

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА, АХБОРОТЛАШТИРИШ
ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ
ҚЎМИТАСИ**

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ФАРҒОНА ФИЛИАЛИ**

Телекоммуникация кафедраси

**АЛОҚА ЛИНИЯЛАРИ ФАНИ БЎЙИЧА МАЪРУЗАЛАР
ТЎПЛАМИ**

Фарғона -2014

1-Маъруза. Ҳозирги замон электр алоқаси

Кириш

Бугунги кунда компьютер ва ахборот технологиялари, телекоммуникациялар тармокларини, маълумотлар узатилиши, Интернет хизматларига кириб боришини ривожлантириш ва замонавийлаштириш республикамизда устивор уринларга чиқмоқда.

Мамлакатимиз Президенти Ислом Каримов 2001 йил, май ойида Олий Мажлиснинг V сессиясида сўзлаган нуткида компьютерлаштириш ва ахборот технологияларини ишлаб чиқаришга, мактаблар ва олий ўқув юртлари дастурларига, одамларнинг кундалик турмушига жорий этиш бўйича Ўзбекистоннинг юксак даражаларга эришиш юзасидан аниқ вазифаларни қўйди.

Иқтисодиёт тармоқлари ва жамиятнинг ахборотини тезкор айирбошлашга, жаҳон ахборот ресурслари кириб боришига юқори ихтиёж, таълим жараёнларини ва кишиларнинг кундалик турмушни компьютерлаштириш зарурияти, шунингдек, ахборот ва маълумотлар базаси сақланишини таъминлаш эҳтиёжи қарорда қабул қилинди.

Бундай технологияларни ҳаётга тадбиқ этиш учун Алоқа линиялари асосий роль ўйнайди.

Ушбу курсда Алоқа линияларининг кечаги куни, бугунги куни ва келажаги ҳақида, ҳамда уларнинг ўрни ҳақида тўлиқ маълумотлар бериб ўтилади.

1.1. Алоқа линияларининг ривожланиши ҳақида маълумот

Алоқа линиялари бундан 165 йил илгари, яъни электр телеграф пайдо бўлгандан буён мавжуддир. Биринчи алоқа линияларини кабелли линиялар бўлагандир, аммо ер ости кабелли алоқа линияларининг конструкцияси паст бўлганлиги учун бундай линиялар ҳаво орқали ўтган линияларга ўз ўрнини бўшатиб берди. Биринчи катта узунликдаги ҳаво орқали ўтган линиялар 1854 йили Петербург ва Варшава шаҳарлари оралиғида қўрилгандир. Ўтган асрнинг 70-йилларида узунлиги 10000 км бўлган, Петербургдан Владивостокгача бўлган ҳаво орқали ўтган линия қўриб ишга туширилди. 1979 йили дунёда энг катта юқори частотали 8300 км узунликдаги Москва - Хабаровск телефон магистрали ишга тушурилди.

Биринчи кабелли алоқа линияларининг яратилиши рус олими П.Л.Шиллинг билан боғлиқдир. Шиллинг 1812 йили Петербургда денгиз миналарини портлатиш учун изоляцияланган ўтказгичлардан фойдаланилган. 1851 йили Москва - Петербург шаҳарлари оралиғида темир йул қурилиши билан бирга гуттаперча изоляцияси қора мум шимдирилган қоғоз туридаги изоляцияланган телеграф кабелли ётқизилган. 1852 йили Шимолий Двина ва 1879 йили Боку ва Красноводск шаҳарларини боғлаш

учун Каспий денгизи орқали биринчи сув ости кабеллари ётқизилди. 1866 йили Франция ва АҚШ оралиғида биринчи трансатлантик кабелли магистрал телеграф алоқаси учун ишлатила бошлади.

1882-1884 йиллар оралиғида Москва, Петроград, Рига ва Одесса шаҳарларида Россияда биринчи бўлиб шаҳар телефон тармоқлари қўрилди. Ўтган асрнинг 90 йилларида Москва ва Петроград шаҳар телефон тармоқларида биринчи марта ҳаво орқали ўтган кабелларни ишлатилди. Бундай кабелларни сифими 54та ўтказгичдан иборат бўлган эди. 1901 йилдан бошлаб алоқа кабеллари шаҳар телефон тармоқларининг ер ости тармоқларида қўллана бошлади.

XX асрнинг бошларида қўлланган алоқа кабеларнинг биринчи конструкциялари телефон алоқаси учун ишлатилиб, улар бўйича унча катта бўлмаган массофаларда алоқа ташкил қилиш мумкин эди. Улар шаҳар телефон кабеллари бўлиб, унда ўтказгич изоляциялари қоғоз ҳаволи изоляция бўлиб, жуфтли ўрамалар қўлланилган. 1900 - 1902 йилларда алоқани узоқ масофага узатиш учун анча ишлар қилинди. Булардан рус мухандиси Пупин томонидан яратилган, яъни сунъий усул билан кабелларни индуктивлигни ошириш усули. Бу усулни аҳамияти шундан иборатки, бунда кабел занжирларига индуктивлик ғалтак уланади ва шу тизимда алоқани бир мунча катта массофаларга узатиш имкониятини беради. Бундай усул Краруп томонидан ҳам тавсия этилган усулдир, яъни ток ўтказгичлар устига ферромагнит қопламлар коплашдир. Юқорида кўрсатиб ўтилган усуллар телефон ва телеграф алоқалари масофасини бир неча марта ошириш имкониятини беради.

Алоқа техникасининг ривожланишига энг катта туртки бўлган давр 1912 - 1913 йиллардир, чунки бу пайтда электрон лампаларнинг ихтиро бўлган давридир. 1917 йили рус мухандиси М.И.Коваленко томонидан электрон лампалар ёрдамида телефон кучайтиргичини алоқа линиялари учун ишлаб чиқарди ва тадбиқ қилди. 1923 йили Харьков - Москва - Петроград магистрал линиясида телефон алоқаси учун кучайтиргичлардан фойдаланилди.

1930 йиллардан бошлаб куп каналли алоқа узатиш тизимлари ривожлана бошлади. Кейинчалик узатилаётган частоталар спектрини кенгайтириш линиялар бўйича ўтказиш қобилияти ўсишига олиб келди. Бундай ҳолат уз навбатида янги турдаги алоқа кабелларини ишлаб чиқиб ҳаётга тадбиқ этиш жараёнини яратиш берди, булар коаксиал кабеллардир. Коаксиал кабеллари жуда кўплаб ишлаб чиқарилиши 1935 йиллар тўғри келади, чунки бу пайтга келиб янги юқори сифатли эскапон, юқори частотали керамика, полистрал, стирофлекс турдаги диэлектриклар кашф этилиб ҳаётга тадбиқ этилган. Бундай кабеллар бўйича энергияни узатиш частотаси бир неча миллион герц бўлиб улар бўйича телевизион дастур сигналларини катта масофаларга узатиш мумкин. Коаксиал линия бўйича 240 юқори частотали телефон каналларини узатиш линияси 1936 йилда йўлга қўйилган. 1936 йили транс атлантик сув ости линия бўйича телеграф алоқаси ташкил этилган бўлса, факатгина 100 йилдан сунгина яъни 1956 йили Европа ва Америка

ўртасида сув ости коаксиал линияси бўйича кўп каналли телефон алоқаси ташкил этилди.

1965 - 1967 йилларда синов тариқасида тўлқин ўтказувчи алоқа линиялари бўйича кенг полосали информацияларни узатиш линиялари синовдан ўтказилди, бундан ташқари бу давр мобайнида криоген ўта ўтказувчан жуда ҳам кичик сўнишга эга бўлган алоқа кабелларга эътибор берилди. 1970 йиллардан бошлаб нур ўтказувчилар ва оптик кабеллар ишлаб чиқариш бўйича катта ишлар олиб бориш бошланди. Бугунги кунга келиб оптик кабеллар алоқа линияларида кенг қўлланилмоқда.

Ўзбекистон мустақиллиги йилларида телекоммуникациялар соҳаси кучли ривожланишга эришди ва мамлакат иқтисодини жадаллаштиришда, аҳолига хизмат курсатишда ўзининг ўсиб боровчи моҳиятини курсатмоқда.

Тарихга назар соладиган бўлсак 1902 йилда биринчи мартта Тошкент шаҳрида 50 рақамли телефон станция бўлган бўлса, бугунги кунга келиб бу рақамлар бир неча минглаб маротаба ўсиб кетгандир. Бунга мисол тариқасида қуйидагиларни келтириш мумкин. Германиянинг «Алкател», «Сименс» компаниялари иштирокида Тошкент, Самарканд ва ҳамма вилоятларнинг пойтахтларида рақамли АТС лар қад кўтардилар «Сименс» компанияси билан биргаликда Транс Осиё - Европа оптик толали алоқа линиясини миллий қисми қўриб битказилди, «Алкател» компанияси билан бирга эса «Чирком» қўшма корхонаси ташкил этилди. Хозирги кунда Япония, АКШ, Германия, Италия, Буюк Британия, Хитой, Корея Республикаси, Малайзия, Индонезия ва қатор бошқа мамлакатлар билан ҳамкорликда телекоммуникация тармоқларини ривожлантириш ишлари олиб борилмоқда.

1.2. Телекоммуникациянинг тараққиёт йўли

Бугунги кунимизни ахборот-коммуникация технологияларисиз тассавур қилиш қийин. Эътироф этиш керакки, қисқа вақт ичида мамлакатимизда ушбу соҳада мақтаса арзигулик ютуқлар қўлга киритилди. Буни Вазирлар Маҳкамасининг 2003 йил якунларига бағишланган йиғилишда Президентимиз алоҳида таъкидлади. Республикамиз шаҳарларини рақамли телекоммуникация тармоқлари билан қамраб олиш даражаси 86% га етгани аслида соҳани ривожлантириш бўйича қабул қилинган фармон, Вазирлар Маҳкамасининг қарорлари ва ҳукумат дастурларни бажариши борасида Ўзбекистон Алоқа ва Ахборотлаштириш Агентлиги томонидан катта ишлар амалга оширилганидан далолат беради.

1995 - 2000 йиллар мобайнида тизимни ривожлантириш мақсадида Япониянинг ташқи иқтисодиёт ҳамкорлик фонди (ОЕСФ) 12.7 млрд Япон Йенаси миқдорида имтиёзли кредит ажратган эди. Натижада Республика вилоятлари марказларида рақамли каналлар ташкил қилиш учун 1925 км узунликдаги оптик толали алоқа кабеллари ётқизилиб, 1028 кмлик радиорелели ва узатиш тармоқлари ишга туширилди. қорақалпағистон Республикаси, Хоразм, Бухоро, ва Навоий вилоятларида эса 251.5 минг

рақамга эга рақамли телефон станциялари аҳолига хизмат кўрсата бошлади. 39 та туман ва шаҳарда замонавий маҳаллий телефон алоқа хизматидан фойдаланиш имкониятини берди.

Ўзбекистон Республика ҳукумати билан Япония Ҳалқаро ҳамкорлик банки (ЛЗ1С) ўртасида тузилган кредит келишувига асосан, 1999 - 2005 йиллар давомида мамлакатимиз телекоммуникация тармоғини ривожлантириш лойҳасини 2 - босқичини амалга ошириш учун 12.7 миллиард йенаси миқдорда имтиёзли сармоя ажратилган эди.

Агентлик, «Ўзбектелеком» акциядорлик компанияси ва Радиоалоқа, радиоэшиттириш ва Телевидине маркази корхоналарининг саъй - ҳаракатлари натижасида ушбу кредит ҳисобига 37000 сиғимга эга бўлган телефон станциялари, иккита халқаро телефон станцияларини ўрнатиш, салкам 2700 км узунликда оптик толали алоқа кабелларини ётқизиш, 185 та узатиш ва 5та радиорелели алоқа тизимларини ишга тушуриш режалаштирилган. Бундан ташқари, қорақалпоғистон Республикаси, Хоразм, Бухоро, ва Навоий вилоятлари аҳолиси учун алоқа хизматларини курсатиш қийин бўлган, ҳудудни камраб олган ҳолда, симсиз абонент линиялари тизимини татбиқ қилиш ҳамда 63 та телевидение ва 36 та радиоузатгич ўрнатиш кўзда тутилган.

Ушбу лойиҳани амалга ошириш учун ВЕТЕСОМЫВД маслаҳатчилари ёрдамида халқаро тендер ўтказилди. Унда 30 дан ортиқ хорижий компания ва фирмалар иштирок этди. Тендер асосан 4та ЛОТдан ташкил этилган булиб, 1- ЛОТ рақамли телефон станцияларни, 2 - ЛОТ оптик ва радиоалоқа тизимларини ўрнатиш, оптиктолали кабелларни олиб келиш ва уларни ётқизиш ишларини, 3 - ЛОТ симсиз абонент линияларини тизимини тадбиқ қилиш ва 4 - ЛОТ телевидение ва радиоузатгичларни ўрнатишни ўз ичига олади. Танловнинг 1, 2 ва 4чи лотлари бўйича Япониянинг «Мицуми» компанияси ва унинг пудратчилари - «НЕК», «ФУЖИКУРА», Хитойнинг «Хуавей», АКШнинг «Харрис» компаниялари, 3 - ЛОТ бўйига Япониянинг «Марубени» компанияси ва унинг пудратчиси АКШнинг «Люцент техноложис» компанияси ғолиб бўлди. Улар тегишли шартномалар асосида амалий ишларни бошлаб юбордилар. Бу ишлар 2005 йиллар бошларида ниятсизга етказилади.

1.3. Телекоммуникация бўйича мейёрий ҳужжатлар

Кескин иқтисодий ислоҳатлар йиллар алоқа тармоғи учун туб ўзгаришлар даври бўлиб қолди. Ўзбекистон иқтисодиётини ислоҳ қилиш даврида ягона миллий алоқа тизимини янги шароитларда ишлашга кўникиб кетишини алоқачилар ўзларига вазифа деб белгиладилар. Бу ҳолатда инқирозни олдини олиш, почта ва телекоммуникацияларни ривожлантириш сиёсатида ислоҳатлар ўтказиш ва қисқа муддат ичида замонавий технологияларни жорий қилиш имкониятини таъминлаш зарурдир.

1993 йили Вазирлар Махкамаси «Алоқа» тўғрисида қонун қабул қилди. Бу қонун алоқа корхоналарининг маъсулияти ва уларнинг ҳуқуқ ҳамда бурчлари ҳақидаги қонундир.

«1»Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот - коммуникация технологияларни жорий этиш тўғрисидаги фармон 2002 йил 30 май ПФ - 3080.

«2»Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот коммуникация технологияларни жорий этиш чора тадбирлари тўғрисида қарор 2002 йил 6 июн №200

«3»2002 - 2010 йилларда компьютерлаштириш ва ахборот комуникация технологияларни ривожлантириш дастури 2002 йил 6 июнь. «4» Ўзбекистон 2010 йилгача қадар телекоммуникациялар тармоғини модернизациялаш ва ривожлантириш «миллий дастур» 1995 йил 1 август ПФ 380.

1.4. Миллий дастур

Шу муносабат билан 1995 йили 1 август куни Вазирлар Махкамаси томонидан ПФ-380 қарор қабул қилинди ва бу қарор телекоммуникация тармоқлари учун миллий дастур бўлиб қолди. У «Ўзбекистон Республикасида телекоммуникация тармоқларини 2010 йилга қадар ривожлантириш ва реконструкция қилиш» қарори бўлиб ҳисобланади.

Бу қарордаги телекоммуникация тармоқларининг ривожлантириши учта даврдан иборатдир:

I давр - 1995 - 2000 йиллар

II давр - 2001 - 2005 йиллар

III давр - 2006 - 2010 йиллар

I давр мобайнида телекоммуникация тармоқларининг ривожланиши учун анча ишлар қилинди. Бунга мисол тариқасида 1998 йил январь ойида Республикамиз ҳудудидан ўтган ТОЕ оптик толали алоқа линияси ишга туширилди. Бу трасса Хитойнинг Шанхай шаҳрини Германиянинг Франкфурт шаҳарларини боғлади. Трасса узунлиги 27 минг километр бўлиб, у 20та давлатдан ўтади. Трасса Республика бўйича 896 км узунликда ўтган бўлиб, унинг қуввати 4824,61 минг км канал ташкил этади.

1999 йили Япония ташқи иқтисодий банк томонидан берилган 12,7 млрд. Япония Ёен миқдордаги имтиёзли кредит ҳисобига Республикамизнинг

Орол бўйи вилоятлари Қорақалпоғистон республикаси, Хоразм, Бухоро ва Навоий вилоятлари ҳамда Тошкент вилоятлари, телекоммуникация тармоқлари модернизация қилинди ва Бухоро-Нукус 607 километрли ОТАЛ магистрали, Тошкент - Ангрен 203км ОТАЛ магистрал қуриб битказилди.

Ангрен, Фарғона, Андижан, Наманган шаҳарлар оралиғидаги 422,5 км радиореле линияси ва Самарқанд - қарши оралиғидаги 1968км радиореле линиялари ишга тушурилди.

Бу давр мобайнида Индонезия Ўзбекистон қўшма корхонаси «УЗИ» томонидан Республикамизнинг Самарқанд, Жиззах, Сурхондарё ва қашқадарё вилоятлари телекоммуникация тармоқларини ривожлантириш ва реконструкция ишлари бажарилмоқда.

Республикамизнинг ҳамма вилоят марказларидаги шаҳарлараро телефон станциялари рақамли телефон станцияларга ўзгартирилди ва бу билан давлатимиз аҳолиси сифатли алоқа билан таъминланди.

II - даврда яъни 1999 - 2005 йиллар давомида мамлакатимиз телекоммуникация тармоғини ривожлантириш лойиҳасини 2-босқичини амалга ошириш учун 12,7 млрд. Ёен миқдорида Япония Халқаро ҳамкорлик банки (ЛЗІС) томонидан имтиёзли сармоя ажратилди ва бу сармоя ҳисобига кўпгина ишлар тугалланди.

III - даврда эса телекоммуникация тармоқларини рақамлаштириш 100% етказилади.

1.5. Телекоммуникация тўғрисидаги қонун

1999 йил 20 август куни Ўзбекистон республикаси Олий мажлисида «Телекоммуникациялар» тўғрисидаги қонунни қабул қилинди. Бу қонун 28 моддадан иборатдир. Унда қуйидаги асосий тушунчалар келитирилган: - Телекоммуникациялар - сигналлар, белгилар, матнлар, тасвирлар, товушлар, ёки ахборотнинг бошқа турларини ўтказгичи, радио, оптик ёки бошқа электромагнит тизимлардан фойдаланган ҳолда узатиш, қабул қилиш ва қайта ишлаш тушунилади:

-Телекоммуникациялар тармоғи - узатишларининг бир ёки бир неча турини телефон, телеграф, факсималь турларини, маълумотлар узатиш ва ҳужжатни хабарларнинг бошқа турларини, телевизион ва радио эшиттириш дастурларини трансляция қилишини таъминловчи телекоммуникация воситаларининг мажмуи;

- Телекоммуникация воситалари - электро магнит ёки оптик сигналларни ҳосил қилиш, узатиш, қабул қилиш, қайта ишлаш, коммутация қилиш ҳамда уларни бошқариш имкониятини берувчи техник қурилмалар, асбобо ускуналар, иншоотлар ва тизимлар;

- Телекоммуникация иншоотлари - телекоммуникация тармоқлари ва воситаларининг ишлаши ҳамда улардан фойдаланишни таъминловчи бинолар, қурилмалар, телекоммуникация линиялари мосламалар, таянчлар, мачталар ва бошқа иншоотлар;

- Охирги (терминал) асбоб - ускуналар - телекоммуникация тармоқлари билан ҳамкорлик қилувчи ҳолда ҳамда телекоммуникациялар тармоқлари орқали узатиладиган ёки қабул қиладиган сигналларни ҳосил қилиш, ўзгартириш, қайта ишлашга мўлжалланган фойдаланувчиларнинг техник воситалар (телефон, факсимал, радио-телеприемниклар ва бошқа қурилмалар);

- Тармоқлараро уланишлар - телекоммуникация тармоқларининг ўзаро технологик ҳамкорлиги бўлиб, у турли телекоммуникациялар операторларининг фойдаланувчилар ўртасида ахборотни узатиш ва қабул қилишни таъминлайди;

- Телекоммуникациялар оператори - мулк ҳуқуқи ёки бошқа ашёвий ҳуқуқ асосида телекоммуникациялар тармоғига эга бўлган, унинг ишлаши, ривожланишини таъминловчи ва телекоммуникация хизматлари кўрсатувчи юридик ёки жисмоний шахс;

- Телекоммуникация хизматлари провайдери фойдаланувчиларга операторлар тармоғи орқали тижорат асосида телекоммуникация хизматларини кўрсатувчи юридик ёки жисмоний шахс;

- Телекоммуникациялар хизматлари - оператор ва провайдернинг сигналлар ҳамда бошқа ахборот турларини телекоммуникация тармоқлари орқали қабул қилиш, узатиш, қайта ишлашга доир фаолият маҳсулоти;

-Телекоммуникациялар хизматидаги фойдаланувчи-телекоммуникациялар хизматларининг истеъмолчиси ҳисобланган юридик ёки жисмоний шахс;

Универсал хизматлар - умумий фойдаланувчидаги телекоммуникация тармоқлари барча фойдаланувчиларга кўрсатиладиган белгиланган сифатдаги мажбурий хизматлар тўплами (фойдаланувчиларнинг бу тармоқдан фойдаланишини таъминлаш, маҳаллий, шаҳарлараро, ва халқаро телефон сўзлашувлари, телеграммалар жўнатиш ва бошқалар).

1.6. Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот коммуникация технологияларини жорий этиш

Ўзбекистон республикаси Президенти «Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва Ахборот - Коммуникация Технологияларини жорий этиш тўғрисида» 2002 йил 30 майдаги ПФ-3080 - сонли фармони бажариш юзасидан ва Ахборот - Коммуникация Технологиялари соҳасида стратегик устуворларини амалга оширишга доир амалий чора - тадбирларни таъминлаш мақсадида қарор қабул қилди. қарорда белгиланган чора - тадбирларнинг амалга оширилиши ахборотлаштиришнинг миллий тизимлари барпо этилишини иқтисодиётга ва жамиятнинг ҳар бир аъзоси ҳаётига компьютер ва ахборот технологиялари оммавий жорий этилиш учун шар - шароитларини таъминлайди. Жаҳон бозорида мамлакатимиз иқтисодиётининг рақобатбардошлигини оширади. Дастурда телекоммуникацияларнинг янги объектларини куриш назарда тутилган. Жумладан, 2005йилда халқаро телефон каналлар сонини анча кўпайтириш,

уларни 100% рақамлаштириш мўлжалланган, минтақавий даражада канналар сони 50 мингтагача кўпаяди ва рақамлаштириш 72% га эришилади. Ахборот айрибошлашни автоматлаш тириш 98% га етади.

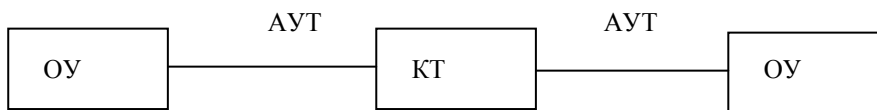
Назорат саволлари.

1. Алоқа линиялари ривожланишининг асосий омиллари.
2. Республикамиз алоқа тармоқларининг ривожланиши.
3. ОЕСФ кредити бўйича амалга оширилган ишлар.
4. JBIC кредити бўйича амалга оширилган ишлар.
5. Республикамизда алоқа линияларининг келажакдаги истиқболли ривожланиши.
6. Телекоммуникацияда қўлланувчи асосий хужжатлар ва уларнинг моҳияти.
7. Миллий дастурнинг моҳияти ва унинг ривожланиш босқичлари.
8. Телекоммуникация тўғрисидаги қонуннинг моҳияти.
9. Ахборот-коммуникация технологияларни жорий этиш бўйича фармон ва унинг моҳияти.
10. Ахборот коммуникация технологияси бўйича бошқа меъёрий хужжатлар ва уларнинг моҳияти.

2-маъруза. Телекоммуникация тармоқлари ҳақида умумий тушунчалар

Алоқа тармоқлари ўз ичига қуйидагиларни олади. (2.1-расм).

1. Ахборотни узатиш тизими (линия ва аппаратура);
2. Коммутация тизими (ускунаси);
3. Охирлаш ускунаси.

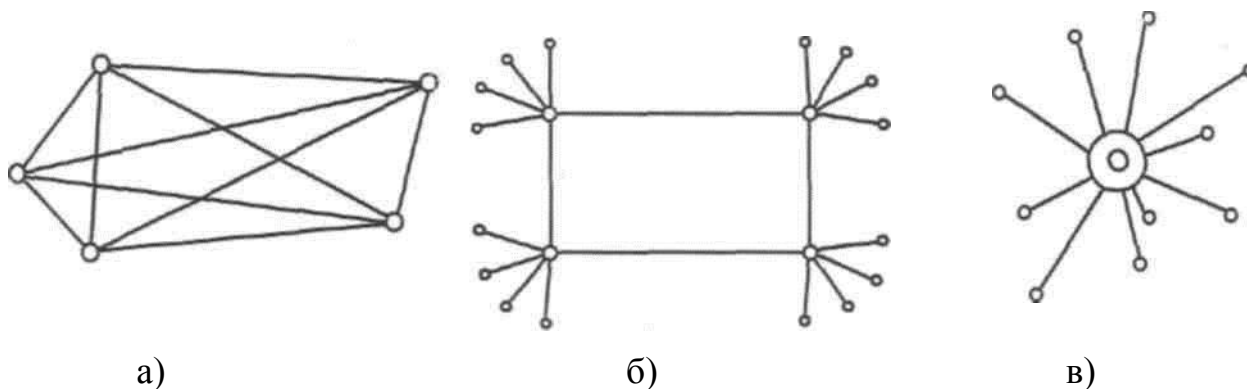


2.1-расм. Алоқа тармоқлари. ОУ - охирги ускуна; АУТ - ахборотни узатиш тизими; КТ - коммутация тизими.

