик боғламларидан ташкил топган эди. У тақсимланувчи ва магистрал қисмларга эга эди. У шкафли ёки шкафсиз қурилишга эга эди.

20 аср охирида абонент кириш тармоғини қуришнинг кўпгина ечимлари пайдо бўлди. Бу юқори тезликли маълумотларни узатиш, яъни мис симли кабел асосида рақамли тракт ҳосил қилиш ва ўтказиш йўлагини кенгайтиришни ташкил қилишга йўл беради. Улар ичидан учтасини бергилаш мумкин:

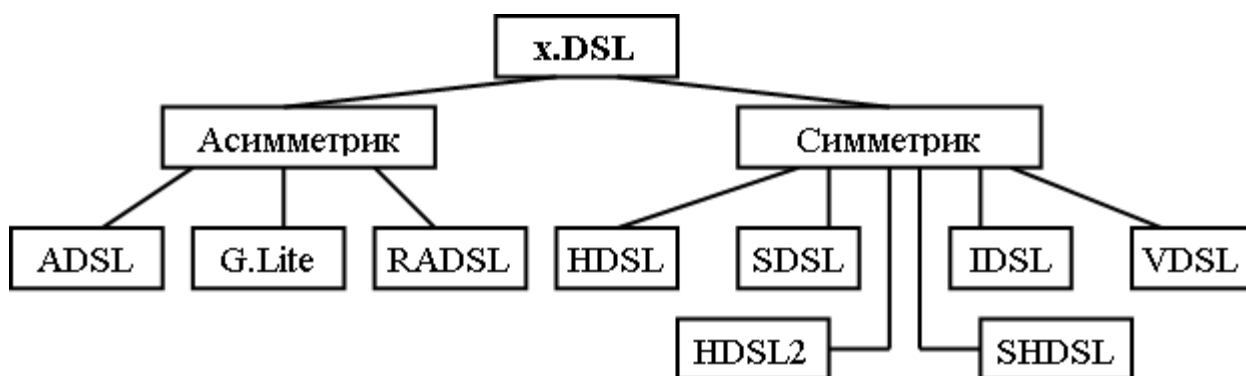
1. X.DSL (Digital Subscriber Line – рақамли абонент линияси) - мис сим кабеллар ҳаётини чўзиб, рақамли абонент линиясини ҳосил қилиб, ўтказиш йўлагини кенгайтирувчи ва кенг полосали киришни ташкил қилувчи технологиялар йиғиндисидир.

2. FTT x (Fiber To The. X)-баъзи бир “X” нуқтагача оптик тола билан кабелни етказишни амалга оширувчи ечимлар.

3. BWA (Broadband Wireless Access) - кенг полосали симсиз кириш воситалари.

XDSL технологияларига қуйидагилар киради (1.17- расм):

- ADSL (Asymmetric DSL) - асимметрик РАЛ;
- G.Lite ADSLни соддалашган варианты;
- RADSL (Rate-Adaptive ADSL) – улашнинг тезлигини адаптацияси билан РАЛ;
- ISDN DSL (IDSL);



1.17- расм. xDSL технологияларининг турлари

- H DSL (High Bit-Rate DSL) - юқори тезликли РАЛ;
- SDSL (Symmetric DSL) - симметрик РАЛ;
- V DSL (Very High Bit-Rate DSL) - ўта юқори тезликли РАЛ.

Бу технологияларни иккита асосий категорияси мавжуд: симметрик ва асимметрик.

Агар иккита йўналишда маълумотларни узатиш тезлиги бир хил бўлса бу симметрик технология бўлади. Агар ҳар хил бўлса асимметрик бўлади.

Симметрик технологияга HDSL, H DSL2, SDSL, ISDN киради.

H DSL ва H DSL2 технологияларини маҳаллий алоқа операторлари ишлатадилар. SDSL ва IDSL маълумотлар узатиш тармоғи операторлари қўллайдилар.

DSL симметрик линиялари бизнес соҳасида ишлатилиш учун идеал тўғри келади. Икки йўналишда маълумотлар узатиш тезлиги бир хил бўлиши керак бўлганда ишлатилади, масалан нутқни узатиш, электрон почта, видео конференция, файлларни узатиш учун.

DSLнинг асимметрик технологиялари (ADSL, RA DSL, G. Lite) асосан маҳаллий алоқа операторлари ишлатиладилар. Улар хусусий фойдаланувчига юқор тезликли киришни беришга қаратилган бўлади. DSL асимметрик линиялари тармоқдан фойдаланувчи томон маълумотлар узатишнинг юқорироқ тезлигига эга, бу эса Интернет тармоғида ишлаш учун ва ҳар хил видео таклифлар учун жуда қулайдир.

1.5. Рид-Соломон коди орқали хатоликларни тузатиш

Рид — Соломон кодлари (ингл. *Reed–Solomon codes*) — маълумотлар блокларида хатоликларни тузатишга имкон берадиган ноиккилик даврли (циклли) кодлар ҳисобланади. Код вектори элементлари битлар эмас, балки битлар гуруҳлари (блоклари) ҳисобланади. Байтлар (октетлар) билан ишлайдиган Рид — Соломон кодлари жуда кенг тарқалган. Рид — Соломон коди БЧХ-коднинг хусусий ҳоли ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда компакт-дисклардан маълумотларни қайта тиклаш тизимларида, шикастланишлар бўлганида қайта тиклаш учун маълумотларни архивларини яратишда кенг ишлатилади.

Рид — Соломон коди 1960 йилда Линкольн Массачуссет технологик институти ходимлари Ирвин Рид ва Густав Соломон томонидан ихтиро қилинган.

Самарадор декодлаш алгоритмлари 1969 йилда Элвин Берлекэмп ва Джэймс Месси (Берлекэмпа — Мэсси алгоритми) томонидан, 1997 йилда Давид Мандельбаум (Евклид алгоритмини ишлатадиган усул) томонидан таклиф этилган. Рид — Соломон коди 1982 йилда компакт-дискларни туркум ишлаб чиқаришда биринчи марта қўлланилган.

Кўп каррали хатоликларни тузатиш

Рид — Соломон коди кўп каррали хатоликларни тузатадиган энг қувватли кодлардан бири ҳисобланади. Битталиқ хатоликларни тузатадиган кодлар ёрдамида тузатиш мумкин бўлмайдиган даражада хатоликлар пакетлари ҳосил бўлиши мумкин каналларда қўлланилади.

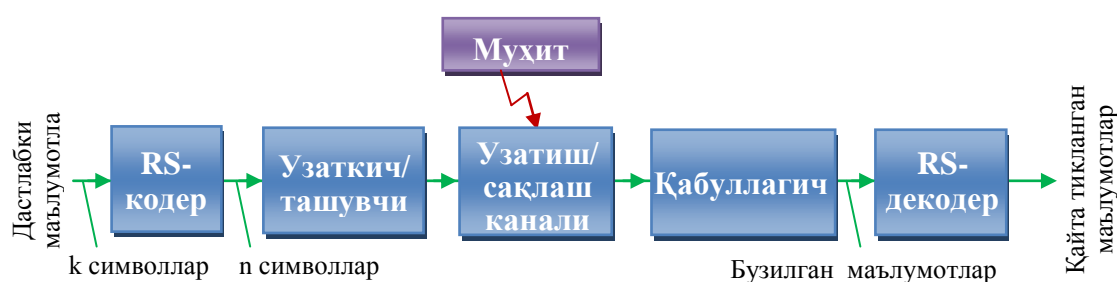
Кодли масофали майдон устида Рид — Соломон кодини жамланган ёки m символлардан кам блоклар сонли исталган хатоликлар комбинацияларини тузатиши мумкин бўлган майдон устидаги код сифатида қараш мумкин.

Рид — Соломон коди ёрдамида кодлаш иккита мунтазам ва номунтазам усулларда амалга оширилиши мумкин.

Номунтазам кодлашда ахборот сўзи Галуа майдонида қандайдир келтирилмайдиган полиномга кўпайтирилади. Олинган кодланган сўз дастлабки сўздан тўлиқ фарқланади ва ахборот сўзини ажратиб олиш учун декодлаш операциясини бажариш керак ва кейингина маълумотларни хатоликлар борлигига текшириш мумкин бўлади. Бундай кодлаш фақат ахборот маълумотларини ажратиб олиш учун катта ресурслар сарфини талаб қилади, бунда улар хатоликсиз бўлиши мумкин.

Мунтазам кодлашда символлардан ахборот блокига текшириш символлари ёзилади, ҳар бир текшириш символини ҳисоблашда дастлабки

блокнинг барча символлари ишлатилади. Бу ҳолда, агар ахборот сўзи хатоликларга эга бўлмаса, дастлабки блокни ажратиб олишда ресурсларга сарфлар бўлмайди, лекин кодловчи/декодловчи текшириш символларини генерацияланиши учун қўшиш ва кўпайтириш операцияларини бажариши керак. Бундан ташқари, барча операциялар Галуа майдонида бажарилиши туфайли кодлаш/декодлаш операцияларининг ўзи кўплаб ресурслар ва вақтни талаб қилади. Фурье тез ўзгартиришга асосланган тезкор декодлаш алгоритми 1.18- расмда тасвирланган.



1.18- расм. Рид — Соломон кодининг қўлланилиши схемаси

1.6.ASAM абонент кириш мультимплексори

ASAM мультимплексорининг архитектураси

Мультимплексор бир неча сигналлар киришларига, битта ёки ундан ортиқ бошқариш киришларига ва битта чиқишга эга бўлган қурилма ҳисобланади. Мультимплексор киришларининг бирдан чиқишга сигнални узатишга имкон беради. Бунда керакли киришни танлаш бошқариш сигналларининг мос комбинациясини бериш орқали амалга оширилади. Аналог ва рақамли мультимплексорлар ишлаш принципи бўйича сезиларли фарқланади. Аналог мультимплексорларда танланган кириш чиқиш билан электр уланади (бунда улар орасидаги қаршилиқ унча катта бўлмайди, бирлаб ёки ўнлаб омларни ташкил этади). Рақамли мультимплексорларда танланган кириш чиқиш билан тўғридан-тўғри электр уланмайди, фақат танланган киришдан мантиқий сатҳни (“0” ёки “1”) “кўчиради”. Аналог

мультиплексорлар баъзан калитлар ёки коммутаторлар дейилади. Мультиплексорлар асосан битта оқимга каналларни зичлаштириш усули бўйича фарқланади. Бу частотавий/спектрал (FDMA), вақт бўйича (TDMA), код бўйича (CDMA) фазовий (SDMA) мультиплекслаш бўлиши мумкин. Симли алоқа каналларида одатда биринчи иккита усуллар қўлланилади, симсиз каналларда эса барча 4 та мультиплекслаш усуллари қўлланилади.

Улардан фақат биринчи иккитасини кўриб чиқамиз, чунки мультиплексор атамаси одатда айнан симли алоқа линияларига нисбатан қўлланилади. Частотавий мультиплекслашда умумий алоқа каналида ҳар бир кириш оқими учун алоҳида частоталар диапазони ишлатилади. Мультиплексорнинг вазифаси бу ҳолда ҳар бир кириш каналининг спектрини бошқа каналлар билан кесишмайдиган бошқа частоталар интервалига ўтказишдан иборат. Мультиплексланган каналлар ҳатто уларга ажратилган чегарадан сигнал спектри чиқиб кетганида бир-бирларига ҳалақит қилмаслиги учун частоталар диапазонлар орасида химоя интерваллари қолдирилади. Частотавий мультиплекслаш ҳам электр, ҳам оптик алоқа линиялари, ҳам аналог сигналлар учун, ҳам рақамли сигналлар учун қўлланилади.

ASAM мультиплексори

ALCATEL фирмасининг абонентлар уланиш АТМ-мультиплексори устунда жойлаштириладиган кенгайтириш учун катта имкониятли АТМ тармоғи қувватли мультиплексори ҳисобланади. У ADSL линияси билан мослаштириш платаларига, POTS бўлгичларига ва магистрал линия интерфейсига эга. Абонентлар уланиш АТМ-мультиплексори қувватли ички АТМ шина атрофида қурилган, у тармоқ интерфейси ва бир неча чизиқли ADSL платаларини боғлайди. Чизиқли мослаштириш чизиқли платалари орқали ҳар иккала йўналишларда ўтадиган трафик ўтказиш қобилиятидан оптимал самарали фойдаланиш билан тармоқ интерфейсига АТМ шина орқали зичлаштирилади/тақсимланади.

ASAM архитектураси

ADSL-уланиш нимтизимида ASAM тизими томонида жойлаштирилади. Ўрама жуфтлик ва ASAM аппаратураси орқали ҳар бир абонент кенг полосали тармоққа (BB) ва тор полосали телефон станциясига (NB Narrow Band – тор полосали) уланади.

Умумий ҳолда ASAM мультимплексори турли абонентлардан келадиган маълумотларни ATM-форматга ўзгартиради. Бундай мослаштириш натижасида олинган ATM-ячейкалар битта ахборот оқимиغا зичлаштирилади ва уланган BB-ATM тармоғининг транспорт тизимиغا йўналтирилади. BB-ATM тармоғидан келадиган ATM-ячейкалар VPI/VCI (Virtual Path Identifier - идентификатор виртуальных путей, Virtual Channel Identifier - идентификатор виртуальных каналов) идентификаторига мувофиқ зичлаштиришдан чиқаилади ва ташқи хизмат интерфейсида дастлабки форматга трансляцияланади.

Бундан ташқари, ASAM OAM функциясини ҳам бажаради, бу унинг тўғри ишлашини таъминлайди.

ASAMнинг асосий функцияларига қуйидагилар киради:

- умумий мақсадлардаги функциялар;
- зичлаштириш/зичлаштиришдан чиқариш;
- бошқариш (OAM);
- NT-функциялар;
- ТА (терминаллар мослаштирилиши)-функциялар;
- тармоқлаш функциялари (PS);
- электр функциялар.

Тармоқ тугалланмаси

D версиядаги SANT (Synchronous ATM Network Termination - ATM синхрон тармоқ - тугалланмаси, SANT-D) тармоқ тугалланмаси тармоқ транспорт тизимини A1000 ADSL тизимиغا улайди ва физик ва ATM-даражалар билан боғлиқ бўлган функцияларни бажаради.

Тармоқ рақамли транспорт тизими 155,52 Мбит/с (SDH STM1 / SONET OC3c) тезлик орқали характерланади.

ASAM мультиплексорда SANT-D SDH/SONET - 155,52 Мбит/с ахборот оқими учун тармоқ тугалланмаси ҳисобланади. у рақамли узатиш тизими бўйича IQ шинага ва тескари узатиладиган АТМ-ячейкаларнинг алмаштирилишини таъминлайди. Бундан ташқари, SANT-D тармоқ тугалланмасида ASAMни ишлатиш ва техник хизмат кўрсатиш учун зарур бўладиган функциялар кўзда тутилган.

Нихоят, SANT-D тармоқ тугалланмаси IQ шинанинг кенгайтирилишини таъминлайди, бунинг учун ҳам мос интерфейс кўзда тутилган. Битта SANT-D тармоқ тугалланмаси ва ўн битта А версиядаги ADSE кенгайтиргичлар (ADSE-A) бўлганида ўн иккита субстативларни (12 субстативлар x 12 LT x 4 линиялар = 576 линиялар) бошқариш мумкин бўлади.

Физик SANT-D тармоқ тугалланмаси ўрнатиладиган (иккиланган европа) босма платасида бажарилган бўлиб, унга IQ шинани жойлаштирилиши томонидан ASAM мультиплексорининг стативига ўрнатилади.

IQ шинаси

IQ шинаси NT ва чизиқли интерфейслар орасидаги бошқариш ва маълумотларни алмашлашни таъминлайди, яъни улар орасидаги битли оқимларни зичлаштирадиган ва зичлаштиришдан чиқарадиган қурилма ҳисобланади. IQ шинаси SANT-D ёки ADSE-A ва ADLT(ADSL Line Termination - чизиқли ADSL-тугалланма) орасидаги шина тузилмаси ҳисобланади.

IQ шинасида тўғри ва тескари каналлар бўйича маълумотлар йўналиши учун йўл, синхронизатор ва бошқариш сигналлари мавжуд. Интерфейсининг узатиш тезлиги 155 Мбит/с ни ташкил этади.

Тўғри ва тескари йўналишларда ташиш 54 байтлардан иборат фреймлар билан жўнатиладиган АТМ-ячейкалар орқали амалга оширилади.

Тўғри ва тескари йўналишларда жўнатиш 8-битли маълумотларни ташийдиган алоҳида шиналар бўйича амалга оширилади.

Физик жиҳатдан IQ шинаси ВРА (Backpanel Printed board Assembly – орқа панель босма платаси) шина кўринишида бажарилган ва ADSL-стативларда тизим платаси кўринишида стационар маҳкамланган. SANT-D ёки ADSE-A, ADLT ва AACU платалари мос ВРА бириктиргичларига ўрнатилади. Мос равишда IQ шинаси бўйича уларнинг ўзаро боғланишлари амалга оширилади.

Терминалларни мослаштирилиши

ADLT SANT-Dдан олинган ва абонент учун мўлжалланган АТМ-ячейкаларни DMT-модуляцияланган сигналларга ва тескари ўзгартиришни амалга оширади ва демак, физик ва АТМ-даражалар билан ишлайди.

Физик жиҳатдан ADLT-функция 4 ADLT-портларга (4 абонентлар боғланишлари) эга бўлган битта босма платада бажарилади. Бу плата тизим ADSL-стативига (IQ шинасини бажарадиган) ўрнатилади.

Шунингдек ADLT-платада тўртта ADLT-портлар учун бошқариш (OAM) функциялари бажарилган

PS тармоқлагич

Абонентлар линиясида (маҳаллий АТСдан кетадиган ўрама жуфтликда) аналог POTS- ва ADSL-сигналлар устма-уст тушади, бунда ҳар иккала сигналлар частотавий мультимплексланган ҳисобланади.

ASAMда ADSL- ва POTS-сигналлар махсус филтрлар ёрдамида тескари йўналишда ўтишда ажратилади ва тўғри йўналишда ўтишда бирлаштирилади:

- LPF (ПЧФ), у POTS-сигналлар учун очиқ ҳисобланади ва ADSL-сигналларни сўндиради;
- HPF (ЮЧФ), у ADSL-сигналлар йўлидаги POTS-сигналлардан барча (масалан, номер териш импульслари, ўзгармас кучланиш ва чақириш частотаси) таъсирларни йўқотади.

Бу махсус филтрлар ҳам пассив, ҳам актив филтрловчи элементлар кўлланилиши орқали бажарилиши мумкин.

SANT-D платаси. Умумий маълумотлар

SANT-D платаси рақамли SDH-узатиш тизимига 155,52 Мбит/с тезликда оптик уланишни таъминлайди ва бу тизимга IQ шина бўйича ҳар иккала йўналишларда ташиладиган АТМ-ячейкаларнинг мосланишини амалга оширади. Бундан ташқари, бу платада ASAM мультимплексорларини ишлатиш ва техник хизмат кўрсатиш учун зарур бўладиган функциялар кўзда тутилган.

IQ-интерфейс SANT-D ва ADSE-Аларни ASAM орқа панели билан боғлайди ва иккита шиналардан ташкил топган:

- IQ_D шиналари, улар тўғри йўналишда юқори тезликли узатиш (АТМ-ячейкаларни) учун мўлжалланган;
- IQ_U шиналари, улар тескари йўналишда юқори тезликли узатиш (АТМ-ячейкаларни) учун мўлжалланган;
- IQ_A(access) шиналари, улар IQ_U шиналарига уланишни назорат қилиш учун мўлжалланган.

IQ_D ва IQ_U шиналари ҳар бири 5-октетли сарлавҳа ва 48-октетли маълумот майдонига эга бўлган АТМ-ячейкаларни ташилишини таъминлайди. Бундан ташқари, ҳар бир ячейкадан олдин битта “бўш” октет қолади. SANT-D АТМ-ячейкаларни 54-октетли слотларга инкапсуляциялашни амалга оширади ва IQ шинага уланишни таъминлайди. 155,52 Мбит/с тезликни 152,64 Мбит/с тезликка мослаштириш ($155,52 \text{ Мбит/сдан} = 53/54$) тўлдирилмаган ячейкаларни ўчириш йўли билан амалга оширилади. Бу VC-4да бўлган амалдаги АТМ-ячейкаларнинг максимал тезлиги 149,76 Мбит/с ($155,52 \text{ Мбит/сдан} = 26/27$) тезлик орқали чекланиши билан бўлиши мумкин.

IQ_A шинаси тескари каналли интерфейсга уланишни назорат қилиш учун мўлжалланган. У тескари канал шинасидаги “тўқнашувлар”да қочишга

имкон беради ва турли LT-объектларни уланиши учун турли даражалар устиворликларини киритиш имкониятини беради.

ВРА тизим платаси

ВРА (тизим платаси тугуни) ADSL-қурилма стативининг орқа томонига стационар маҳкамланган босма плата ҳисобланади.