Капитал харажатлар бўйича энг катта сарф-харажатлар линия тармоқлари ва ахборотларни узатиш аппаратуралари эгаллайди, шунинг учун тармоқлар тузилишини танлашда оптимал вариантни танлаш асосий роллардан биридир.

Тармоқлар тугунлардан (занжирлар, каналлар, коммуникация манзилларидан) ва бу тугунларни бир бири билан боғлаш учун қўлланадиган алоқа линияларидан ташкил топади.

Одатда алоқа тармоқларини да уни иқтисодли пухталиқ билан қуриб яратишга интилинади. Тармоқ пухталиғи одатда тармоқ тури, томонларга тарқалиши ва тарқатилган участкаларда турли хил алоқа линияларни қўллаш ва қуриш билан эришилади. Бундай линияларда керакли алоқа каналлари айланма ва захира йўллари билан ташкил қилинади. Иложи борица ҳар бир тугун бошқа тугунлар билан икки-учта бир бирига боғлиқ бўлмаган йўллар билан боғланиши керак. Бунда тармоқлар қурилиши иложи борица қисқа вақтда бажарилиши лозим. Тармоқ тузилиши бир неча вариантлардаги таркибий тузилишга эгадир.



2.2-расм. Алоқа тармоқларининг тузилиш вариантлари: а) тўғридан-тўғри боғланишли б) тугун боғланишли; в) радиал боғланишли.

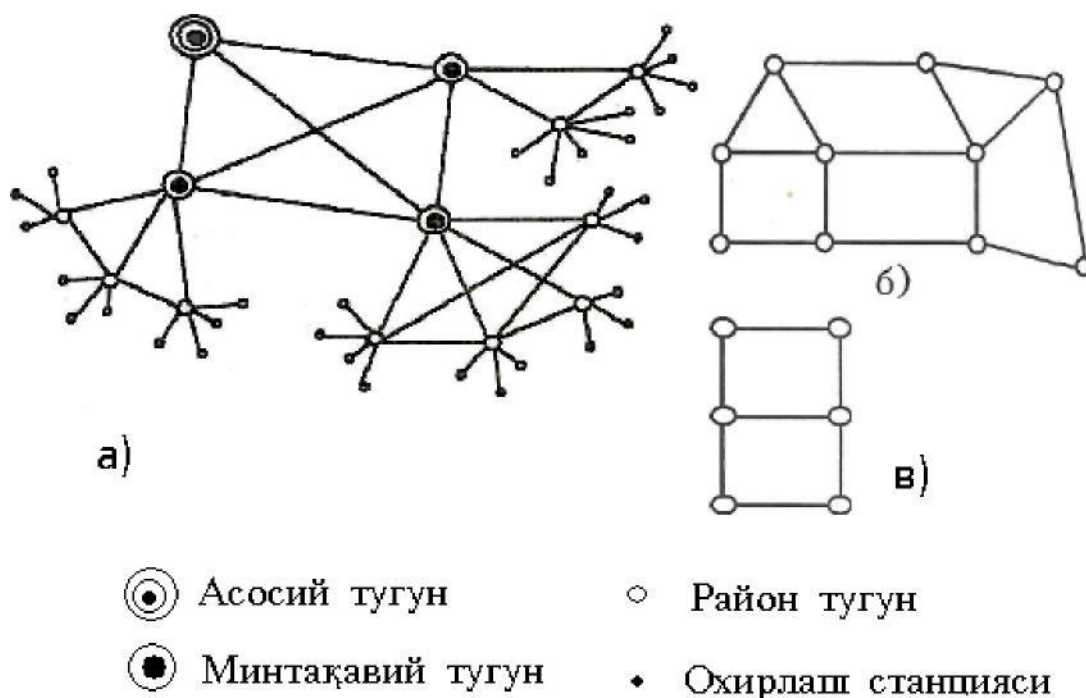
Тўғридан-тўғри боғланган «ҳар бири билан ёки тўлик» бундай ҳолатда ҳар қандай тугун бошқа тугун билан тўғридан-тўғри боғланади. (2.2а-расм);

Тугунлаштирилган - ҳолатда бир неча манзилгоҳлар тугунларга гуруҳланиб, улар бир бири билан боғланади (2.2б-расм)

Радиал (юлдузсимон) - да тугун битта марказда бўлиб, у линиялар билан радиус бўйича бошқа манзилгоҳлар билан боғланади (2.2в-расм)

Келтирилган алоқа тармоқларнинг тузилиш вариантларидан шуни кўриш мумкинки, ҳар бир манзилгоҳларни тўғридан - тўғри боғланиш варианты ўта мустаҳкам ҳисобланади, аммо техник-иқтисод томонидан ўзини оқламайди, чунки унда жуда ҳам кўп боғловчи линиялар мавжуд. Тугунли боғланиш варианты ҳам иқтисод томонидан ўзини оқламайди. Бу вариантлардан энг ишончлиси радиал варианты бўлади, аммо унда ҳеч қандай захира йўллари йўқ шунинг учун у алоқани узлуксиз ишлашини таъминлай олмайди.

Бу вариантлардан энг яхши натижа радиал ва тугунли тизимларни бирлашган варианты ҳисобланади. Бундай тизимлар ёрдамида тармоқлаштирувчи, узлуксиз тизим яратилиб, у ўз навбатида иқтисодли алоқа тармоғини яратишга имкон беради.(2.3а-расм)



2.3-расм. Алоқа тармоқларини таркибий тузилиши: а) радиал тугунлашган; б) алоқа тўр тузилиши; в)панжарали тузилиш.

Бундай тизимда бир хил таркибли алоқа тугунлари алоқа линиялари ёрдамида бир бири билан боғланишидан ташқари ўзидан бир поғона кичик бўлган алоқа тугунлари билан ҳам боғланган, бундан ташқари бу тугунлар айланма йўллар билан ҳам боғлангандир.

Ҳар доим алоқа тўғри ҳосил қилишда, иложи борида ҳар бир алоқа тугуни ўзига яқин бўлган тугун билан боғланиши керак, бу ҳолатда айланма ва заҳира йўллар ҳосил бўлади, ва улар ёрдамида тугунларга чиқиш учун икки учтата бир-бирига боғлиқ бўлмаган йўллар билан боғланади (2.3б - расм).

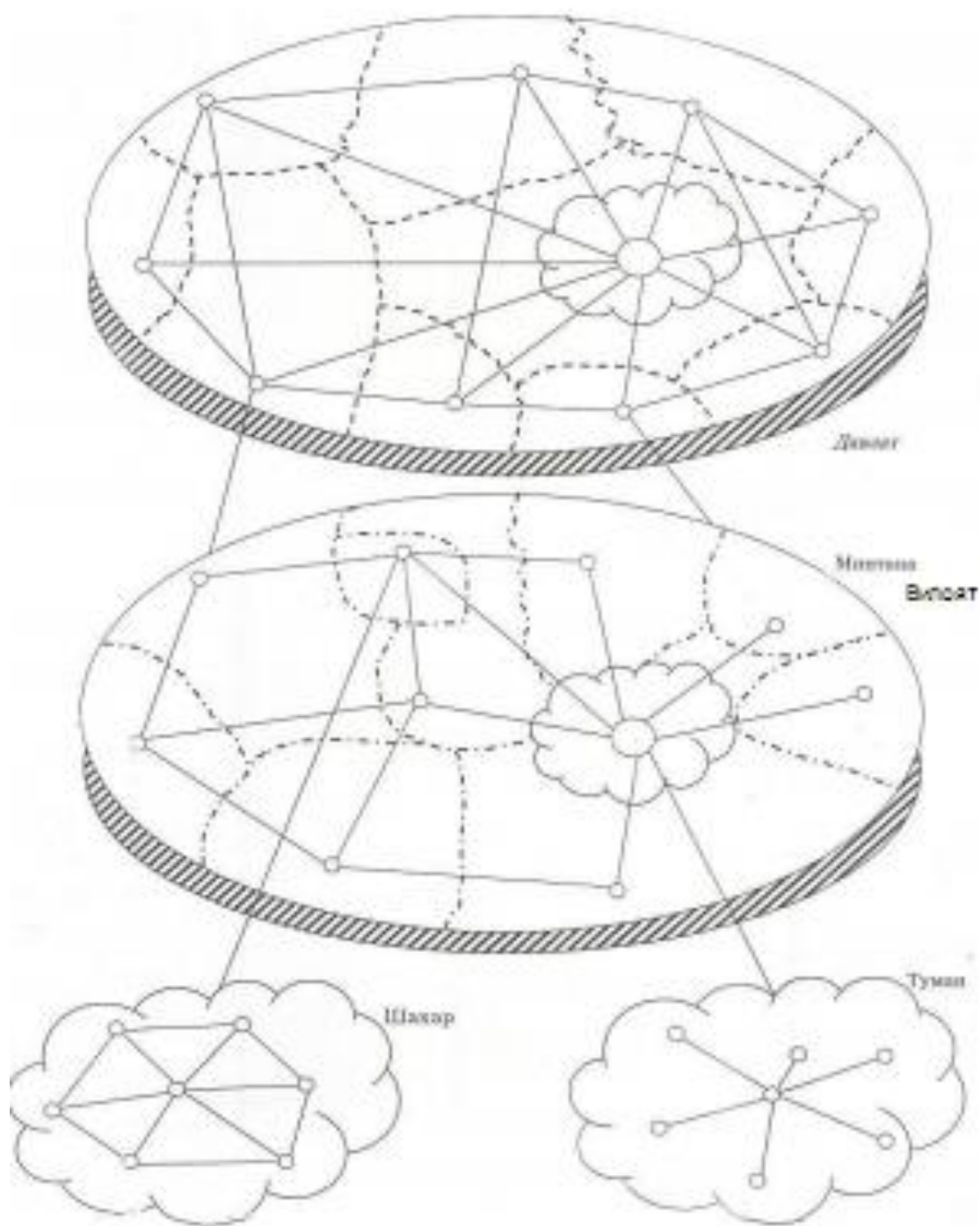
Тўрсимон ёки панжарали алоқа тармоқларининг турли хил кўринишларидан бири панжарали тўр тузилишидир (2.3в-расм) бундай тўр тузилишлари ёрдамида яратилган тармоқлар жуда ҳам мустаҳкамдир, лекин бу тармоқларни яратиш учун жуда ҳам катта ҳаражатлар зарурдир.

2.1. Глобал, магистрал ва ҳудудий тармоқлар.

Бутун ер кураи бўйлаб глобал тармоқ мавжуд бўлиб, бу тармоқ ер шарида жойлашган ҳамма қитъалардаги давлатлар бошқа қитъалардаги давлатлар билан боғлангандир. (2.4-расм) Давлатлар ҳам бир-бири билан боғланган бўлиб, бундай тармоқ давлатлараро магистрал тармоқ деб юритилади.



2.4-расм. Глобал тармоқ кўриниши.

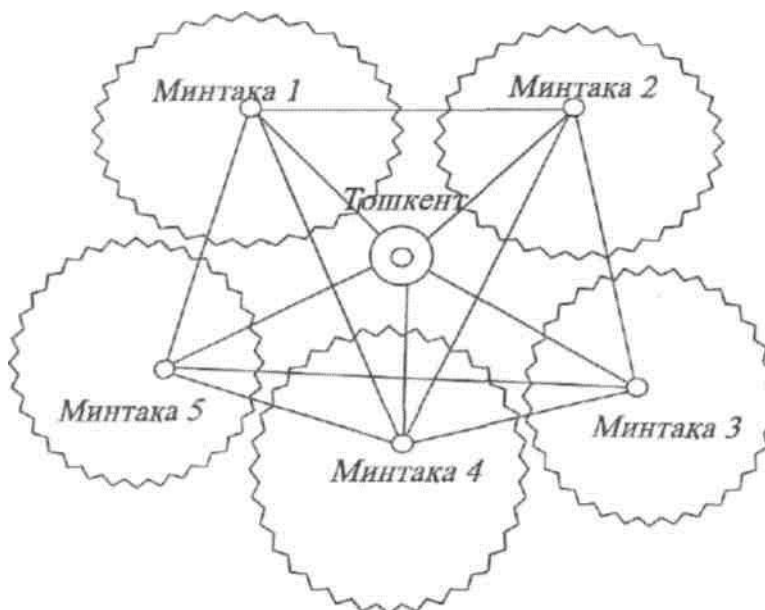


2.5-расм. Шаҳарлараро ҳудудий ва маҳаллий тармоқлар тузилиши.

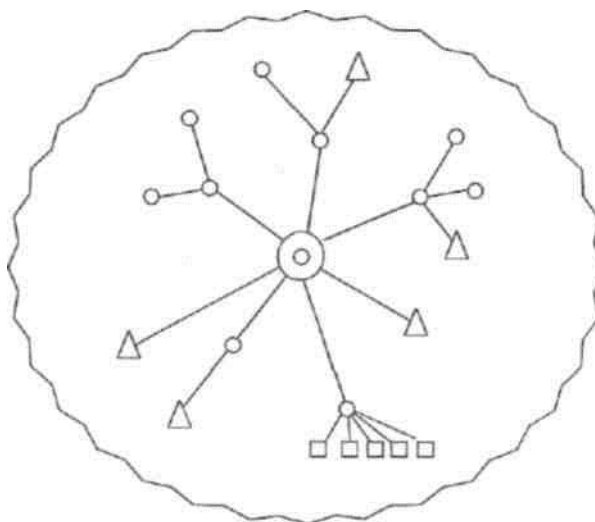
Битта давлат ичида тузилган тармоқ шаҳарлараро тармоқ деб аталади. (2.5-расм).

Бизнинг мамлакатимизда алоқа тармоқлари магистрал (2.6-расм) ва ҳудудий тармоқлардан (2.7-расм) ташкил топади. Ҳудудий алоқа тармоқлари мамлакатимиз вилоятлари ичида ташкил этилади, ҳудудий алоқа тармоқлари ўз ичига ҳудуд ичи тармоқлари ва маҳаллий тармоқларни қамраб олади.

Маҳаллий тармоқлар ўз ичига қишлоқ телефон тармоқларини (район маркази, ширкат хўжаликлари ва қишлоқ хўжалиги манзилгоҳлари билан) ва шаҳар телефон тармоқларини қамраб олади. Бу ҳолда абонент ҳудудлари бир хил етти та рақамлар билан рақамланади ва бу ҳудудда 10^7 тагача телефонлар бўлиши мумкин.



2.6-расм. Магистрал ёки шаҳарлараро тармоқ тузилиши.

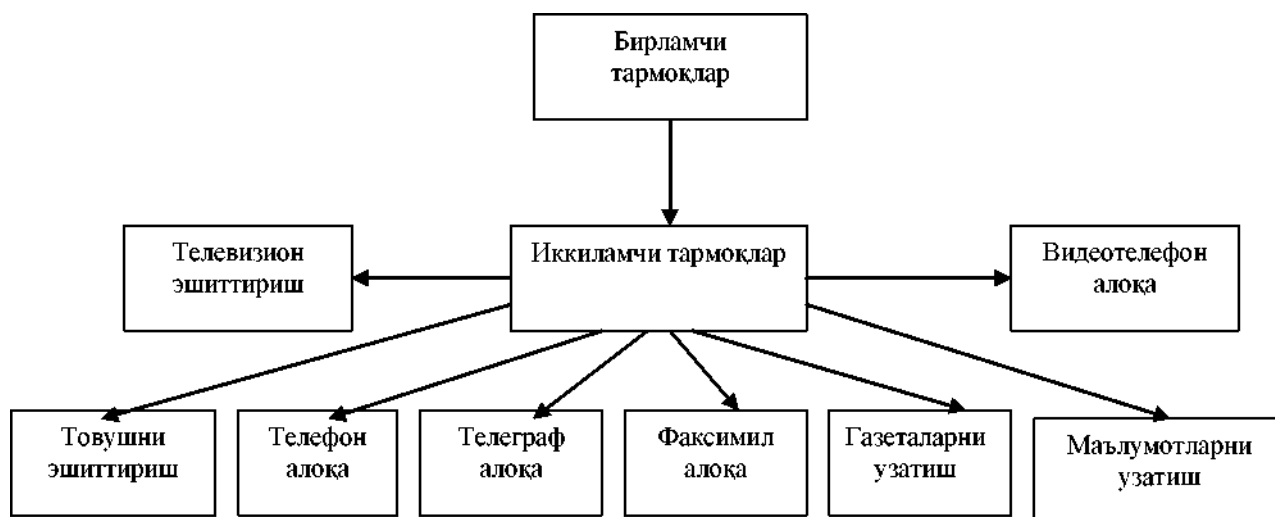


2.7-расм. Ҳудуд ичи тармоқлари тузилиши: $\odot$ ҳудудий тугун; $\triangle$ шаҳар телефон телефон тармоғи; $\bullet$ - район тугуни; $\square \square$ - ширкат хўжалиги.

Магистрал тармоқлар давлат пойтахтини ҳудуд марказлари билан ва ҳудуд марказларини бир-бири билан боғлайди. Магистрал тармоқлар бошқа давлатлар билан ҳам боғланади. Бизнинг давлатимизда магистрал тармоқ асосан ТОЕ (Транс-Осиё–Европа) оптик толали магистрал билан боғлангандир. Ҳудудий ичи тармоқлари Республикамиз вилоятлари

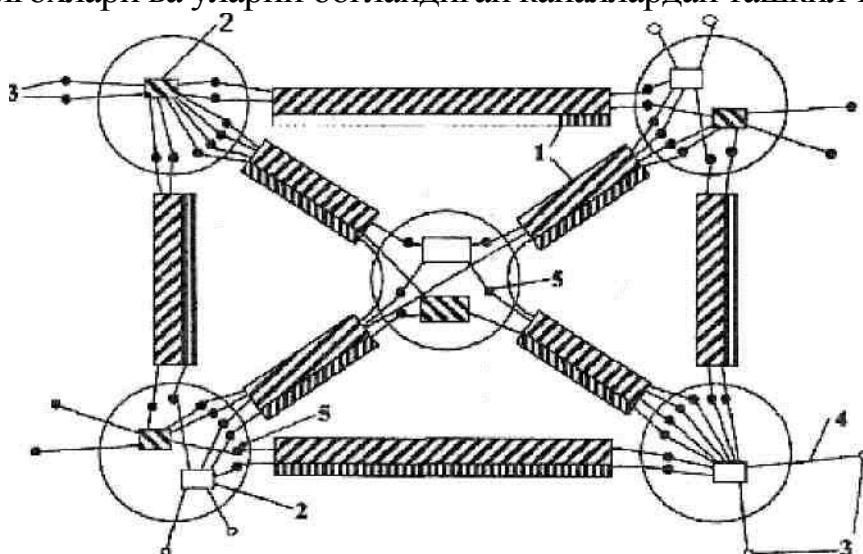
пойтахтларини бир-бири билан боғлашдан ташқари, яна магистрал тармоқ¹³

билан ҳам улангандир. Давлатимиз алоқа тармоқлари ўз навбатида бирламчи ва иккиламчи тармоқларга бўлинади. (2.8-расм) Бирламчи тармоқ ҳамма алоқа турлари ва каналларнинг мажмуидир. Бирламчи тармоқ ҳамма каналлар фойдаланувчилари учун бир хил бўлиб, иккиламчи тармоқ учун базани ташкил этади.(2.8 - расм.)



2.8-расм. Бирламчи ва иккиламчи алоқа тармоқлари.

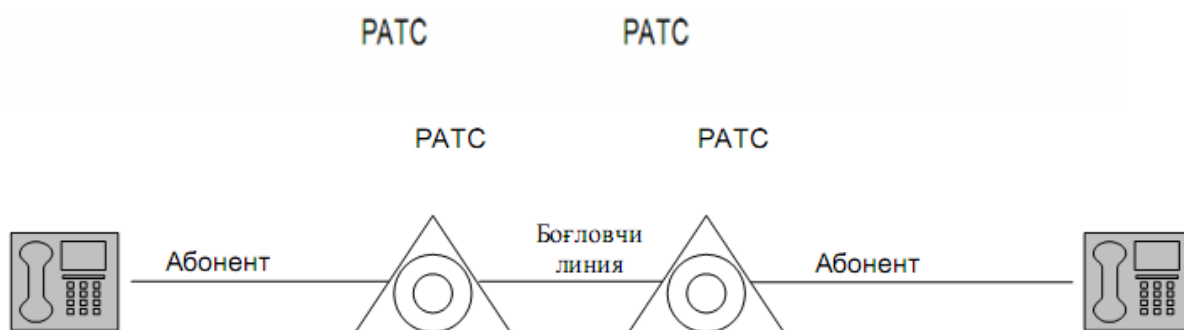
Иккиламчи тармоқлар ишлатилиш жойига қараб турли хил бўлган каналлардан (товушли эшиттириш, телефон алоқаси, телеграф алоқаси, факсимил алоқа, газеталарни узатиш, телевизион эшиттириш, видеотелефон алоқаси, маълумотларни узатишлардан ташкил топади. Иккиламчи тармоқлар ўз ичига коммутацион тугунлар, охирлаш манзилгоҳлари ва уларни боғлайдиган каналлардан ташкил топади(2.9-расм)



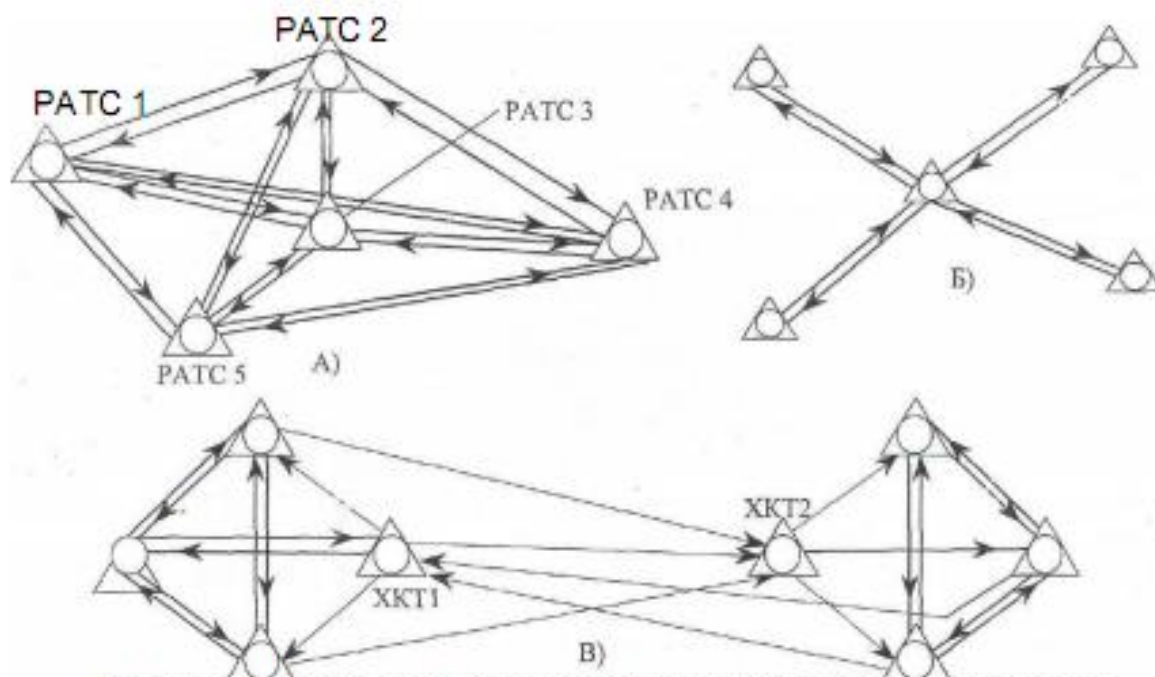
2.9-расм. Иккиламчи алоқа тармоқлари.

1-бирламчи тармоқларнинг узатиш тизимлари; 2-иккиламчи тармоқларнинг коммутация тугунлари; 3-иккиламчи тармоқларнинг охирлаш манзилгоҳлари; 4 -абонент каналлари ёки абонент линиялари; 5-бирламчи тармоқларнинг чегарасининг кўрсатувчи нуқталар.

Умуман олганда шаҳар телефон тармоқлари абонент ва боғловчи линиялардан ташкил топади. Йирик шаҳарларда (одатда шаҳар телефон тармоқлари сиғими 10000 рақамдан ошиқ бўлганда) линия тармоқларини қуриш учун харажатларни камайитириш ва уларни ишлатиш самарасини ошириш учун, бир неча район автоматик телефон станциялари (РАТС) қурилади. Бундай тармоқ районлаштирилган тармоқ деб юритилади. Бунда телефон аппаратлар район телефон станцияси билан боғловчи линиялар абонент линияси деб юритилади, станцияларни бир-бири билан боғловчи линиялар эса боғловчи линиялар деб аталади. (2.10-расм)



2.10–расм. Абонент ва боғловчи линиялар тузилиши.



2.11–расм. Шаҳар телефон тармоқларидаги боғловчи линияларнинг

Район автоматик телефон станциялари оралиғидаги алоқа бир неча усуллар орқали олиб борилади: "ҳар бири–ҳар бири" усули бўйича (2.11-расм), радиал усули (2.11б-расм), хабарларни тугунга кириш усули (2.11в-расм), хабарларни тугунларга кириш ва чиқиш усули (2.11г-расм).

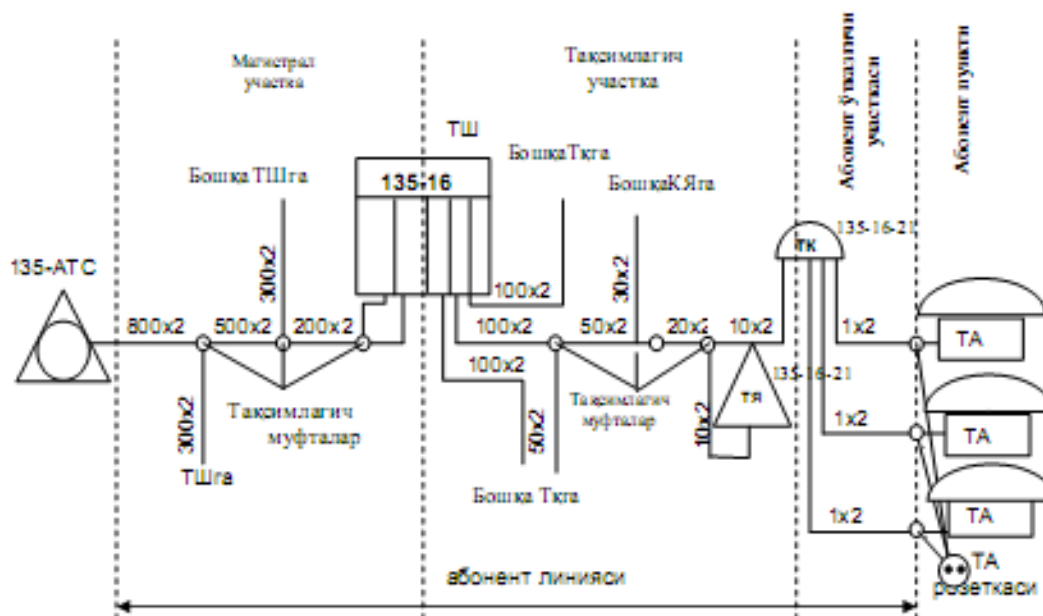
2.11–расм. Шахар телефон тармоқларидаги боғловчи линияларнинг тузилиши: а) хар–бири–хар бири усули; б) радиал усул; в) хабарларни тугунларга кириш усули; г) хабарларни тугунларга кириш ва чиқиш усули.

Биринчи усул одатда районлаштирилган тармоқларда қўлланади ва бундай тармоқ сиғими 80000 рақамгача бориши мумкин. Радиал усул одатда район автоматик телефон станцияларни подстанция ёки корхона автоматик телефон станциялар оралиғида алоқани ташкил этиш учун қўлланади. Катта тармоқларда тугунлаштирилган телефон станцияларнинг учинчи ва тўртинчи усули қўлланади. Бундан ташқари районлаштирилган АТСлар абонентлари шаҳарлараро телефон станцияга тўғридан-тўғри ёки тугунлаштирилган станциялар орқали боғланади.

Бугунги кунда боғловчи линиялар вазифасини оптик кабеллар бажаргани учун —ҳалқа топологияси қўлланади.

Абонент тармоқлари турли хил усуллар асосида бўлиши мумкин (Аммо улар икки хил тизим асосида бўлади, булар шкафли ва шкафсиз усул. Бизнинг давлатимизда абонент линиялари шкафли усул асосида тузилгандир.

Линия тармоқларининг шкафли тизим бўйича тузилиш схемаси 2.12-расмда келтирилган.



2.12–расм. Шахар телефон тармоқларидаги абонент линия тармоқларини тузилиши.

Агар 2.12-расмга разм соладиган бўлсак, унда шаҳарнинг маълум қисми кўрсатилган бўлиб, шаҳар мавзеидаги аҳолига тақсимлаш участкасидаги телефон абонентларини жойланиши кўрсатилиб, унинг ичидаги рақам биноларга киритилган кабел жуфтликларидир. Бундан шуни кўриш мумкинки бинога киритилган кабел жуфтликлари сони телефон

аппаратларига эга бўлган абонентлар сонидан кўпроқдир, бундай усул бўйича тақсимлаш участкада эксплуатация заҳираси борлигини кўрсатади.

Одатда абонентлар телефон станцияга уланишда тақсимлагич кутичалар (ТҚ) ва тақсимлагич шкафлар (ТШ) орқали уланади. Бундай ҳолда телефон станциядан турли йўналишларга катта сиғимдаги кабелларга бўлиниб тақсимлагич шкафларига киритилади. Бундай кабеллар ва уларга таълуқли линия ускуналари жамламаси магистрал тармоқ деб юритилади. Тақсимлагич шкафлардан кичик сиғимдаги (100 жуфтликдаги кичик) кабеллар чиқиб, улар 10 жуфтлик бўлган охирлаш ускуналарига яъни тақсимлагич кутичаларга киритилади. Бу участкадаги кабеллар ва линияга таълуқли ускуналар тақсимлагич тармоқ деб аталади. Тақсимлагич кутичадан телефон аппарати уланадиган разеткадан бир жуфтлик ўтказгич сим участкаси абонент ўтказгичи участкаси деб юритилади(2.12-расм).

Линия кабел тармоқларида тақсимлагич шкафларини қўллашда кабелларни текширув назорат жараёни бажарилади ва магистрал кабел жуфтликларини тақсимлагич кабел жуфтликларига турли хил улаш усулларида улаш мумкин, бу эса тармоқнинг техник эксплуатациясини (хизматини) оширади, яъни янги абонентларга янги кабел тортмасдан шу кабелларнинг жуфтликларидан фойдаланиш мумкин. Бундан ташқари тақсимлагич участкаларидан фойдаланишда магистрал кабелларни иқтисод қилиш мумкин, чунки тақсимлагич кутичаларга ўн жуфтлик кабеллар билан уланганда, тақсимлагич кутичаларда абонентлар сони камроқ булади. Агар телефон станцияга тақсимлагич кутичалардан чиққан кабелларни тўғридан тўғри улайдиган бўлсак, у ҳолда катта сиғимдаги захира жуфтликларидан фойдаланиш имкони бўлмайди, ва бу жуфтликлар ишлатилмай қолади. Агар бу тармоқда тақсимлагич шкафлари ишлатадиган бўлсак, у ҳолда кабелларнинг эксплуатацион заҳиралардан фойдаланиш мумкин.

2.3. Қишлоқ телефон тармоқлари ва ўтказгич бўйича товуш эшиттириш

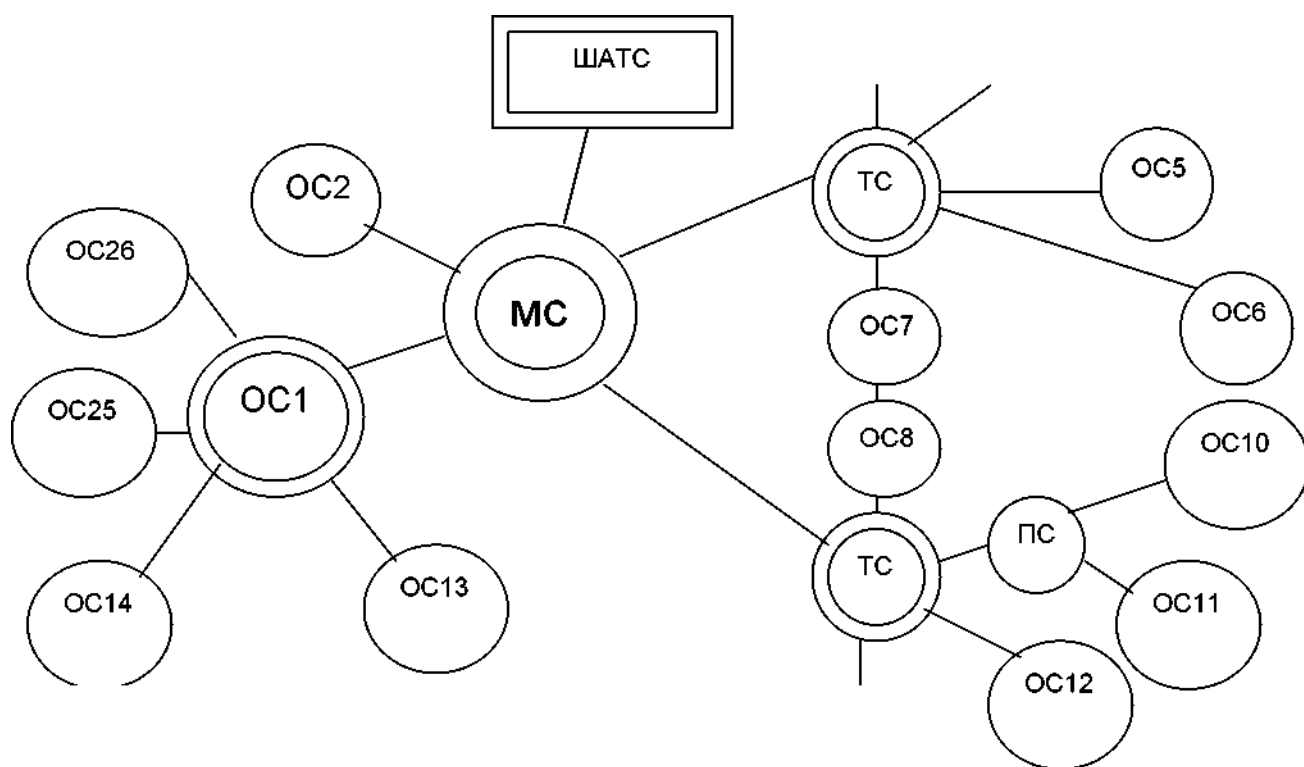
Одатдаги туман ҳудудида жойлашган қишлоқ жойларда алоқа каналлари ва линия тармоқлари асосида ҳудуд ичи тасарруфида қишлоқ телефон тармоқлари ташкил қилинади. Бунда тақсимлагич кутичаларини ҳам бир нечтасини паралел равишда улаш мумкин. Бундай ҳолда тармоқ сифати ошади шаҳар телефон тармоқларини тузишда комбинацияланган (аралаш) тизим қўлланади, бундай усулни қўллаш тармоқ тан-нархини камайтиришга олиб келади. Қишлоқ жойларда электр алоқа асосида қуйидаги кўринишдаги тармоқлар ҳосил қилинади: Умумий фойдаланувчи (телефон алоқаси, факсимал алоқаси, товуш эшиттириш); Ички ишлаб чиқарувчи (ширкатлар ичидаги алоқа, корхоналар ичидаги алоқа); Корхоналар алоқаси (турли хил корхоналар ичида алоқа); қишлоқ тармоқларининг жойланишига қараб қишлоқ телефон станциялари қуйидагиларга бўлинади:

Марказий станция (МС) - район марказида жойлашган бўлиб, у ўз навбатида район станцияси вазифасини бажаради;

Тугунлаштирилган станция (ТС) - қишлоқ районнинг турли аҳоли яшайдиган манзилгоҳларида жойлаштириб, бу станция охириги станиялар билан боғловчи линиялар ёки рдамида боғланади;

Охириги станцияси (ОС) - қишлоқ районларнинг аҳоли яшайдиган манзилгоҳларида жойлаштирилади.

ишлоқ телефон тармоқлари тузилишига қараб радиал-тугунлашган тизим бўйича яратилади. Қишлоқ телефон тармоқларининг намунавий кўриниши 2.13-расмда келтирилган.



2.13-расм. Қишлоқ телефон алоқа тармоқларининг тузилиши.

Бу расмга разм соладиган бўлсак, охириги станциялар тўғридан-тўғри тугунлашган станцияга уланган. 7 ва 8 охириги станциялари оралиғида бири-бирига нисбатан катта тортилиш бўлгани учун булар орасида рокед алоқа линияси тузилган.

Назорат саволлари

1. Тармоқнинг тузилиши ва унинг ташкил этувчилари.
2. Глобал тармоқ тузилиши ва унинг ташкил этувчилари.
3. Магистрал тармоқ тузилиши ва унинг ташкил этувчилари.
4. Худудий тармоқ тузилиши ва унинг ташкил этувчилари.
5. Шахар телефон тармоқлари тузилиши ва унинг ташкил этувчилари.
6. Қишлоқ телефон тармоқлари тузилиши ва унинг ташкил этувчилари.

4 - маъруза. Алоқа линиялари ва уларнинг асосий хусусиятлари

Ҳозирги пайтда инсониятнинг ривожланишини ахборот технологиясиз тасаввур қила олмаймиз. Ахборотлаштиришнинг миллий тизимини шакллантириш, иқтисодиёт ва жамият ҳаётининг барча соҳаларида замонавий ахборот технологияларини, компьютер техникаси ва телекоммуникация воситаларини оммавий равишда жорий этиш ҳамда улардан фойдаланиш, фуқароларнинг ахборотга ортиб бораётган талаб эҳтиёжларини янада тўлиқроқ қондириш жаҳон ахборот ҳамжамиятига кириш ҳамда жаҳон ахборот ресурсларидан баҳраманд бўлишни кенгайтириш учун қулай шарт шароитлар яратилмоқда. Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот коммуникация технологияларини жорий этишда энг мурракаб бу коммуникациядир. Коммуникациянинг қиммат элементларидан бири - бу алоқа линиясидир. Алоқа линиялари бўйича битта истеъмолчидан (абонентдан) ахборотлар электромагнит сигнал тариқасида бошқа истеъмолчига (абонентга) узатилади. Бунда ахборот сифати алоқа линиясининг хусусиятига ва параметрларига боғлиқ бўлиб у бир неча хил таъсир этувчи ва ҳалақит берувчи электромагнит майдонлар таъсирида бўлади.

Алоқа линиялари икки хил турда бўлади: атмосферадаги линиялар (радиолиниялар) ва йўналтирувчи - узатувчи линиялар. Бнда электромагнит сигналлар очик муҳитда (космосда, ҳавода, ерда, сувда, ва ҳк.) тарқалади. Радиолиниялар бўйича узатиш масофаси бир неча юз метрдан бир неча юз миллион километргача бориши мумкин. Бунга мисол тариқасида 1895 йили А.С. Попов томонидан кашф этилган радиоузатгич ва ҳозирги пайтда қўлланувчи ердаги станциялар билан автоматик космик аппаратлар орасидаги алоқани кўрсатиш мумкин.

Йўналтирувчи алоқа линиялари бўйича электромагнит сигналлар битта абонентдан иккинчи абонентга фақат махсус ташкил этилган занжирлар ва алоқа трактлари бўйича яъни йўналтирувчи системани ташкил этувчилардан электромагнит сигналлар сифатли қилиб маълум бир йўналиш бўйича узатилади.

Электромагнит сигналларни муҳитда тарқалиш характериға қараб биринчи ўринда сигналларнинг частотасига қараб (ташувчи частотаси бўйича) радиочастоталар қуйидагича бўлади:

Ўта узун тўлқинлар - ЎУТ (СДВ) - $100 \dots 10 \text{ км}$ ($3 \dots 30 \text{ кГц}$);

Узун тўлқинлар - УТ (ДВ) - $10 \dots 1 \text{ км}$ ($30 \dots 300 \text{ кГц}$);

Ўрта тўлқинлар - ЎТ (СВ) - $1,0 \dots 0,1 \text{ км}$ ($0,3 \dots 3 \text{ МГц}$);

қисқа тўлқинлар - ҚТ (КВ) - $100 \dots 10 \text{ м}$ ($3 \dots 30 \text{ МГц}$);

Ультра қисқа тўлқинлар - УҚТ (УКВ) - $10 \dots 1 \text{ м}$ ($30 \dots 300 \text{ МГц}$);

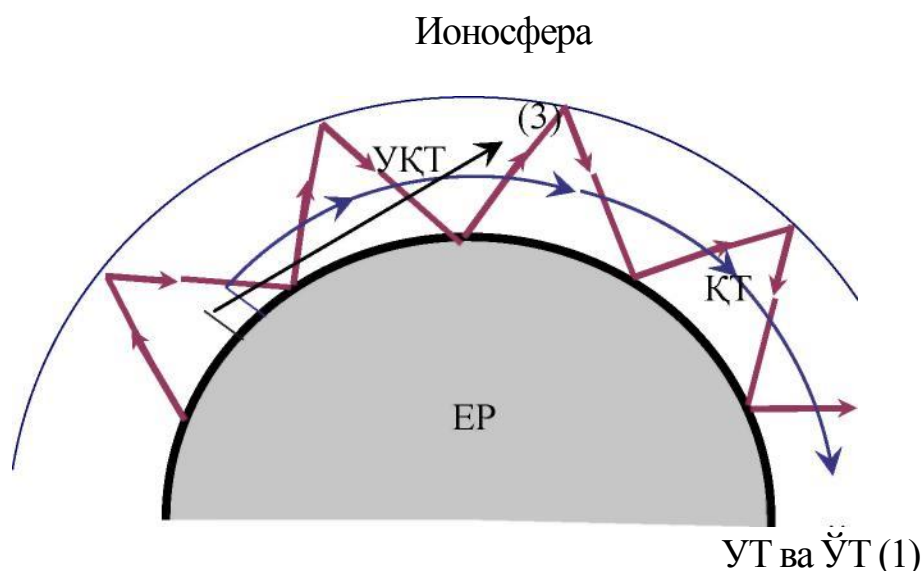
Дециметрли тўлқинлар - ДЦТ (ДЦВ) - $1 \dots 0,1 \text{ м}$ ($300 \dots 3000 \text{ МГц}$) ёки ($0,3 \dots 300 \text{ ГГц}$);

Сантиметрли тўлқинлар - СТ (СМВ) - $10 \dots 1 \text{ см}$ ($3 \dots 30 \text{ ГГц}$);

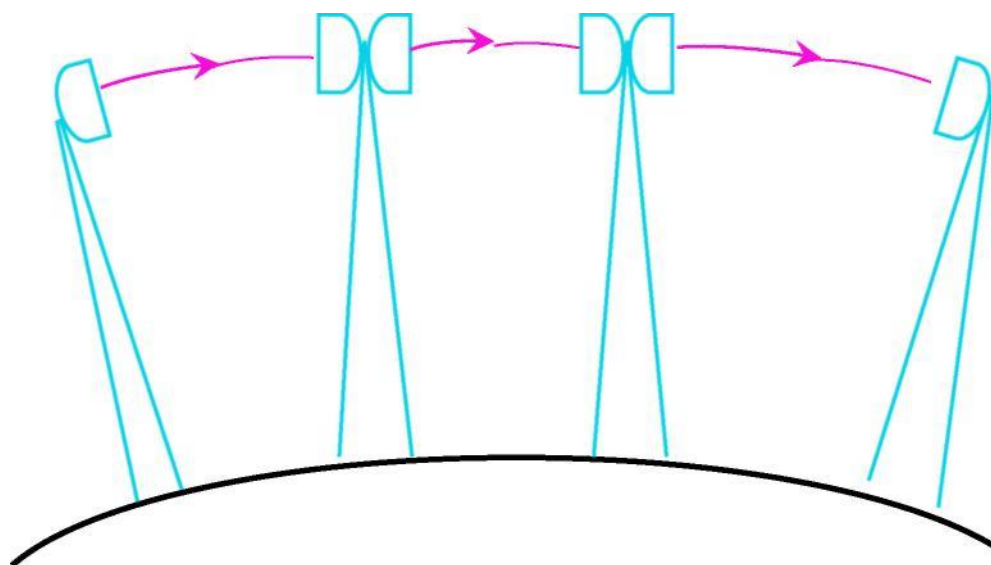
Миллиметрли тўлқинлар - ММТ (ММВ) - $10 \dots 1 \text{ мм}$ ($30 \dots 300 \text{ ГГц}$);

Оптик диапазон (ОД) - $10 \dots 0,1 \text{ мкм}$ ($3 \cdot 10^{14} \dots 3 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$);

Радиолиниялар сигналлари тўлқин узунлигига (частотасига) қараб қуйидагича тарқалади. (3.1 - расм)



4.1 - расм. Турли хил тўлқинларни тарқалиши. УТ ва ҚТ - юзаки нур бўйича (1) тарқалади; ҚТ - фазовий нур бўйича (2) тарқалади; УҚТ ва ОД - тўғри кўриниш бўйича (3) тарқалади;



4.2 - расм. Радиорелели линияларнинг тузилиши.

Радиолинияларининг юқорида қайд этиб ўтилган авзалликларидан ташқари улар бўйича узок масофаларда жойлашган ҳаракатдаги манзилгоҳлар билан ҳам боғланиш мумкин. Бундан ташқари юқори тезликдаги алоқа ёрдамида оммавий ахборотларни (телевидения ва радиоэшиттириш) узатишни ташкил этиш мумкин.

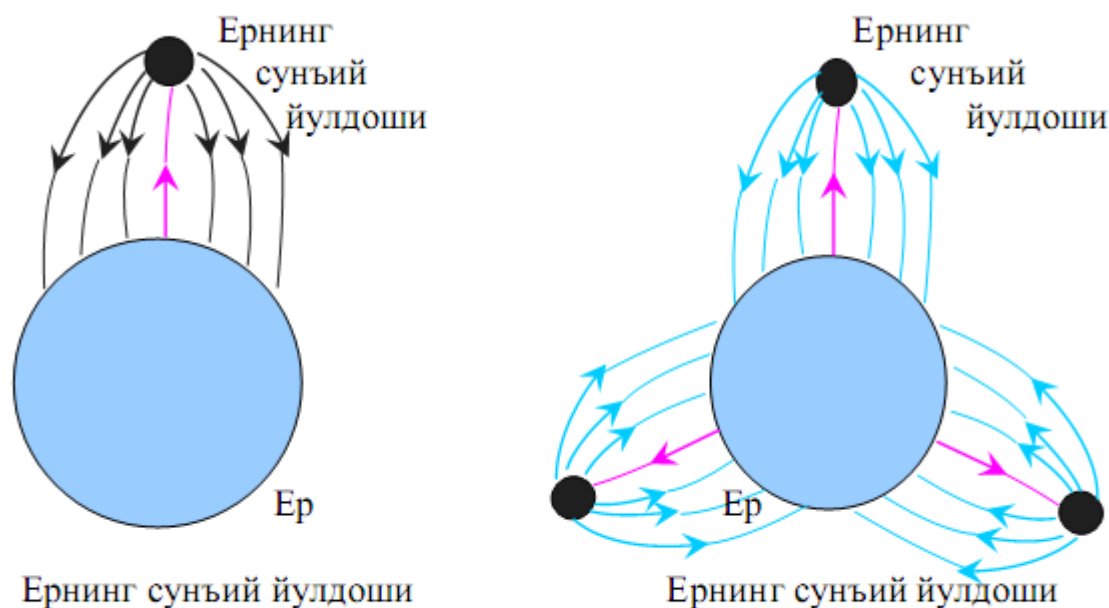
Радиолиниялар бир қанча афзалликларга эга бўлиши билан бирга бир мунча камчилликлардан ҳам холис эмас, булар қуйидагилар: алоқа сифатини

ёмонлиги, радиолиниялар бўйича узатилаётган маълумотлар узатилаётган муҳитга ва ташқи электромагнит таъсирлар остида бўлади;
 кичик тезлик; қисқа тўлқинлар ва ундан юқори тўлқинларда электромагнит мувофиқлашувининг унча юқори бўлмаганлиги;
 узатувчи ва қабул қилувчи ускуналарнинг мураккаблиги;
 узатиш тизимларининг полоса диапозонининг қисқалиги ва ҳ.з.

Ҳозирги пайтда радиолиниялар асосида ҳаракатдаги мобил алоқа тизимлари кенг ривожланиб бормокда.

Радиореле линиялар (РРЛ) асосан дециметрли ва миллиметрли яъни тўлқинлар тўғри кўриниш жараёнида ишлатилади. Улар ҳар 50 километрли масофада баландлиги 50-70 метрли минораларда жойлашган ретранслятор занжирларидан ташкил топади. (4.2 - расм). Агар антенналар миноралари баландроқ кўтарилса, у ҳолда ретранслятор участкалари орасидаги масофани 70...100 километргача узайтириш мумкин. Радиореле линиялари ёрдамида катта масофаларга (12500 км гача) жуда кўплаб телефон каналлари (300... 1920 тф канали) ҳосил қилинади. Бундай линияларни алоқа, телевидения, радиоёшиттириш каби тармоқларда қўллаш мумкин. Бу линиялар радиолинияларга қараганда ташқи таъсирларга камроқ таъсирчандир шунинг учун улар орқали сифатли алоқа ташкил этиш мумкин.

Йўлдошли алоқа линиялари (ЙАЛ) радиореле линиялари сингари сантиметрли тўлқин узунликларида фойдаланилади. Йўлдошли алоқа линияларининг ишлаш принципи ернинг сунъий йўлдошида жойлашган алоқа узатиш воситаларидан сигналларни ретрансляция қилиб олиб борилади. Ернинг сунъий йўлдоши радиореле линиясига ўхшаган ретранслятор, фақат у жуда ҳам юқори масофада жойлашган. (4.3 - расм.)



4.3 – расм. Ернинг сунъий йўлдоши орқали ҳосил қилувчи космик алоқа.

Йўлдошли алоқа линиялари ёрдамида каттадан-катта масофаларга кўп каналли алоқани ташкил этиш мумкин. Бунинг учун геостационар орбитага яъни 36000км баландликда ернинг айланиш тезлигида ернинг сунъий йўлдоши ҳаракатланади у 24 соат ичида ерни бир маротаба айланиб чиқади. Бу ҳолатда 3та ернинг сунъий йўлдоши 1200 бурчак остида айланганда бутун ер юзаси бўйича алоқа ташкил этиш мумкин.

Йўлдошли алоқа линияси орқали биринчи навбатда телевидения, газета полосаларини узок масофаларга узатиш имкониятини беради. Бундай линияларнинг авзалликларидан бири узатилаётган информацияларни узок масофага ва кенг зоналарга узатиш. Камчиликлардан бири фазога чиқариладиган ернинг сунъий йўлдошининг қимматлилиги ва бу алоқа тизими ёрдамида дуплекс телефон алоқасини ташкиллаштиришда бир мунча қийинчилар мавжудлигидир.

Йўналтирувчи алоқа линияларининг авзалликлардан бири сигналларни узатишда талаб этиладиган сифатли ва юқори узатиш тезлиги ҳамда охирлаш ускуналарининг оддий бўлганлиги билан фарқланади. Камчилиги эса бундай линияларни қуриш ҳамда бу линияларнинг техник фойдаланишига кетадиган капитал харажатларнинг катталиги ва алоқани ташкил этиш учун узок муддат кераклигидир. Алоқа линиялари ва радиолинияларни бир бири билан таққослайдиган бўлсак улар бир - бирини тўлдириб турувчи ва шу асосда глобал масалаларни ечиш учун ишлатиш лозим бўлганлигидир.