Тизим платасининг асосий функциялари қуйидагилар ҳисобланади:

- SANT-D ёки ADSE-Ани ADLT-портлар ва AACU билан боланишини таъминлайдиган IQ шинани шакллантириш;
- AACU учун ташқи интерфейс боғланишларни таъминлаш;
- барча актив блокларни 48 Вли станцион таъминот шинасига уланиши;

Ташқи интерфейслар

ASAM мультиплексорининг ичида битта ташиш тури мавжуд бўлади. SANT-D платаси оптик толага уланган ва маълумотларни асосий ва ташқи субстативларга узатилади. Хизмат кўрсатиш сифати, эксплуатацион тайёрлик ва ишончликни ошириш зарур бўлганида SANT-D платаси ва кириш оптик толаси алмаштирилади. Вақтнинг ҳар бир momentiда фақат битта SANT-D платаси актив ҳисобланади.

Кенгайтириладиган субстативларда буфер сифатида турли сигналлар учун кенгайтиргичнинг битта кенгайтиргичи ишлатилади. Ҳар бир субстативдаги кенгайтиргичлар алмаштирилган.

Шундай қилиб, SANT-D платаси назорати остида бир неча ASAM-шиналари бўлади:

Бош субстативда:

- IQ шинаси;
- махсус линиялар;
- кетма-кет АСУ-интерфейс

Кенгайтириладиган субстативларда (кенгайтириладиган интерфейсда):

- IQ шинаси;

- махсус линиялар;
- кетма-кет АСУ-интерфейс.

Оптик транспорт интерфейси (STM1/STS3c)

SANT-D битта SDH-канални 155 Мбит/сга STM1/OC3c терминали ҳисобланади. Бу боғланишлардаги узатиш ОТМда (Optical Transceiver Module – оптик қабуллагич-узаткич модули) тугайдиган мономодали (яна бир модали дейилмайдиган) оптик тола ёрдамида амалга оширилади.

Абонентлар чизиқли интерфейси

Абонентлар чизиқли интерфейси ADLTдан абонентлар биносида жойлашган АНТ блокигача боғланиш ҳисобланади.

Абонентлар чизиқли интерфейси тўғри ва тескари йўналишлардан борадиган ADSL/ATM сигналлари билан частотавий мультимплексландиган оддий телефония сигналларини ўтишини таъминлайди. Бу интерфейс ADLTни АНТ билан ўрама жуфтликларда уланиш тармоғи орқали боғлайди. Боғланиш учун оддий телефон сими ишлатилади.

Кетма-кет кенгайтириш интерфейси

SANT-D платаси жойлашган биринчи бош қатордан IQ шина сигналлари ҳар бирида кетма-кет ADSE-A кенгайтиргич бўлган 11 та бўйсунмайдиган қаторларга тарқатилиши мумкин. Кетма-кет кенгайтириш интерфейси SANT-D ва ADSE-A платалари орасидаги боғлаш бўғини ҳисобланади. SANT-D платаси кетма-кет кенгайтириш учун битта чиқиш бириктиргичига, ADSE-A платаси эса иккита чиқиш бириктиргичига эга. Барча бириктиргичлар стативнинг олдинги қисмига жойлаштирилган.

Хизмат интерфейси

Хизмат интерфейси SANT-D платасида кўзда тутилган. Бу интерфейсга уланиш АСУнинг олдинги қисмида жойлашган бириктиргич орқали амалга оширилади.

Ички интерфейслар

IQ-интерфейс

ADLT платасини SANT-D ёки ADSE-A платаси билан бириктириш IQ шина орқали амалга оширилади.

Агар SANT-D платаси фақат битта SDH STM1 интерфейсига эга бўлса, у ҳолда сони 144 тагача етадиган ADLT платаларини ва 11 та ADSE-A платаларини уланиши учун фақат битта IQ шина мавжуд бўлади. Барча ADSE-A платалари учун IQ шинанинг мавжуд ўтказиш қобилиятини (155 Мбит/с) биргаликда ишлатишга тўғри келади.

SANT-D платада IQ шинанинг иккита ҳолати мавжуд, чунки бу платада исталган вақтда 2 STM1-боғланишга ўтишни таъминлаш мумкин.

МВС-интерфейс

SANT-D платасида IQ шина билан боғланган ADLT терминалларида ҳар бирининг таъминотини танлаб ёқиш/ўчириш имконияти кўзда тутилган.

ВРА ва РВАларнинг физик жойлашиш ўрни

ВРА платасига ва унда жойлаштирилдиган ҳар бир РВА (Printed Board Assembly – печат плата тугуни) тугунга тизим ичида физик жойлашиш ўрни ноёб номери тайинланган. Бу номер 32 битга эга ва ID0...ID31 кўринишда тақдим этилган. Бу битлар қуйидаги вазифаларга эга.

5-битли номер тизимлар платасидаги ҳар бир РВА тугунининг ҳолатини аниқлайди. Бу номер ID0...ID4 кўринишда тақдим этилган ва тизимлар платасидаги (1...13) РВА слотлар номерини характерлайди. Бу номер тизимлар платасига қатъий “монтаж қилинган” ADLT / SANT-D / ADSE-A плата орқали унинг тизимлар платасидаги бириктиргичидаги штирлар орқали ўқилиши мумкин.

Мультиплексорнинг таъминоти

ASAM мультиплексорининг таъминоти -48 ёки -60 Вли станцион манбадан амалга оширилади.

ADLT-плата

Умумий маълумотлар

ADLT-плата A1000 ADSL тизими учун ишлаб чиқилган қўйиладиган (ўрнатиладиган) блок ҳисобланади.

Бу платада 4та мустақил чизиқли ADSL-тугалланма LT ёки портлар мавжуд бўлади. Бу портлардан ҳар бири аналог телефония учун ётқизилган оддий UPT (Unshielded Twisted-Pair – экранлаштирилмаган ўрама жуфтлик) кабель бўйича АНТга икки томонлама уланишни таъминлайди.

Ҳар бир порт учун ADLT-плата уларнинг оқимидан АТМ-ячейкаларни ажратиб олади ёки бу ячейкалар учун VPI/VCI қийматларга асосланиш билан уларни бу оқимга қўяди.

Бу терминалларни мослаштириш функциясидан ташқари, ADLT-плата чизиқли тугалланма сифатида ўз назорат функцияларини ҳам бажаради.

R-ASAM.

Чиқариладиган ASAM мультиплексори оддий мультиплексордаги каби функцияларни бажаради, лекин конструктив бажарилиш, таъминот ва ишлатишнинг иқлимий шароитлари қисмида қатъийроқ талабларни қониқтиради. R-ASAM тизимда жойлашган ASAMга нисбатан автоном ёки каскадланган бўлиши мумкин. R-ASAM мультиплексорини кўчага мўлжалланган корпусда ёки CEV (Controlled Environment Vault - назорат қилинадиган иқлим параметрли камера) корпусда жойлаштириш мумкин. Автоном тармоқ ASAM мультиплексорининг максимал сифими 576 линияларни ташкил этади. Тизимдан каскадалаштиришда максимал сифим ўзгаришсиз - 576 линиялар қолади.

Тармоқ элементлари менежери

ADSL-уланиш нимтизимини бошқариш учун AWS менежери кўзда тутилган, у АТМ-канални ўтказиш полосаси ичида жойлашган SNMP протоколи бўйича ишлайди. AWS менежеридан юқорида даража OSS (Operation Support System - эксплуатацион қўллаш тизими) тизими учун мўлжалланган TL1 интерфейси мавжуд. ADSL-уланиш нимтизимига

қўлланиш билан AWS менежери ASAM, R-ASAM, ANT блоклари ёки PC-NIC интерфейс платаларида жойлашган актив элементларни (яъни OBC On-Board Controller – платада жойлашган контроллер бўлган элементларни) бошқаришни таъминлайди.

1.7.HDSL – HDSL va E1 – HDSL модемларининг техник кўрсаткичлари ва вазифалари

HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line) – модем E1 рақамли абонент линиялари ёки хусусий мис симли тармоқлар учун ишлаб чиқилган. Бу модем 2 Mbps жуфт UTP кабел асосида қиммат ретрансляторларга мухтож бўлмаган ҳолда узоқ масофалар оралиғида ахборотлар алмашишни таъминлайди. Бунинг учун, 2.048-Mbps HDSL модем ўрнатилган мис кабелли базалар ҳисобига катта масофаларда ҳам алоқа сифатини йўқотмайди.

Бундан ташқари, HDSL модемлар тармоқда бир томондан интеграциялашган тарзда бошқарилиши мумкин. Бунинг учун юқори самарали интеграциялашган бошқарув тизими ишлаб чиқилган. Интеграциялашган бошқарув учун, ишлаш жараёнида модемлар ҳолатини аниқлаш, (реал-вақт режимида статистик маълумотлар) кузатиш ва сигналлар ҳақида хабар олиш лозим бўлади.

HDSL модем қуйидагиларни таклиф этади:

- 2 томонлама операцияларни амалга ошириш;
- (V35, X21, G703, 10baseT Bridge ва IP-router) каби модулли интерфейслар орқали мослашувчан маълумотлар интерфейсини шакллантириш;
- турли-қувват имкониятларини (230/115 В, 48 В ёки -48 Vds);
- осон ўз-ўзини текшириш ва канални текшириш вазифалари;
- конфигурация ва тафтиш мақсадларда кенгайтирилган бошқариш имкониятлари;

- оson firmware янгиланиши учун флеш хотира.

HDSL-HDSL Модем куйидаги интерфейси модуллар билан тақдим этилиши мумкин (1.2-жадвал).

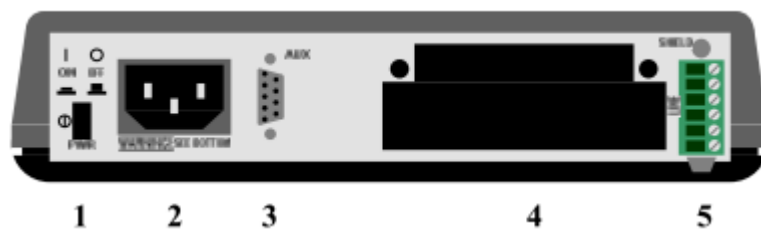
1.2-жадвал

HDSL-HDSL (2.048-Mbps HDSL) Модем XP	
Интерфейс номи	Интерфейс тури
V35	шаффоф (2 Mbps) ёки Nx64 kbps (2 Mbps гача)
X21	шаффоф (2 Mbps) ёки Nx64 kbps (2 Mbps гача)
Bridge	шаффоф (2 Mbps) ёки Nx64 kbps (2 Mbps гача)
Router	шаффоф (2 Mbps) ёки Nx64 kbps (2 Mbps гача)

Бошқарув ҳақида умумий маълумот

HDSL модем уч даражада тузилиши мумкин:

- Калит сарлавҳалар мажмуи (DIP) тақдим этилади ва шу DIP га кўра модем учун асосий конфигурация белгиланади. Бу ўрнатиш ҳамда модемни текшириш учун техник жиҳатдан енгиллик беради. Калит сарлавҳасининг конфигурацияси ҳар доим бошқарувчи томонидан бекор қилиниши мумкин.
- Ўрнатилган тармоқ хизматларини оптималлаштириш мақсадида, Black Box erkin Windowsга асосланган хизмат пакети тақлиф этилади. Жами хизматларни тақдим этувчи илова (Total Maintenance Application -ТМА) бепул ва бўлиб фойдаланувчиларга ҳар қандай ҳолда модем билан алоқани сақлаб қолиш имконини беради. Барча конфигурация, ҳолат ва ишлаш сифатини назорат қилиш мақсадида ҳам маҳаллий, ҳам узокдан модемга кириш мумкин.
- 2.048-Mbps HDSL Modem Orchid 1003 LANбошқариш концентраторига уланиши мумкин, бу каби бошқарув ХП ОпенВиев остида бошқарувнинг бир қатор муаммоларни ечимларини беради.
- 2.048 Mbps HDSL Modem LAN учун университет тармоқлари, шифохоналар ва автомобил йўллари юқори тезликда идеал алоқани таъминлайди.



1.19- расм. ADSL Модем - 230/115 В моделнинг орқа тарафдан кўриниши



1.20- расм. ADSL Модем - 48 В моделнинг орқа тарафдан кўриниши.

1- ёқиб-ўчирувчи тугма, 2- электр таъминоти вилкаси, 3- коннектор, 4- ДТЕ интерфейс слоти, 5- линияга уланиш портлари.

Назорат саволлари

1. Абонент кириш тармоғи деганда нимани тушунасиз?
2. Абонент кириш тармоғининг вазифаси нимадан иборат?
3. Абонент кириш тармоғида қўлланиладиган технологияларни санаб беринг.
4. xDSL технологиясининг вазифасини тушунтириб беринг.
5. xDSL технологиясининг абонент кириш тармоқларидаги ўрни ҳақида нимани биласиз?
6. xDSL технологиясининг абонент кириш тармоқларида қандай хизмат турларини таъминлаб беради?
7. PON технологиясининг вазифаси нимадан иборат?
8. PON технологиясининг абонент кириш тармоқларидаги ўрни ҳақида нимани биласиз?
9. PON технологиясининг турлари ҳақида нимани биласиз?
10. FTТх технологиясининг вазифаси нимадан иборат?

11. FTTx технологиясининг турлари ҳақида нимани биласиз?
12. Мультиплексорнинг вазифаси нима?
13. ASAM мультиплексори қандай вазифани бажаради?
14. Абонент кириш тармоғида қўлланиладиган модем қандай вазифани бажаради?
15. Модемнинг турлари ҳақида нимани биласиз?

2. СИМСИЗ АБОНЕНТ КИРИШ ТАРМОҒИНИНГ ҚУРИЛИШИ

2.1. IEEE 802.16 стандарт бошқаруви остидаги кенг полосали мобил кириш тармоғи

IEEE 802.16 стандарти Телекоммуникациялар соҳасидаги Европа стандартлаштириш институти бошқаруви остида электротехника ва электроника муҳандислари институтида ишлаб чиқилмоқда.

Бу стандарт “нуқта-кўп нуқта” топологияли кенг полосали симли алоқани ташкил этилишини тавсифлайди ва мегаполис (metropolitan area network, MAN) масштабларидаги стационар симли тармоқларни яратишга мўлжалланган. Айнан шунинг учун бу стандарт WirelessMAN деб ҳам аталди. Физик даражада IEEE 802.16-2001 стандарти атиги битта ташувчини частотадан (Single-Carrier, SC) фойдаланишни кўзда тутди. Шунинг учун протоколнинг номига SC қўшила бошланди, яъни WirelessMAN-SC.

10-66 ГГц частоталар диапазонида алоқани ташкил этиш қисқа тўлқинларнинг кучли сўниши туфайли кўпроқ сигнал узаткичи ва қабуллагичнинг тўғри кўринишида бўлиши мумкин. WirelessMAN-SC протоколининг ўзига хос хусусиятларидан бири ҳам шундан иборат бўлди. Шу билан бир вақтда бундай частоталар диапазонини ишлатилиши (яъни айнан узаткич ва қабуллагичнинг тўғри кўриниши талаби ва қайтган нурларда ишлаш мумкин эмаслиги) радиоалоқанинг асосий муммоларидан бири – сигналнинг кўп нурли тарқалишидан қочишга имкон беради. бу частоталар дипазонида ишлатилиши мумкин бўлган алоқа каналлари частоталари полосаси кенглиги етарлича кенг (одатда 25 ёки 28 Гц), бу юқори узатиш тезликларига (120 Мбит/сгача) эришишга имкон беради.

Тўғри кўриниш зонасида симсиз тармоқни қуриш зарурати шунга олиб келдики, IEEE 802.16 стандарти қурилмалари кенг қўлланилмаяпти.

Кўзда тутилдики, у сўнгги мил – кабелли модемлар, xDSL ва T1/E1 каналлар учун анъанавий кенгполосали ечимларга муқобил бўлади. IEEE 802.16а стандартнинг асосий 802.16 стандартдан асосий фарқи узаткич ва

қабуллагич орасидаги тўғри кўринишни талаб қилмайдиган бошқа частота диапазолини қўлланилиши бўлди. Бундай симсиз тароқларнинг қамраб олиш зонаси IEEE 802.16 тандарти тармоқларидагига қараганда сезиларли кенг. Таъкидлаш керакки, 2-11 ГГц частотада диапазондан фойдаланиш физик даражадаги сигналларни кодлаш ва модуляциялаш техникасини принципиал қайта кўриб чиқилишини ҳам талаб қилди. IEEE 802.16a/d стандартининг ўзига хос хусусиятларидан бири тўғри бўлмаган кўриниш зоналарида ишлаш имконияти ҳисобланади. Бунга каналларни мультиплексашли частота бўйича ажратиш технологиясидан (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) фойдаланиш ҳисобига эришилади, у сигналларнинг кўп нурли интерференцияси каби салбий ҳодисалар билан самарали курашишга имкон беради.

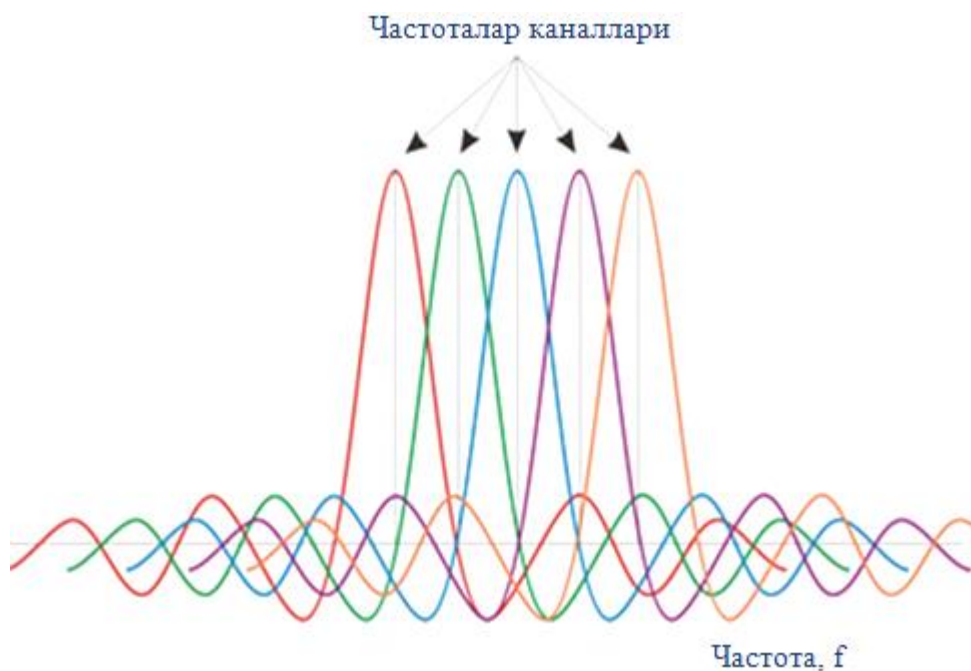
Кўп нурли тарқалишнинг натижаси қабул қилинадиган сигнал шаклининг бузилиши ҳисобланади. Кўп нурли интерференция исталган турдаги сигналлар учун характерли, лекин айниқса у кенг полосали сигналларга салбий таъсир қилади. Бу шундан иборатки, кенг полосали сигнал ишлатилганида интерференция натижасида маълум сигналлар синфаз (синхрон) қўшилади, бу сигнални ортишига олиб келади, айримлари эса, аксинча, қарама-қарши фазада қўшилади, бу частотада сигналнинг кучсизланишини келтириб чиқаради. Сигналнинг бузилишига символларо интерференция энг сезиларли таъсир қилади. Чунки символ бу ташувчининг частотаси, амплитудаси ва фазаси қийматларини характерлайдиган сигналнинг дискрет қиймати ҳисобланади, у ҳолда турли символлар учун сигналнинг амплитудаси ва фазаси ўзагаради, демак дастлабки сигнални қайта тиклаш жуда қийин бўлади.

Кўп нурли тарқалиш самарасини қисман бўлсада компенсациялаш учун частотавий эквалайзерлар қўлланилади, лекин маълумотларни узатиш тезлигини ортиши билан ёқисимволли тезликни ортиши туфайли ёки кодлаш схемасининг мураккаблаштирилиши туфайли эквалайзерлардан фойдаланиш самарадорлиги пасаяди. Натижада юқориқроқ узатиш тезликларида

узатиладиган маълумотлар оқими кўплаб частоталар нимканаллари бўйича тақсимланадиган ва узатиш бу барча нимканалларда параллел олиб бориладиган маълумотларни кодлаш усули қўлланилади. Бундан маълумотларни юқори узатиш тезлигига айнан барча каналлар бўйича маълумотларни бир вақтда узатилиши билан эришилади, алоҳида нимканалдаги узатиш тезлиги эса юқори бўлмаслигичам мумкин.

Каналлар частота бўйича ажратилганида алоҳдан каналнинг кенглиги, бир томондан алоҳида канал чегараларида сигналнинг бузилишини минималлаштириш учун етарлича тор, бошқа томондан эса тлаб қилинадиган узатиш тезлигини ошириш учун тарлича кенг бўлиши зарур. Бундан ташқари, нимканалларга бўлинадиган каналнинг бутун полосасидан тежамли фойдаланиш учун частоталар нимканалларини ложи борича зич жойлаштирилиши керак, лекин бунда каналларнинг бир-бирларига тўлиқ мустақил бўлишини таъминлаш учун каналлараро интерференциядан қочиш керак. Санаб ўтилган талабларни қониқтирадиган частоталар каналлари ортогонал каналлар дейилади. Барча частоталар нимканалларининг ташувчилари (аниқроғи, бу сигналларни тавсифлайдиган функциялар) бир-бирларига ортогонал бўлади. Муҳимки, частоталар нимканалларининг ўзлари бир-бирларини қисман қопласада, ташувчи сигналларнинг ортогоналлиги каналларнинг бир-бирларидан мустақиллигини, демак каналлараро интерференциянинг бўлмаслигини кафолатлайди (2.1-расм).