Ҳозирги пайтда алоқа линиялари бўйича ўзгармас ток сигналлардан тортиб оптик диапазон частоталаригача узатиш мумкин, бунда тўлқин узунликлари 0.85мкм дан бир неча юз километргача боради. Бугунги кунда қўлланилаётган алоқа линиялари 3 турга бўлинади - кабелли линиялар (КЛ), ҳаво орқали ўтган алоқа линиялар (ҲОЎАЛ) ва оптик толали алоқа линиялари (ОТАЛ). Кабелли ва ҳаво орқали ўтувчи алоқа линиялар - симли линиялар бўлиб, уларда йўналтирувчи системани ўтказгич - диэлектрик ташкил қилса, оптик толали алоқа линияларда йўналтирувчи системани диэлектрик тўлқин ўтказгичлар, яъни турли хил синдириш кўрсаткичларга эга бўлган диэлектриклар ташкил этади.

Симли алоқа линиялари асосан кГц, мГц частоталар диапазонида ишлатилади. Кабелли линиялар бўйича сифатли ва ҳалақитларга бардошли бўлган сифатли кўп каналли алоқани узок масофаларга ташкил этиш мумкин. Ҳозирги пайтда симметрик ва коаксиал кабеллар шаҳарлараро, шаҳар, қишлоқ, минтақавий ва локал тармоқларда кенг қўлланилмоқда.

Ҳаво орқали ўтган линиялар алоқа тармоқларида 30-40 йилларда кенг кўламда қўлланилган, аммо уларнинг кичик ўтказувчанлик қобиляти (12та ТЧ каналлар) ва ҳалақитларга бардошлилиги кичик бўлганлиги, занжирлар орасида ўзаро таъсирлар катта бўлганлиги, атмосфера муҳитларига таъсирчан бўлганлиги учун улар минтақавий ва қишлоқ тармоқларида қўлланмоқда.

Оптик толали алоқа линиялари (ОТАЛ) асосан микро тўлқин диапазонида (λ 0.8...1.55мкм) оптик кабелларда ёруғлик сигналларини узатиш учун қўлланилади, бундай линияларнинг келажаги порлоқ. Оптик

толали алоқа линияларининг авзалликлари: - сигналларнинг кичик йўқотувчанлиги, каттадан-катта ўтказиш қобилияти, массаси ва габарит ўлчамларининг кичиклиги, рангли металлларни иқтисоди, ўзаро ва ташқи таъсирларга чидамлилигининг юқорилиги.

Ҳозирги пайтда телекоммуникация тармоқларида алоқа линияларининг турли хил кўринишдагилари қуйидагича тақсимланади:

- магистрал тармоқларда 80% кабелли линиялар, 18% РРЛ ва 2% йўлдошли алоқа линиялари;

- шаҳар телефон тармоқларида 91% кабелли линиялар, 8% РРЛ ва 1% ҳаво орқали ўтган алоқа линиялари;

- минтақавий тармоқларда 65% кабелли линиялар, 25% РРЛ ва 10% ҳаво орқали ўтган алоқа линиялари;

- қишлоқ телефон тармоқларда 80% кабелли линиялар, 10% РРЛ ва 10% ҳаво орқали ўтган алоқа линияларни ташкил этади.

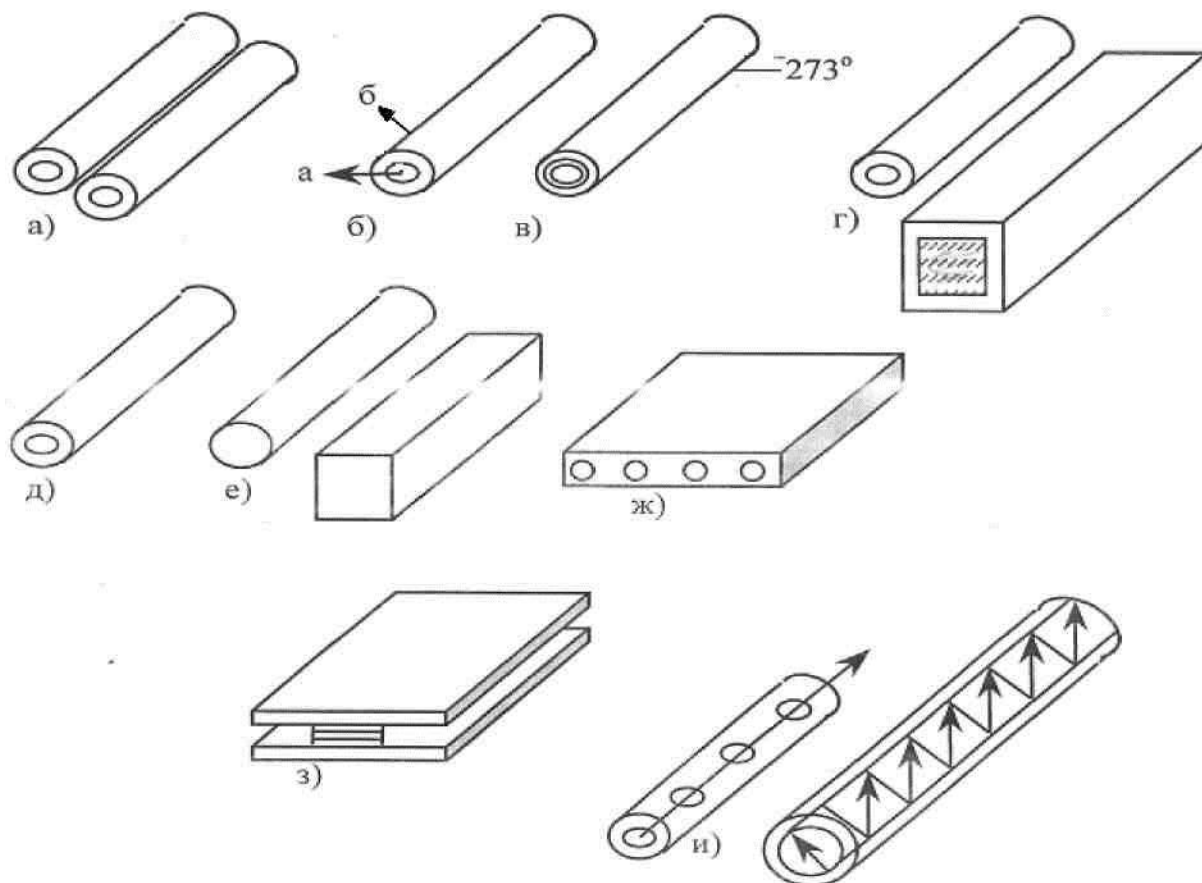
3-маъруза. Йўналтирувчи узатиш системалар

Ҳозирги пайтда ахборотларни узатиш учун алоқа кабелларидан ташқари бошқа турдаги йўналтирувчи системалар ҳам қўлланилади. Булар тўлқин ўтказгичлар, нур ўтказгичлар, юза бўйича ҳаракатланувчи тўлқинли линиялар, ўта ўтказгичлар, тасмали кабеллар ва ҳ.з. Буларнинг ҳаммаси биргаликда - йўнал-тирувчи системалар деб юритилади. Электромагнит энергияни маълум йўналишда узатиш учун қўлланадиган ускуна - йўналти-рувчи система деб аталади. Бундай йўналишда канал ҳосил қилувчи хусусиятга: симли ўтказгичлар, диэлектрик ва турли хил электр хусусиятга эга бўлган муҳит чегараси (металл - диэлек-трик, диэлектрик - ҳаво, ва ҳ.з.). Шунинг учун йўналтирувчи система вазифасини металл линия (кабел, тўлқин ўтказгич), $\epsilon > 1$ материалдан тайёрланган диэлектрик линия (диэлектрик тўлқин ўтказгич, толали нур ўтказгич) ва металл - диэлектрик линия (юза бўйича ҳаракатланувчи тўлқинли линиялар) бажаради.

Ҳозирги замон юқори частотали энергиянинг йўналтирувчи узатиш системалари қуйидагиларга бўлинади: ҳаво орқали ўтган алоқа линиялар (ҲОЎАЛ); симметрик кабеллар(СК); коаксиал кабеллар (КК); ўта ўтказувчан кабеллар (ЎЎК); тўлқин ўтказгичлар (ТУ); нур ўтказгичлар(НЎ); оптик кабеллар (ОК); юза бўйича ҳаракатланувчи тўлқинли линиялар(ЮБХТЛ); диэлектрик тўлқин ўтказгичлар(ДТЎ); тасмали кабеллар(ТК); тасмали линиялар(ТЛ); радиочастотали кабеллар(РК). Турли хил йўналтирувчи система-ларнинг кўриниши 3.1-расмда келтирилган.

Ҳаво орқали ўтган алоқа линиялари ва симметрик кабеллар, симметрик занжирлар гуруҳига таълуқлидир. Бундай занжирлар-нинг фарқли томони шундаки уларда иккита бир хил конструктив ва электр хусусиятларга эга бўлган ўтказгичлар қўлланилади, буларда изоляция вазифасини бирида ҳаво бажарса, иккинчисиди қаттиқ диэлектрик бажаради. Одатда симметрик кабеллар бир жуфтликдан 2400 жуфтликгача бўлиб улар умумий муҳофазаловчи қобиғ остида жойлашадилар. Коаксиал кабелда а-ички ўтказгич б-ташқи ўтказгичнинг ичиди концентрик равишда жойлашган бўлади, ташқи ўтказгич бутун узунлик бўйича ёрмачок кўринишда цилиндрик қилиб тайёрладнади. Коаксиал кабелларда ички ўтказгич ташқи ўтказгич-дан турли изоляцион қистирмалар (шайба, балонлар, корделлар, ва х.к) қилиб ажратилиб изоляцияланади.

Тўлқин ўтказгичлар бутун думалоқ кўринишда металл қувур ёки тўғри бурчакли метал кивирлардан иборат бўлиб, ички тарафи яхши ўтказгич хусусиятига эга бўлган металлдан тайёрланган.



3.1-расм йўналтирувчи системаларнинг кўриниши:

а) симметрик занжир; б) коаксиал кабел; в) ўта ўтказувчан кабел;
 г) тўлқин ўтказгичлар; д) юза бўйича ҳаракатланувчи тўлқинлар линияси; е)
 диэлектрик тўлқин ўтказгичлар; ж) тасмали кабел;
 з) тасмали линия; и) нур ўтказгичлар (линзали толалар).

Оптик кабеллар ёки нур ўтказувчи оптик толалар маълум бир йўналишда ўралган бўлиб, улар бутун бир бир қобик остига олинади.

Ўта ўтказувчан кабеллар коаксиал кабеллар сингари кичик ўлчамда бўлиб жуда ҳам кичик яъни -273^0 С ҳароратда ишлатилади.

Юза бўйича ҳаракатланувчи тўлқин линиялари бир дон думалок ўтказгичдан иборат бўлиб унинг устига юқори частотали изоляция (полиэтилен)материали қопланади.

Диэлектрик тўлқин ўтказгичлар думалок ёки тўғри бурчак юзали стержен бўлиб улар юқори частотали диэлектрикдан (полиэтилен,стирофлекс) таёрланади.

Тасмали линиялар юпқа тасмалар орасига ўтказгичлар жойлаштирилиб, улар орасида изоляция бўлади. Бундай линияларда хилма хил тасмали кабеллар бўлиб, бу тасмалар юзасида жуда кўплаб ўтказгичлар жойлашади.

Радиочастотали кабеллар коаксиал, симметрик, спирал кўринишда бўлиши мумкин.

Юқорида қайд этиб ўтилган йўналтирувчи системаларнинг охирги уч тури асосан радиоалоқа тармоқлари учун қўлланилиб улар антенадан аппаратурагача бўлган қисқа масофага электромагнит энергияни узатиш учун фидер вазифасини бажаради. Юза бўйича ҳаракатланувчи тўлқин линияси катта бўлмаган масофада (100 кмгача) магистрал кабел ва кабелли радио линиялардан телевидение сигналларини ажратиш ускунаси боғловчи вазифасини бажаради, қолган йўналтирувчи системалар магистрал тармоқларда каттадан-катта масофаларга юқори частотали алоқа узатиш воситалари ёрдамида ахборотларни (телефон, телеграф, телевидение, маълумотларни узатиш, радио эшиттириш, фототелеграф, газета полосалари ва бошқалар) узатиш учун ишлатилади. Йўналтирувчи системалар ишлатилишига қараб биринчи навбатда тўлқин узунлиги ва частота диапазони билан тавсифланади. 3.1-жадвалда турли хил йўналти-рувчи системаларни частота бўйича тавсифланиши келтирилган. Шунингдек ушбу жадвалда радиолиния, радиореле ернинг суъний йўлдоши орқали ташкил этиладиган линияларнинг ва лазер алоқаси учун ишлатиладиган частоталар диапазони кўрсатилган.

Келтирилган маълумотларга назар соладиган бўлсак, ҳаво орқали ўтадиган алоқа линиялари 10^5 Гц частота диапазониғача симметрик кабеллар 10^6 Гц, магистрал алоқа тармоқларида қўлланиладиган коаксиал кабеллар 10^8 Гц частота диапазониғача бўлса, антенна фидер трактларида қўлланувчи коаксиал кабеллар эса 10^9 Гц диапазонида ишлатилади.

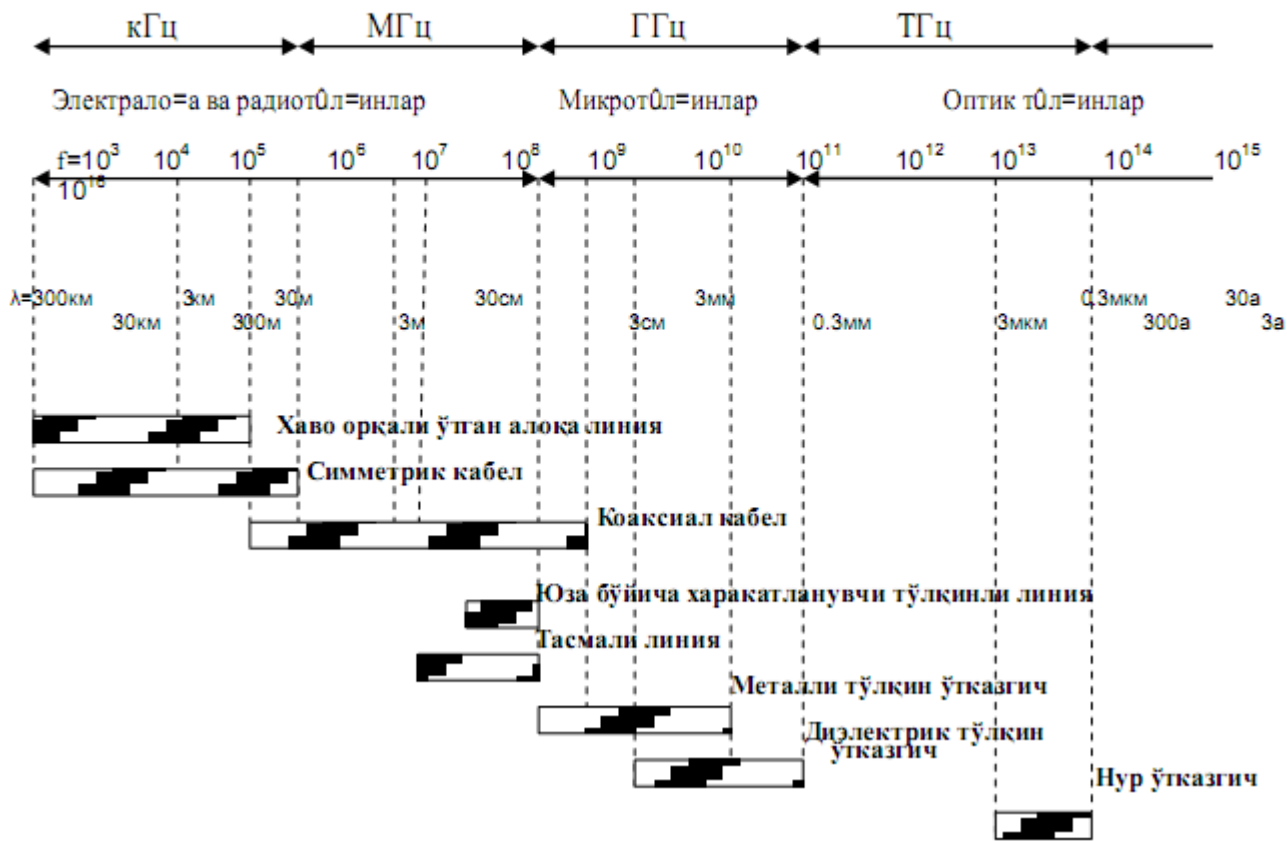
Йўналтирувчи узатиш системаларида коаксиал кабелларнинг кабеллари пайдо бўлиши ва ҳаётга тадбиқ этилиши тўлқин ўтказгичларни ва нур ўтказгичларни (оптик кабеллар) юқори частотали миллиметрли тўлқин узунликлар ва оптик диапазоннинг забот этилишига йўл очиб берди. Шаҳарлараро алоқа тармоқларида қўлланувчи тўлқин ўтказгичлар 10^{11} Гц частоталар диапазонида қўлланса (миллиметрли тўлқинлар), нур ўтказгичлар 10^{14} Гц частоталар диапазонида (тўлқин узунлиги 0,85-1,55 мкм бўлган тўлқин диапазон) ишлатилади. Радиолиниялар эса узун, ўрта ва қисқа тўлқинлар диапазонида ишлатилади. Радиореле алоқа линиялари тўғри кўринишли яъни дициметрли (0.3...3Гц) ва сантиметрли (3...30ГГц) диапазонда ишлатилади.

3.1 жадвал

Йўналтирувчи система	Частота, Гц	Тўлқин узунликлар	Радио воситага тўғри келиши
Ҳаво орқали ўтган алоқа линиялари	0-105	км	Радио линия
Симметрик кабеллар	10^6	м	Радио линия
Коаксиал кабеллар, юза бўйича ҳаракатланувчи тасмали кабеллар, тадиочастота кабеллари	10^8	м	Радио линия
Коаксиал кабеллар ўта ўтказувчан кабеллар тасмали кабеллар, радиочастотали кабеллар	10^9	дм	РЛ, РРЛ
	10^{10}	см	Йўлдошли линия, РРЛ
Тўлқин ўтказгичлар ва диэлектрик тўлқин ўтказгичлар	$10^{10} \dots 10^{11}$	мм	
	$10^{12} \dots 10^{14}$	ИҚН	
Нур ўтказгич, оптик кабеллар	$10^{14} \dots 10^{15}$	МКМ(КН)	Алоқа Линияси
	$10^{15} \dots 10^{17}$	УБН	

Илова: ИҚН-инфра қизил нурлар; УБН-ультра бинафша нурлар; КН-кўринувчи нурлар. Юқорида келтирилган маълумотлардан шуни хулоса қилиш мумкинки, йўналтирувчи система­ларнинг частота диапазони қанчалик катта бўлса, шунча кўп алоқа узатиш каналларини ҳосил қилиш мумкин ва шунинг ҳисобига алоқа шунча иқтисодли бўлади. 3.2.- жадвалда келтирилган маълумотлар турли йўналтирувчи система­лар бўйича ташкил этилган каналлар сони, алоқа узатиш воситалари уларни частота диапазони, тўлқин узунлиги, ҳосил қилса бўладиган телефон каналлари сони ҳақида маълумотлар келтирилган. Бунда оптик то­лали линияларнинг сигналларни узатишда кичик йўқотувчанлиги, катта ўтказиш қоби­лияти, массаси ва габарит ўл­човларининг кичиклиги, рангли металларни иқтисоди, ўзаро ва ташқи таъсирларга чидамлилиги юқо­рилиги бўйича бошқа турдаги йўналтирувчи узатиш система­лардан фарқланади.

3.1–расмда турли хил йўналтирувчи системаларнинг частота диапазони келтирилган.



3.2-расм Турли хил йўналтирувчи системаларининг частота диапазони.

3.2 жадвал

Йўналтирувчи системалар	Частота Гц	Тўлқин узунлиги	Хосил қилса бўладиган телефон каналлари сони	қўлланувчи алоқа узатиш воситаси
Ҳаво орқали ўтган алоқа линиялар	10^5	Км	10	В-12
Симметрик кабеллар	10^6	100м	100	К-60; К-1020;
Коаксиал кабеллар	10^8	м	1000...10000	К-1920; К-3600; К-10800;
Тўлқин ўтказгичлар	10^{10-11}	мм	100000	—
Нур ўтказгичлар (оптик кабеллар)	10^{14-15}	мкм	100000	ИКМ-480 ИКМ-1920 ИКМ-7680

5 - маруза. Кабелли алоқа линияларининг электр узатиш параметрлари. Кабел бўйлаб электромагнит энергиянинг тарқалиши

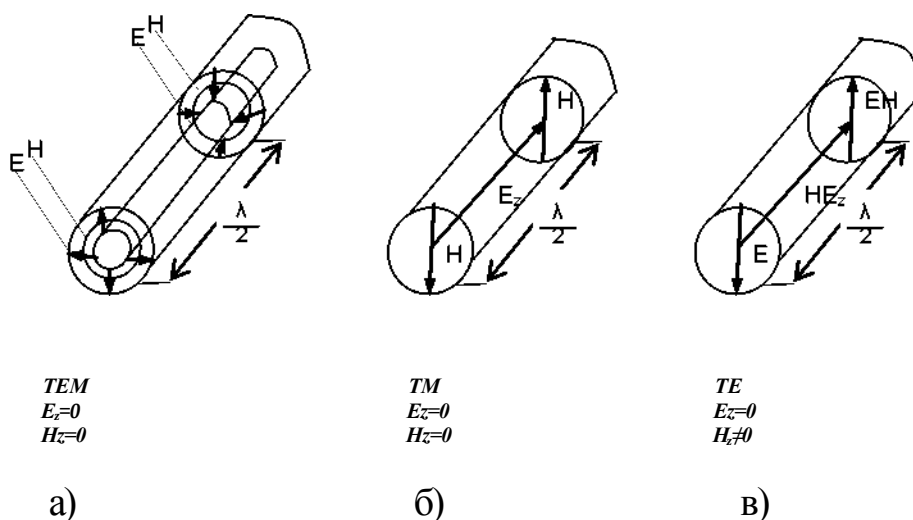
5.1. Электромагнит энергияни йўналтирувчи тизим бўйлаб тарқалиш теорияси

5.1.1 Йўналтирувчи тизимлардаги физик жараёнлар. Электромагнит тўлқинларнинг турлари ва туркумланиши

Йўналтирувчи узатиш тизимлари бўйлаб электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш характери, майдон тузилиши ва тизимнинг диапазон хусусияти биринчи навбатда йўналтирувчи узатиш тизим учун қўлланувчи энергиянинг тўлқин турига боғлиқ.

Қуйидаги турдаги тўлқинлар мавжуд (5.1 расм).

- ТЕМ - кўндаланг электромагнит;
- ТМ - кўндаланг магнит ёки E тўлқини;
- ТЕ - кўндаланг электр ёки H тўлқини.



5.1-расм. Тўлқин турлари: а) - коаксиал кабелдаги кўндаланг - электромагнит ТЕМ; б) -тўлқин ўтказгичдаги кўндаланг - магнит ТМ ёки E тўлқин; в)-тўлқин ўтказгичдаги кўндаланг-электр ТЕ ёки H тўлқин.

ТЕМ - тўлқини - асосий тўлқин бўлиб E_z кўндаланг ҳаракатланувчи электромагнит ҳисобланади ва у фақатгина магнит майдоннинг кўндаланг ташкил этувчи (E_z ва H_z тўлқинларнинг узунлик бўйича ташкил этувчилари нолга тенг) ларининг E ва H кучланганлик линиялари бутунлай кўндаланг юзада жойлашган бўлиб, майдоннинг кучланганлик линияларининг статик кучланганлигини ва ўзгармас ток кўринишини қайтадан такрорлайди. ТЕМ туридаги тўлқин фақатгина иккита изоляцияланган ток ўтказгич симлардан

иборат бўлган линиялардаги турли потенциаллар остида бўлади. Бу тўлқин бир мунча чегараланган частота диапазонида энергияларни симли тизимлар бўйлаб узатилади ва бунда ўтказувчанлик тоқлари $I_{\text{ўтк}}$ асосий ўринни эгаллайди, ҳамда у симметрик ва коаксиал занжирлар бўйлаб ва тасмали линиялар бўйлаб узатиш учун қўлланади.

ТМ ва ТЕ туридаги тўлқинлар - юқори тартибли тўлқинлар бўлиб, улар албатта битта узунлик бўйича ташкил этувчи майдонларни ўз ичига олади, ТМ туридаги тўлқин учун $E_z \neq 0$ ва ТЕ туридаги тўлқин учун $H_z \neq 0$ майдон бўлади, шунинг учун уларнинг кучланганлик линиялари йўналтирувчи тизимларнинг кўндаланг ва узунлик юзаларида жойлашади. Бу тўлқинлар жуда ҳам юқори частота диапазонида қўзғатилиб, улар асосини $I_{\text{сил}}$ силжитиш тоқлари ташкил этади. Шунинг учун бу тўлқин асосан металл ва диэлектр тўлқин ўтказгичлар ҳамда бир жуфтлик линиялар бўйлаб энергияни узатиш учун қўлланилади.

ТЕМ туридаги тўлқинини узатиш жараёни майдоннинг потенциали билан боғлиқ бўлса, юқори тартибли ТЕ ва ТМ туридаги тўлқинлар эса уярма майдон билан боғланган. ТЕМ туридаги тўлқинни узатиш учун потенциаллар фарқи ва юза бўйлаб икки ўлчовли тизим талаб этилади. Бунинг учун ток ўтказгич симлардан иборат бўлган икки ўтказгичли тизим лозим бўлиб, унда уларнинг потенциаллар фарқи бўлиши керак, ҳамда ушбу ҳолат учун E_z ва H_z майдонлари бутун узунлик бўйича ташкил этувчилар керак бўлмайди.