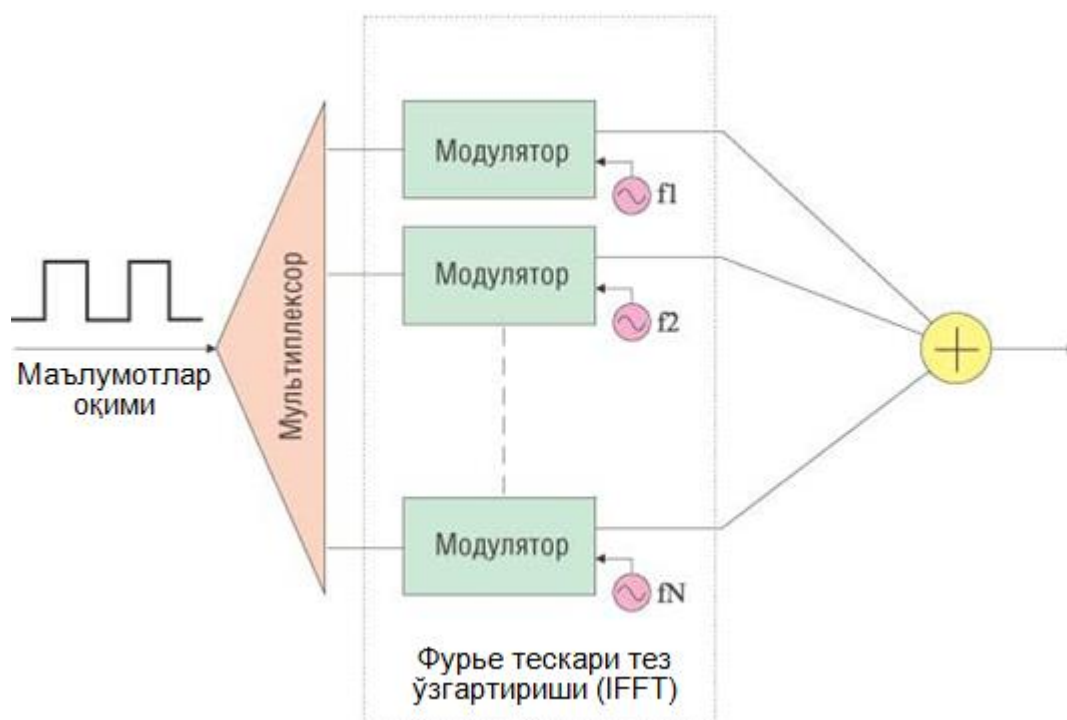
Кўриб чиқилган кенг полосали канални ортогонал частоталар нимканалларига бўлиш усули мультиплекслашли ортогонал частота бўйича ажратиш (Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)) дейилади. Унинг узатиш қурилмаларида ишлатилиши учун Фурье тескари тез ўзгартириши (Inverse Fast Fourier Transform (IFFT)) ишлатилади, у олдиндан n -каналларга мультиплексланган сигнални вақт бўйича берилишдан частота бўйича берилишга ўтказди (2.2- расм).



2.1- расм. Ортогонал ташувчиларли қопланадиган частоталар каналларига мисол

Ҳар бир IFFT саноғи фазавий (BPSK, QPSK) ёки квадратурали-амплитудавий (QAM16 ёки QAM64) модуляцияланадиган нимташувчи ҳисобланади, бу маълумотларни узатиш ахборот тезлигини оширишга имкон беради. Битли оқимларни ташийдиган нимташувчи частоталар гуруҳи OFDM символ дейилади. OFDM технологияси нафақат IEEE 802.16 протоколида, масалан, IEEE 802.11g протоколида ҳам қўлланилади, лекин IEEE 802.11g протокоliga қараганда IEEE 802.16 протоколида маълумотларни узатилиши учун ишлатиладиган частоталар полосасини тез мослашувчан тақсимланиши кўзда тутилган.

Маълумотларни узатишда ҳалақитбардошликни оширилиши учун IEEE 802.16 протоколида Витерби алгоритми бўйича декодланадиган ўрама кодлар ва Рид-Соломон кодлари каби анъанавий технологиялари ишлатилади.



2.2- расм. OFDM усуlining ишлатилиши

Бундан ташқари, IEEE 802.16e-2005 стандартида турбокодлаш каби замонавий кодлаш усулларидадан фойдалани кўзда тутилган [3]. Яқунда IEEE 802.16 стандартларида сигнални модуляциялаш усули билан фаркланадиган учта турдаги физик боғланишлар даражалари ажратилган:

- WirelessMAN-SC — битта ташувчи частотали физик даража;
- WirelessMAN-OFDM — мультиплекслашли 256 каналларга ортогонал частотавий бўлиш. Маълумотларни узатиш мухитига кўп томонлама уланишнинг ишлатилиши вақт бўйича ажратиш (Time Division Multiple Access, TDMA) технологияси ҳисобига бўлиб ўтади;
- WirelessMAN-OFDMA — каналларни мультиплекслашли ортогонал масштабланадиган частота бўйича бўлиш 2048 та нимташувчи частоталарга бўлиш ишлатилади. Маълумотларни узатиш мухитига кўп томонлама уланиш бир неча нимташувчи частоталарни битта узатиш каналиган бирлаштириш ва уни аниқ бир фойдаланувчига ажратиш (OFDM Multiple Access, OFDMA) ҳисобига амалга оширилади.

IEEE 802.16 оиласига кирадиган стандартларнинг асосий характеристикалари 2.1-жадвалда келтирилган.

2.1- жадвал

IEEE 802.16 оиласига кирадиган стандартларнинг асосий характеристикалари

Стандартнинг номи	IEEE 802.16	IEEE 802.16a	IEEE 802.16e
Частоталар диапазони	10-66 ГГц	2-11 ГГц	2-6 ГГц
Маълумотларни узатиш тезлиги	32-135 Мбит/с	75 Мбит/сгача	15 Мбит/сгача
Модуляциялаш	QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256, QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256, QPSK, 16QAM, 64QAM
Частоталар полосаси кенглиги	20, 25 и 28 МГц	Регулируемая 1,5-20МГц	Регулируемая 1,5-20МГц
Ишлаш радиуси	2-5 км 7-10 км	Максимал радиуси -50 км	2-5 км
Ишлаш шароитлари	Тўғри кўриниш	Қайтган нурларда ишлаш	Қайтган нурларда ишлаш

Бошланишидан IEEE 802.16 стандарти маълумотларни узатиш муҳитига уланишни бошқариш умумий протоколига (Medium Access Control, MAC) асосланадиган радиоинтерфейслар тўплами сифатида, лекин спектрнинг ишлатиладиган қисмига боғлиқ бўлган физик даражанинг турли спецификациялари ривожланиши ўйланган. Протоколнинг MAC-даражаси ҳам юқорига Up Link-оқимда (абонентдан базавий станцияга оқим), ҳам пастга Down Link-оқимда (базавий станциядан абонентга оқим) сигналларни

юқори узатиш тезликларига эришиш мақсадида “нуқта-кўп нуқта” топологияли уланиш тармоқлари учун ишлаб чиқилди.

Тузилмаси бўйича IEEE 802.16 стандарти тармоқлари анъанавий мобил алоқа тармоқларига жуда ўхшаш. Бу ерда ҳам 50 кмгача радиусларда ишлайдиган базавий станциялар мавжуд. Базавий станция абонент билан уланиши учун бинода ўрнатиладиган абонентлар қурилмаси зарур. Бу блокдан сигнал стандарт Ethernet-кабель бўйича тўғридан-тўғри аниқ бир компьютерга ёки IEEE 802.11 стандарти уланиш нуқтасига ёки Ethernet стандарти локал симли тармоғига узатилади.

IEEE 802.16 стандарти тармоғидаги битта базавий станция кўп сонли абонентларга хизмат кўрсатиши ва уларга турли даражалардаги хизматларни кўрсатиши мумкин. Масалан, битта базавий станция сектори T1 турдаги каналлар бўйича (2 Мбит/сгача тезликли маълумотларни узатиш) уланган 60 адан ортиқ корхоналарга ва DSL турдаги каналлар бўйича уланган 100 тадан ортиқ уйларга бир вақтда хизмат кўрсатиши мумкин. Одатдаги базавий станция олтигача секторларга эга бўлади.

2.2. WiMAX тармоғининг архитектураси. WiMAX тармоғининг қурилиш принциплари. WiMAX технологиясининг хизмат тармоқлари

Кенг полосали кириш тармоқларининг ривожланишида симсиз тармоқ технологиялари алоҳида ўрин тутди. Ҳозирги кунда телекоммуникация хизматлари фойдаланувчилари нафақат уйда, балки иш жойларида, кўчада, ресторан ва кафеларда ўзларига қулай алоқа воситалари орқали симсиз тармоқларга уланишлари мумкин. Охириги йилларда Wi-Fi ва Wi-MAX тармоқларининг кенг ташкил этилиши юқори тезликларда интернетга, ахборот манбаларига кириш, тармоқ орқали тез ва осон маълумот алмашиш имконини яратди. Бу технологиялар кенг полосали тармоқлар ташкил этишнинг энг қулай усули ҳисобланиб, кўплаб фойдаланувчиларга бир вақтда телекоммуникация хизматларининг таъминлайди.

Бугунги кунда Wi-Fi (Wireless Fidelity) ва Wi-MAX технологиялари асосида кириш тармоқларини қуришга ва кенгайтиришга республикада ҳам эътибор берилмоқда. Таълим масканлари, аҳоли маданий дам олиш масканларида бундай технологиялар асосий интернет хизматларини тақдим этиш йўлга қўйилмоқда. Ушбу технологияларнинг имкониятларини кўриб чиқамиз.

Wi-Fi технологияси. 802.11 стандартини қўлловчи симсиз локал тармоқ қурилмалар ишлаб чиқарувчиларининг қурилмаларини биргаликда ишлашини таъминлаш мақсадида Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) технологияси ишлаб чиқилган. Wi-Fi технологияси ҳозирги кунда уй, офис ва ташкилотлар тармоқлари сифатида кенг тарқалган.

Wi-Fi технологияси тармоққа уланиш нуқталари ёки маршрутизаторлари орқали бино ичида 50-100 м. ва очиқ жойларда 150 м. радиусгача бўлган масофаларда локал тармоққа уланиш имконини беради. Дастлаб маълумот узатиш тезлиги 54 Мбит/с бўлган, бугунги кунда ўртача 100 Мбит/с атрафида маълумот узатишни таъминлайди.



2.3- расм. Wi-Fi тармоғи тузилиши

Wi-Fi тармоқларини қуриш локал тармоқлар ташкил этишининг энг арзон ва осон варианты бўлиб, уй ва офис тармоқларида кабел ўтказиш харажатларини камайтиради. Шунингдек, кабел жойлаштириш имкони бўлмаган жойларда, турли дам олиш ва истироҳат масканларида ҳам Wi-Fi тармоқлари орқали алоқа ташкил этиш мумкин. Ноутбук, PDA билан бир

каторда кўпчилик уяли алоқа воситалари ҳам Wi-Fi га уланишни таъминлайди. Шунингдек Wi-Fi тармоқларида роуминг хизмати мавжуд бўлиб, битта уланиш нуқтасидан иккинчисига ўтганда тармоқда маълумот узатиш таъминланади. Шу сабабли Wi-Fi ҳозирги кунда дунёда кенг оммалашиб бораётган тармоқлардан бири ҳисобланади.

Wi-MAX технологияси. IEEE 802.16 стандартига асосланган Wi-MAX технологияси ҳозирда кенг тарқалган ҳудудий тармоқ технологияси ҳисобланади. Wi-MAX ёрдамида кичик қишлоқлар, узок регионларда инфорацион ҳамда коммуникацион технологияларни ривожлантириш (кўпгина чекка ҳудудларда телефон ҳамда кабел тармоқларнинг умуман мавжуд эмаслигини ҳисобга олган ҳолда) мумкин.

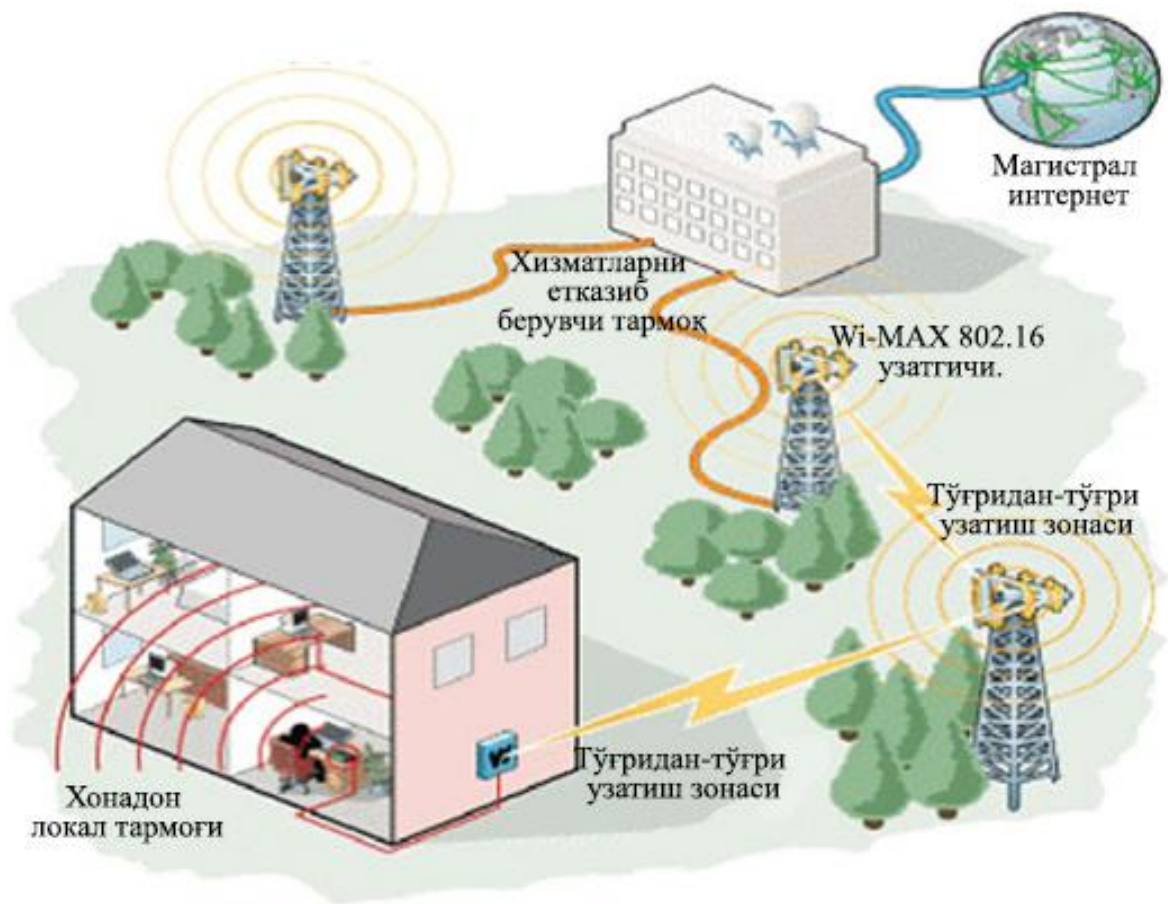
Шуни алоҳида таъкидлаш керак-ки, Wi-MAX технологиясини нафақат “сўнгги миля” муаммоларини ҳал этишда, балки регионал тармоқлар (офис ҳамда районлар) ни бир-бири билан боғлашда ҳам бемалол қўллаш мумкин. Кенг полосали интернет хизматларини таъминлашда ҳозирда симсиз тармоқларнинг энг яхши ечими ҳисобланади.

Wi-MAX тармоқлари структураси одатий мобил алоқа тармоқларига ўхшаб кетади. Бу ерда ҳам база станциялари 50 км. (“меш “ режимида) радиусда хизмат кўрсата олади.

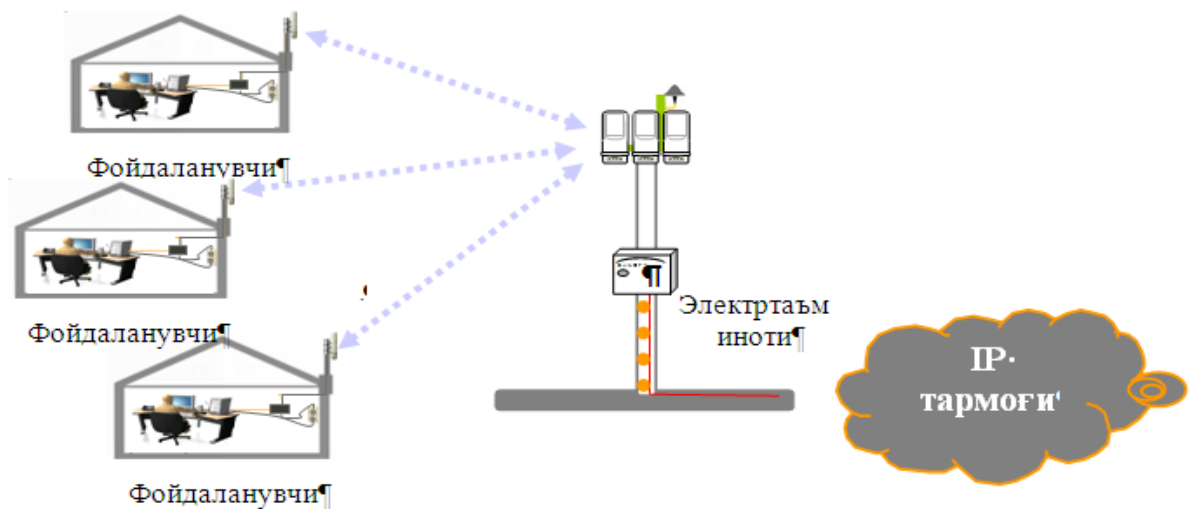
Алоҳида устуворликларга эга бўлган IEEE 802.16e (*Mobile Wi-MAX*) стандарти ҳаракатдаги фойдаланувчилар учун кенг полосали “мобил” хизматларни кўрсатиш учун мўлжалланган. Ушбу стандартда максимал маълумот узатиш тезлиги 5 МГц частота полосасида бугунги кунда ўртача 100 Мбит/с ни ташкил этади, алоқа масофаси – 5-10 км.га тенг. *Mobile Wi-MAX* стандарти БС ва АҚ орасида боғланишда мобиллик (ҳаракатчанлик) жиҳатдан айниқса такомиллашган ҳисобланиб, шунингдек аввалги барча стандартларнинг имкониятларини ҳам ўз ичига олади ва қуйидаги режимларда ишлайди:

- Фиксацияланган алоқали (бир жойдан қўзғалмай ёки стационар ҳолатда) уланиш (англ. *Fixed Wi-MAX*);
- Сеансли уланиш (англ. *Nomadic Wi-MAX*);
- Кўчма ёки силжиш режимидаги уланиш (англ. *Portable Wi-MAX*);
- Мобил уланиш (англ. *Mobile Wi-MAX*).

Wi-MAX тизимларида аввал магистрал линияларни ташкил этиш учун 10-66МГц дастота диапазонидан фойдаланиш кўзда тутилган, ҳозирги фойдаланиладиган версияларида эса 2 дан 11 МГц дастота диапазонида 3,5; 5; 7,5; 8,75 ва 10 МГц канал кенглигида ишлайди. Бунда $\pm 10^{-6}$ чегарада частота барқарорлигини таъминлаш зарур. Тармоқ база станциялари бинолар томларида ёки мачталарда жойлаштирилади. Шунингдек, турли баланд иншоотлардан, симёғочлардан ва ҳаттоки дарахтлардан база станцияларни ўрнатишда фойдаланиш мумкин. Бирор ҳудуддаги кўп сонли абонентларга симсиз кенг полосали маълумотлар узатиш хизматини тақдим этиш учун Wi-MAX база станциялари абонент қурилмалари билан “нуқта-кўп нуқта” топологияда алоқани амалга оширади.



2.4- расм. Wi-MAX тармоғи.



2.5- расм. «Нукта-кўп нукта» режимда Wi-MAX тармоғи топологияси

Бу чизма бўйича БС Wi-MAX абоненти қурилмалари ёрдамида фойдаланувчилар билан боғланадилар, кейин сигнал Ethernet-кабел стандарти бўйича ёки тўғридан-тўғри аниқ компьютерга, ёки IEEE 802.11

(Wi-Fi) уланиш нуқтаси орқали қабул қилинади. Бу Wi-MAX орқали кабелли уланишдан симсиз уланишга ўтишда мавжуд ҳудуд ёки офис тизимидаги локал тармоқларнинг инфраструктурасини сақлаб қолиш имконини беради. Бундан ташқари компьютерлар уланиши учун стандарт технологиялардан фойдаланувчи тармоқларни ёйишни максимал даражада кенгайтириш имконини беради.