ТЕ ва ТМ тўлқинларини битта симли йўналтирувчи тизим бўйлаб узатиш мумкин, мисол учун тўлқин ўтказгичлар бўйлаб, аммо бу ерда бутун узунлик бўйлаб ташкил этувчи E_z ва H_z майдонлар бутун линия узунлиги бўйича энергияларни ҳаракати учун керак бўлади. Потенциаллар фарқи тўлқинларнинг қутблари орасида ҳамда қутблар ва тўлқин ўтказгич деворлари орасида ҳосил бўлади, шунинг учун тўлқин ўтказгич бўйлаб фақатгина кичик узунликдаги тўлқинлар узатилади. Бундай тўлқин узунликлар шундай бўлиши керакки, бунда тўлқин ўтказгич юзасида бутун сонли ярим тўлқинлар (5.2 - расм) ёки ҳеч бўлмаганда битта ярим тўлқин жойлашиши керак.



5.2 -расм. Тўлқин ўтказгич юзасидаги ярим тўлқинлар сони:

а) иккита; б) тўртта;

Юқорида қайд этиб ўтилган тўлқин турларидан ташқари аралашган ёки дипол тўлқинлари мавжуд бўлиб, улар E ва H туридаги тўлқинларнинг ажралмас суммаси кўринишда бўлади ва улар кўрсатиб ўтилган олти майдон компонентини ташкил этувчиларидир, шулардан иккитаси E_z ва H_z туридаги тўлқинлар бутун узунлик бўйича ташкил этувчилар. Бундай аралаш тўлқинларни ташкил этувчиларга диэлектрик тўлқин ўтказгичдаги майдонлар киради. Аралаш дипол тўлқинлар қуйидаги турларга бўлинади: HE - кўндаланг юзадаги H майдонга эга бўлган тўлқин;

EH - кўндаланг юзадаги E майдонга эга бўлган тўлқин. Тўлқинларни туркумлаш осон бўлиши учун ва уларнинг тузилишини ҳисобга олиш учун TE ва TM харфларига иккита қийматли n ва m индекслар қўшилади. n - индекси, мисол учун думалоқ тўлқин ўтказгичларнинг айланаси бўйича тўлиқ равишда ўзгаришини билдирса, m -индекси эса майдонининг диаметр бўйича ўзгарувчи сонини билдиради.

5.1.2. Электромагнит майдон тенгламаси

Йўналтирувчи узатиш тизимлари бўйлаб электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш чоғида бўлиб ўтадиган физик жараёнларни кўриб чиқамиз ва шу асосда энергияни узатилишидаги узатиш жараёнларини тўлқин ўтказгичларда ва кабеллар занжирларида кўриб чиқамиз. Нима учун оддий электр алоқа линиялари (симметрик, коаксиал) учун иккита ток ўтказгич симлар - тўғри ва қарама-қарши йўналишда қўлланди, тўлқин ўтказгичларда эса электромагнит энергияни узатиш учун битта дона бўш танали ток ўтказгич - қувур (найча) қўлланди.

Энергияни тўлқин ўтказгич бўйлаб тарқалиш жараёнини тушунтириш учун электр ва магнит майдонларнинг кучланганликлари асосида олиб бориш ва бутунлай электромагнит майдонни тасвирини эътиборга олиш керак. Электромагнит майдон теориясини оддий электр ток ўтказгич симлардан иборат бўлган занжирлар ва кабеллар бўйлаб энергияни тарқалиш жараёнини тушунтириш учун ҳамда энг кичик частота диапазоидан энг ўта юқори частота диапазоигача бўлган ҳар қандай частота спектридаги энергияни ҳавода тарқалишини, нурланиш жараёнини тадқиқот қилиш учун ҳам қўллаш мумкин. Агар ток ўтказгич симга ЭЮК ни ҳосил қилувчи генератор уланадиган бўлса, уҳолда ток ўтказгич симлар орасида ўзгарувчан электромагнит майдон ҳосил бўлади. Бу майдон ток ўтказгич симни ўраб олган ҳолда ёруғлик тезлигига яқин бўлган тезликда бутун узунлик бўйлаб ҳаракатланиб боради. Индукцияланган кучланиш электронларни ҳаракатга олиб келади ва уни ток ўтказгич симларда ток кўринишида кўришимиз мумкин.

Электр майдоннинг кучланганлиги E кучланиш U тўғри келса, магнит майдоннинг кучланганлиги H эса I ток га тўғри келади. Шундай қилиб,

узатиш линияси ток ва кучланишнинг электромагнит майдонни ўзгариши ҳисобига ҳосил бўлади.

Электромагнит майдоннинг асосий қонуни Максвелл тенгламасининг қуйидаги кўриниши асосида шаклланади:

$$\text{rot } E = -\frac{1}{c} \frac{\partial H}{\partial t}$$

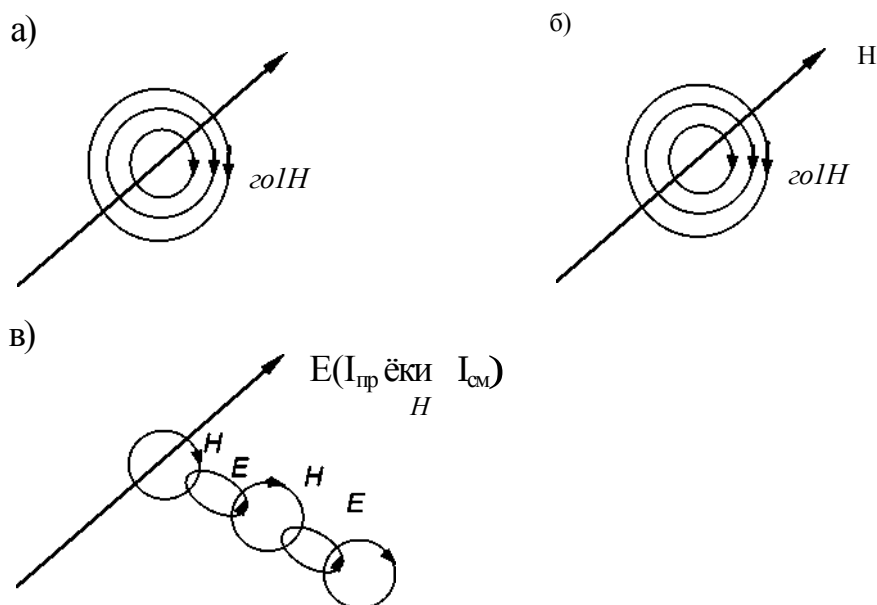
бу ерда: - муҳитнинг ўтказувчанлиги;

* - муҳитнинг диэлектр синдирувчанлиги;

V - муҳитнинг магнит синдирувчанлиги.

Биринчи тенгламанинг ўнг томонидаги ζE қисми - ўтказувчанлик токини $I_{\text{ўтк}}$ яъни металл массалардаги токни билдирса, $j\omega\epsilon E$ қисми эса диэлектрикдаги силжиш токини $I_{\text{сил}}$ билдиради.

Максвелл тенгламасидаги биричи тенглама электр майдон ўз атрафида магнит майдон линияларини ҳосил қилади (5.3а-рasm). Иккинчи тенглама эса магнит майдоннинг ҳар қандай ўзгариши электр майдонни ҳосил қилишига олиб келади. (5.3б-рasm). Умуман оладиган бўлсак, битта майдоннинг ўзгариши бошқа майдонни ҳосил бўлишига олиб келади ва натижада злектромагнит майдон комплексининг ҳаракатига олиб келади (5.3в-рasm).



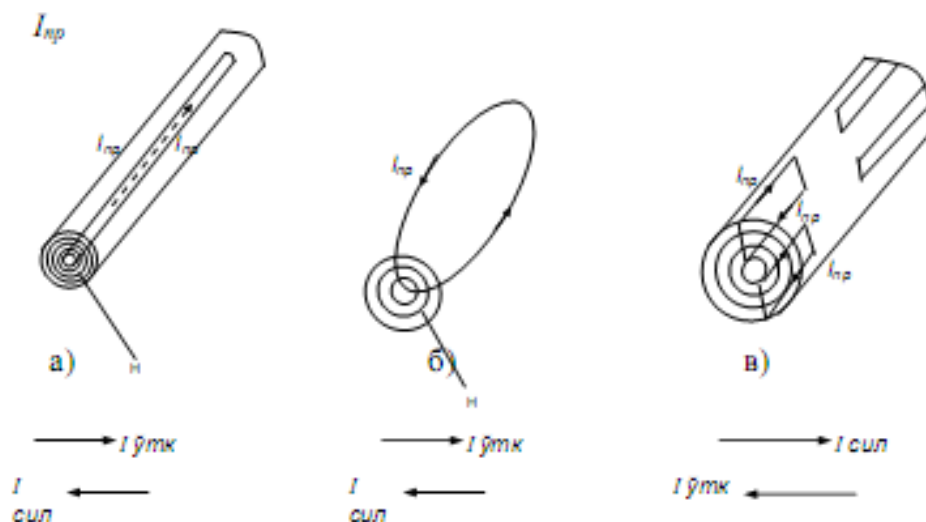
5.3-рasm. Электромагнит майдоннинг ҳаракатланиш кўриниши: а) - магнит майдонни ҳосил бўлиши; б) - электр майдонни ҳосил бўлиши; в) - электромагнит майдонни ҳосил бўлиш.

Металл муҳитларда, ток ўтказгич симларда ва кабеллардаги жараёнларни қуйидаги тенглама ёрдамида кўрсатиш мумкин:

$$\begin{aligned} \text{rot} H &= I_{\text{сил}} \\ \text{rot} E &= -j\omega\mu H \end{aligned}$$

Тўлқин ўтказгичлар ва радио узатув бўйлаб узатишлар принципи бир хил, фарқи фақат тўлқин ўтказгич бўйлаб энергия маълум бир ҳажмда йиғилиб боради ва маълум бир йўналишда узатилади. Тўлқин ўтказгичларда силжиш токлари билан бирга ўтказувчанлик токлари мавжуд бўлиб, улар металл деворлари бўйлаб оқиб ўтади, шунинг учун тўлқин ўтказгичлар тўлиқ Максвелл тенгламаси бўйича ҳисобланади ва унда $I_{\text{сил}}$ ҳамда $I_{\text{ўтк}}$ тоқларнинг йиғиндиси эътиборга олинади.

Симметрик ва коаксиал кабелларнинг тўғри ва қарама-қарши ток ўтказгич симларида ўтказувчанлик токлари $I_{\text{ўтк}}$ ҳаракатланади (5.4а-расм). Атмосферада тўлқинларни тарқалишида (5.4б-расм) берк йўллар бўйлаб силжиш $I_{\text{сил}}$ токлари ҳаракатланади. Тўлқин ўтказгичларда (5.4в-расм) эса тўлқин ўтказгич ичида натижавий йиғинди силжиш токлари $I_{\text{сил}}$ ва унинг деворларида ўтказувчан тоқларининг ($I_{\text{сил}} + I_{\text{ўтк}}$) натижавий йиғиндиси кўринишида ҳаракатланади.



5.4-расм. Турли хил муҳитларда энергияни узатишдаги ўтказувчанлик токлари $I_{\text{ўтк}}$ ва силжиш токлари $I_{\text{сил}}$ ҳаракатланиш жараёнлари.
а - кабелда; б - атмосферада; в - тўлқин ўтказгичда.

Ҳамма ҳолатларда ўтказувчанлик $I_{\text{ўтк}}$ ва силжиш $I_{\text{сил}}$ токлари магнит майдоннинг қўзғатувчиси ($\text{go}BH$) ҳисобланади. Магнит майдоннинг ўзгариши ўз навбатида электр майдонни ҳосил бўлишига олиб келади ($^{\text{TM}}IE$), натижада электромагнит майдон ҳосил бўлади ва у энергияни атмосферада, кабелда, тўлқин ўтказгичда ҳамда ҳар қандай йўналтирувчи тизимда тарқалиш манбаи бўлиб ҳисобланади. Шунинг учун энергияни иккита ток

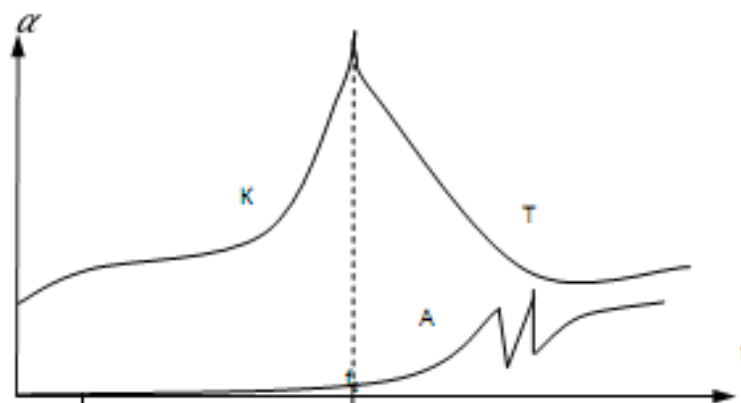
ўтказгич сим (кабел), битта симли тизим (тўлиқ цилиндр, изоляцияланган ўтказгич) ва умуман ток ўтказгичсиз (радиолиния) ҳолатда узатиш мумкин. Майдон манбаи билан конфигурациясининг фарқи турли тизимлар бўйлаб энергияни узатишда частота билан чегараланишига боғлиқ (5.5-расм). Кабеллар бўйлаб энергия 0 дан то f_0 гача бўлган частота полосасида узатилади (5.5-расмдаги k эгри чизиқ), унинг тўлқин узунлиги кабелнинг кўндаланг ўлчамларига тенг бўлади ($\lambda_0 = \dots$, бу ерда $\mathbf{J}_0 = \mathbf{a}$). Частотаси f_0 дан катта

бўлган ҳолатларда, очик кабелли линияларда майдоннинг юқори ташкил этувчилари (ТЕ ва ТМ) ҳосил бўлади ва унда антенна эффекти - нурланиш ҳосил бўлиб, занжир бўйлаб узатишлар умуман бўлмайди.

Атмосферада (5.5-расмдаги А - эгри чизиғи) узун тўлқинлардан ($f \geq 15$ кГц) то энг кичик тўлқинларга қадар (УЮЧ диапазони) бўлган жуда ҳам кенг частота диапазонидаги тўлқинлар тарқалиб ҳаракатланади.

Тўлқин ўтказгичлар бўйлаб (5.5-расмдаги Т-эгри чизиғи) фақатгина юқори частотали тебранишлар узатилиб, унинг тўлқин узунлиги кўндаланг ўлчамларга тўғри келади, мисол учун думалоқ кўринишдаги тўлқин ўтказгичнинг диаметрида D , яъни $\lambda \leq D$ бўлган ҳолатда бўлади, шунинг учун тўлқин ўтказгич критик тўлқин узунлигига эга $\lambda \approx D$.

Агар тўлқин ўтказгич диаметри $D=5$ см бўлса, у ҳолда бундай тўлқин ўтказгич бўйлаб 5см дан кичик бўлган ҳамма тўлқинларни самарали равишда узатиш мумкин. Метрли диапазондаги тўлқинларни узатиш учун эса диаметри бир неча метрдан иборат бўлган қувур керак бўлади, бу эса иқтисод томондан мақсадга мувофиқ бўлмайди.



5.5-расм. Турли хил муҳитлар бўйлаб узатувлардаги частота диапазони.

Келтирилган расмдан шуни кўриш мумкинки, тўлқин ўтказгич дан бошланадиган частота диапозонидан бошлаб юқори частота диапозонига қадар бўлган энергияни узатиш мумкин. Кабел ва тўлқин ўтказгичларнинг частота диапозонини солиштирадиган бўлсак, ундаги иккала йўналтирувчи тизим λ_0 критик частотасига эга бўлиб, у линиянинг

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_0}$$

кўндаланг юза диаметри $L = 0$ бўлгани учун критик тўлқин узунликларини тенг бўлганлиги $\lambda_0 = \frac{L}{\sin \theta}$ учун аниқланади. Бундай ҳолат фақатгина кабеллар

учун чегаравий частота юқори тартибли ТЕ ва ТМ турдаги тўлқинларни пайдо бўлиши билан ва нурланиш эффекти билан боғлиқ. Одатда кабел 0 дан λ_0 га қадар бўлган частота диапазони ўтказишди, тўлқин ўтказгичлар эса λ_0 критик частота бўлиб, фақатгина λ_0 дан * гача қадар критик частота бўлган диапазон узатилади.

Қўлланувчи тўлқин узунликлар λ ва частота диапазони / га қадар турли хил узатиш ва қабул қилиш режимларини Максвелл тенгламасининг ўнг томон қисмидаги қийматни ўтказувчи металл муҳит ва диэлектр муҳит учун қўллаш мумкин бўлади. (5.1.-жадвал).

5.1-жадвал

Металли муҳит	Диэлектрик муҳит	Узатув режим
$\text{rot } H=0$ $\text{rot } E=0$	0 0	Статик
$\text{rot } H= \sigma E$ $\text{rot } E=0$	0 0	Стационар
$\text{rot } H= \sigma E$ $\text{rot } E= -j\omega\mu H$	0 $-j\omega\mu H$	Квазистационар
$\text{rot } H=0$ $\text{rot } E=0$	$j\omega\epsilon E$ $-j\omega\mu H$	Тўлқинли
$\text{rot } H= \sigma E$ $\text{rot } E= -j\omega\mu H$	$j\omega\epsilon E$ $-j\omega\mu H$	Электродинамик

Статик режим электр ва магнит характердаги статик зарядларнинг ҳажмига тўғри келади.

Стационар режим ток ўтказгичлар бўйлаб ўзгармас ток (σE) ларни узатиш ҳолатига таълуқли бўлиб, ўзгармас ток эса ўз навбатида магнит майдонни ($\text{rot } H$), электр майдонни индукцияламайди ($\text{rot } E=0$).

Квазистационар режим бир мунча секин-асталик билан ўзгарувчан майдонни ўз ичига олиб диэлектрикдаги силжиш тоқларини эътиборга олмаса бўлади. Бундай режим тўлқин узунлиги линиянинг кўндаланг ўлчамларидан бир мунча катта бўлган ($\lambda > D$) частоталар учун ўринли бўлади.

Бу формулалар бўйича турли хил ток ўтказгич симли тизимлари бўлмиш ҳаво алоқа линиялари, симметрик ва коаксиал кабеллар учун 10^9 Гц частота диапазони га қадар ҳисоблаш мумкин.

Тўлқинли режим бўшлиқга эга бўлган муҳит ва диэлектрикдаги жараёнларни ёритиб бериб, унда ўтказувчан тоқлар бўлмайди. Бу формулаларни радиотехникада тўлқинларни тарқалиш ва сочилиб кетиш жараёнларини кўриб чиқишда фойдаланиш мумкин бўлади.

Электродинамик режим жуда ҳам юқори частоталар ва қисқа тўлқинларга таълуқли бўлиб, унда ўтказувчан тоқлар ва силжиш тоқларини эътиборга олиш керак бўлади. Бунда биринчи навбатда тўлқин ўтказгичлар, нур ўтказгичлар ва радиочастотали линияларни ЎЮЧ ($f_0 > 10^{10}$ Гц) га

таълуқли бўлади ва унда тўлқин узунлик линиянинг кўндаланг ўлчамларидан ($A < O$) кичик бўлишлигини билдиради.

5.1.3. Яқин ва узоқ томонлардаги электромагнит майдон

Ҳар қандай йўналтирувчи узатиш тизимларнинг асосий параметрларидан бири ташқи ҳалақитлардан химояланиш ва уларни бошқа занжирларга таъсир даражаси ҳисобланади. Йўналтирувчи узатиш тизимлари томонидан ҳосил бўлувчи ташқи электромагнит майдон уларни ўраб турувчи тизимлар томонидан таъсир этувчи ҳалақит майдонлари ҳисобланади. Бундан ташқари йўналтирувчи тизим ташқаридан келиб ҳалақит берувчи майдон остида бўлиши мумкин. Кўрсатиб ўтилган йўналтирувчи узатиш тизимларнинг ташқи майдони ва ҳалақитлардан химояланиш каби параметрлар очик ва ёпиқ кўринишда бўлиши мумкин.

Коаксиал кабел, тўлқин ўтказгич, нур ўтказгич каби ёпиқ экранлаштирилган тизимларда электромагнит майдон маълум бир чегараланган кўндаланг юза ичида бўлиб, электр жихатдан ташқи рўаб турувчи тизим билан боғланмаган.

Симметрик занжир, тасмали линия, диэлектр тўлқин ўтказгич, юза бўйлаб ҳаракатланувчи тўлқинли линия каби очик тизимлар ташқи электромагнит майдонга эга бўлиб, улар ўраб турувчи ташқи тизимга ҳалақит кўринишида таъсир кўрсатади. Шунинг учун очик йўналтирувчи тизимларда энергиянинг бутун линия бўйлаб тарқалиб ҳаракатланиши жараёнидан ташқари энергиянинг бир қисми маълум бир кўндаланг йўналишда тарқалиб кетади. (5.6-рasm)



5.6-рasm. Энергиянинг тарқалиш жараёни (1) ва тарқалиб сочилиб

кеетиш жараёни (2). Йўналтирувчи узатиш тизим бўйлаб нурлантирувчи манбанинг электромагнит майдон характери бўйича ташқи муҳитга тарқалиб сочилиб кетиши ҳолатлари иккита ҳудудга бўлинади: яқин оҳир томон;

узоқ оҳир томон. Яқин оҳир томон ҳудуди деб, тўлқин узунлиги узатиладиган муҳит масофасидан катта ($A \gg r$) бўлган ҳолатида тарқалиш муҳитининг яқин томонида жойлашган манба учаскасига айтилади. Узоқ оҳир томон ҳудуди

деб эса тарқалиш манбаи муҳит масофасидан тўлқин узунлиги катта бўлган ($L \ll \lambda$) муҳит участкасига айтилади.

Келтирилган зонадаги бўлиниш чегарасини тўлқин узунлигининг $1/6$ қисмида ($r = \lambda/2\pi = \lambda/6$) тарқатиш манбаидан ҳисобланадиган муҳит масофаси деб олиш мумкин ва у 10^8 Гц частота 0,5 метр масофага эга бўлган тўлқин узунликга тўғри келса, 10^6 Гц частота эса 50 метрга эга бўлган масофани ташкил этади.

Яқин оҳир томон худудида тарқатиш манбаидан олинган масофа тўлқин узунлигидан ошиб кетмайдиган бўлса, у ҳолда майдон электр ёки магнит характерли кўринишга эга бўлади.

Узоқ оҳир томондаги худудида тарқатиш манбаи масофаси тахминан 6λ тўлқин узунликдан катта бўлганда электр майдон ясси тузилишга эга бўлади ва бу майдон ясси тўлқин кўринишида тарқалиб бориб, энергия электр ва магнит ташкил этувчилари орасида тенг равишда бўлинади.

Қоида бўйича кучли магнит майдон кичик тўлқин қаршилиқга эга бўлган занжирларда, катта ток кучига эга бўлган ҳамда кичик ўзгарувчан кучланишларга эга бўлган занжирларда ҳосил бўлса, электр майдоннинг интенсивлиги эса катта қаршилиқга эга бўлган катта кучланиш ва кичик токга эга бўлган занжирларда рўй бериб ўтади. Бўш бўлган бўшлиқ муҳитда ясси тўлқин тарқалиши учун унинг тўлқин қаршилиги

$$Z_0^{EH} = Z_0 = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} = 376,7 \text{ Ом} \quad \text{бўлади.}$$

Электр ташкил этувчилари маълум бир катта қийматга эга бўлган майдон учун тўлқин қаршилиги бир мунча катта бўлади $Z_0^E > Z_0$, магнит майдон ташкил этувчиси маълум бир қийматга эга бўлган ҳолда эса тўлқин қаршилиги ясси тўлқин учун кичик бўлади $Z_0^B < Z_0$.

Яқин томон худудида ҳаракатланувчи электромагнит майдон индукция майдони деб аталса, узоқ оҳир томон худудида эса нурлантириш майдони деб юритилади.

Яқин томон худудида электр ва магнит майдонлар фаза бўйича 900 бурчакга сурилган.

5.1.4. Тўлқин қаршилиги

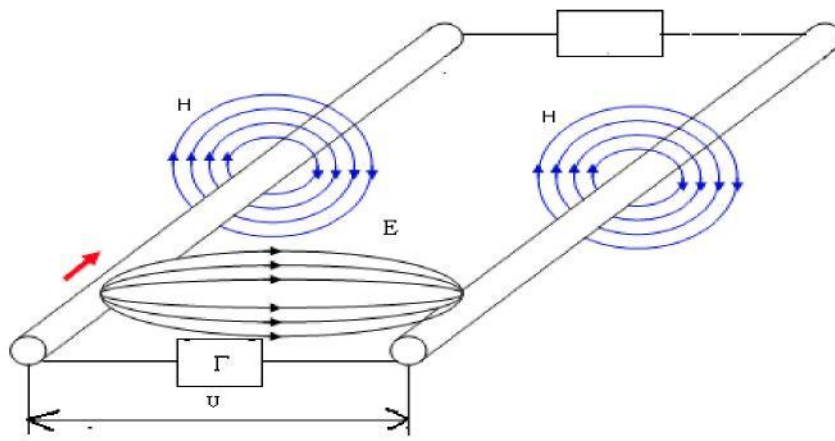
Тўлқин ёки тавсифловчи қаршилиқ Z_T ва тарқалиш коэффиценти линиянинг иккиламчи параметри бўлиб ҳисобланади ва кенг равишда линиянинг техник эксплуатацион сифатини баҳолаш учун қўлланилади. Тўлқин қаршилиги деб бир жинсли линия бўйлаб электромагнит тўлқин тўлиқ равишда ҳаракатланиб линиянинг охирига уланган юклама қаршилигига тенг бўлган қаршилиқ тушунилади.

5.2. Алоқа линиялари бўйича узатиш теорияси

5.2.1. Алоқа линиялари бўйлаб электромагнит энергияни тарқалиши

Алоқа линияси бўйлаб электромагнит энергиясини тарқалишдаги физик жараён қуйидагидан иборат.