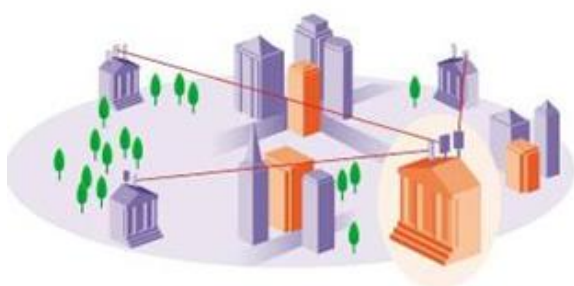
Узоқлаштирилган объектлар орасида симсиз кенг полосали алоқани ташкил қилиш учун «нуқта-нуқта» режимидан фойдаланилади (2.6- расм).



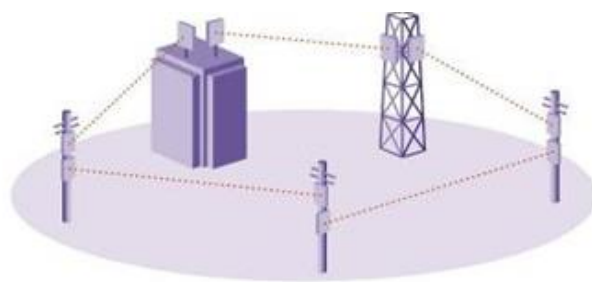
2.6- расм. «Нуқта-нуқта» режимдаги Wi-MAX тармоғи

«Нуқта-нуқта» режимда турли тармоқ кўринишлари ва уларнинг комбинацияларидан фойдаланилади. 2.6- расмда Wi-MAX тизими учун қўлланилувчи турли кўринишдаги тармоқ топологиялари тасвирланган.

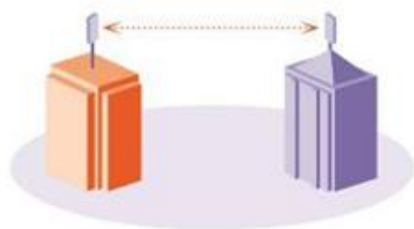
Wi-MAX тармоқларида шунингдек «mesh» режимда алоқа ташкил қилиш мумкин, бунда АҚ тўғридан-тўғри бир-бири билан алоқани амалга оширади, база станцияси эса асосий тармоқлар инфраструктураси ва меш тармоқлари ўртасида коммутатор ҳисобланади. «mesh» режимини қўллаш натижасида тармоқнинг радиоқоплам зонаси юқори тезликда маълумот узатишни таъминлаш билан 50 кмгача ошади, бу ҳолда битта БС нинг оддий ҳолдаги радиуси 5-10 км.ни ташкил этади.



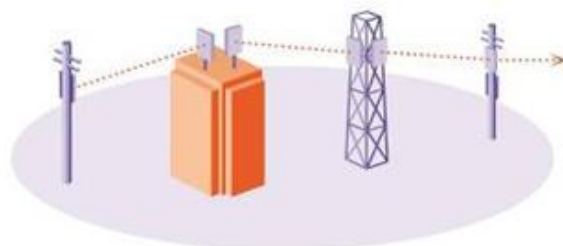
Юлдузсимон топология



Ҳалқа топология

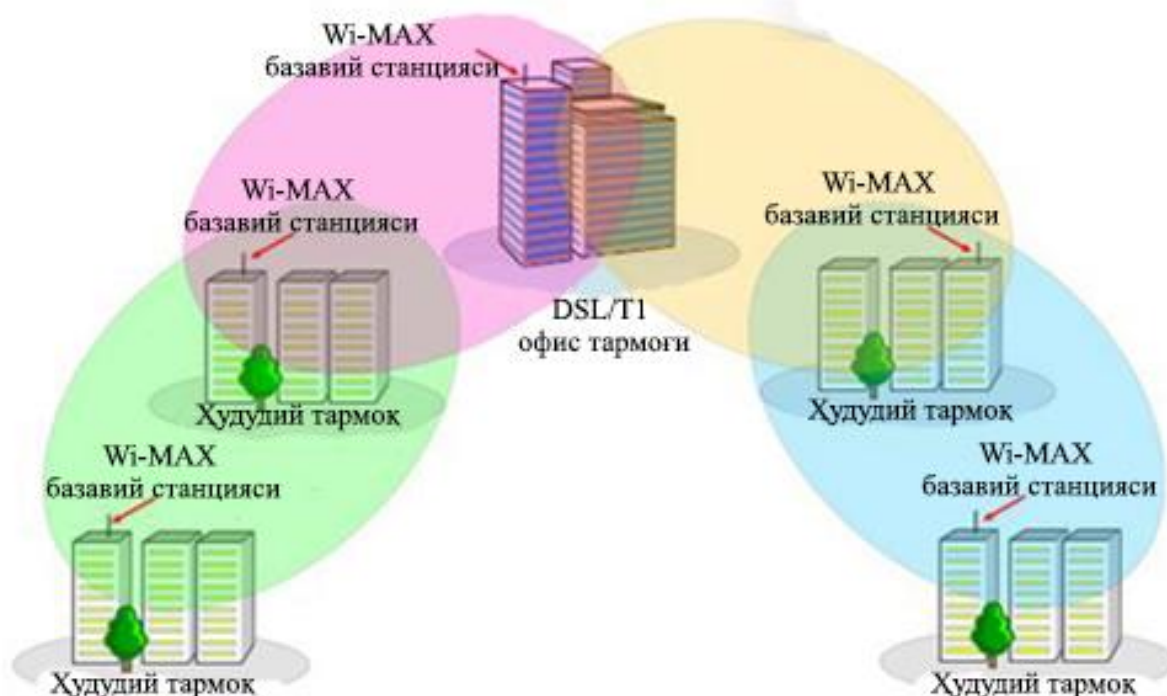


Симсиз кўприк



Ҷизиқли топология

2.7- расм. “Нуқта-нуқта” режимидаги Wi-MAX тармоғининг кўринишлари. Wi-MAX тармоқлари «кўп нуқта-кўп нуқта» режимида қурилиши мумкин, шунингдек у «нуқта-кўп нуқта» режимини ҳам таъминлайди. (2.8- расм).



2.8- расм. «Кўп нуқта-кўп нуқта» режимидаги Wi-MAX тармоқлари

Wi-MAX технологияси катта сонли анъанавий тизимлар, симли ёки симсиз тармоқлар билан алоқани таъминлаш мақсадида ишлаб чиқилган (тармоқлар IP га асосланган). Кўп ҳолларда бу архитектура мултимедияли IP-тизимларига (ёки IMS) асосланган бўлиб, тармоқлараро роумингни таъминлаш, 3G тармоқлари билан биргаликда ишлаш, IP даражасидаги тармоқларда алоқа сифати ва хизматлар тўпламини таъминлаш имконини беради. IP тармоқларига уланиш имконияти туфайли Wi-MAX технологияси бошқа тармоқларни кенгайтиришда “чексиз мобиллик” принципи бўйича уларни қуриш имкониятини беради.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, Wi-MAX технологияси симли тармоқ операторларига узоклаштирилган ҳудудларга уланиш учун “охирги мил” муаммоларини ҳал қилиш имкониятини беради, узок масофаларга кабел ётқизиш каби ортикча харажатларни камайтиради. IEEE 802.16e стандарти мобил алоқа операторлари харажатларини камайтиришни таклиф этади, мобил алоқа операторларига 2G ва 3G даражасидаги хизматларни, кенг полосали маълумот узатиш хизматларини ва энг замонавий рақобатлашувчи симсиз тармоқ хизматларини таъминлашни қўшишни таъминлайди. Wi-MAX тармоғини қуришнинг молиявий харажатлари анъанавий сотали иккинчи ва учинчи авлод тармоқлариникидан камроқ бўлиб, асосий харажатлар БС станциялари инфратузилмасини яратиш ва қурилиш монтаж ишларини олиб бориш учун сарфланади. IP-протоколида қурилган Wi-MAX архитектураси кенг полосали мултимедияли иловалардан фойдаланишда энг яхши имкониятлар тақдим этади, шунингдек, IP-асосида қурилган мобил тармоқларда қўлланилувчи овозли ва қисқа хабарларни мобил узатишни таъминлайди.

Айтиш мумкинки, Wi-MAX технологияси замонавий хизматларни таъминловчи, тезкор ва ишончли кенг полосали тармоқлар қуришда, мавжуд тармоқлар имкониятини кенгайтиришда энг яхши ечим бўла олади.

2.3. MESH тармоғи модемларининг қўлланилиш хусусиятлари

Mesh (multi-hop) бу симсиз қурилмалар стратегик мулоҳазаларга кўра киритиладиган кўп сонли (кўпинча ортиқча) боғланишлар билан бирлаштириладиган тармоқ топологияси ҳисобланади. Бу таъриф бундай синфдаги қуриладиган тармоқлар функцияларига етарлича яхши мос келади. Марказлаштирилмаган бошқаришли ва юқори ишончлилик даражасига эга бўлган ўз ташкил бўладиган тармоқлар ғояси анча олдин таклиф этилган, лекин бундай технологиянинг самарали ишлатилиши симсиз технологияларнинг тез ривожланиши натижасида мумкин бўлди

Бундай синфдаги тармоқлар тактик мақсадларда оператив алоқани ташкил этиш учун турли давлатлар ҳарбий идораларида, масалан, антитеррорчилик операцияларини ўтказилиши вақтида, локал ҳарбий тўқнашувларда кенг қўлланилади.

Сўнги вақтларда Mesh топологиясига мувофиқ ташкил этилган маълумотларни узатиш телекоммуникацион тармоқлари кенг қўлланилмоқда. Лойиҳалар масштаблари бутун дунё бўйича ўн минглаб уланиш нуқталаригача ва юз минглаб фойдаланувчиларгача ортди. Mesh-тармоқлар турли симсиз уланиш нуқталарини интеграциялайдиган энг қизиқарли ечимларни тақдим этади. Глобал тармоқларга (WAN) осон интеграцияланадиган локал (LAN) ва шаҳар (MAN) тармоқларини Mesh-топология ёрдамида ташкил этиш имконияти ўз тармоқларини йирик шаҳарларда қурадиган алоқа операторлари учун ижобий омил ҳисобланади.

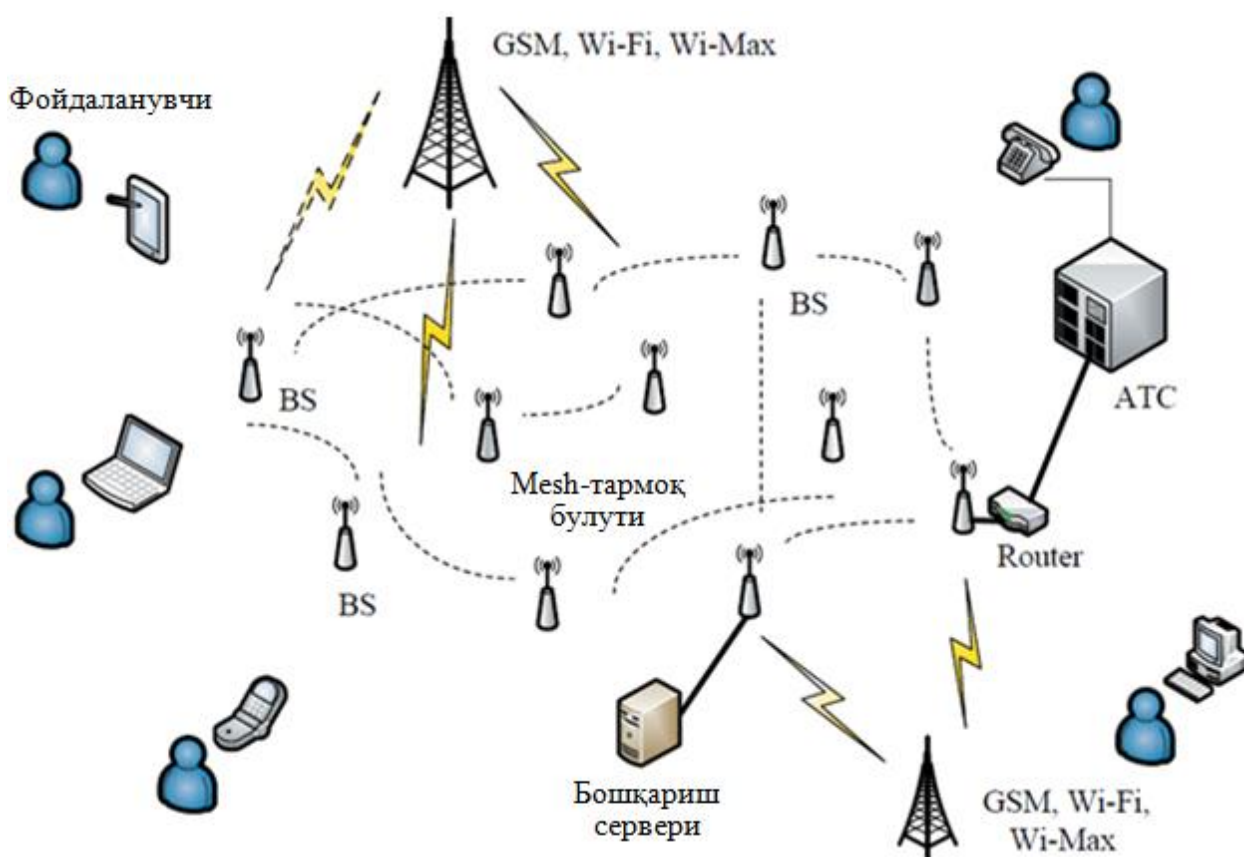
Mesh-тармоқлар топологияси тармоқнинг актив тугунлари орасида алоқани марказлаштирилмаган ташкил этилиши схемасига асосланган. Mesh-тармоқларда ишлатиладиган уланиш тугунлари нафақат абонентларни уланиши хизматларини кўрсатади, балки ўша тармоқнинг бошқа тугунлари учун маршрутизаторлар (ретрансляторлар) функцияларини бажаради. Бунинг ҳисобига ўзаро алмашадиган актив тугунларли тармоқнинг катта қамраб олиш зоналарини яратиш имконияти, шунингдек масштаблаштириш

имконияти (бу ҳолда янги тугунлар тармоққа автоматик қўшилади) пайдо бўлади.

Бундай тармоқнинг умумлаштирилган топологияси 2.9- расмда тасвирланган.

Mesh-тармоқлар қуйидаги имкониятларга эга:

- катта майдонни яхлит ахборот қамраб олиш зоналарини яратиш;
- ўзи ташкил бўлиш режимида тармоқнинг масштабланувчанлиги (қамраб олиш зонаси майдони ва ахборот таъминоти зичлигини ортиши);
- “ҳар бир ҳар бир билан” режимида уланиш нуқталарининг алоқаси учун симсиз транспорт каналларининг (backhaul) ишлатилиши;
- алоҳида элементларнинг йўқотилишига тармоқнинг барқарорлиги.



2.9- расм. Mesh-тармоқнинг умумлаштирилган топологияси

Mesh-тармоқлар кластерлар мажмуи сифатида қурилади. Қамраб олиш ҳудуди кластер зоналарига бўлинади, уларнинг сони назарий жиҳатдан

чекланмаган. Битта кластерда 8 дан 16 тагача уланиш нуқталари мавжуд бўлади. Бундай нуқталардан бири тугун (gateway) ҳисобланади ва магистрал ахборот каналига кабель (оптик ёки электр) орқали ёки радиоканал (кенг полосали уланишдан фойдаланиладиган) бўйича уланади.

Кластердаги бошқа уланиш нуқталари (nodes) каби тугун уланиш нуқталари транспорт радиоканали бўйича ўзаро (яқиндаги билан) уланади. Аниқ бир ечимга боғлиқ равишда уланиш нуқталари ретранслятор функциясини (транспорт канали) ёки ретранслятор ва абонентлар уланиш нуқтаси функцияларини бажариши мумкин.

Mesh-тармоқларнинг ўзига хос хусусияти ҳар бир уланиш нуқтасига транспорт каналининг ҳолати назорат қилинадиган ва қўшни нуқталар орасида оптимал маршрут бўйича трафикни динамик маршрутлаштириш қўлланадиган тармоқ абонентлари жадвалини яратишга имкон берадиган махсус протоколлардан фойдаланиш ҳисобланади. улардан бири ишдан чиққанида трафикнинг бошқа маршрут бўйича автоматик қайта йўналтирилиши бўлиб ўтади, бу трафикни нафақат манзилга етказилиши, балки минимал вақтда етказилишини кафолатлайди. Кластер чегараларида тармоқни кенгайтириш процедураси мавжуд тармоқларга интеграцияланиши автоматик бўлиб ўтадиган янги уланиш нуқталарини ўрнатилиши билан чекланади. Тармоқ ҳам тармоқнинг ичидаги, ҳамунинг чегараларидаги трафикнинг кескин ортиши шароитларида қайта тикланиш ва мослашиш қобилиятига эга.

Бундай тармоқларнинг камчилиги шундан иборатки, улар оралиқ пунктларни маълумотларни узатиш учун ишлатади. Бу маълумотларни қайта узатишда кечикишларни ва демак реал вақт трафигининг (масалан, нутқ ёки видеонинг) сифатини пасайишини келтириб чиқаради.

Шу туфайли битта кластердаги уланиш нуқталари сонига чеклашлар мавжуд.

Ҳозирги вақтда 802.11 стандартида Hand-overни ишлатилиши бўйича қатъий спецификациялар мавжуд эмас. Лекин бундай ўтишни таъминлаш

учунмахсус эфирни сканерлаш ва уланиш процедуралари кўзда тутилган. Wi-Fi тармоқларида Hand-overни ишлатилиши турли усулларда, Radius протоколи асосида ёки мижоз кўшни уланиш нуқтаси хизмат кўрсатиш зонасига ўтганида “туннел”ни ташкил этадиган интеллектуал симсиз контроллер бошқаруви остида амалга оширилиши мумкин. 802.11k спецификацияда мижоз қурилмасига жорий боҳланиш узилишидан олдин уланиш керак бўлган уланиш нуқтасини танлашга имкон берадиган процедуралар тавсифланган.

802.11k бошқариш механизмлари қўлланадиган бу қурилма абонентлар қурилмасини янги уланиш нуқтасига 50 мсдан ортиқ бўлмаган вақтда қайта уланишини таъминлайди. Бундай жуда кичик кечикиш фойдаланувчига сезилмайди, чунки у инсоннинг қабул қилиши бўсағасидан бир неча мартага кичик.

Mesh-тармоқларни қуришнинг асосий масалаларидан бири абонентнинг шахсий “ягона” тармоқ номерини ўзгартирмасдан мобил ва файд этилган алоқа хизматларининг тўлиқ спектрини тақдим этишдан иборат. Бу ҳолда асосий масалалардан бири абонент учун турли тармоқларда маъқул нархларга эга бўлган кўрсатиладиган хизматларнинг сифати йўқотилмасдан тармоқлараро роумингни ташкил этиш ҳисобланади. Бунда муҳим ролни QoS ва хизматлар фойдаланувчиси ва тармоқ орасидаги SLAкелишуви ўйнайди.

Кластерлар тўпламидан иборат бўлган шаҳар тармоғи чегараларида мижознинг кластердан кластерга ўтишидаги роуминг муаммоси ESSID, WEP/802.1x ваVPN механизмлари ёрдамида ҳал этилади.

Эркин ҳарактланадиган мижоз виртуал IP-каналлар ташкил этиладиган IP-манзил бўйича идентификацияланади. Кейинчалик 802.11s спецификациядатармоқларни, шу жумладанҳар турлардаг тармоқларни бирлаштириш процедураси тавсифланади. Йирик 802.11s тармоқларини яратилиши турли шаҳарларда қурилган Wi-Fi тармоқлар орасида ўтиш муаммосини йўқотишга имкон беради.

Мультисервисликни таъминлаш мижоз учун телекоммуникацион хизматларнинг тўлиқ спектрини ташкил этишни кўзда тутди. IEEE 802.11e стандарти амалдаги 802.11a/b/g стандартлари билан тўлиқ мослашувчанлик сақланганида реал вақт режимида оқимли маълумотларга хизмат кўрсатиш ҳисобига функционалликни кенгайтиришга, шунингдек QoS кафолатланган хизматлар сифатини тақдим этишга имкон беради. Механизм трафикни устиворликлаштириш усулларига асосланган ва фойдаланувчилар гуруҳлари ва тармоқ трафиғи турлари бўйича ўтказиш полосасини назорат қилини ташкил этишни кўзда тутди [2]. Mesh-тармоқлар хавфсизлиги масалалари жуда долзарб ҳисобланади.

Mesh-тармоқлар ўзи қайта тикланадиган тармоқ ҳисобланади. Тармоқ ҳатто унда яроқсиз тугун бўлганида ёки уланиш йўқотилганида ишлай олади. Тармоқни бундай ташкил этилиши натижасида жуда ишончли тармоқ инфратузилмаси олинади. Бу тушунча мос симсиз тармоқларга, симли тармоқларга ва дастурий таъминот даражасидаги ўзаро таъсирлашига қўлланилса бўлади.

MESH бу тармоқнинг мақоми бўйича тенг ҳуқуқли унча қиммат бўлмаган тугунларига бу тармоқнинг бошқа тугунлари билан икки томонлама алоқа қилишга ва пакетларни ўтиши учун оптимал йўлни автоматик танлашга имкон берадиган тармоқ технологияси ҳисобланади. Бундай имконият биргаликда уланиш учун ишлатиладиган мавжуд тармоқ тузилмасини бир вақтда унинг имкониятлари оширилиши билан самарали кенгайтиришга ва оддий симсиз тармоқларга ўзига хос бўлган симсиз мижозлар сонининг ортишига боғлиқ бўлган ўтказиш қобилияти бўйича чеклашларни сезиларли кенгайтиришга имкон беради.

Mesh бу кўп сонли локал қабуллагичлар-узаткичлар (яъни симсиз ячейка) орасидаги симсиз қўшма инфратузилма ҳисобланади. Бу катта симсиз тармоқларни қуриш учун қўшма симсиз концепция 1995 йилда Massive Array Cellular System / Кўплаб Ячейкали Тизимлар Массиви (MACS) канада патенти орқали патентлаштирилган.

Mesh тармоқлари ўта ишончли, чунки ҳар бир тугун бир вақтда бир неча тугунлар билан боғланган. Агар тугунлардан бири рад этиш ёки исталган бошқа сабабага кўра тармоқдан чиқса, у ҳолда қўшни тугунлар оддий бошқа маршрутни топади. Бир вақтда тармоқнинг ишончилиги ва ради этишларга барқарорлиги оширилиши билан янги ҳудудларни қамраб олишни оддий янги тугунларни қўшиш билан ташкил этиш мумкин. Бу ечим бориш қийин жойларда (авария вазиятлари, туннеллар ва нефть платформалари, ҳарбий амалиётлар) алоқани ташкил этиш ва оператив куриш учун идеал тўғри келади ва реалвақт режимида оқимли маълумотларни (масалан, видео иловалар, овозли коммуникациялар, пойга автомобили учун телеметрия маълумотлари) узатишга имкон берадиган юқори тезликли мобил уланишни таъминлай олади.

Тармоқнинг асосини кўчада жойлаштириладиган ва стандарт Wi-Fi-қурилмали абонентларнинг уланиши таъминланадиган ахборот қамраб олиш зонасини ташкил этадиган тугун ва абонентлар уланиш нуқталари ташкил этади. Уланиш нуқталари қўшимча равишда шаҳардаги кўча ҳаракатини бошқариш ва жорий ҳолат ҳақидаги видео маълумотларни тўплаш учун ишлатилиши мумкин. Бинолар ичида жойлашган фойдаланувчиларнинг уланиши Wi-Fi стандарти кичик қувватли уланиш нуқталари ёрдамида амалга оширилади.

Автомобилларда ишлатиш учун мўлжалланган мобил уланиш нуқталари қизиқиш уйғотади. Бу қурилмаларнинг ўрнатилиши нафақат улани нуқталари орасидаги масофани 800÷1200 метрларгача узайтиради, балки қуйидагилар каби турли сервисларни ишлатадиган Mesh-тармоқларни ташкил этишга имкон беради:

— мегаполис (йирик шаҳар) чегараларида ўта максимал соатларда турли хил трафикларнинг катта ҳажмларини ўтказилишини таъминлайдиган ўзи ташкил бўладиган рад этишларга барқарор Mesh-тармоқ;

— 802.11b/g стандарт Wi-Fi-адаптерларли абонентлар учун автомобиль атрофида 300 метрлар радиусда ахборот қамровини амалга

оширадиган тармоқ, бу ҳайдовчилар ва бундай тармоқ чегараларида бўлган абонентлар учун абонент уланиш муаммосини ечишга имкон беради;

— уланиш нуқтасига ўрнатилган GPS-қабуллагичдан фойдаланилганида автомобилнинг ҳолатини доимий назорат қилиш функциясини бажарадиган сервис;

— қатор бошқа махсулаштирилган сервислар, масалан, аторф-муҳитни, иқлим шароитлари ва бошқаларни мониторинг қилиш.

Мобил уланиш нуқталарининг қўлланилиши қамраб олиш зонасини оператив кенгайтиришга ёки шаҳарнинг турли қисмларида автомобилларнинг жамланиши ҳисобига ахборот сиғимини оширишга имкон беради. Бундан ташқари, ўзи ташкил бўладиган Mesh-тармоқлар минимал вақт оралиғи мобайнида Mesh-нуқталар билан жиҳозланган автомобиллар жамланишини аниқлашга, Wi-Fi зонани яратишга имкон беради [4].

Ҳозирги вақтда ҳам ташқарида, ҳам ичкарида жойлаштириш учун Mesh-қурилмалар чиқарилмоқда. Wi-Fi стандарти янги спецификацияларини (айниқса, 802.11n) жорий этилиши маълумотларни узатиш тезлигини сезиларли оширилишини таъминлайди, бу стандартнинг камчиликларини (тармоқнинг юқори юкланишида энг катта даражада намоён бўладиган уланиш коллизиялари) тўлиқ даражада компенсациялаши мумкин.

Бундай турлардаги тизимларнинг инсталляциялаш муаммолари частоталарни режалаштиришнинг классик масалалаига боғлиқ. Бундай синфдаги тармоқларнинг тез мослашувчан ишлашини таъминлаш учун тармоқнинг жорий ҳолатига боғлиқ равишда ташувчи частоталарни динамик тайинланишидан фойдаланиш зарур. Аралаш тугунларнинг частоталари турлича бўлиши керак, акс ҳолда коллизиялар, тармоқнинг узатиш характеристикаларини бузилиши, синхронлаштириш ва маршрутлаштиришнинг издан чиқиши, қайта қабул қилишлар сонини ортиши ва якуний ҳисобда тармоқнинг штатдаги ишлаш режимидан чиқиши бўлиши мумкин.

Фавкулудда вазиятларда бундай тармоқларнинг яшовчанлиги динамик қайта конфигурациялаштириш ва трафикни қайта маршрутлаштириш ҳисобига, шунингдек тармоқнинг ичидаги трафик учун кўп сонли четлаб ўтиш ва захира йўлларининг мавжудлиги туфайли етарлича юқори бўлади. Бундай тармоқнинг ҳар бир тугуни икки ёки ундан ортиққа тенг бўлган боғланганликка эга бўлади, бу бутун тармоқ тузилмасининг рад этиша барқарорлигини оширишга ва қўйилган масалаларни оператив ечишга имкон беради.

Бу технологиянинг юқои потенциалини шартлайдиган Wireless Mesh-тармоқларнинг муҳим томони мобил фойдаланувчиларга кенг полосали хизматларни тез ва арзон тақдим этиш имконияти ҳисобланади. Mesh-тармоқларни қуриш нархи анъанавий симли тармоқлар нархидан сезиларли кам бўлиши мумкин, чунки бунинг учун қиммат турадиган инфратузилманинг бўлиши ва кабелларни ётқизиш талаб қилинмайди. Mesh-тармоқларга уланиш модемлар ёрдамида амалга оширилади.

Модемнинг вазифаси

Модем қабуллаш-назорат асбобларидан (ҚНА) ёки ретрансляторлардан огоҳлантиришларни узтиш бўлиб ўтадиган IEEE 802.15.4-LR-WPAN стандартга асосланган маълумотларни симсиз узатиш тармоқларини қуриш учун мўлжалланган. Модем иккита маршрутизатор ва координатор бажарилишларига эга:

- маршрутизатор ҚНА ёки ретрансляторга ўрнатилади, унга шлейф ёрдамида уланади ва ундан огоҳланиришларни узтилишини таъминлайди. Бундан ташқари, маршрутизатор тармоқнинг қолган маршрутизаторларидан огоҳлантиришларни ретрансляция қилади;

- координатор тармоқда фақат битта блиши мумкин. У тармоқнинг ишлашини бошқаради, ретрансляторга ўрнатилади ва маршрутизатор ўрнатилган ҚНА ёки ретрансляторлардан огоҳланиришларни қабул қилишни таъминлайди.

Модемнинг қўлланилиши соҳаси объектларни (хонадонлар, гаражлар, дала ҳовлилари, офислар, савдо бинолари, омборлар ва ҳ.к.) марказлаштирилган қўриқлаш ҳисобланади.

ZigBee технологиясининг тавсифи

ZigBee бу IEEE 802.15 Low Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPAN – беспроводные персональные вычислительные сети) оиласидаги маълумотларни симсиз узатиш тармоқларини қуриш янги технологияси ҳисобланади.

ZigBee ўзи ташкил бўладиган ва ўзи қайта тикланадиган тармоқлар бўлиб, бу ZigBee асосида тизимларни ўрнатиш ва қуришни сезиларли енгиллаштиради, чунки тугунлар маълумотларни етказилиши маршрутларини мусатқил аниқлай олади ва тузата олади.

ZigBee бу юқори ишончли, рентабелли, энергияга тежамкор протокол бўлиб, мониторинг қилиши (маълумотларни тўплаш) ва бошқариш тармоқларини қуриш учун мўлжалланган. ZigBee тармоқда ишлайдиган қурилмалар таъминот ёқилганида ўрнатилган дастурий таъминот туфайли ўзлари бир-бирларини топишни ва тармоқи шакллантиришни билади, тугунлардан бири ишдан чиққанида ёки ҳалақитлар вужудга келганида хабарларни узатилиши учун янги маршрутларни ўрнатишни билади.

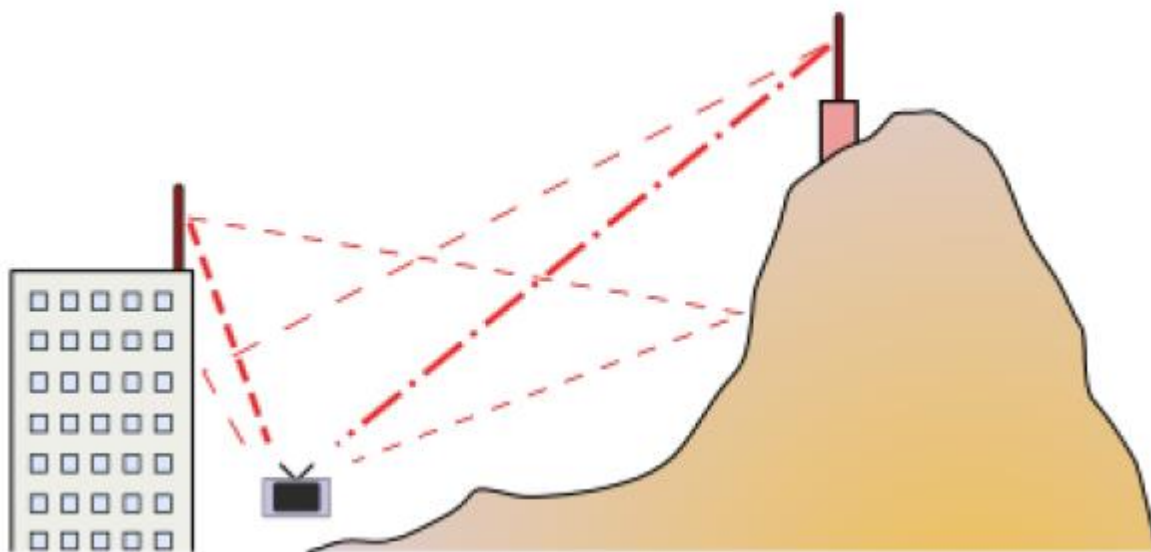
ZigBee технологияси ҳам “нуқта-нуқта” ва “юлдуз”оддий уланишларни амалга ошириш учун, ҳам “дарахт” ва “ячейкали тармоқ (Mesh тармоқ) топологиялари мураккаб тармоқларни ташкил этиш учун ишлатилиши мумкин. Стандарт корхоналар ва офис бинолари масштабларида, шунингдек локал тақсимланган объектлар – омборлар, бозорлар, посёлкалар ва бошқаларда турли хил қурилмалар йирик тармоқларини қуриш учун оптимал ҳисобланади.

ZigBee қурилмаларнинг қамраб олиш зонаси кўплаб параметрларга, биринчи навбатда, қабуллагичнинг сезгирлигига ва узаткичнинг қувватига боғлиқ бўлади. Очiq фазода ZigBee тармоғидаги тугунлар орасидаги масофа юзлаб метрлардан километрларгача, биноларда эса ўнлаб ёки юзлаб

метрларгача ўлчанади. ZigBeening қамраб олиши тугунлар орасидаги масофага қараганда сезиларли кенг, чунки “ZigZag” модемининг ретрансляциялаши ҳисобига қурилмалар мустақил тармоқни ҳосил қилади, хабарларни ретрансляциялашни қўллайди, узатиладиган маълумотлар яхлитлиги текшириладиган ва AES протоколи бўйича криптоҳимоялаштирилган маълумотларни пакетли узатишнинг ўрнатилган протоколига эга.

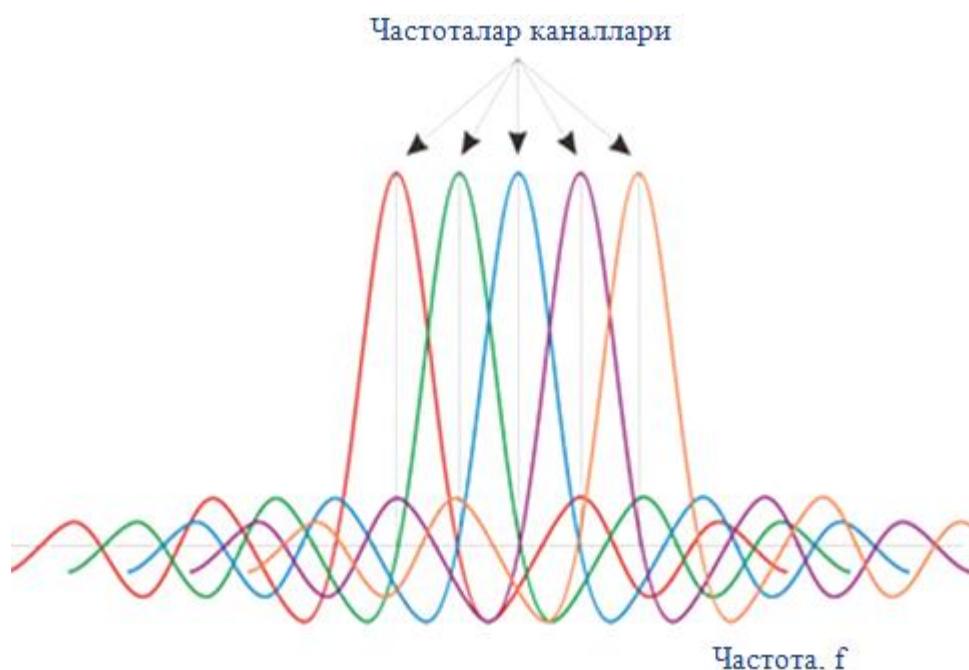
2.4. Кўп станцияли OFDM киришининг қўлланилиш хусусиятлари

Олдинги асрнинг 60-йилларида ишлаб чиқилган технология бўлиб, нисбатан яқинда қўлланилиши учун мумкин бўлди. OFDM қисқартмаси билан белгиланадиган ортогонал частота бўйича мультиплекслаш спектрал самарадорликни яхшилаш ҳисобига радиоканалнинг ўтказиш полосасини сезиларли оширилишини таъминлайди. Бинборин, OFDMнинг қўлланилиши эгалланадиган частоталар полосасини ёки модуляциялаш даражасини ўзгартирмасдан узатиш тезлигини оширишга имкон беради. Шунинг учун OFDM кўплаб замонавий симсиз алоқа тизимларида, масалан, IEEE 802.11 (Wi-Fi) ва IEEE 802.16 (WiMAX) тизимларида, шунингдек симли ADSL тизимларида ишлатилади. Кенг полосали симсиз уланиш (КПСУ) тизимларида рақамли канал учун асосий бузувчи омил кўп нурли тарқалишдан ҳалақитлар ҳисобланади. Бу ҳалақитлар тури зич қурилишларли шаҳарларда бинолар ва бошқа иншоотлардан радиосигнални кўп қаррали қайтишлар туфайли эфирда қабул қилиш учун жуда ўзига хос ҳисобланади (2.10- расм).



2.10- расм. Сигналнинг кўп нурли тарқалиши

Бу муаммонинг тубдан ечилиши кўп нурли қабул қилишда ҳалақитлар билан курашиш учун махсус ишлаб чиқилган OFDM ортогонал частота бўйича мультиплекслаш технологиясининг қўлланилиши ҳисобланади. Спектрал самарадорликни оширишдан ташқари, OFDM кўп нурли тарқалиш ва символларо интерференциянинг яхши маълум бўлган салбий самараларини камайтиришга имкон беради. OFDM сигнал ҳар бири етарлича паст тезликларда модуляцияланиши мумкин бўлган тор полосали субканаллар тўпламини бирлаштиради. Шунингдек, тизимлар асосан юқори модуляциялаш тезлигили тизимлар минимал символларо интерференцияга учрайди. Технолгиянинг яна кўриниш COFDM (каналли кодлаш бирлашмаси, C ва OFDM қисқартмаси) усули яхши маълум ва DVB-T/T2 радиоэшиттириш рақамли тизимларида кенг ишлатилади. OFDMда кенг полосали кетма-кет рақамли оқим ҳар бири алоҳида ташувчида узатиладиган кўп сонли тор полосали параллел оқимларга (субоқимларга) ўзгартирилади (2.11- расм).



2.11- расм. OFDM спектри

OFDMнинг асосий ижобий ва салбий томонларини қисқача ажратш мумкин:

Ижобий томонлари:

- Кўплаб нимташувчилар сонидан спектрни оғдирувчининг деярли тўғри бурчакли шакли орқали тушунтириладиган радиочастоталар спектридан фойдаланишнинг юқори самарадорлиги;
- Оддий аппаратли ишлатиш: асосий операциялар рақамли ишлов бериш усуллари орқали амалга оширилади;
- символлараро ҳалақитларга (ISI – intersymbol interference) ва нимташувчилар орасидаги интерференцияга (ICI – intercarrier interference) яхши қарши туриш. Натижада кўп нурли тарқалишга мойиллик;
- Ҳар бир нимташувчи учун турли модуляциялаш схемаларининг қўлланилиши, бу ҳалақитбардошлик ва маълумотларни узатиш тезлигини адаптив ўзгартиришга имкон беради.

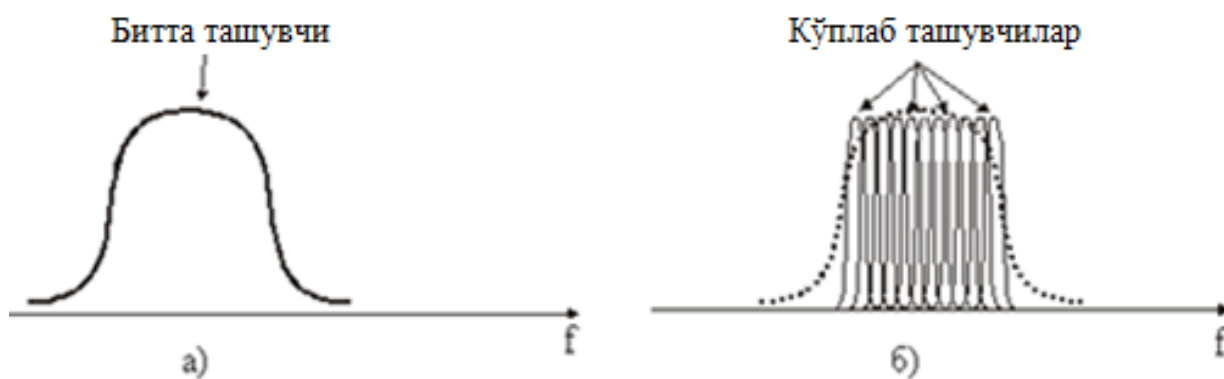
Салбий томонлари:

- Частота ва вақтни юқори синхронлаштирилишининг зарурлиги;

- Мобил тизимларда OFDMнинг қўлланилишини чеклайдиган Доплер самарасига сезгирлик;
- Замоनावий узаткичлар ва қабуллагичларнинг ноидеаллиги фазавий шовқинни келтириб чиқаради, бу тизимнинг унумдорлигини чеклайди;
- OFDMда кўп нурли тарқалиш билан курашиш учун ишлатиладиган ҳимоя интервали сигналнинг спектрал самарадорлигини камайтиради.

Барча камчиликларига қарамасдан, OFDM йирик шаҳарлар шароитларида ишлайдиган замоनावий тармоқлар архитектуралари учун жуда яхши ечим ҳисобланади. Техник тараққиёт ва бозорнинг динамикаси (ўзгаришлари) ишлаб чиқарувчиларни доимо мавжуд технологияларни такомиллаштиришга ундайди. Натижада ўз асосида турли OFDM модификацияларини ишлатадиган қурилмалар пайдо бўлади.