Бунинг учун занжир учига генератор уланганда, занжирнинг бош томонидаги ток ўтказгич симларнинг ичида турли белгидаги электр зарядлари ҳосил бўлади, яъни битта ток ўтказгич симда мусбат ва иккинчи ток ўтказгич симда эса манфий қутбли бўлади. Ток ўтказгич симлар орасида потенциаллар фарқи ҳосил бўлиб, натижада уларни ажратиб турувчи ҳаво қатламида E кучланганликдаги электр майдони ҳосил бўлади. Маълум вақтдан сўнг бу зарядлар ва у билан боғлиқ бўлган электр майдон маълум бир тезликда ток ўтказгич сим бўйлаб ҳаракатлана бошлайди. Зарядларнинг ҳаракати ток ўтказгичлар симда электр токини ҳосил қилади ва у ўз навбатида ток ўтказгич сим атрофида H кучланганликга эга бўлган магнит майдонини ҳосил қилиб, у ўз навбатида ток билан бирга занжир бошидан охирига қараб ҳаракатланади. Зарядларнинг бирлиги ва уларни ток ўтказгич сим бўйлаб ҳаракатланиши ҳисобига бир вақтнинг ўзида электр ва магнит майдони ҳосил бўлади ва у ўз навбатида линиянинг бошидан охирига қараб ҳаракатланади. Электромагнит майдонни икки ўтказгичли занжир бўйлаб тарқалиш тавсилоти 5.7 -расмда келтирилган.



5.7-расм. Симметрик занжирнинг электромагнит майдони

Бунда электр ва магнит кучланганлик линиялари бир-бирига, нисбатан перпендикуляр равишда жойлашган бўлиб, электр кучланганлик линиялари орасидаги муҳитда бир-бири билан тўқнашади, магнит кучланганлик линиялари эса ҳар бир ток ўтказгич сим атрофида айлана кўринишида ток ўтказгич сим атрофида бир-бири билан тўқнашади.

Электр ва магнит майдонларнинг линия бўйича маълум бир тезликда ҳаракатланиши электромагнит тўлқин деб аталади.

Электромагнит тўлқинни бутун йўл бўйича ҳаракатидаги электр майдон энергияси $-W_e$, магнит майдон энергиясига $-W_m$ тенг, яъни $W_e = W_m$. Бизга маълумки электр майдон энергияси $W_e = C \cdot U^2 / 2$ ва магнит майдон энергияси $W_m = L \cdot I^2 / 2$ бўлиб, бу ерда U ва I - занжирдаги кучланиш ва ток бўлса, C ва L - занжирнинг сифими ва индуктивлиги. Демак магнит майдон энергияси электр майдон энергиясига ва ундан қайта ўтиш хусусиятига эга.

Занжир бўйлаб юқори частотали тебранишга эга бўлган энергия узатилаётганда ток зичлиги ўтказгич симнинг юзаси бўйлаб оғиб боради, демак ток частотаси қанчалик катта бўладиган бўлса тоқларни ўтказгич симнинг ташқи юзаси бўйлаб силжиш эффекти шунчалик ошиб боради. Занжир бўйлаб электромагнит энергия узатилаётганда асосан то ўтказгич симни ўраб турувчи муҳитда яъни диэлектрикда йиғилади шунинг учун ток ўтказгич сим бўйлаб алоқа сигналларини узатиш чоғида, юқори частотали электромагнит энергия ток ўтказгич сим бўйлаб эмас балки ток ўтказгични ўраб турувчи муҳит бўйлаб ҳаракатланади. Бундай ҳолатда ток ўтказгич сим фақатгина энергияни ҳаракатини йўналтириб туради, шунинг ҳисобига электромагнит энергия турли томонга ёйилиб-тарқалиб кетмасдан бутун линия узунлиги бўйича ҳаракатланади.

Электромагнит тўлқинни икки тўлқин кўринишида тасаввур қилиш мумкин, булар кучланиш тўлқинлари (электр майдонига тўғри келади) ва ток тўлқинлари (магнит майдонига тўғри келади). Бу тўлқинлар орасида занжирнинг турли нукталарида маълум бир қиймат бўлиб у занжирнинг хусусияти билан боғланган ҳамда қаршилик ўлчов бирлигига эга - Ом бу қиймат тўлқин қаршилиги деб юритилади.

$$Z_T = \frac{E}{H} = \frac{U}{I}, \text{ Ом.}$$

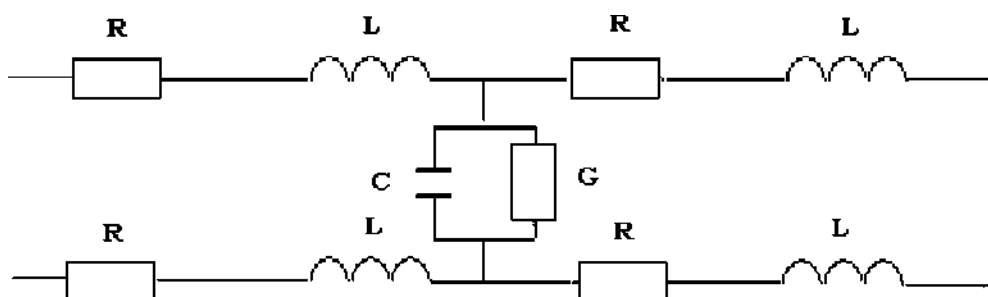
(5.1)

Шундай қилиб занжир бўйлаб ҳаракатланувчи электромагнит тўлқин занжирнинг турли нукталарида тўлқин қаршилигига учрайди. Ток ўтказгич сим бўйлаб электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги занжир бўйлаб оғиб ўтувчи ток частотаси ва занжир параметрлари орқали аниқланади. Занжир бўйлаб электромагнит энергия тарқалиш жараёнида, у амплитуда бўйича камаяди яъни сўнади ва фазаси бўйича ўзгаради.

5.3. Алоқа линия занжирларининг электромагнит майдонидаги бирламчи узатиш параметрлари.

Алоқа линияларининг хусусияти ва у бўйлаб узатилаётган маълумотларнинг сифати тўлиқ равишда бирламчи узатиш параметрлари орқали характерланади: актив қаршилик - R , индуктивлик - L , сифим - C , ва изоляция ўтказувчанлиги - G . Бу параметрлар кучланиш ва узатилаётган токга боғлиқ бўлмасдан линияда қўлланувчи занжирнинг конструктив

тузилиши яъни унинг материали ва у бўйлаб оғиб ўтувчи ток частотасига боғлиқдир. Алоқа линияларининг параметрлари ва физик табиати бўйича электр контурлар яъни R , L , C , G элементларидан ташкил топган параметрлари сингари бўлиб, фарқи фақатгина контурда бу параметрлар бир жойда жамланган бўлса, алоқа линиясида бу параметрлар бутун линия узунлиги бўйича бир хил равишда тақсимлангандир. Алоқа линияларида бу параметрлар 1 км узунлик учун аниқланади. 5.2.-расмда алоқа занжирининг эквивалент схема участкаси келтирилган.



5.2-расм. Алоқа занжирининг эквивалент схемаси.

Бу схемада келтирилган R ва L элементлар бутун узунасига яъни кетма-кет равишда уланган бўлиб, у ўз навбатида қаршилиқлар суммасини ҳосил қилади яъни:

$$Z = R + j\omega L \quad (5.2)$$

Кўндаланг равишда уланган C ва G элементлари эса ўтказувчанл суммасини ҳосил қилади, яъни:

$$Y = G + j\omega C$$

Эквивалент схемадаги R ва L параметрлари линиянинг металл қисмидаги (ўтказгичлар, экранлар, қобиклар) жараёнларни характерласа, G ва C параметрлари эса линиянинг диэлектрик қисмида (кабел изоляцияси, ток ўтказгич сим изоляцияси, ҳаво алоқа линияларининг изоляторлари) ги жараёнларни характерлайди.

Линия бўйлаб алоқа сигналларини ҳаракатланиши ҳисобига ток ва кучланиш камаяди натижада линиянинг охиридаги сигнал қуввати линиянинг бошидаги сигнал қувватидан бир мунча кам миқдорда бўлади. Келтирилган тўртта бирламчи параметрлардан фақатгина R ва G параметрлари энергияни йўқотувчанлигини кўрсатади, булар: ток ўтказгич симларда иссиқлик ҳисобига ва бошқа металл қисмлари (экран, қобик, зирх) ҳисобига бўладиган йўқотувчанлик;

- изоляциядаги йўқотувчанлик.

Агар идеал равишда ўта ўтказувчанликка эга бўлган ($R=0$) ҳамда идеал равишдаги изоляцияга эга бўлган ($G=0$) ўтказгич симлардан иборат бўлган линия яратилганда, у ҳолда бундай линия бўйлаб электромагнит энергия узатилганда ҳеч қандай йўқотувчанлик бўлмайди яъни сигнал сўнмайди.

Занжирнинг актив қаршилиги - R ток ўтказгичлардан ташкил топган бутун занжирнинг қаршилигидан ва кабелни ўраб турувчи металл қисмидан иборат бўлган қўшни ўтказгич симлар, экран, қобик ва зирх қатламлари ҳисобига ҳосил бўлувчи йўқотувчанликни ҳосил қилувчи қўшимча қаршилик йиғиндисидан иборат. Одатда занжирнинг актив қаршилиги ҳисобланаётганда занжирнинг ўзгармас токдаги қаршилиги - R_0 ва ўзгарувчан токдаги қаршилиги $R_{\sim}$ йиғиндисидан иборат яъни:

$$R=R_0+R_{\sim} \quad (5.4)$$

Занжирнинг қаршилиги занжирни ташкил этувчи ток ўтказгич материали, диаметри, ўтказгич узунлиги ва занжирни ўраб турувчи металл массаларга боғлиқ бўлиб, Ом/км ўлчанади.

Занжирнинг индуктивлиги - L магнит оқимларни ўзгариши ҳисобига ҳосил бўлувчи электр юритувчи куч (ЭЮК) индукцияланиши билан боғлиқдир. Бундай ҳолатда индукцияланувчи, яъни ҳосил бўлувчи ЭЮК қўшни занжирда ўзаро магнит оқимини оқиб ўтиши ўз навбатида шахсий занжирга ўзаро индукцияланишидан ҳосил бўлади. Индукцияланган ЭЮК занжир бўйлаб узатилаётган асосий оқим билан ўзаро ҳаракатланиб қўшимча қаршиликни ҳосил қилади ва у индуктивлик қаршилиги деб юритилади. Одатда индуктивлик магнит оқимини токга бўлинмаси орқали аниқланади, яъни

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

(5.5)

Занжирнинг индуктивлиги ўтказгичларнинг ички индуктивлиги ва ташқи индуктивликнинг йиғиндисидан иборат бўлиб у ташқи магнит оқимни билдиради:

$$L = L_{\text{ички}} + L_{\text{ташки}} \quad (5.6)$$

Занжир индуктивлиги занжирни ташкил этувчи ток ўтказгич симлар материали, уларнинг ўлчамлари ва ток ўтказгич симлар орасидаги масофага боғлиқ. Занжир бўйлаб узатилаётган ток частотаси ошиши билан ички индуктивлик камайиб боради ташки индуктивлик эса ўзгармас ҳолатда қолади. Занжир индуктивлиги милли генри тақсим километрларда - мГн/км ўлчанади.

Занжир сифими - C худди конденсатор сифими сингари бўлиб, унда занжирдаги ток ўтказгич симлар юзаси конденсаторнинг сифими юзаси бўлса диэлектрик вазифасини ток ўтказгич симнинг изоляция материали бажаради. Одатда сифим электр сонларини кучланганликга бўлинганига тенг яъни:

$$C = \frac{Q}{U} \quad (5.7)$$

Занжир сифими занжирни ташкил этувчи ток ўтказгич диаметри, ток ўтказгич симлар орасидаги масофа, изоляция материалининг хусусияти ва уни ўраб турувчи қўшни металл массаларнинг яқинлигига боғлиқ. Занжир сифими кенг частота диапазонида умуман ўзгармайди.

Кабелли линия занжирларининг сифими ҳаво алоқа линияларининг диэлектрик сифимидан бир мунча катта, чунки кабелли линия занжирларидаги ток ўтказгич симлар бир-бирига нисбатан яқин жойлашган ва улар диэлектрик қопламга эга.

Кабелли техникада кабелнинг занжир сифими ишчи сифим деб юритилади, чунки у яқка тартибдаги сифимлардан фарқ қилади, яъни ҳар қандай ток ўтказгич симларининг орасидаги сифим ва кабелнинг ток ўтказгич сими ва кабел қобиқи орасидаги сифим. Занжир сифими 1км узунликдаги нанафарадада нФ /км да ўлчанади.

Изоляция ўтказувчанлиги - G занжир ток ўтказгичлар изоляциясининг (кабелнинг диэлектриклигини, изоляторлар материални) сифат тафсилотини характерлайди. Изоляция ўтказувчанлиги деганда изоляция материалларининг маълум бир электр ўтказувчанлиги тушунилиб, бундай ҳолатда занжир бўйлаб узатилаётган энергия диэлектрик бўйлаб тарқалиб кетиши яъни занжир бўйлаб оқувчи токнинг изоляцига оқиб кетиши тушунилади. Изоляция ўтказувчанлиги ток ўтказгич сим изоляциясининг ўзгармас токдаги - G_0 қиймати ва ўзгарувчан токдаги - G_{ω} қийматининг йиғиндисидан иборат:

$$G = G_0 + G_{\omega} \quad (5.8)$$

Ўзгармас токдаги изоляция ўтказувчанлиги кабел занжирларида қўлланувчи ток ўтказгич симларнинг изоляция қаршилигига ($R_{\text{из}}$) тесқари пропорционал, яъни $G_0 = 1/R_{\text{из}}$. Ўзгарувчан токда изоляция ўтказувчанлик қиймати занжир бўйлаб оқиб ўтувчи ток частотаси ошиб борган сари унинг қиймати ҳам ошиб боради ҳамда диэлектрик сифатига яъни диэлектрик йўқотувчанликнинг тангенс бурчагига ($\text{tg}\delta$) боғлиқ:

$$G_0 = \omega C \operatorname{tg} \delta \quad (5.9)$$

Натижавий изоляция ўтказувчанлиги қуйидагича аниқланади.

$$G = \frac{1}{R_{из}} + \omega C \operatorname{tg} \delta \quad (5.10)$$

Одатда ўзгармас токда изоляция ўтказувчанлик қиймати $G_0 = 1/R_{из}$ бўлганлиги учун бирмунча кичик, чунки занжир учун қўлланилган ток ўтказгич сим изоляция қиймати нормаллаштирилган бўлиб, у $1000 \div 10000$ МОм•км оралиқ қийматлари орасида жойлашган. Изоляция ўтказувчанлиги См/км (сименс тақсим километрда) ўлчанади. Юқорида қайд этилган R , L , C , G параметрлари бирламчи узатиш параметрлари деб юритилади ва у ток ўтказгич сим материали ва диаметри, ток ўтказгич симлар орасидаги масофа, изоляция тури, занжир бўйлаб оқиб ўтувчи ток частотаси ва занжирни ўраб турувчи хароратга боғлиқ. Аммо турли хил линиялар учун бу боғлиқликларнинг сифати ва сонли тавсилотлари турлихил бўлиб, уларнинг тавсилотлари линиялардаги электр тавсилотларни ўрганиш жараёнида кўриб чиқилади.

5.4. Алоқа линия занжирларининг иккиламчи узатиш параметрлари

Алоқа линияларнинг иккиламчи узатиш параметрлари вазифасини тўлқин (тавсировчи) қаршилик — Z_T ва тарқалиш коэффиценти - γ ҳисобланади. Бу параметрлар орқали алоқа линияларининг техник эксплуатацион сифатини баҳолашда кенг равишда қўлланади. Кабел магистрالي ва алоқа иншоотларини лойиҳалаштиришда, қуришда ва уларга техник хизмат кўрсатиш даврида биринчи навбатда бу параметрлар нормаллаштирилади ҳамда назоратланади.

Тўлқин қаршилиги — Z_m бир жинсли линия бўйлаб электромагнит тўлқин тарқалиши жараёнида ҳеч қандай тўсиқлардан қайтмайдиган ҳолатдаги қаршилик бўлиб, бундай ҳолатда линия охиридаги мослашмаган юкламага узатув пайтида ҳеч қандай таъсир бўлмаслигидир. Тўлқин қаршилиги турли хил турдаги алоқа кабеллари учун турли хил қийматда бўлиб, занжирнинг бирламчи параметрлари ва занжир бўйлаб узатилаётган ток частотасига боғлиқ.

Амалиёт жиҳатидан линиянинг тўлқин қаршилиги икки ҳолатда ўлчаниши мумкин:

—ўлчанаётган линия бир жинсли бўлиб ва қабул қилувчи томондаги қаршилик юкламаси тўлқин қаршилигига тенг бўлганда, яъни $Z_B = Z_T$ ҳолатида;

—ўлчанаётган бир жинсли линия электр жиҳатидан узун бўлганда яъни линиянинг сўниши 13 дБ қийматдан кичик бўлмаганда. Бундай ҳолатда линиянинг охиридан қайтган тўлқинлар линиянинг бош томонига кучсизлантирилган ҳолда етиб бориб занжирнинг кириш қисмидаги тавсилотларига таъсир кўрсатмайди.

Юқорида қайд этиб ўтилган маълумотлар асосида тўлқин қаршилигини аниқлашда кучланиш ва ток қийматларидан фойдаланган ҳолда

линиянинг бош томонига интилувчи электромагнит тўлқин эътиборга олинади.

Демак тўлқин қаршилиги $Z_T = U_T / I_T$ кўринишдаги ифода бўлиб, бу U_T ерда ва I_T тушувчи ёки олдинга интилувчи кучланиш ва токдир. Агар линияда маълум бир қайтган тўлқинни ажратиб оладиган бўлсак, у ҳолда бу тўлқин линиянинг бош томонига қараб ҳаракатланади ва бундай ҳаракатланиш жараёнида қаршиликга учрайди ва бу қаршилик тўлқин қаршилигига тенг бўлиб, қўйидагича аниқланади.

$$Z_T = \frac{U_{\text{кайт}}}{I_{\text{кайт}}}$$

Умумий ҳолда тўлқин қаршилиги қўйидаги формула билан аниқланади:

$$Z_T = \sqrt{\frac{(R + j\omega L)}{(G + j\omega C)}}$$

Тўлқин қаршилиги — Ом ўлчов бирлигида ўлчанади. Физик табиати бўйича тўлқин қаршилиги — Z_T линия узунлигига боғлиқ эмас бўлиб, занжирнинг ҳар қандай нуқтасида ўзгармас қийматга эга.

Демак линиянинг бошидан охирига қараб ҳаракатланаётган электромагнит энергия камайиб боради, бундай ҳолда энергиянинг камайиши ёки энергиянинг сўниши занжирнинг йўқотувчанлигини кўрсатади. Одатда икки хил йўқотувчанлик мавжуд:

— кабелнинг металл элементларида йўқотувчанлик, яъни ток ўтказгич симлар, экран, қобик ва зирх қатламларида ҳосил бўлувчи иссиқлик йўқотувчанлиги бўлиб у занжир бўйлаб ток оқиб ўтиши ҳисобига ток ўтказгич симлар ва бошқа металл массаларнинг исиши ҳисобига иссиқлик йўқотувчанлиги содир бўлади. Занжир бўйлаб оқиб ўтувчи ток частотаси ошиб борган сари йўқотувчанлик миқдори ҳам ошиб боради. Занжирнинг актив қаршилиги — R ошиб борган сари кабелнинг металл элементларидаги энергиянинг йўқотувчанлиги шунчалик тез равишда ошиб боради ;

— изоляциядаги (диэлектрикдаги) йўқотувчанлик - бундай йўқотувчанлик асосан занжир ток ўтказгич симларда қўлланувчи изоляция материалларининг ўзлаштирилмаганлиги ҳисобига ҳосил бўлиб, у ўз навбатида энергияни диэлектрик поляризация ҳисобига йўқотувчанликга олиб келади.

Электромагнит энергия алоқа линиялари бўйлаб узатилаётган занжирдаги йўқотувчанликнинг тарқалиш коэффиценти — γ орқали эътиборга олиниб қуйидагича аниқланади.

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \quad (5.12)$$

Одатда энергиянинг йўқотувчанлиги ток, кучланиш ёки қувват орқали қуйидагича аниқланади.

$$\left| \frac{U_0}{U_\ell} \right| = \left| \frac{I_0}{I_\ell} \right| = e^{\alpha \ell};$$

$$\frac{P_0}{P_\ell} = e^{2\alpha \ell}$$

Бу ерда $\alpha \ell$ линия занжирининг шахсий сўниш деб юритилади ва Непер (Нп) ўлчанади.

Демак кабелли алоқа линияси қанчалик узун бўладиган бўлса, занжир бўйлаб узатилаётган энергия ёки алоқа сигналларнинг қиймати ва фазаси шунчалик кўп миқдорда ўзгариб камайиб боради.

Алоқа сигналларини узатишда сўниш коэффициенти — α ва фазалар коэффициенти — β 1 км узунликдаги кабелли занжир участкасида ток, кучланиш ва қувватнинг сўниши ва фазаларини ўзгаришини характерлайди.

Тарқалиш коэффициенти $\gamma = \alpha + j\beta$ бир вақтнинг ўзида сигналнинг абсолют қиймати ва фазалар қийматини 1 км узунликдаги кабел занжирида ўзгаришини аниқлаб беради.

У ҳолда 1 дБ миқдордаги сўниш деганда сигнални қувват бўйича 1.26 марта ҳамда ток ва кучланишини 1.12 марта камайиши тушунилади. 1 Нп=8,686 дБ ёки 1 дБ=0.115 Нп. Фазалар коэффициенти — β радианда ёки 1 км узунликда градус (1рад=57,30) да ўлчанади.

5.4. Алоқа занжирлари бўйлаб электромагнит энергиясининг тарқалиш тезлиги

Алоқа линиялари бўйлаб электромагнит энергия маълум бир тезлик билан тарқалади ёки узатилади. Линияга узатилган сигнал линиянинг охирига маълум вақтдан сўнг етиб боради, демак электромагнит энергиянинг узатиш тезлиги занжирнинг ўзатиш параметрларига ва занжир бўйлаб узатилаётган ток частотасига боғлиқ. Алоқа линияси бўйлаб узатилаётган электромагнит энергиянинг тарқалиш тезлиги қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$V = \frac{\omega}{\beta}$$

Бу формуладан шуни кўриш мумкинки тарқалиш тезлиги частота функцияси $f = \omega/2\pi$ ва фазалар коэффициенти - β га боғлиқ бўлиб, у ўз навбатида линиянинг бирламчи узатиш параметрларига боғлиқдир.

Шундан хулоса қилиш мумкинки занжирнинг сўниши - α орқали алоқа линияси бўйича узатиш масофаси ва алоқа сифати аниқланадиган бўлса,

фазалар коэффициенти - β орқали линия занжири бўйлаб электромагнит энергиянинг тарқалиш тезлиги тавсифланади.

Юқори частоталар диапазонида яъни $\beta = \omega\sqrt{LC}$ бўлган ҳолда электромагнит энергиянинг тарқалиш тезлиги частотага боғлиқ бўлмасдан кабел занжирининг узатиш параметрлари орқали аниқланади, яъни

$$V :: \frac{\omega}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (514)$$

Назорат саволлари

1. Электромагнит тўлқин турлари ва туркумланиши.
2. Турли хил йўналтирувчи узатиш тизимлари учун қўлланувчи тўлқин турлари.
3. Электромагнит майдон тенгламаси.
4. Электромагнит майдонни ҳаракатланиш кўринишлари.
5. Турли хил муҳитларда энергияни узатишдаги ўтказувчанлик ва силжиш тоқларининг ҳаракатланиш жараёнлари.
6. Турли хил узатиш муҳитларининг частотага боғлиқлиги.
7. Яқин ва узоқ томонлардаги электромагнит майдон.
8. Тўлқин қаршилиги.
9. Симметрик занжирнинг электромагнит майдони.
10. Алоқа линия занжирининг актив қаршилиги.
11. Алоқа линия занжирининг индуктивлиги.
12. Алоқа линия занжирининг ишчи сиғими.
13. Алоқа линия занжирининг изоляция ўтказувчанлиги.
14. Алоқа линия занжирининг тўлқин қаршилиги.
15. Алоқа линия занжирининг сўниш коэффиценти.
16. Алоқа занжирлари бўйлаб электромагнит энергиянинг тарқалиш тезлиги.
17. Алоқа линия занжирларининг бирламчи узатиш параметрларининг частотага боғлиқлиги.
18. Алоқа линия занжирларининг иккиламчи узатиш параметрларининг частотага боғлиқлиги.

6-маъруза. Алоқа занжирларида электромагнит таъсир манбалари

6.1. Ташқи таъсир турлари ва кўринишлари

Алоқа иншоотларига таъсир этувчи ташқи электромагнит таъсирларнинг манбаларига қуйидагилар киради:

Атмосферадан ҳосил бўлувчи электр таъсир (яшин, чақмоқ, момақалдирок). электр узатиш линиялари (ЭУЛ); электрлаштирилган темир йўллар; радиостанциялар; индустриал ҳалақитлар (маиший ҳалақитлар, шаҳар транспорти) магнит бўронлари ва х.к. Электр узатиш линиялари ва электрлаштирилган темир йўллар таъсирлари баъзи бир ҳолларда юқори вольтли линиялар деб юритилади.

Ташқи электромагнит майдонлар таъсирлари ҳисобига алоқа иншоотларида кучланиш ва ток бўлади:

Хавфли- бундай ҳолатда катта кучланиш ва тоқлар ҳосил бўлиб, улар иншоотларга хизмат кўрсатувчи ишчи ва хизматчиларга ҳамда иншоотдан фойдаланувчи абонентлар ҳаётига ҳавф солиши ёки линия иншоотлари ва алоқа ускуналарини шикастлаб ишдан чиқариши мумкин. Ҳавфли кучланиши >36 В ва ҳавфли ток $I > 15$ мА бўлган ҳолда ҳисобланади.

Ҳалақит берувчи - бундай ҳолатда ҳалақитлар, шовқинлар ҳосил бўлиб, улар алоқа ускуналарини нормал ҳолатда ишлашини бузишга олиб келади. Ҳалақит берувчи кучланиш $U \approx 1 \div 2$ мВ ток эса $I \approx 2$ мА ҳолатда рўй беради.

Ташқи таъсирлар ўз навбатида узоқ муддатли ва қисқа вақтли турларга бўлинади. Булар орасидаги бўлиниш чегара вақти $t = 1$ секунд ҳисобланади.

Ташқи манбаларнинг частота спектори одатда кенг полосани эгаллайди. Таъсир этувчи кучланиш ва ток амплитудаси асосан ускуна қуввати ва уни алоқа линиясини жойлашган масофага боғлиқдир. Юқорида қайд этиб ўтилган ҳалақит берувчи таъсир манбаълардан энг кўплаб равишда тарқалган таъсирлар электр узатиш линиялари, электрлашган темир йўлларнинг контакт тармоқлари ва радио станциялар ҳисобланади. Ташқи таъсир манбаларида энг ҳавфлиси атмосферадан ҳосил бўлувчи электр таъсир ва юқори вольтли линияларнинг авариявий ҳолати ҳисобланади.

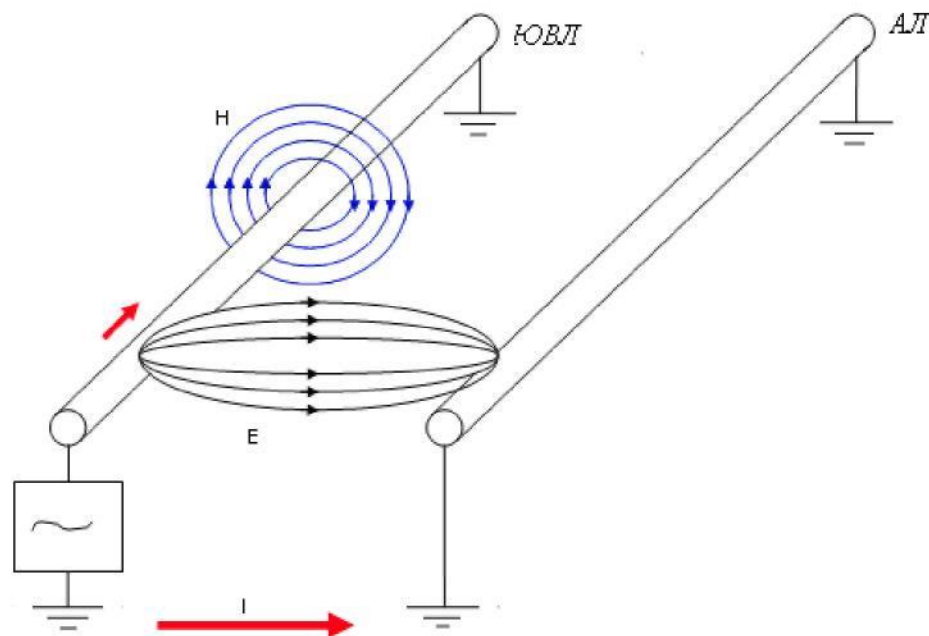
Таъсирларнинг характери бўйича улар қуйидаги кўринишдаги ташқи таъсирларга бўлинади: (6.1-расм):

Электр- электр майдон таъсири ҳисобига ҳосил бўлади;

Магнит- магнит майдон таъсири ҳисобига ҳосил бўлади;

Галваник- ердаги дайди тоқлар таъсири ҳисобига ҳосил бўлади. Дайди тоқлар юқори вольтли линияларда қарама-қарши томонга йўналтирилган ток ўтказгич вазифасини ер бажарганда ҳосил бўлади.

Дайди тоқлар таъсири ҳисобига алоқа кабеллари қобикларида кучланиш ҳосил бўлади ва алоқа занжирларида таъсирлар рўй беради. Гальваник таъсир кучи катта бўлиши айниқса юқори вольтли линияларнинг авария ҳолатида ва электр станциялар жойлашган ерларда бўлади. Бундан ташқари кабелларнинг металл қобиклари дайди тоқлар таъсири ҳисобига ва ердаги электрокимёвий жараёнда бузилади.



6.1. расм. Ташқи таъсир турлари; Е- электр; Н -магнит; I- гальваник;
ЮВЛ- юқори вольтли линия; АЛ- алоқа линияси;

Бундай ҳолат коррозия деб аталади. Линия ва алоқа ускуналарини ҳамма кўринишдаги таъсирлардан муҳофазалаш учун махсус муҳофазаланиш чоралари кўрилади.

6.2. Атмосферадан ҳосил бўлувчи электр таъсирлар

Атмосферадан ҳосил бўлувчи хавфли электр таъсирлар ўз навбатида ҳаво алоқа линияларига ва кабелли алоқа линияларига таъсир этиши мумкин.

Бизнинг Республикамизда момақалдиروқлар асосан тоғлик ҳудудларда ва баҳор фаслида яъни бир йилда момақалдиروқ кунлари 5-10 кундан ошмайди. Ер куurrasида эса бундай кунлар баъзи бир ҳудудларда 80 кунгача бориши мумкин.

Кабелларни яшиндан шикастланиш эҳтимоллик шикастланиш зичлигини характерлаб, у бир йил мобайнида 100км узунликдаги кабелли линияда умумий алоқада бузилишлар сонини билдиради ва у қуйидаги формула билан аниқланади.

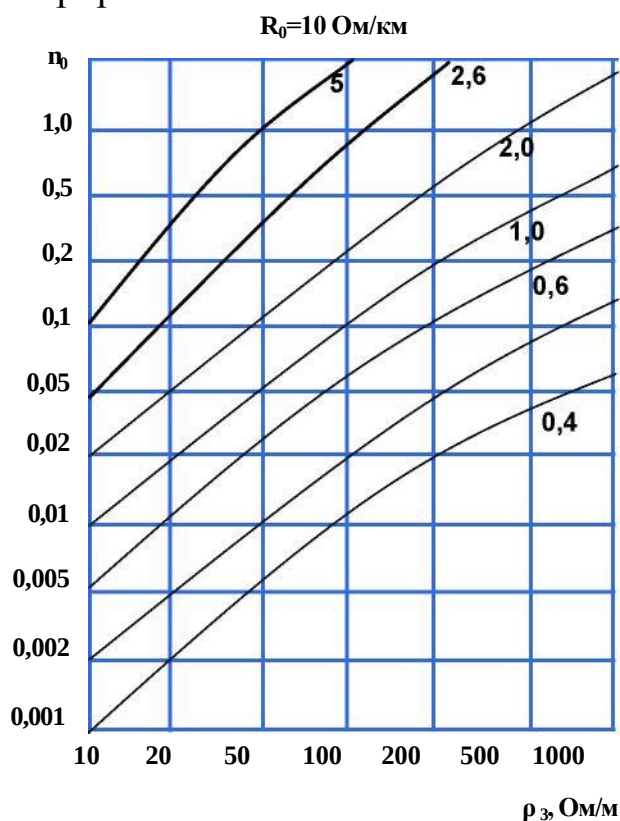
$$n = (N \cdot 100) / KL$$

бу ерда; М–хавфли яшин уриш ҳисобига бўладиган умумий шикастланишлар сони К–К шикастланишлар бўлиб ўтган давр, йил; Ь– трасса узунлиги км: олиб борилган тадқиқотлар йилига 20-25 кун момақалдиروқ ҳисобига яшин урадиган пайтда ҳар 100км трассада саккиз–ўн ҳолатда яшин тўғридан -тўғри алоқа линиясини шикастлайди.

Кабелли линияда шикастланиш ҳавфи ер қаърининг тупроғига ва кабел қобиқини ўтказувчанлигига боғлиқдир.

Алюминий қобикли кабелларни яшиндан шикастланиши қўрғошин қобикли ёки пўлат қобикли кабелларга нисбаттан анча кам чунки алюминий қобикли кабелнинг қаршилиги бир мунча кам.

Яшин- ҳаво орқали разрядланиш ҳолатидир. Атмосферавий электр ҳисобига ҳосил бўлувчи разрядланиш йўли- яшин канали деб аталади. Яшин канали- тахминан қуйидаги параметрларга эга: кучланиш $1\div 10$ млн Вольт; Яшин токи $-20\div 6$ кА; яшин уриш даври $0,3\div 0,5$ секунд; битта яшин уриш ҳисобига ҳосил бўлувчи разрядлар сони $3\div 10$ та; битта разряднинг вақти $100\div 200$ мкс; асосий тебраниш частотаси $5\div 10$ кГц; яшин тўлқиннинг кенгайиш фронти $10\div 40$ мкс; яшин тўлқиннинг тушиш фронти $40\div 120$ мкс; яшин каналининг узунлиги $2\div 3$ км; яшиннинг ҳаракатланиш тезлиги 100 км/с; яшин кенглигидаги ҳарорат 20000°C .

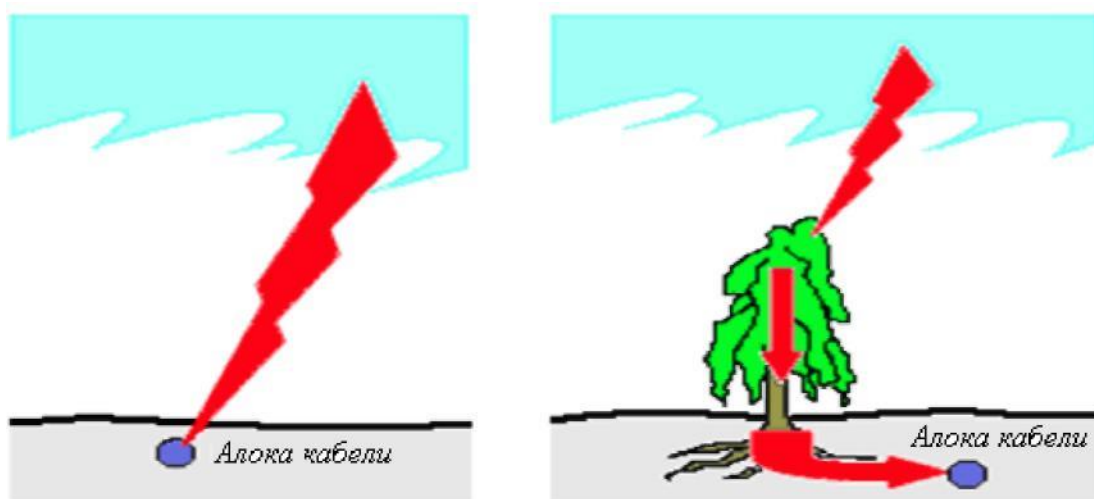


6.2-расм турли хил қобик қа ршиликлари ва тупроқларида ётқизилган кабелларни шикастланиш эҳтимоллиги

Яшин разрядланиш ҳолатида ҳаво орқали ўтган алоқа линияларининг ток ўтказгичларида ҳосил бўладиган юқори вольтли кучланиш, осмондаги булутларни ерга разрядланиш ҳисобига бўладиган индукцияланиши ёки яшин разрядини тўғридан-тўғри алоқа линиясига уришидан ҳосил бўлади.

Баъзи бир пайтларда эса яшин ер юзасидаги баланд ўрнатилган ускуналарни шикастлантириши мумкин. Маълум бир ҳолларда эса яшин текис ер юзига ҳам уриб, ернинг катта электр ўтказувчанлик жойларига интилиб боради. (6.3-расм). Агар ер остида ётқизилган кабел тупроғи катта солиштира қаршиликка эга бўлса, у ҳолда яшин разрядлари ер қарида

жойлашган. Яшин ўтказувчанликга эга бўлган кабел қиғларига етиб бориб уларни шикастлантиради.



6.3-расм. Яшин уриши; а) тўғридан-тўғри кабелга; б) дарахт орқали.
Кўпчилик ҳолларда ер ости кабелларини шикастланиши кучли қаршиликга эга бўлган тупроқларда (тошлоқ, қумлик, ва х.з) рўй беради.

Ҳаво алоқа линияларининг ток ўтказгичларига тўғридан-тўғри равишда яшин уриши ҳисобига кучли ток таъсири остида битта ёки бир нечта симёғочлар оралиқлари куйиб кетиши, симёғочлар эса ёрилиб ёниб кетиши, симёғочларга маҳкамланган изоляторлар эса ёрилиб яроқсиз ҳолга келиши мумкин. Яшин токи ер юзаси бўйлаб ҳар томонлама тарқалиб кетади, агар шу яқин атрофда алоқа кабелининг ёки металл ускуналар ер остида бўлса, у ҳолда токнинг катта бир қисми металл қобиклар бўйлаб ҳаракатланади. Яшин урган жой билан ва кабел оралиғида каттадан-катта кучланиш ҳосил бўлиб бу электр оралиқда ёй ҳосил бўлади бу ёй узунлиги 6 метр ва ундан ортиқ масофада бўлиши мумкин.

Яшин токидан шикастланган кабел турли ҳил кўринишда бўлади: кучли қизиш ҳисобига қўрғошин қобик эриб кетади, джут ўрами ёниб кетади, изоляция куйиб кетади, кабел ток ўтказгичлари эса эриб бир-бири билан ёпишиб кетади.

Ер остида жойлашган алоқа кабелларини яшин токидан шикастланиши шу кабел ётган ер атрофида ўсган дарахт илдизлари орқали ҳам бўлиши мумкин. Дарахтларни ер ости кабеллари билан оралиғидаги масофа қуйидагича бўлиши мумкин.

$\ell \approx 1.5h$ (агар $h \approx 10$): $\ell \approx 1.25h$ (агар $h \approx 20$): $\ell \approx h$ (агар $h \approx 30$ метр бўлса).

бу ерда h – дарахтнинг ўртача баландлиги, метр.

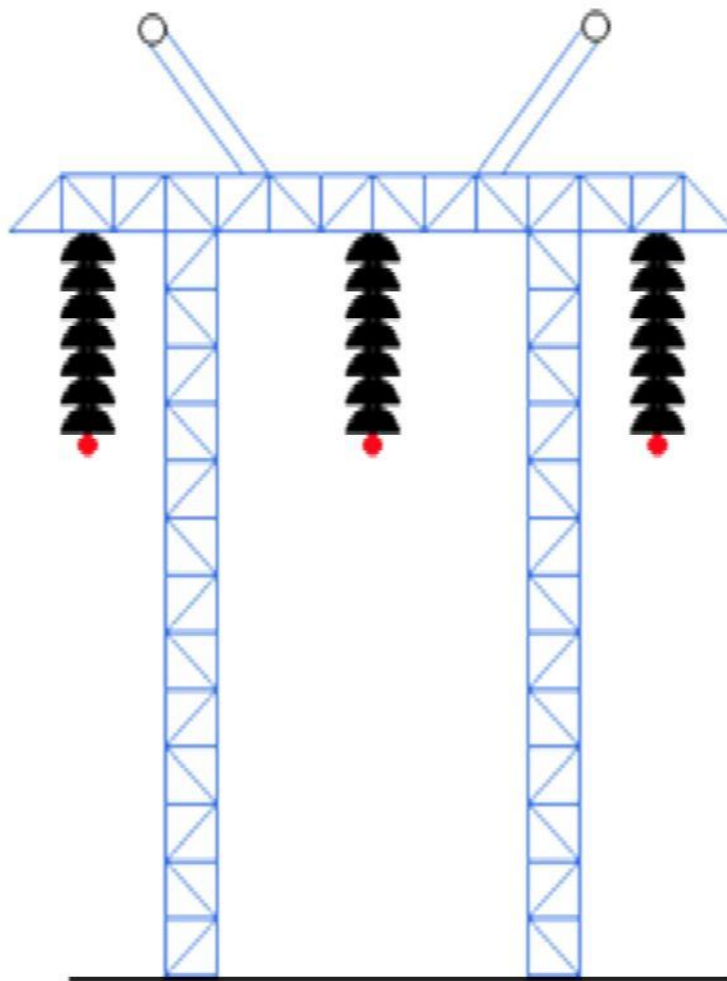
Агар кабелли линия участкаларида яшин токидан шикастланиш эҳтимоллиги руҳсат этиладиган миқдордан ошиб кетадиган бўлса, у ҳолда қуйидаги чоралар кўрилади; яшинга чидамбардош кабеллар қўлланади, яъни қобик ўтказувчанлиги юқори бўлган кабеллар мисол учун алюминий қобикли кабеллар, изоляцияси юқори электр мустаҳкам бўлган кабеллар, муфталар

ичига кичик ўлчамли разрядниклар қўлланади, яшиндан мухофазаловчи тросалар ётқизилади.

Алоқа занжирларига яшин электрлигидан ташқари магнит бўронлари ҳам таъсир этиши мумкин. Магнит бўронлари маълум бир вақтларда ер юзасида магнит майдони кучланганлигини кескин ўзгариши ҳисобига бўлади ва ер юзасини маълум бир нукта оралиғида потенциаллар фарқи ҳосил бўлади, натижада ҳосил бўлган ер тоқлари бир ўтказгичли алоқа занжирларига кучли ҳалақит таъсирларини кўрсатади. Узоқ вақт мобайнида бундай занжирлар бўйлаб оқиб ўтувчи ер ости тоқлари НРП даги алоқа ускуналарини шикастланишига олиб келади.

6.3. Юқори вольтли электр узатиш линиялар таъсири.

Электр узатиш линиялари бўйича электроэнергия ўзгармас ток ва ўзгарувчан ток кўринишида узатилиши мумкин. (6.4-расм).

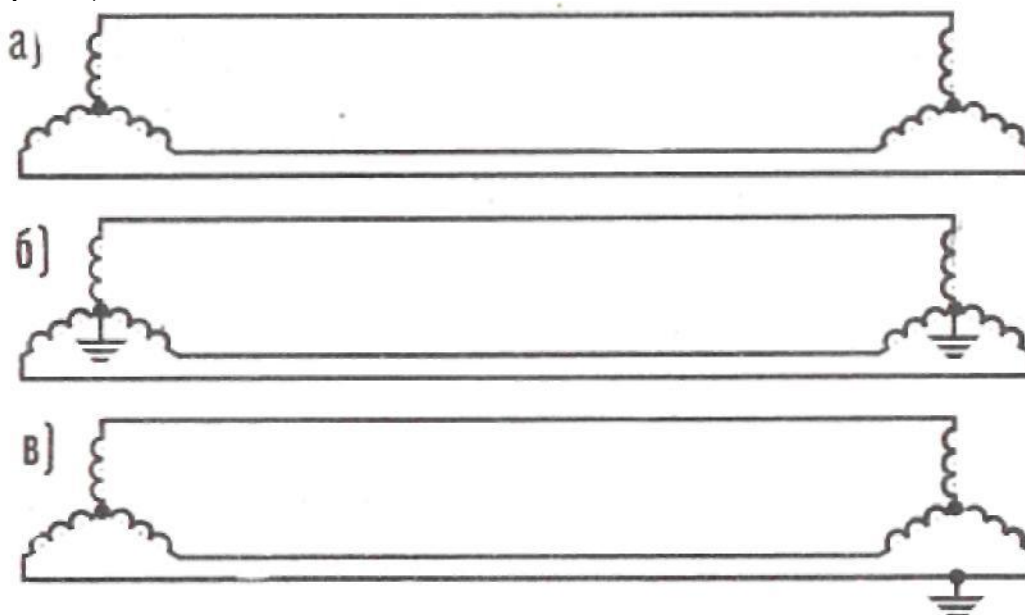


6.4- расм. Ўзгарувчан ток узатиш линияси.

Ўзгарувчан ток электр узатиш линияларининг кучланиши 3.3: 6,6: 11: 35: 220: 500 ва 750 кВ бўлса, ўзгармас ток 400: 500: 600: 800: 1000 ва 1500кВ бўлган кучланиш электр узатиш линиялари бўйича узатилади.

Ўзгарувчан электр узатиш линияларида уч фазали ток узатилади (6.5.-расм).

- 1) Симметрик нейтрални изоляцияланган (6.5.а-расм) ёки нейтрални ерга уланган (6.5.б-расм) ;
- 2) Симметрик бўлмаган —иккита ўтказгич - ер — схемаси (6.5.в-расм).



6.5.-расм. Электр узатиш линиясининг ишлаш режими: а) Симметрик нейтрални изоляцияланган; б) Симметрик нейтрални ерга уланган; в) Симметрик бўлмаган , —иккита ўтказгич - ер.

Электр узатиш линиялари бўйича ўзгарувчан ток узатишда қуйидаги иш режимлари мавжуд; Симметрик бўлиб ток ўтказувчиларнинг нейтрални изоляцияланган; ёки нейтрални ер билан. Ток ўтказгичлари симметрик бўлмасдан —иккита ўтказгич-ер— схемаси қўлланади. Нейтрални изоляцияланган линиялар 35кВ кучланишгача бўлган электр узатиш линияларида қўлланади. Техника ҳавфсизлиги бўйича катта кучланишдаги электр узатиш линияларида нейтрални албатта ер билан улани лозим.

Электр узатиш линияларини алоқа линияларига таъсири электр ва магнит кўринишда бўлиши мумкин. Электр узатиш линияларини иш режими бўйича таъсирлар у ёки бу кўринишда бўлиб. Симметрик тизимлар юқори потенциалликга эга бўлганлиги учун кучли электр таъсирлар кўрсатади. ($U \rightarrow E$). Симметрик бўлмаган тизимларда яъни фазаси ер билан уланган тизимнинг авария режимида катта миқдордаги токга эга бўлганлиги учун кучли магнит таъсирлар ҳосил бўлади. ($I \rightarrow H$). Электр узатиш линияларини ер билан уланган ҳолатда гальваник таъсирлар рўй беради.

Алоқа линияларига электр узатиш линияларининг ўзгармас ва ўзгарувчан токлари таъсир этади. ўзгарувчан ток асосан 50Гц частотада таъсир этиб унинг таъсири асосан тонал частотада рўй беради. Ўзгармас ток таъсири эса ўзгарувчан токни ўзгармас токга айлантиришда қўлланувчи симобли ўзгартиргичларнинг пульсацияси ҳисобига рўй беради. Унинг

гармоник ташкил этувчилари 6кГц частота диапазонида таъсир этиб юқори частотали учта канал бўйича ишлайдиган В-3 алоқа узатиш воситасига таъсир кўрсатади.

Алоқа линияларига электр узатиш линияларининг ўзгарувчан ва ўзгармас ток таъсирларини солиштирадиган бўлсак, у ҳолда ўзгарувчан ток кучли таъсир кўрсатади, шунинг учун алоқа линияларини электр узатиш линияларидан маълум бир масофага олиб кетиш зарур. Частота диапазони бўйича ўзгармас электр узатиш линиялари кўпроқ таъсир кўрсатади. (6.1-жадвал).

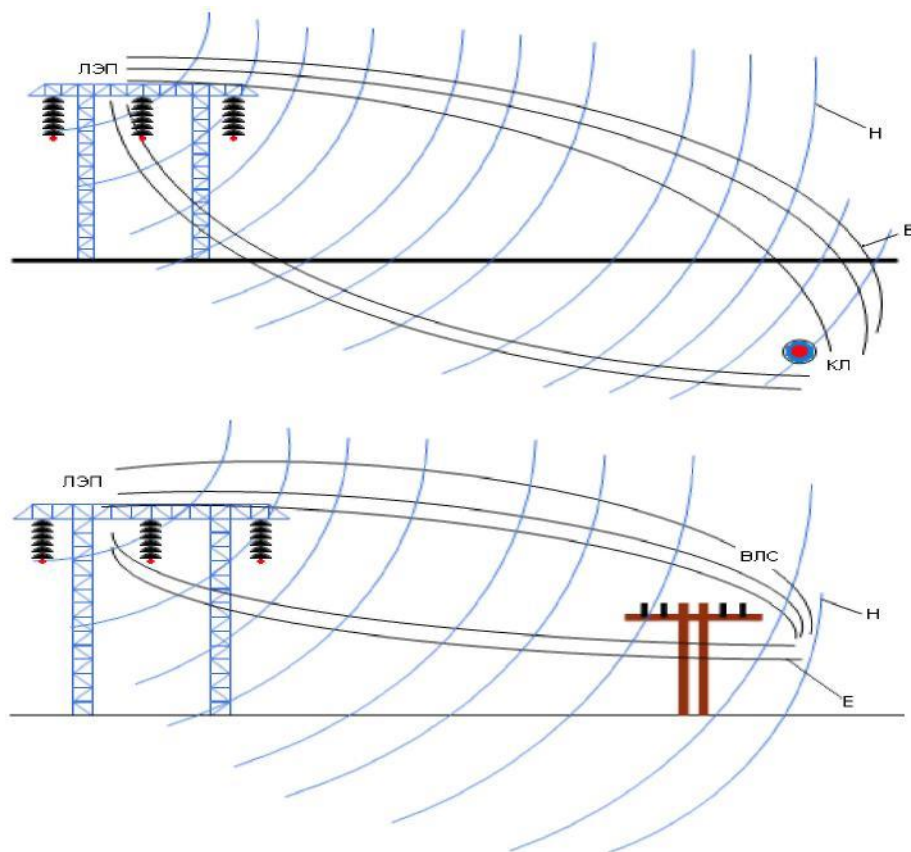
6.1–жадвал

Кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	Ўзгарувчан ток	Ўзгармас ток
1	2	3	4
Частота	кГц	0,05÷3,0	6,0
Таъсир кучи	Шартли белги	50	1
Алоқа линиясини четга олиб кетиш масофаси	Км	5,0	0,1
Таъсир характери	—	Ҳавфли	Ҳавфли ва ҳалақит берувчи.

Алоқа линиялари занжирларга таъсирларни кўриб чиқишда қуйидаги юқори вольтли таъсир режимларини эътиборга олиш лозим, мажбурий ишлаш зўрлаб ишлаш ва авария режими.