OFDM кенг полосали кетма-кет рақамли оқим ҳар бири алоҳида ташувчида узатиладиган кўп сонли тор полосали параллел оқимларга (субоқимларга) ўзгартириладиган принципал янги модуляциялаш тури ҳисобланади (2.12- расм)

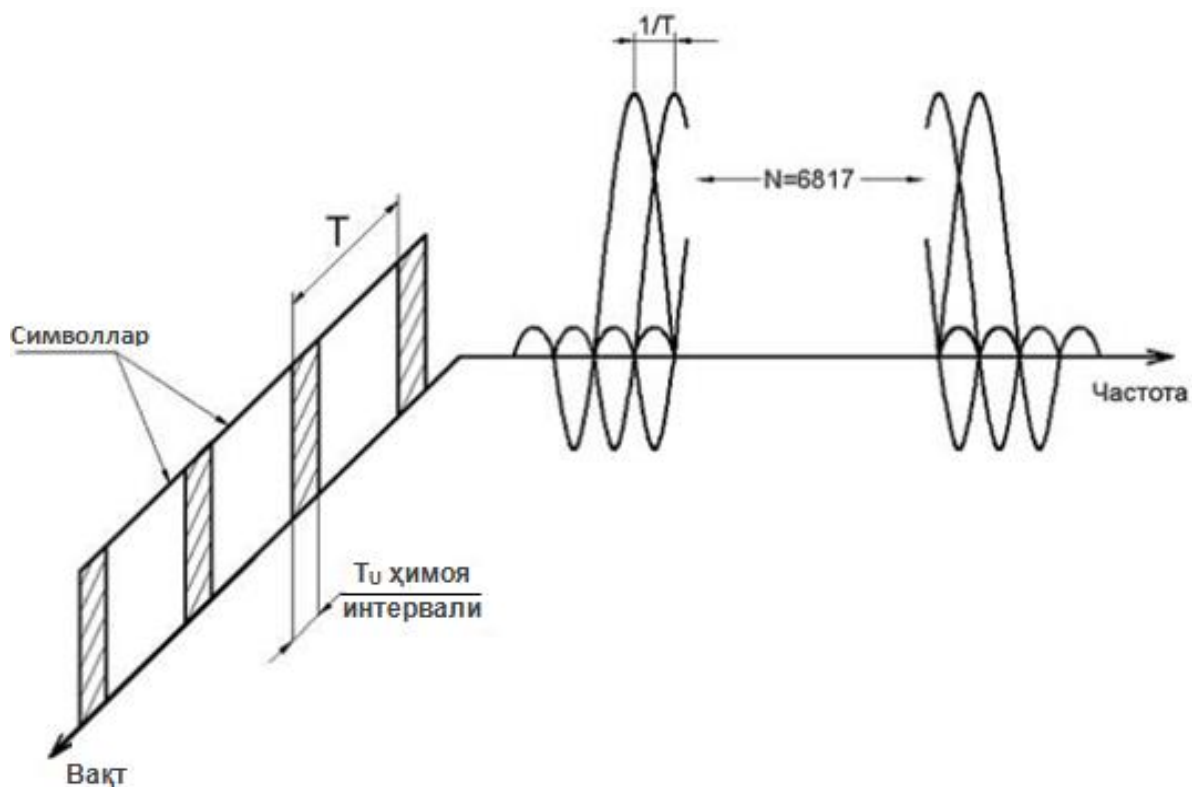


2.12- расм. Битта ташувчи сигнал радиосигнал (а) ва OFDM спектри (б)

OFDM гуруҳли радиоспектридаги қўшни f_1, f_2, \dots, f_n ташувчилар орасидаги Δf частоталар фарқи демодуляторда индивидуал ташувчиларнинг ажратилиши имконияти шартларидан танланади. Бунда ташувчиларни частота бўйича ажратишнинг иккита усуллари қўлланиши мумкин.

Биринчидан, полосали филтрлар ёрдамида, иккинчидан сигналларни ортогонал ўзгартириш ёрдамида ажратиш мумкин. Биринчи ҳолда модуляцияланган ташувчилар орасидаги частотлар фарқи уларнинг қўшни ён полосалари ўзаро қопланмайдиган танланади. Бу шарт, агар частоталар фарқи қийматини $\Delta f > 2/T_U$ га тенг танланса бажарилади, бу ерда T_U – ахборот символининг ишчи интервали. Леин бунда радиоспектрдан фойдаланиш самарадорлиги юқори бўлмайди. Аксинча, OFDM стандарти қўшни нимташувчилар спектриларини кучли қопланиши билан характерланади, бу частоталар фарқи қийматини икки мартага камайтиришга ва шунча мартага рақамли маълумотларни узатиш зичлигини ((бит/с)/Гц) оширишга имкон беради.

Гуруҳли спектр нимташувчиларини ортогонал демодуляциялаш усули туфайли қўшни частоталардан, уларнинг ён полосалари ўзаро қопланишига қарамадан ҳалақитларни компенсациялаш бўлиб ўтади. Ортогоналлик шартларини бажарилиши учун ташувчилар орасидаги частоталар фарқи ўзгармас ва $\Delta f = 1/T_U$ га тенг бўлиши керак, яъни T_U интервалда $f_2 - f_1$ фарқ частотасининг бутун даврлари сони жойлашиши керак. DVB-T стандарти 8К версиясидаги COFDM сигналга мисол 2.13- расмда тасвирланган.



2.13- расм. DVB-T стандарти 8K версиясидаги COFDM сигнали

Бу нисбатни бажарилишига OFDM модемида иккита турдаги синхронлаштириш сигналларини киритиш билан эришилади:

- Гуруҳли спектр ташувчи частотларини синхронлаштириш учун сигналлар;
- Демодуляторнинг функционал блоклари такт частоталарини синхронлаштириш учун сигналлар. Ҳозирги моментда параллел рақамли оқимлар битларини ташийдиган ташувчи частоталар гуруҳи OFDM символ дейилади.

Кўп сонли параллел оқимлар ишлатилиши туфайли параллел оқимлардаги символнинг узунлиги кетма-кет маълумотлар оқимидагига караганда сезиларли катта бўлиб қолади. Бу декодерда қабул қилинган символлар қийматларини баҳолашни вақтинча кечиктиришга имкон беради, бу вақт давомида акс-сигналлар таъсири туфайли радиоканал параметрларининг ўзгариши тўхтайди ва канал стабил бўлиб қолади. Шундай қилиб, OFDMда субоқим симболи T_S вақт интервали T_G ҳимоя

интервалига ва символнинг T_U ишчи интервалига бўлинади. T_S вақт интервали давомида, декодерда символнинг қийматини баҳолаш амалга оширилмайди, T_U ишчи интервалида эса қабул қинган сигнал ийматини ҳақида қарор қабул қилинади. Акс-садони сўндириш тизимининг тўғри ишлаши учун ҳимоя интерваллари субоқимлар символларининг бошланишида бўлиши керак, яъни ҳимоя интервалида олдинги символ билан ташувчини модуляциялаш давом этиши керак. Техник жиҳатдан OFDM усули қабуллаш-узатиш қурилмаси узаткичининг модуляторида Фурье инверс дискрет ўзгартириши (Fast Fourier Transform, FFT) ва қабуллагичининг демодуляторида Фурье тўғри дискрет ўзгартириши бажарилиши йўли билан амалга оширилади. Физик даражада OFDM кўп сонли яқин жойлашган ортогонал ташувчиларни ишлатадиган рақамли модуляциялаш схемаси ҳисобланади. ҳар бир нимташувчи ўша бир ўтказиш полосасидаги битта ташувчини модуляциялаш оддий схемалари каби умумий маълумотларни узатиш тезлигини сақлаш билан паст символли тезликларда оддий модуляциялаш схемаси (квадратурали амплитудавий модуляциялаш) бўйича модуляцияланади. Амалда OFDM сигналлар Фурье тескари тез ўзгартиришдан (ФТТЎ) фойдаланиш йўли билан олинади. Битта ташувчили схемага қараганда OFDMнинг асосий афзаллиги каналдаги мураккаб шароитларга унинг қарши тура олиш қобилияти ҳисобланади.

Масалан, ЮЧ соҳасида узун мис ўтказгичлардаги сўниш, кўп нурли тарқалиш келтириб чиқарадиган торполосали ҳалақитлар ва частотавий-танланган сўниш билан мураккаб филтрлар-эквалайзерлардан фойдаланмасдан курашиш мумкин.

Сигналнинг кўп нурли тарқалиши келтириб чиқарадиган частотавий-танланган сўниш қабул қилиш жойида сигналнинг кўп нурли интерференцияси натижасида вужудга келади ва сўниш частотаси қабулла антеннаси жойининг ўзгариши билан ўзгаради. Реал зич шаҳар қурилишлари ҳолатларида интерференцион манзарани аналитик ҳисоблаш деярли мумкин

эмас. Бундан ташқари, дециметрли тўлқинлар дипазонида телетомошабинларнинг сезиларли қисми хона антенналаридан фойдаланади.

Бу интерференцион манзарани янада олдиндан тахмин қилмайдиган қилади (2.14- расм).

Қайтган тўлқинларни иккита турларга ажратиш керак бўлади:

- Биолар ва ташқи предметлардан қайтган тўлқинлар;
- Ер сиртидан қайтган тўлқинлар.

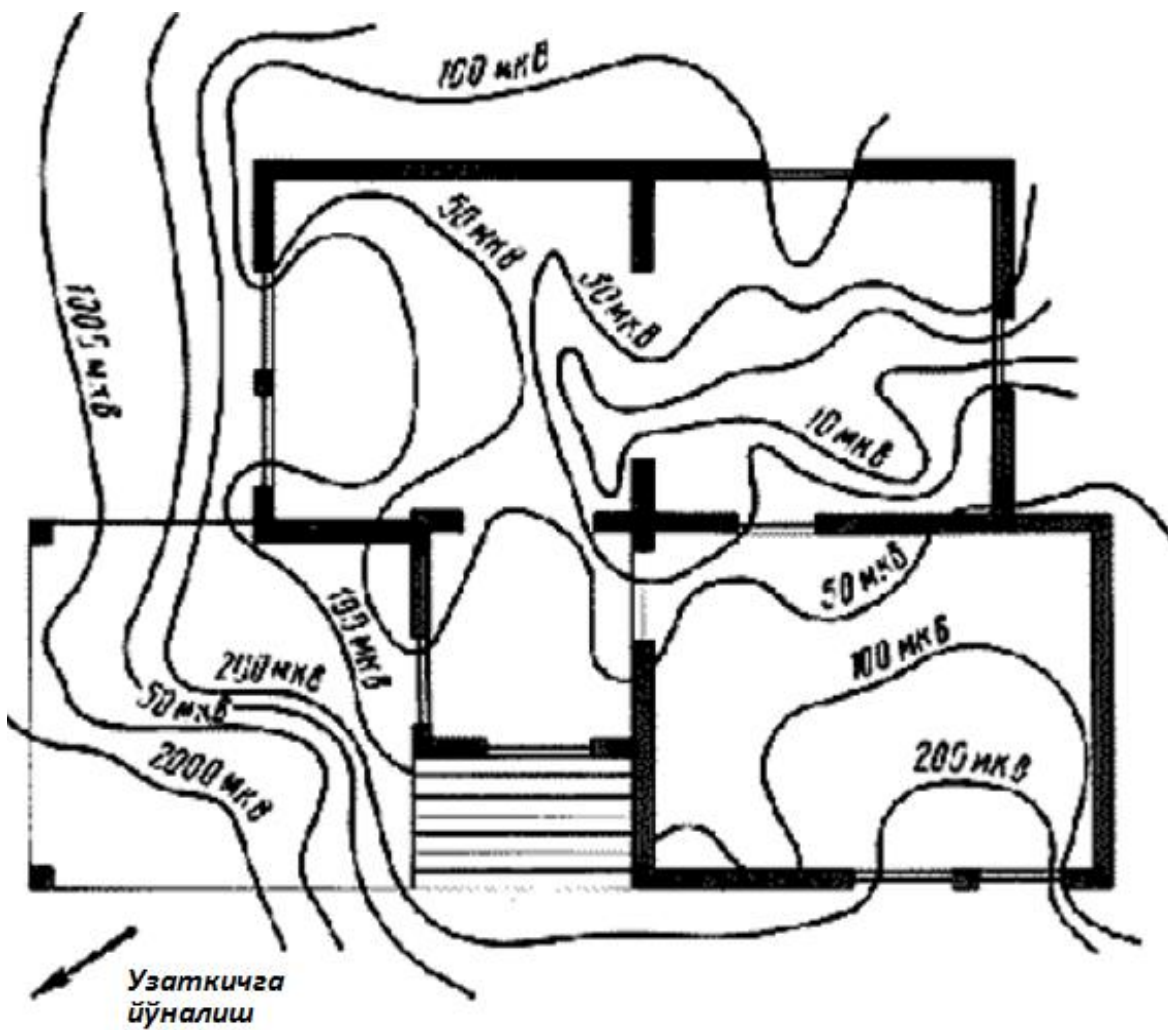
Ер сиртидан қайтган тўлқинлар тўғри ва қайтган тўлқинлар тарқалиши вақти бўйича кичик фарқ туфайли акс-сигналларнинг сабаби бўлиши мумкин эмас. Лекин интерференция туфайли турғун тўлқинлар ҳосил бўлади, улар қабуллаш антеннасининг жойлашиши баландлиги ортиши билан майдон кучланганлигини ўзгаришининг тебранма қонунига олиб келади. Бу антеннанинг ўрнатилиши баландлигини тўғри танлаш заруратига олиб келади (2.15- расм).

Ерга энг яқин максимумнинг баландликни қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш мумкин:

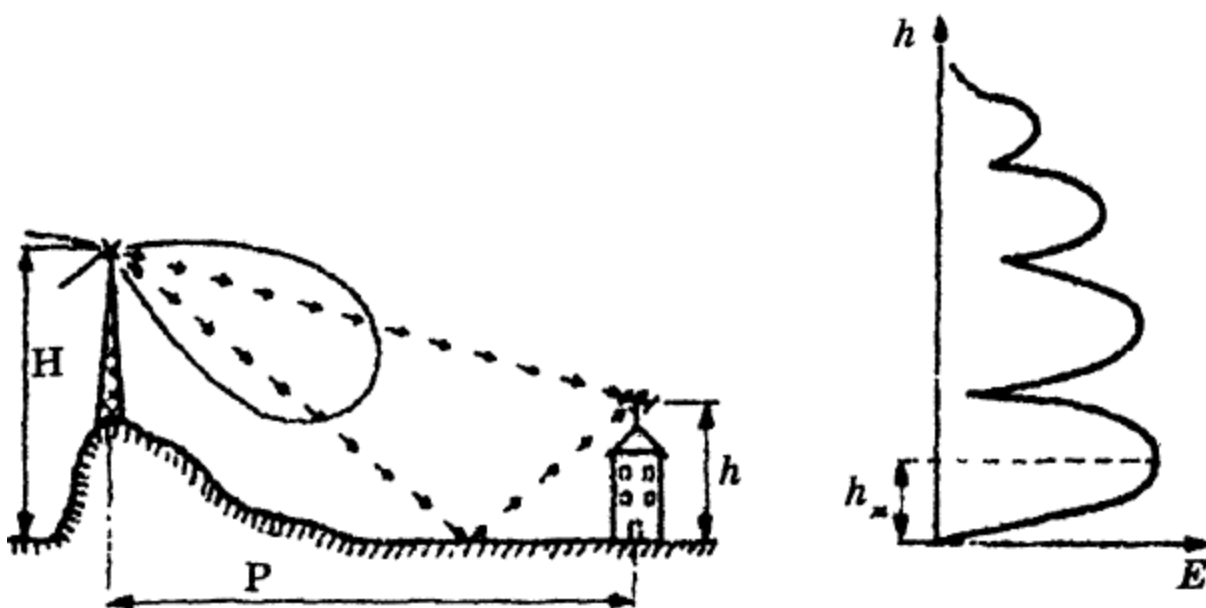
$$h_M = \frac{\lambda \cdot R}{4 \cdot H}$$

бу ерда λ – тўлқин узунлиги; R – узатиш антеннасигача масофа; H – антеннанинг баландлиги.

Биолар ва ташқи предметлардан қайтган тўлқинлар кучланганлиги барча учтан йўналишлар – баландлик бўйича, горизонтал текисликда ва узатиш йўналишида ўзгарадиган бир жинсли бўлмаган майдонни ҳосил қилади. Бунда майдон кучланганлигининг максимал ва минимал қийматлари кўп сонли қайта қайтаришлар туфайли номунтазам характерга эга бўлади. Бу самара билан курашиш учун DVB-Тда махсус алгоритм ишлатилади. Узаткичдан маълумотлар узлуксиз оқим билан узатилмайди, балки унча катта бўлмаган пакетларга бўлинади, ҳимоя интрваллари дейиладиган узилишлар билан узатилади. Бу ҳолда акс-садо самараси нафақат асосий



2.14- расм. Интерференцион манзара



2.15- расм. Антеннанинг ўрнатилиши баландлигини танлаш

сигнални аниқ узатишга, балки уни қайтган тўлқинлар билан такрорланиши ҳисобига кучайтиришга ёрдам беради.

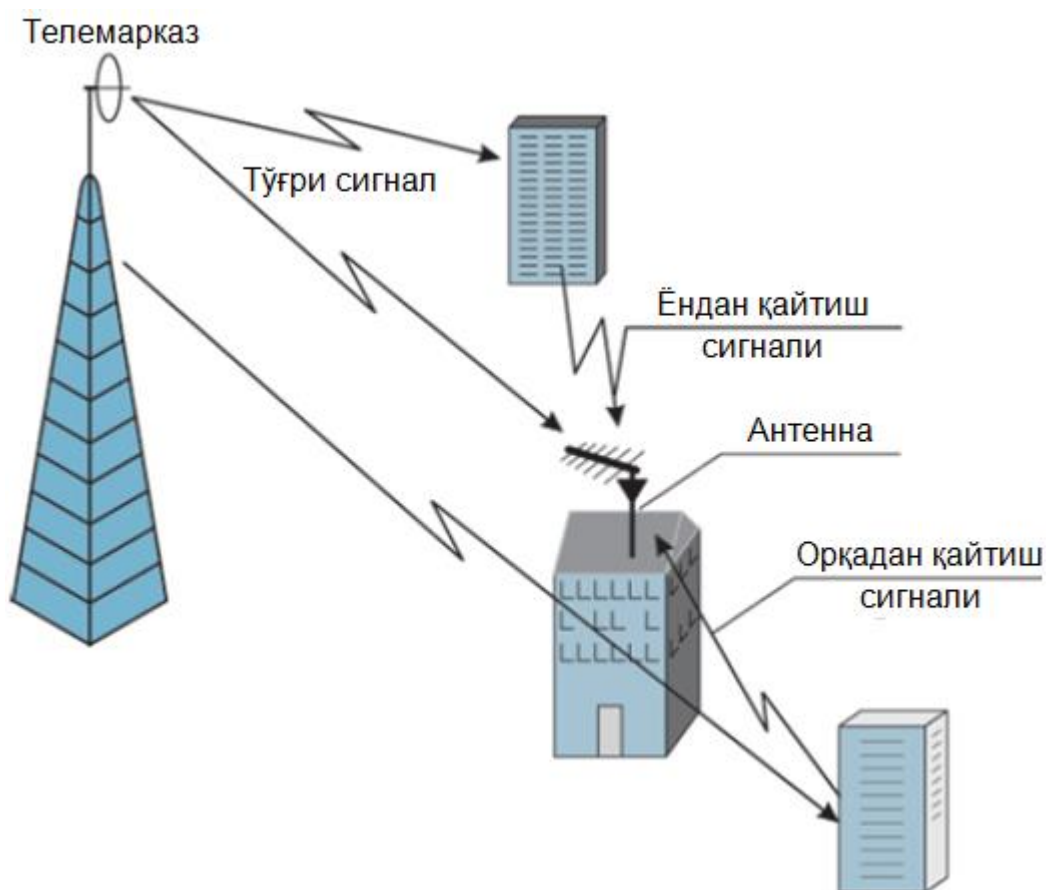
Ҳимоя интервали бу битта сигнани бошқаси бошлангунча сўниши учун етарли бўладиган фойдали сигналлар орасидаги оддий пауза эмас. Бу вақт давомида қабуллагичга фойдали сигнал фрагменти келади, бу қабул қилинган сигнал ташувчилари ортогоналлигининг сақланишини кафолатлайди (тушунарлики, агар акс-сигнал кўп нурли тарқалишда бу ҳимоя интервали узунлигидан катта бўлмаган кечиктирилса). DVB-T учун бўсағавий сигнал/шовқин нисбати бўсағавий самарани эътиборга олганда тахминан 5-10 мартага яхши бўлади. Шундай қилиб, агар акс-сигнал кўп нурли тарқалишда бу ҳимоя интервали узунлигидан катта бўлмаган кечиктирилса, у ҳолда кечиктирилган сигнални фойдали ҳисоблаш ва у билан курашиши эмас, балки ундан фойдаланиш мумкин.

Амалда бу DVB-T сигнални қабул қилишда антенна тури ва уни ўрнатиш жойини танлашга бошқа ёндашишлардан фойдаланиш зарурлигини билдиради. Аналог телевидениени абул қилишда оптимал ечим “тўлқин канали” турдаги юқори йўналтирилган антеннадан ва уни бир текис майдонга ўрнатишдан фойдаланилган, бу зич қурилишли шароитларда жуда қийин. Бундан ташқари, юқори йўналтирилган антенна тор частоталар диапазониغا эга ва иккита йўналишлардан бир вақтда қабуллашни олиб боришга имкон бермайди.

Замонавий шаҳардаги электромагнит тўлқин сезиларли компонентларли турғун тўлқинлар мураккаб тузилмасидан иборат. Бу ҳолда майдон кучланганлигининг яқин максимумлари орасидаги масофа тўлқин узунлигининг ярмига тенг бўлади. “Тўлқин канали” турдаги юқори йўналтирилган антенна турғун тўлқин майдонида бўлиши билан ҳисобланган кучайтиришни таъминлайди. DVB-T сигналини қабул қилиш учун бундай антеннанинг қўлланилиши фақат очик жойда оптимал бўлади. Шундай қилиб, зич шаҳар қурилишлари шароитларида DVB-T сигналини қабул қилиш учун антенна қуйидаги шартларни қониқтириши керак:

- антеннанинг ўлчамлари тўлқин узунлигининг ярмидан ошмаслиги керак;
- антенна панжараси иккитадан ортиқ қаватлардан бўлмаслиги керак;
- “тўлқин канали” турдаги юқори йўналтирилган антенна биттадан ортиқ директорларга эга бўлмаслиги керак;
- антеннани турғун тўлқин майдонининг максимумига жойлаштириш керак.

Кўп нурли сигналнинг ҳосил бўлиши принципи 2.16-расмда тасвирланган.



2.16- расм. Кўп нурли сигналнинг ҳосил бўлиши принципи

Каналли эквализация OFDM сигнал битта тез модуляцияланадиган кенг полосали сигнал эмас, балки секин модуляцияланадиган тор полосали сигналлар тўплами сифатида қаралиши мумкин. Паст символли тезлик

символлар орасида ҳимоя интервалини ишлатилишини мумкин қилади, бу вақт бўйича сочилишни ва символлараро бузилишларни тузатишга имкон беради.

2.5.Адаптив антенна тизимини қўллаш

Адаптив - (лот. adapto - мослаштираман). Сигнал/шовқин нисбатини максималлаштиш учун мўжалланган сигналларга ишлов берувчи антеннанинг тури ҳисобланади. Максималлаштириш алоҳида қабул қилиш каналларидан келадиган сигналлар билан қўшиб чиқиладиган вазн коэффициентларини автоматик ростлаш орқали амалга оширилади.

Кўпинча адаптив антенна - антенналар панжараси ҳисобланади. Одатда адаптив антенна чиқишидаги йиғинди ҳалақитлар сигналинини сўндирилишини таъминлайдиган сигналларга ишлов бериш фойдали сигнални қабуллашгача амалга оширилади. Ишлов бериш тизими аппаратуралари вазн коэффициентлари амплитудаларини ва фазаларини ростлаш учун қурилмалардан фойдаланишга асосланган.

Вазн коэффициентларини ростлаш сигналларга ишлов бериш тизими чиқиши ва адаптив антеннанинг қабул қилиш каналлари орасидаги тескари алоқа ёрдамида автоматик амалга оширилади. Мослаштириш процедураси дастлабки йўналтирилганлик диаграммасидан (ЙД) оптимал вазн коэффициентларини ишлаб чиқиш жараёнида шакллантириладиган компенсацион ЙДни айиришга эквивалент бўлади, шу туфайли натижавий ЙД ҳалақитлар манбалари йўналишларида оғишларга эга бўлади.

Ҳалақитларни сўндириш чуқурлиги, зарур сигналларга ишлов бериш аппаратурасининг ҳажми ишлатиладиган мослаштириш усули ва унинг аниқ бир амалга оширилишига боғлиқ бўлади. Адаптив антеннанинг вариантларидан бири ўзи фокусланадиган антенналар панжараси ҳисобланади. Қабуллаш режимида у қабул қилинадиган исталган фазавий фронтли тўлқинга барча элементлар сигналлар синфаз қўшиб чиқиладиган ишлов беради. Шу туфайли изотроп келадиган ташқи шовқинларда адаптив

антенна чиқишидаги сигнал/шовқиннинг максимал нисбати таъминланади. Ўзи фокусланадиган адаптив антенна қабул қилиш-узатиш режимида ҳам ишлатилиши мумкин. Бунда сигналнинг нурланиши қабул қилинадиган тўлқин манбаи йўналишида амалга оширилади. Ҳам қабуллаш режимида, ҳам узатиш режимида қабул қилинадиган сигнал адаптив антеннанинг алоҳида элементларидаги тоқлар фазаларини бошқариш учун ишлатилади. Ўзи фокусланадиган қабул қилиш-узатиш адаптив антеннаси маълум маънода, хусусан оптикада ишлатиладиган тўлқин фронтларини бошқариш тизимларига ўхшаш бўлади. Адаптив антенналар алоқа тизимларида, радиолокацияда, радиоастрономияда ва бошқаларда қўлланилади.

2.6. Wi-Fi технологияси. Интернетга уланиш

Wi-Fi технологияси қуйидагилар учун қўлланилиши мумкин:

- Симсиз локал тармоқларни (WLAN) қуриш;
- Тармоқларнинг имкониятларини кенгайтириш;
- Интернетга уланишни ташкил этиш.

2.6.1. Симсиз локал тармоқларни яратиш

Симсиз локал тармоқларни (WLAN) ташкил этишнинг иккита асосий нуқта-нуқта (Ad-hoc) ва инфратузилмали (Infrastructure Mode) режимлари мавжуд.

Infrastructure Mode симсиз локал тармоқ

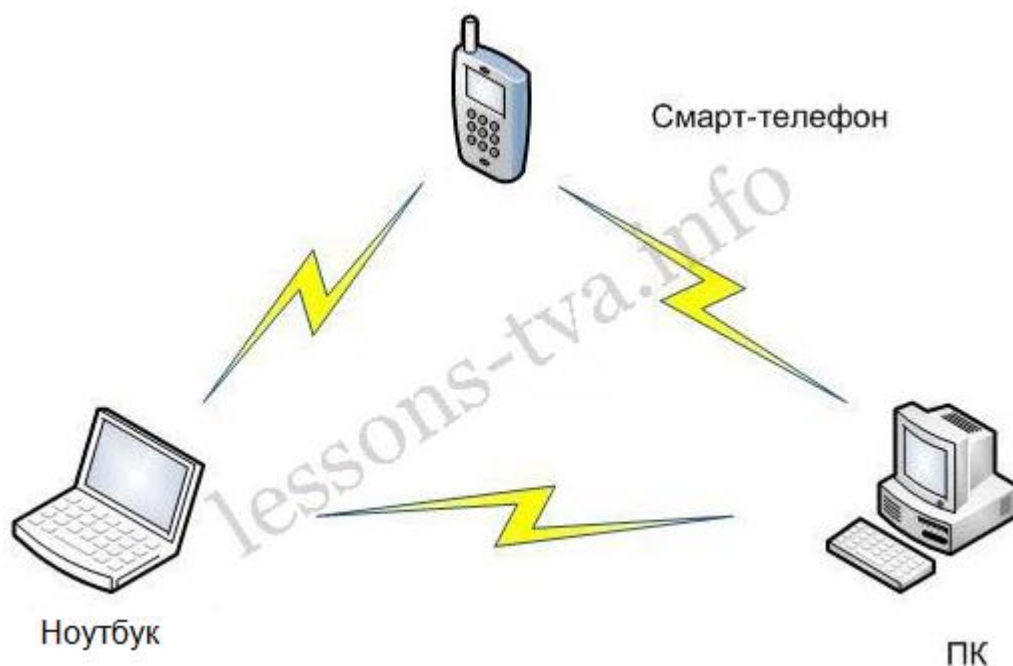
Infrastructure Mode (Wi-Fi инфратузилмали режимида) режимида ишлайдиган симсиз локал тармоқда симсиз қурилмалар **Access Point** уланиш нуқтаси орқали ўзаро алоқа қилади (4.1- расм). Уланиш нуқтаси SSID (Service Set ID) тармоқ идентификаторини махсус сигналлар пакетлари ёрдамида узатади. Симсиз қурилмалар SSID тармоқ идентификаторидан фойдаланиш билан **Access Point**га уланади ва бир-бирлари билан маълумотларни алмашлашади. Бу ҳолда **Access Point** симсиз қурилмаларнинг марказий уланиш нуқтаси сифатида ишлатилади.



2.17- расм. Wi-Fi Infrastructure Mode (инфраструктуралы) режими

Ad-hoc симсиз тармоқ

Ad-hoc турдаги симсиз локал тармоқда алоқа Wi-Fi-адаптерлар билан жиҳозланган қурилмалар орасида тўғридан-тўғри ўрнатилади (2.18- расм) ва бу ҳолда уланиш нуқтаси умуман ишлатилмайди. "Ad-hoc" режими бу "тенг тенги билан" (peer-to-peer) режими ҳисобланади.



2.18- расм. Wi-Fi Ad-нос (нуқта-нуқта) режими

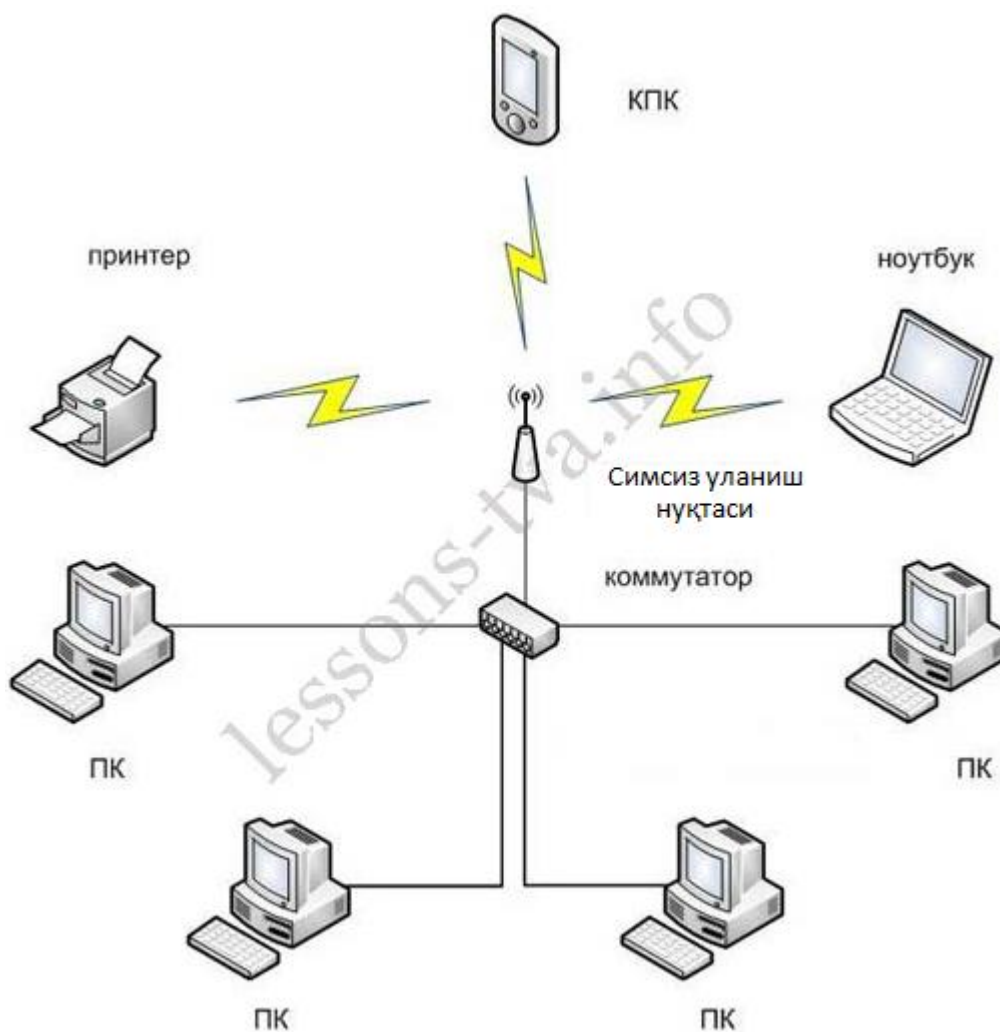
Шундай қилиб, симсиз локал тармоқда Ad-нос (нуқта-нуқта) режимида симсиз тармоқ адаптерлари тармоқнинг компонентларини бирлаштириш учун ишлатилади.

2.6.2. Локал тармоқлар имкониятларини кенгайтириш

(Access Point Bridge кўприк, беспроводный мост point-to-point симсиз кўприк, базавий уланиш нуқтаси репитери)

Access Point Bridge кўприги

Симсиз локал тармоқларни қуришдан ташқари, Wi-Fi технологияси симли локал ёки корпоратив тармоқларнинг имкониятларини кенгайтириш учун ишлатилади. Wi-Fi симсиз локал тармоқлар симли локал тармоқларга уланади. Бу ҳолда Access Point локал тармоқнинг симли ва симсиз сегментлари орасида кўприк (Access Point Bridge) сифатида қўлланилади. Локал тармоқ схемасига мисол 2.19- расмда тасвирланган.



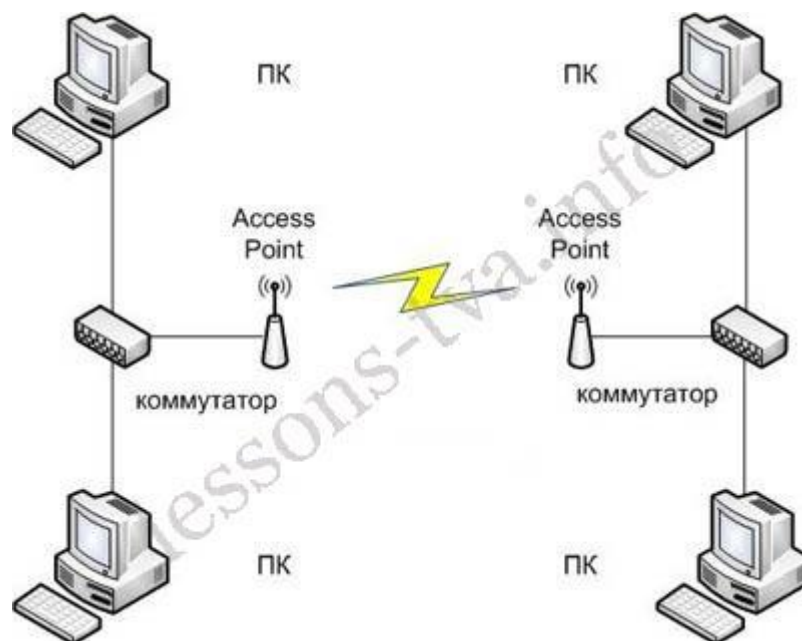
2.19- расм. Локал тармоқ схемасига мисол

Тасвирланган тармоқда КПК, ноутбук ва принтер Wi-Fi – адаптерлар билан жиҳозланган ва тўртта ПКлардан иборат симли локал тармоққа уланган симсиз уланиш нуқтасига уланади. Шундай қилиб, **Access Point** тармоқнинг симли ва симсиз қурилмалари орасида кўприк сифатида ишлатилади, бу билан LAN имкониятларини кенгайтиришга эриилади.

point-to-point симсиз кўприк

Access Pointни тармоқнинг симли сегментлари орасида point-to-point симсиз кўприк сифатида қўланилиши битта симсиз уланиш нуқтасига симсиз кўприк режимини қўлайдиган бошқа уланиш нуқтаси билан маълумотарни алмашлашга имкон беради. Шундай қилиб, локал тармоқнинг иккита

сегменти ёки иккита локал тармоқ бир-бирлари билан иккита уланиш нуқталари ёрдамида уланади.

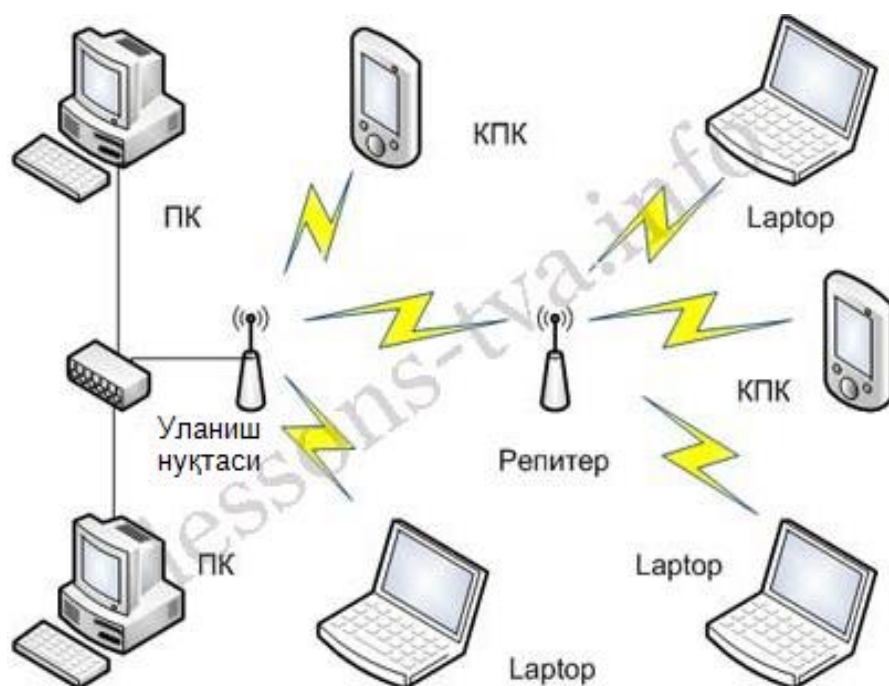


2.20- расм. point-to-point симсиз кўприк

Симсиз уланиш нуқтаси сигнали ретранслятори (репитери)

Бундан ташқари, уланиш нуқтаси базавий уланиш нуқтаси сигнали симсиз ретранслятори (репитери) сифатида ишлатилиши мумкин, бу билан сигналнинг такрорланиши ҳисобига қамраб олиш зонасининг кенгайтиради (2.21- расм).

Бу режимда репитер қабулагич-узаткич ёки ретранслятор сифатида ишлатилади. У базавий уланиш нуқтасидан кучсиз сигнални қабул қилади, уни кучайтиради ва ўша частотада кейинга узатади, бу билан радиоқамров зонасини кенгайтиради. Бу ҳолда қамраб олиш зонаси битта уланиш нуқтаси билан “қамраб олингандек” кўринади. Шундай қилиб, **Access Point** ҳам локалар тармоқларнинг симли ва симсиз сегментлари орасида, ҳам тармоқнинг симли сегментлари орасида кўприк сифатида, шунингдек базавий уланиш нуқтаси сигнали репитери сифатида қўлланилиши мумкин. Бундан ташқари, уланиш нуқтаси репитор-кўприк режимда ишлатилиши мумкин.



2.21- расм. Базавий уланиш нуқтаси сигнали симсиз ретранслятори (репитери)

Интернетга уланишни ташкил этиш

Hotspot – симсиз уланиш оммавий нуқтаси (Wi-Fi-зона)

Wi-Fi технологияси уланиш нуқтасининг ишлаш радиусида Wi-Fi симсиз радиоуланиш протоколи бўйича Интернет тармоғи ресурсларига уланишни таъминлаши мумкин. Бундай умумий уланиш нуқталари **Hotspot** ёки Интернет тармоғига юқори тезликли симсиз уланиш бўлган жой дейилади.

Хотспот ёки симсиз уланиш оммавий нуқтаси бу Wi-Fi стандарти симсиз адаптери қурилмага эга бўлган фойдаланувчи Интернетга уланиши мумкин бўлган Wi-Fi симсиз тармоғи қамарад олган ҳудуд (вокзалбиноси, офис биноси, ўқув хоналари, кафе ва ҳ.к..) ҳисобланади.

Hotspot радиоқамров зонасини кенгайтириш ёки симсиз тармоқнинг ишлаш радиусини ошириш учун базавий уланиш нуқтасидан кейин маълум масофада репитерлар (Wi-Fi ретрансляторлари) ўрнатилиши мумкин, улар базавий уланиш нуқтаси сигналларини такрорлайди. Ретранслятор сифатида уланиш нуқтасини репитер режимида ишлатиш мумкин. Бундан ташқари,

Hotspot радиоқамров зонасини кенгайтириш учун махсус чиқариладиган Wi-Fi антенналар (панелли, параболасимон ва ҳ.к.) қўлланиши мумкин.

Умумий ҳолда хотспотни ташкил этиш учун уланиш нуқтаси стандарт усуллар - ADSL, 3G технологиялар ёки Fast Ethernet локал тармоғидан фойдаланиш билан провайдерга уланади.

Таъкидлаш зарурки, Wi-Fi ва VoIP сервисни интеграцияланган қўллайдиган мобил телефонни симсиз уланиш нуқтасига уланганида халқаро кўнғироқларнинг нархи анъанавий ва сотали телефонияга қараганда сезиларли пасаяди.



2.22- расм. Hotspot – симсиз уланиш оммавий зонаси (Wi-Fi-зона)

Катта ҳудудда симсиз уланиш оммавий зонасини, яъни хотзонани ташкил этиш учун битта уланиш нуқтасини эмас, балки бир неча уланиш нуқталарини ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлади. Катта ҳудудида жойлашган уланиш нуқталарини бирлаштириш учун бирлаштириладиган коммутаторларни, уларни марказлаштирилган бошқариш учун эса симсиз уланиш нуқталарини қўллаш мумкин.

SOHO симсиз тармоқлари

Wi-Fi технологиясини Интернетга чиқишли SOHO (Small office/home office — кичик офис/уй офиси) турдаги симсиз тармоқларни яратиш учун

ишлатиш мумкин. Интернетга чиқишли симсиз тармоқларни яратиш учун уланиш нуқтаси (симсиз тармоқ мижозлари учун симсиз тармоқ концентратори ролинибжарадиган қабуллагич-узаткич), IP-манзилларни ўзгартириш функциясили маршрутизатор (NAT), DHCP-сервер, LAN тармоқ коммутатори, тармоқлараро экран ва бошқаларни ўз ичига оладиган интеграцияланган қурилмалар кенг қўлланилади.

Бундай интеграцияланган қурилмалар "симсиз маршрутизаторлар" (wireless router) дейилади. Уларга нафақат симсиз, лекин симли мижозларни улаш мумкин. Интернетга маршрутизаторларни уланиши учун Ethernet WAN порт, ADSL-модемучун порт ёки 3G WAN портлардан бири билан жиҳозланиши керак.

Провайдерга стандарт Ethernet уланиш учун маршрутизатор Ethernet WAN портли бўлиши керак. Интернетга ADSL уланиш учун ADSL-модем Wi-Fi уланиш нуқтаси билан битта бўлиши керак. Агар Интернетга уланиш учун 3G мобил алоқа қўлланилса, у ҳолда маршрутизатор 3G WAN портга эга бўлиши керак. Мисол сифатида 2.23-расмда асосида Интернетга чиқишли SOHO симсиз тармоғи қурилган LinksysWRT160N симсиз маршрутизатор (Шлюз ишлаш режимида) тасвирланган.

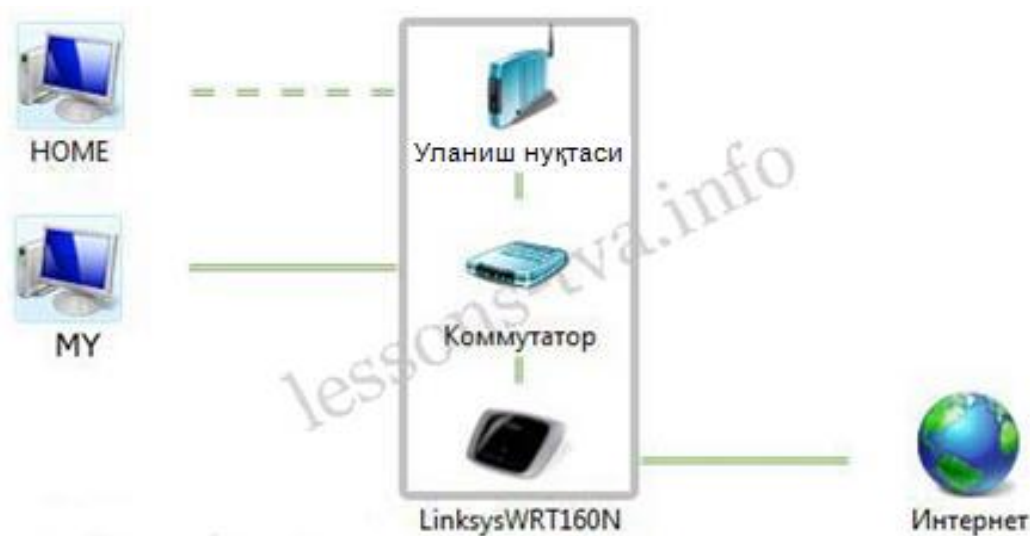


2.23- расм. Асосида Интернетга чиқишли SOHO симсиз тармоғи қурилган

LinksysWRT160N симсиз маршрутизаторининг ишлатилиши

LinksysWRT160N симсиз кенг полосали маршрутизатор бу глобал тармоққа уланиш учун Ethernet WAN порти тармоқ адаптери, симсиз тармоқ концентратори ёки WLAN мижозлари учун коммутатор ролини бажарадиган қабуллагич-узаткич кўринишидаги уланиш нуқтаси, LAN кабелли тармоқ мижозлари учун 4 портли коммутатор, WLAN ва LAN тармоқларни боғлайдиган тармоқ кўприги, SPI тармоқларо экранли ва IP-манзилларни ўзгартириш функцияси (NAT) маршрутизатор, DHCP-сервер функцияларини ўзида интеграциялайдиган дастурий-аппаратлар қурилмаси ҳисобланади.

SPI брандмауэри Интернет орқали ҳимоялашни таъминлайди. DHCP-сервер локал тармоқлар (WLAN ва LAN) компьютерларига 192.168.1.100 - 192.168.1.149 даразондаги динамик хусусий IP-манзилларни тайинлайди. IP-манзилларни ўзгартириш функцияси маршрутизатор (локал IP-манзил - 192.168.1.1) локал тармоқлар (WLAN ва LAN) хусусий IP-манзилларини ташқи глобал IP-манзилга ўзгартиришни таъминлайди. Келтирилган SOHO тармоғининг ёйилган схемаси 2.24- расмда келтирилган.



2.24- расм. SOHO тармоғининг ёйилиши схемаси

Маршрутизаторнинг ўрнатилган симсиз уланиш нуқтаси 802.11b, 802.11g ва 802.11n стандартларни қўллайди. Ярим дуплекс режимда ишлайдиган 4 портга 10/100 Ethernet стандарти ўрнатилган коммутатори Ethernet қурилмаларини симли тармоқ орқали улаш учун мўлжалланган.

Ўрнатилган кўприк WLAN ва LAN тармоқларга мос равишда уланган notebook (HOME) ва desktop (MY) орасида маълумотларни (жилдлар ва фойлларга умумий уланиш) алмашлашни таъминлайди. Бундан ташқари, через Ethernet WAN порт орқали Интернетга уланган IP-манзилларни ўзгартириш функцияси (NAT) ўрнатилган LinksysWRT160N маршрутизатор компьютерларга (HOME ва MY) провайдер томонидан ажратилган ўша бир IP-манзил бўйича Интернетга бирга уланишни таъминлайди. WLAN ва LAN локал тармоқлар компьютерларига (HOME ва MY) ички IP-манзилларни ўрнатилган DHCP-серверни тайинлайди.

2.7. Wi-Fi ва WiMAX технологияларининг негизини таққослаш

Кўпинча WiMAX ва Wi-Fi каби замонавий маълумотларни узатиш технологиялари таққосланади. Ҳар иккала технологиялар ҳамоҳанг номларга эга бўлишига қарамасдан, WiMAX технологияси кейинроқ пайдо бўлган, у ҳолда WiMAX бу Wi-Fiнинг такомиллаштирилган модели деб тахмин қилиш мумкин, лекин бу бундай эмас. Бу технологиялар турли қўлланиш соҳаларига эга. Wi-Fi асосан бинолар ичидаги унча катта бўлмаган симсиз тармоқларни ташкил этиш ва симсиз кўприкларни қуриш учун мўлжалланган технология ҳисобланади. WiMAX технологияси, ўз навбатида, бинодан ташқарида кенг полосали алоқани ташкил этиш учун ва йирик масштаблардаги тармоқларни ташкил этиш учун мўлжалланган. WiMAX шаҳар ҳисоблаш тармоғи (MAN) сифатида ишлаб чиқилган. Бу технологиялар орасидаги айрим бошқа фарқларни кўриб чиқамиз. WiMAXда Wi-Fiдагига қараганда алоқа сифати яхши. Бир неча фойдаланувчилар уланиш нуқтасига уланганида улар алоқа каналига уланиш учун айнан “кураш” олиб боради. Ўз навбатида, WiMAX технологияси ҳар бир фойдаланувчига доимий уланишни таъминлайди.

WiMAX технологияси бўйича қурилган алгоритм битта уланиш нуқтаси учун фойдаланувчилар сонига чеклашларни ўрнатади. WiMAX базавий станцияси ўз потенциалнинг максимумига яқинлашганида, у “ортиқча” фойдаланувчиларни бошқа базавий станцияга автоматик қайта йўналтиради.

Лекин WiMax ҳали ҳам туғилиш ҳолатида турибди ва иқтисодий фойда олиниши учун бу инфратузилмага сезиларли маблағлар талаб қилинади. Wi-Fi ўзига етарли тизим ҳисобланади ва Wi-Fi тармоқларини тез қуриш ҳозирда муаммо эмас.

Катта майдонли корхоналар Wi-Fi тармоқларни ўрнатишда талаб қилинадиган кўп сонли репитерларни сотиб олишдан қочиш учун WiMAX технологиясига ўтишни исташи мумкин.

Қурилмалар нархлари

Wi-Fi технологияси бугунги кунда ҳам WiMAX технологиясига караганда етук ҳисобланади. Сиз ўрнатилган Wi-Fi модулсиз янги ноутбукни топа олмайсиз. Шунингдек, WiMAX қурилмаларнинг Wi-Fi қурилмалардан қиммат туриши ва WiMAX қурилмалари турлари камлиги вақтинчалик камчилик ҳисобланиши мумкин. Бунга WiMAX технологиясининг ёшлиги сабаб бўлади. WiMAX модулли қурилмаларни ишлаб чиқариш эндигина ривожланмоқда ва Wi-Fi қурилмаларга етиб олишга ҳали анча узоқ. WiMAX базавий станцияларининг нархи ҳам кўшимча қиммат турадиган компонентлар туфайли юқори бўлади.

Қўлланилиш соҳалари

Кўплаб бошқа соҳалар каби маълумотларни симсиз узатишда ҳам универсал технология йўқ. Ҳар бир аниқ мақсад учун WiMAX ёки Wi-Fi кўпроқ тўғри келади. Агар фойдаланувчилар учун тармоққа кенг полосали уланишни тақдим этиш масаласи турса, у ҳолда албатта, кўпроқ WiMAX тўғри келади, чунки бу технология олдиндан айнан шу мақсад учун ишлаб чиқилган. Лекин агар чекланган бинода кенг полосали уланишни тақдим этиш масаласи турса, у ҳолда Wi-Fi ва WiMAX технологиялари ҳалақитлар сатҳи паст бўлмаганида ёки улар умуман бўлмаганида ечим учун бир хил

яхши тўғри келади. Симсиз хавфсизлик тизимлари ёки видеокузатув тизимларини жорий этиш учун эса WiFi кўпроқ тўғри келади, чунки бу йўналиш етарлича яхши ривожланган.

2.1- жадвал

Қамраб олиш ва масштаблар

Wi-Fi (IEEE 802.11)	WiMAX (IEEE 802.16)
Бинолар ичидаги “нуқта-нуқта” (PtP - Point to point) симсиз ечими	Бинолардан ташқаридаги “нуқта-кўп нуқта” (PtMp – Point to multipoint) симсиз ечими
Унча катта бўлмаган масштаблардаги тармоқлар (тахминан 100 метргача)	Жуда катта симсиз тармоқлар (7-10 километргача)
“Яширин” тугун муаммоси (CSMA\CA)	Яширин” тугун муаммосининг йўқлиги (DAMA-TDMA)
a,g стандартлардаги оддий модуляциялашлар (64 бит)	Комплекс модуляциялаш техникаси (256 бит)
Кўплаб ретрансляторлар қўлланиладиган узоқ масофаларга симсиз кўприклари қуриш	Кўплаб ретрансляторлар қўлланилмайдиган узоқ масофали кўприklar

Масштабланувчанлик ва ўтказиш қобилияти

Wi-Fi (IEEE 802.11)	WiMAX (IEEE 802.16)
Каналнинг қайд қилинган ўтказиш полосаси кенглиги (20МГц)	Тез мослашувчан ўтказиш полосаси кенглиги (1.5 - 20 МГц)
Бир неча қопланмайдиган каналлар (3-5)	Кўплаб қопланмайдиган каналлар
Маълумотларни максимал узатиш тезлиги - 54Мбит\с (полосанинг кенглига боғлиқ)	Маълумотларни максимал узатиш тезлиги – 70Мбит\с (20 МГц полоса кенглигида)

IEEE 802.11 (Wireless LAN) "Wireless Ethernet" стандартлари оиласи ҳисобланади. WiMAX иккита қайд этилган ва мобил версияларда бўлиши мумкин. 802.16m мобил версия CDMA ва GSM технологияларни алмаштириши мумкин. Тўлдирилган 802.16d ва 802.16e версиялар уй учун мўлжалланган. Wi-Fi технологиясида жуда кўп, масалан, 802.11a, 802.11b, 802.11g ва 802.11n версиялар мавжуд.

Wi-Fi лицензияланмайдиган спектрда ишлайди, шунинг учун турли каналлар бир-бирларига, шу жумладан симсиз телефонлар ҳам жуда ҳалақит қилади. У назорат қилинмайдиган муҳитда, шу жумладан Bluetooth, рациялар билан баъзан эса, микротўлқинли диапазонларда ишлайди. Уланиш нуқтасига яқин бўлган қурилма олисдаги қурилмага қараганда катта эфир вақтини олади. WiMAX шундай ишлаб чиқилганки, у лицензияларни талаб қилади. Частота ва лицензия сотиб олиниши керак. Бу частоталар қувватлироқ ва юқориноқ диапазонда. Унда назорат қилиш кучли ва бошқарилиши яхши, у кабель, Интернет ва DSL учун ишлатилиши мумкин.

Янги лицензияланган диапазонлар, масалан, 700 МГц Wi-Fi учун эмас, балки WiMAX учун мумкин. WiMAX янада оммалашади, чунки у бу частотада ишлаши мумкин, шу билан бир вақтда Wi-Fi шу сабабли ўз оммавийлигини йўқотади.

Асосий маълумотлар:

1. "WiMAX" "Микротўлқинли уланиш орқали бутун дунё ўзаро таъсирлашиши"ни билдиради, "Wi-Fi" эса "Wireless Fidelity" сифатида ёйилади.

2. WiMAX катта масофаларда симсиз кенг полосали алоқани таъминлайди, Wi-Fi эса асосан офис ёки уй чегараларидаги яқин симсиз кенг полосали алоқани таъминлайди.

3. WiMAX назорат қилинади ва лицензияланган диапазонни талаб қилади. Wi-Fi кам назорат қилинадиган шароитларда ишлаши мумкин, у лицензияланмайдиган диапазонларда ишлайди. Бундан ташқари, охириги фойдаланувчилар қурилмаларни сотиб олиши керак.

4. WiMAX боғланишга мўлжалланган MAC-протоколни ишлатади, Wi-Fi эса CSMA / CA протокол ёки боғланиш асосидаги алоқани ишлатади.

Назорат саволлари

1. Симсиз кириш тармоқ деганда нимани тушунаси?
2. IEEE 802.16 стандарти ҳақида нимани биласиз?
3. Кенг полосали мобил кириш тармоғи деганда нимани тушунаси?
4. Қандай тармоқни WiMAX тармоғи деб тушунаси?
5. WiMAX тармоғининг архитектураси қандай кўринишга эга?
6. WiMAX тармоғининг қандай қурилиш принципларини биласиз?
7. MESH тармоғи ҳақида нимани биласиз?
8. MESH тармоғида қандай модемлар қўлланилади?
9. OFDMA киришининг қўлланилиш хусусиятлари нимадан иборат?
10. Адаптив антенна тизими қандай элементлардан иборат?
11. Wi-Fi технологиясининг вазифаси нима?
12. Wi-Fi технологиясининг қўлланилиши қандай архитектурага эга?
13. Wi-Fi технологияси бўйича интернетга уланиш қандай амалга оширилади?
14. Wi-Fi технологиясининг камчиликлари ва афзалликлари нимадан иборат?
15. Wi-Fi технологиясининг камчиликлари ва афзалликлари нимадан иборат?
16. WiMAX технологиясининг камчиликлари ва афзалликлари нимадан иборат?

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Мирзиёев Ш.М. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҲАРАКАТЛАР СТРАТЕГИЯСИШ. 2017 йил 7 февраль.
2. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий яқунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилган мажлисидаги маърузаси. 14 январ 2017 йил.
3. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёев. 9-январ “Ахборот коммуникация технологияларини янада ривожлантириш ва хавфсизлигини таъминлаш” 2018 йил.
4. Фокин В.Г. Проектирование оптической сети доступа: учебное пособие/ФГОБУ ВПО «СибГУТИ». – Новосибирск, 2012. – 312 с.
5. Андреев Р. В. Проектирование технологий FTTB/FTTH / Поволжский ГУ ТК и И. – Самара. 2012. – 83 с.
6. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации / под. редакции Ю.Н. Чернышева. – М. Эко – Трендз, 2008. – 400 с.
7. Горлов Н.И., Микиденко А.В, Минина Е.А. Оптические линии связи и пассивные компоненты ВОСП. Учебное пособие. 26 ст. Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2003.
8. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON. Часть1. Архитектура и стандарты//LIGHTWAVE Russian edition. – 2004. 21 ст.
9. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON. Часть3. Проектирование оптимальных сетей//LIGHTWAVE Russian edition. – 2004. 52-59 ст.

10. Фокин В.Г. Сети доступа. Учебное пособие/ Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск. 17-20 ст.
11. Гладышевский, М.А. Сравнение технологий EPON и GPON//LightwaveRussianEdition 2005 г. 21-24 ст.
12. И.М. Котиков Классификация и сравнительный анализ технологий проводного доступа // Технологии и средства связи. Специальный выпуск "Системы абонентского доступа", 2004.
13. Никитин А.В., Никульский И.Е., Филиппов А.А. Особенности внедрения технологий PON на сети оператора занимающего существенные рыночные позиции. – Вестник связи, 2009, №4, с.18–24.
14. Бубличенко Н. Широкополосный доступ в рамках архитектуры FTТх: эффективные решения компании "СТР". - Журнал "Первая миля", № 5-6, 2010.
15. Филимонов А.Ю. Построение мультисервисных сетей Ethernet. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 592 с.
16. Лагутенко О. И. Современные модемы. – М.: Эко-Трендз, 2002.
17. Семенов Ю. В. Проектирование сетей связи следующего поколения. – СПб.: Наука и техника, 2005.
18. Гольдштейн А. Б., Гольдштейн Б. С. Технология и протоколы MPLS. – СПб.: БХВ, 2005.
19. Котиков И.М. Технологии проводного абонентского доступа для мультисервисных сетей связи// Технологии и средства связи, 2003, №3. – С.48-55.
20. Гольдштейн Б.С. Модернизация сетей доступа в эпоху NGN// Вестник связи, 2003, №6. –С.51-57.
21. Masayasu Yamaguchi. Feasibility Study of an Access System for DoPN // NTT Review, 2002, March. – С. 44-52.
22. Парфенов Ю.А., Мирошников Д.Г. Последняя миля на медных кабелях. – М.: ЭКО-Трендз, 2001. – 222 с.

МУНДАРИЖА

Кириш	4
1. СИМЛИ АБОНЕНТ КИРИШ ТАРМОҒИНИНГ ҚУРИЛИШИ	6
1.1. Абонент кириш тармоғининг вазифалари	6
1.2. Абонент кириш тармоғига FTTx технологиясини қўллаш	17
1.3. Абонент кириш тармоғига PON технологиясини қўллаш	24
1.4. ADSL асинхрон рақамли абонент линиясининг қўлланилиш соҳаси ва технологияси	28
1.5. Рид-Соломон коди орқали хатоликларни тузатиш	33
1.6. ASAM абонент кириш мультиплексори	35
1.7. HDSL - HDSL ва E1-HDSL модемларининг техник кўрсаткичлари ва вазифалари.	45
Назорат саволлари	47
2. СИМСИЗ АБОНЕНТ КИРИШ ТАРМОҒИНИНГ ҚУРИЛИШИ	49
2.1. IEEE 802.16 стандарт бошқаруви остидаги кенг полосали мобил кириш тармоғи	49
2.2. WiMAX тармоғининг архитектураси. WiMAX тармоғининг қурилиш принциплари. WiMAX технологиясининг хизмат тармоқлари.	55
2.3. MESH тармоғи модемларининг қўлланилиш хусусиятлари.	63
2.4. Кўп станцияли OFDMA киришининг қўлланилиш хусусиятлари	72
2.5. Адаптив антенна тизимларини қўллаш	83
2.6. WiFi технологияси. Интернетга уланиш.	83
2.6.1. Симсиз локал тармоқларни яратиш	83
2.6.2. Локал тармоқлар имкониятларини кенгайтириш	86
2.7. WiFi ва WiMAX технологияларининг негизини таққослаш	93
Назорат саволлари	97

“Абонент кириш тармоқлари”

Касб-хунар коллежлари учун ўқув қўлланма
“3550100-Телекоммуникация технологиялари”
тайёрлов йўналишининг “3550101-Коммутация
ва узатиш тизимларини монтаж қилиш,
ишлатиш ҳамда маълумотлар узатиш тармоғи
техниги” касби талабалари учун

“Телекоммуникация инжиниринги” кафедраси
йиғилишида кўриб чиқилган ва нашрга тавсия
этилган (11.09.2018 й., 03– сонли баённома)

“Телекоммуникация технологиялари”
факультети илмий-услубий кенгаши
йиғилишида кўриб чиқилган ва нашрга тавсия
этилган (25.09.2018й., 01– сонли баённома.)

Мухаммад Ал-Хоразмий номидаги ТАТУ ИУК
йиғилишида кўриб чиқилган ва нашрга тавсия
этилган
(_____, ____– сонли баённома.)

Муаллифлар : доц.А.М.Эшмурадов
Д.Т. Норматова

Тақризчилар: доц. Гультураев Н.Х.
Султанов И.А.

Муҳаррир: доц. Р.Н.Раджапова

Мусахҳих: К.Х.Умарова