Нормал иш режими деганда тўлиқ ишлаши тушунилади, Мажбурлаш ишлаш режимида эса линия шу режимда маълум вақт ишлаб нормал иш режимидан бир мунча фарқ қилади. Авария режимида эса юқори вольтли линияни нормал ишлаш режимини бузилишидир, бу ҳолатда линия узилиши ва нейтралли ер билан уланган уч фазали линияни битта фазасини ер билан уланган ҳолати тушушунилади. Электр узатиш линиясининг битта фазаси ер билан уланган ҳолатда мослашмаган кучланиш ҳосил бўлади, у линия кучланишнинг 1,73ортиғига тенг.

Ташқи электромагнит таъсирлар ҳаво орқали ўтган алоқа линияларига ва кабелли алоқа линияларига турли таъсир кўрсатади. (6.5-расм).

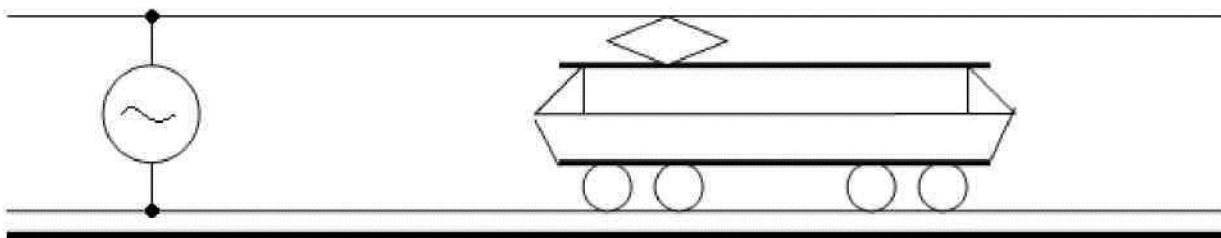


6.4.- расм. Алоқа линияларига таъсирлар. а) ҳаво алоқа линиялари; б) кабели линия.

Бу расмга разм соладиган бўлсак, ҳаво орқали ўтган алоқа линияларига бир вақтнинг ўзида электр ва магнит майдон таъсир кўрсатади. Кабелли линияларга эса асосан магнит майдони таъсир кўрсатади. Электр майдоннинг кучланганлик линиялари кабелнинг металл қобиқларида туташиб кабелнинг ўзагига кириб бормайди. Кабелли линияларга магнит таъсирлар кабел қобиқининг экранловчи хусусияти ҳисобига камайиб боради. Ерда ётқизилган кабелли линиялар ва ҳаво орқали ўтган алоқа линиялари —ўтказгич-ер|| тизимси бўйича ишлаши ҳисобига уларга гальваник таъсирлар кўрсатади.

6.4. Электрлаштирилган темир йўл таъсири

Шаҳарлараро ва шаҳар ташқарисига қатнайдиған электрлаштирилган темир йўлларнинг контакт тармоқлари, трамвай, троллейбуслар алоқа линияларига таъсир кўрсатади. Контакт тармоқларининг ўзгармас ток кучланиши трамвай троллейбуслар учун 0,6 кВ, шаҳар ташқарисига қатнайдиған электрлаштирилган темир йўл учун 1,65кВ, шаҳарлараро қатнайдиған электрлаштирилган темир йўл учун 3,3 кВ бўлса магистрал электрлаштирилган темир йўлларда эса 25кВ кучланишга эга бўлган ўзгарувчан ток қўлланади. (6.6-расм)



6.6-расм Электрлаштирилган темир йўл

Электрлаштирилган транспорт бир ўтказгичли симметрик бўлмаган тизим бўлиб, унда ер (рельс) қайтарувчи ўтказгич вазифасини бажаради, бундай ўтказгич бўйлаб кучли ток оқиб ўтади ва кучли магнит таъсир ($I \rightarrow H$) кўрсатади. Электрлаштирилган темир йўлларнинг контакт тармоқларида қўлланувчи ток бир неча юз амперга етади.

Электрлашган транспорт алоқа линияларига ҳавфли ва ҳалақит берувчи таъсир манбаи бўлиб ҳисобланади., бундан ташқари магнит таъсир билан бирга гальваник таъсир ҳам мавжуддир.

Ўзгарувчан ток ёрдамида ҳаракатланувчи электрлаштирилган темир йўллар асосан 50Гц частотада ва тонал частоталарда таъсир кўрсатади. Ўзгармас ток ёрдамида ҳаракатланувчи электрлаштирилган темир йўлларда эса ўзгарувчан токни ўзгармас токга ўзгартирилгандаги гармоник ташкил этувчилар тонал частотада ва 6кГц частотагача бўлган диапазонда таъсир этади.

Алоқа линияларига электр узатиш линиялари ва электрлаштирилган темир йўл таъсири 6.2-жавалда келтирилган.

6.2–жадвал.

Кўрсаткичлар	Электр узатиш линиялари	Электрлаштирилган темир йўл.
1	2	3
Алоқа трассаси	Номаълум	Маълум
Таъсир муддати	Қисқа вақтли	Узоқ вақтли
Таъсир схемаси	Симметрик	Симметрик бўлмаган
Таъсир кучи (шартли ўлчов бирлиги).	1	10–20

Бу жадвалдан кўриш мумкинки, электр узатиш линияларига қараганда бир ўтказгичли электрлаштирилган темир йўл тизимси алоқа линияларига кучли таъсир кўрсатади ва унинг таъсир муддати бир мунча каттадир, аммо электр узатиш линияларининг масофаси бир мунча узоқ, бундан ташқари янги қуриладиган линияларни муҳофазалаш бир мунча мураккаб.

6.3-жадвалда ерга ётказилган МКСБ-4х4х2 кабелини электр узатиш линиялари ва электрлаштирилган темир йўл билан рухсат этиладиган ўртача яқинлашиш масофаси метрда кўрсатилган.

6.3-жадвал.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Тупроқ тури					
		Эски қора тупроқ	Ло й	Қотиб қолган лой	Оха к	Қум	Тошлоқ
1	2	3	4	5	6	7	8
Солиштирма ўтказувчанлик	См/м	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01 120 0 600	0,001
Электр узатиш линияси билан яқинлашиши	Метр	60		560	86		3800
Электрлаштирилган темир йўл билан яқинлашиши	Метр	60		350	480		1470

Бу жадвалдан шуни кўриш мумкинки, тупроқ тури қанчалик ёмон бўлса, яъни солиштирма ўтказувчанлиги қанчалик кичик бўлса, алоқа кабелини шунчалик узоқ масофага четлаштириш лозим бўлади.

6.5. Радиостанциялар таъсири

Радиостанциялар юқори частотали алоқа каналларига ҳалақит берувчи таъсир курсатади, чунки радиостанцияларнинг ишчи частотаси юқори частотали тизимлар диапозонига тўғри келади. Алоқа линияларига айниқса ўта узун тўлқин диапозонидаги, яъни 3÷6 кГц частота диапозони, узун тўлқинлар -6÷60 кГц ва ўрта тўлқинлар 60÷600 кГц частота диапозони тўғридан тўғри таъсир кўрсатади, бундан ташқари радиостанциялар станция биносига киритиладиган вертикал ток ўтказгич симларга кўпроқ таъсир кўрсатади.

Алоқа линиялари занжирларига радиостанцияларнинг ҳалақит таъсир даражаси кўпгина факторларга боғлиқ; тарқатиш қуввати, алоқа линияси траасасини таъсир этувчи радиостанцияни жойланишига, ернинг ўтказувчанлигига, занжир ўтказгичларини ерга нисбати асимметриясига. Шу монсабат билан турли хил радиостанциялардан турли хил линияларга бўлган рухсат этиладиган масофа қуйидагича:

—ҳаво алоқа линиялари; крjúкли профилда-1200, траверсли профилда 500км;

-симметрик кабеллар; кўрғошин қобикли -7,7 км, алюминий қобикли-1,3 км, пўлат қобикли 3,3км;

-коаксиал кабел-1 км;

-оптик кабел-0,5 м.

6.6. Муҳофазаланиш чоралари

Алоқа иншоотларини ташқа электромагнит таъсирлардан муҳофазалашда бир қанча чоралар кўрилади. Бундай муҳофазаланиш чоралари электр узатиш линиялари, электрлаштирилган темир йўллар, радиостанциялар каби таъсир этувчи линияларда ва таъсир остида бўлган алоқа линияларида қўлланади. 6.4-жадвалда асосий муҳофазаланиш чоралари келтирилган.

6.4 жадвал

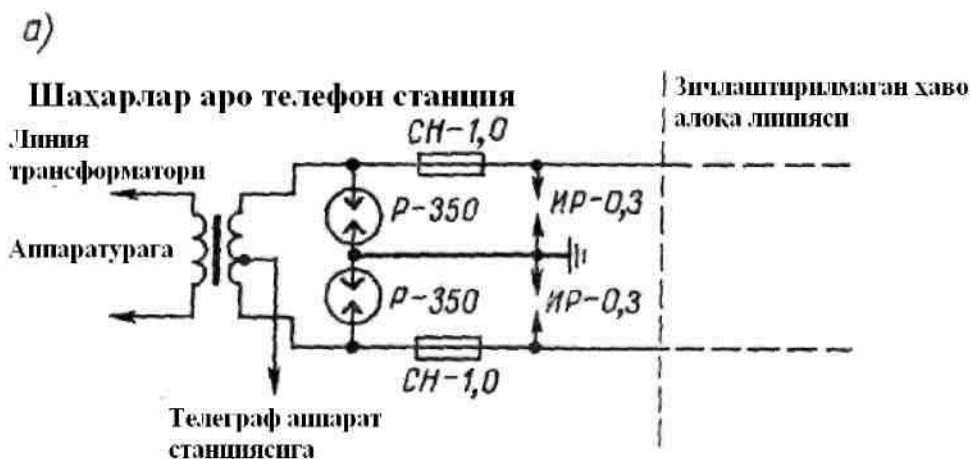
Ташқи таъсир манбаи	Таъсир характери	Линияларда қўлланувчи чоралар	
		Таъсир этувчи	Алоқа
1	2	3	4
Электр узатиш линиялари	Ҳавфли ва ҳалақит берувчи Е ва Н майдонлар	Автоматика Тўғриловчи филтрлар Экранловчи трослар	Трассани четга олиб кетиш. Кабеллаштириш. Кесиштириш ва симметриялаш. Экранлаштириш. Разрядник ва сақлагичлар. Ерга улаш. Нейтралловчи ва редукион трансформаторлар.
Электрлаштирилган темир йўл	Ҳавфли ва ҳалақит берувчи майдон	Тўғриловчи филтрлар Сўриб олувчи трансформаторлар Ўтказувчанликни ошириш ва рельсларни изоляуиялаш.	Трассани четга олиб кетиш. Кабеллаштириш. Кесиштириш ва симметриялаш. Экранлаштириш. Разрядник ва сақлагичлар. Ерга улаш.
Яшин	Ҳавфли Е майдон	—	Кабеллаштириш Ҳаво орқали ўтган алоқа линияларида яшин ўтказгичларни қўллаш Кабели алоқа линияларида трослар. Каскадли муҳофазалаш. Разрядник ва сақлагичлар. Ерга улаш.

Радио станциялар	Ҳалақит берувчи Е майдон	Ташувчи частотани танлаш. Радиостанцияни четга олиб кетиш.	Трассани четга олиб кетиш. Кабеллаштириш. Кесиштириш ва симметриялаш. Филтрлар ва беркитувчи ғалтаклар..
------------------	--------------------------	---	---

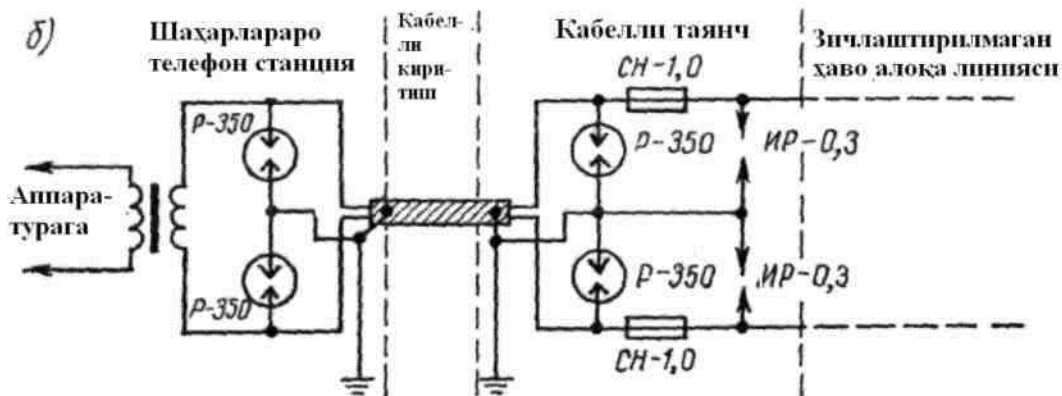
6.7. Алоқа иншоотларини ташқи таъсирлардан муҳофазалаш

Станциядаги хизмат қилувчи ишчиларни ва алоқа аппаратураларини ҳар хил хавфли ток ва кучланишлардан муҳофаза қилиш учун муҳофазаловчи ускуналар қўлланади. Бундай ускуналар станцияга кириш жойида жойлашади. Қўлланилган ускуналар схемаси турли хил бўлиб, улар линия турига ва таъсир этувчиларга боғлиқдир (схема).

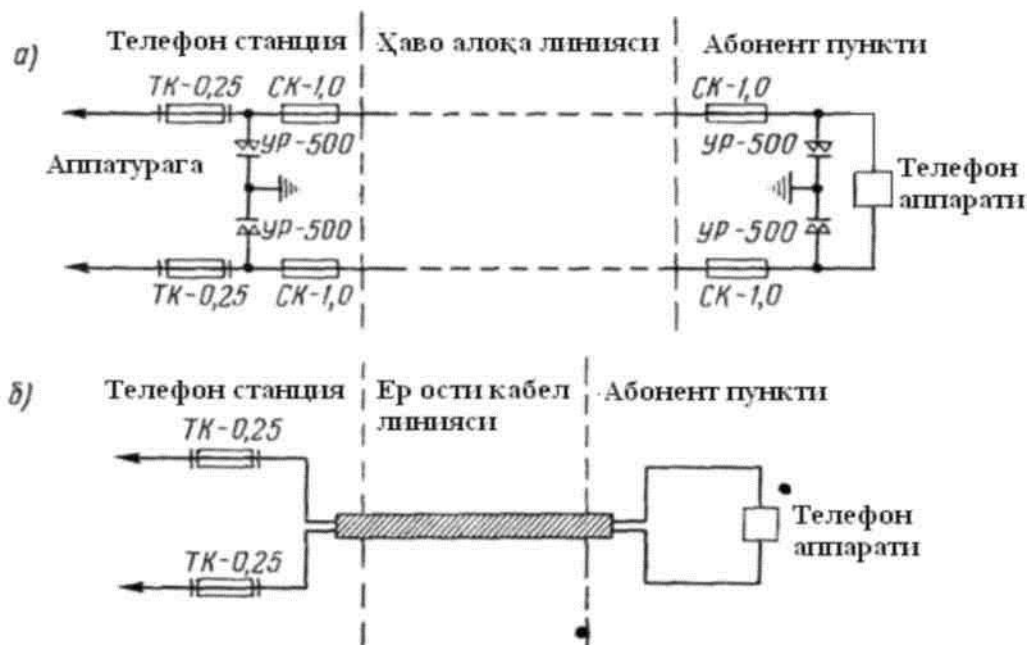
Ҳаводаги алоқа линиясини муҳофазалаш схемаси.



Кабелли алоқа линиясини муҳофазалаш схемаси.



Шаҳар телефон тармоғидаги муҳофазалаш схемаси.



Шаҳар телефон тармоғи ускуналарини муҳофазалаш схемаси: а) ҳаво алоқа линияси орқали; б) кабел кириши орқали.

Бу схемаларга назар соладиган бўлсак, бундай муҳофазалаш схемаларидан шуни хулоса қилиш мумкин-ки, ҳаводаги алоқа линияларини муҳофазалаш ва шаҳар телефон тармоқларини муҳофазалаш катта аҳамиятга эга. Шаҳарлараро кабел линияларини муҳофазалаш учун фақатгина бир донга разрядник қўйилади. Разрядниклар ўз навбатида газ тўлатилган ва искра берувчи разрядникларга бўлинади. Дистанцион электр манба берувчи тармоқларда вилитовой разрядниклар қўлланади, ШТТда эса кўмир разрядниклар қўлланади. Шаҳарлараро кабел линияларида асосан Р - 35, РВ - 50 ва Р - 4 туридаги, шаҳар тармоқларида эса УР - 500, ҳаводаги алоқа линияларида эса Р - 350, РБ - 280 ва Р - 35 туридаги разрядниклар қўлланади. Ҳозирги пайтда алоқа тармоқларида қўлланивчи разрядникларнинг асосий характеристикаси қуйидаги жадвалда келтирилган.

Параметр	Р - 35	РБ - 280	РВ - 500	Р - 350	УР - 500	Р - 4
Ташиш кучланиши В	350±40	280±30	500±100	350±40	500±100	70±85
Сўниш кучланиши В	40...80	40	250...300	-	40:120	-
Ток кучи А	15	30	10		3	0.1
Изоляция қаршилиги	5000	40	60	5000	-	1

МОм

Разрядлар сони бўйича ишлаши	25	5	-	5	-	1000
Ўлчамлари, мм	75x22	200x96	52x60	65x35	25x65	20x75

Назорат саволлари.

1. Алоқа занжирларидаги электромагнит таъсир манбалари.
2. Ҳавфли таъсир манбалари ва меъёрлари.
3. Халақит берувчи таъсир манбалари ва меъёрлари.
4. Атмосферадан ҳосил бўлувчи электр таъсирлар.
5. Яшин тавсилотлари.
6. Юқори вольтли узатиш линиялар таъсири.
7. Электр узатиш линиясини ишлаш режим схемаси.
8. Ўзгармас ва ўзгарувчан токнинг алоқа линияларига таъсир схемалар.
9. Электрлаштирилган темир йўл таъсирлари.
10. Радиостанциялар таъсири.
11. Электр узатиш линияларидаги таъсирлардан ҳимояланиш чоралари.
12. Алоқа иншоатларини электрлаштирилган темир йўл таъсирларидан ҳимояланиш чоралари.
13. Ҳаво алоқа линиясининг муҳофазаланиш схемаси.
14. Кабелли алоқа линиясининг ҳимоялаш схемалари.
15. Шаҳар телефон тармоқларининг муҳофазаланиш схемаси.
16. Атмосферадан ҳимоялаш чоралари.
17. Алоқа иншоатларининг радиостанциялардан ҳимояланиш чоралари.

7-маъруза. Алоқа кабелларини экранлаштириш

Коаксиал ва симметрик алоқа кабел занжирларини турли хил ҳалақитлардан ҳимоялашнишнинг асосий воситаларидан бири уларни экранлаштириш йўли билан эришилади. Кабел ўзагида жойлашган занжирларни турли хил ҳалақитлардан ҳимоялаш учун металл кабел қобиклари қўлланади. Қоида бўйича улар тўлиқ цилиндрик кўринишдаги конструктив тузилишга эга бўлиб, улар қўрғошин, алюминий ёки пўлат материалдан тайёрланади, шунингдек икки қатламли экранловчи қобиклар ҳам қўлланилиб, улар алюминий-қўрғошин, алюминий-пўлат каби экранловчи турдаги қобиклардан иборат. Бундан ташқари тасма кўринишдаги экранлар ҳам қўлланилиб, улар алюминий, мис, пўлат тасмалардан тайёрланган бўлаб, спирал ва пўлат симли ўрамлардан ёки думалоқ сим ўрамларидан тайёрланган бўлиши мумкин. (7.1.-расм).



7.1.-расм. Металли қобиклар-алоқа кабел экранлари:
а) тўлиқ; б) тасмали; в) тўқима симли ўрамли.

Коаксиал алоқа кабелларида лозим бўлган миқдорда ҳалақитлардан ҳимояланиш нормаларига эга бўлиш учун бир кабелли алоқа ташкил этиш учун ташқи ток ўтказгич сими мис-пўлат кўринишдаги биметалл кўринишда тайёрланди.

Бизга маълумки экран ҳалақит манбаларидан ҳосил бўлувчи электромагнит майдонни камайтириб беради ва кабел ўзаги ичидаги занжирларни ва алоқа каналларини ўзаро таъсирлардан ва ташқи ҳалақит манбаларидан ҳосил бўлувчи ҳалақитлардан ҳимоялайди.

Реал шароитларда эса экранлаштириш деганда электр ва магнит майдон таъсирлар билан ҳисоблашиб улардан ҳимояланиш тушунилади. Бу пайтда электр майдон билан бирга магнит майдонлар билан курашиш керак бўлиб қолади, булар ичида энг кўп таъсир этувчи майдон магнит майдон ҳисобланади.

Одатда экран таъсири экранлаштириш коэффиценти орқали аниқланади ва у экран билан қопланган ҳолатидаги қандайдир маълум бир фаза нуқтасидаги (E^0, H^0) электромагнит майдон кучланганлигини экрансиз бўлган худди

шундай бир нуқтадаги электромагнит майдоннинг кучланганлигига (E, H) нисбати тушунилади, яъни:

$$S = E^2/H = H^2/E \quad (7.1.)$$

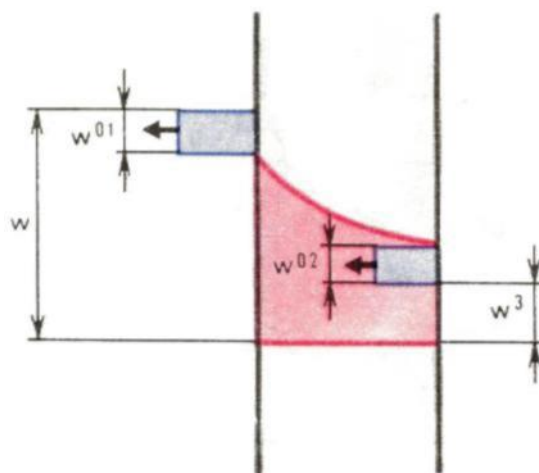
Экранлаштириш коэффициентини S қиймати 1 дан 0 гача бўлган ораликда ўзгариб боради ва у ўз навбатида экранловчи самарадорликнинг энг юқори қийматини аниқлаб беради. Алоқа техникасида экранловчи самарадорликни логарифмик эквивалентда бахоланиб, халақитлар нини сўнишига экран томонидан сўниш децибелда ўлчанади. Буларни эътиборга олган ҳолда экранлаштиришнинг сўниш қиймати қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$A_s = 20 \lg \left| \frac{1}{s} \right| = 20 \lg \left| \frac{E}{E_s} \right| = 20 \lg \left| \frac{H}{H_s} \right| \quad (7.2.)$$

Экранлаштиришнинг сўниш қиймати қанчалик катта бўлса, у ҳолда тизимнинг экранлаштириш самарадорлиги шунча яхши бўлади. Экранларнинг ва қобикларнинг экранлаштириш самарадорлиги ютилишининг сўниш қиймати $A_{\text{ют}}$ ва акс қайтувчининг сўниш қийматларининг $A_{\text{акс}}$ натижавий қиймати орқали аниқланади. Ютилишнинг экранлаштирилиш қиймати металл экранларда уюрма тоқларга иссиқлик йўқотувчанлиги билан боғлиқ бўлади. Узатилаётган тоқ частотаси ва экран қалинлиги қанчалик катта бўлса, экранловчи самарадорлик қиймати шунчалик катта бўлади. Акс қайтувнинг экранлаштирилиши экран тайёрланган материалнинг ёки металлнинг тўлқин қаршилигининг тавсилоти Z , ва экранни ўраб турувчи диэлектрик изоляциянинг тўлқин қаршилигини Z_d бир-бирига мослашганлиги билан боғлиқдир. Демак диэлектрикнинг ва металлнинг тўлқин қаршилиги бир-бири билан қанчалик фарқ қиладиган бўлса, у ҳолда акс қайтиш ҳисобига экранлаштириш самарадорлиги шунчалик катта бўлади.

7.2. - расмда кўрсатиб ўтилганидек электромагнит энергия W экранга етиб бориб унинг ичига кириб боради ва энергия экран ичида бир мунча сўниб боради, ҳамда экран ичига кириб борган энергиянинг маълум бир қисми изоляция-экран чеграсидан акс қайтиш ҳисобига қайтади W^{01} . Иккинчи чегара бўлмиш экран-изоляцияда энергия иккинчи маротаба орқага қайтади W^{02} ва фақатгина энергиянинг қолган бир қисми W^{03} экранловчи муҳитга кириб боради.

Экран ташқарисига ўтиб борган W^0 энергия экран чегарасига боровчи W энергиядан бир мунча кам бўлади.



7.2.-расм. Электромагнит майдонни экран орқали ўтиб бориш жараёни.

Кабел қобилининг электр ва магнит майдонларга нисбатан экранловчи коэффициенти қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$S = S_{11} \cdot S_a = \frac{1}{ch \sqrt{j} k \Delta} = \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{Z_d}{Z_M} + \frac{Z_M}{Z_d} \right) th \sqrt{j} k \Delta},$$

(7.3)

бу ерда: $k = \sqrt{\omega \mu \sigma}$ - уярма тоқлар коэффициенти (7.1 .-жадвал)

Δ -экран қалинлиги;

Z_d - экранни ўраб турувчи

диэлектрик ҳавонинг

тўлқин қаршилиги;

$$Z_d = j \omega \mu R_s;$$

магнит майдонлар учун

;

электр майдонлар учун $Z_d = 1/j \omega R_s$

R_s бўлади, бу ерда R_s - экран радиуси;

$$Z_M = \sqrt{j \omega \mu / \sigma}.$$

- экран тайёрланган металлнинг тўлқин қаршилиги.

7.1.-жадвал

Частота	Мис		Алюминий		Қўрғошин		Пўлат	
f, Гц	K, 1/мм	Θ, мм	K, 1/мм	Θ, мм	K, 1/мм	Θ, мм	K, 1/мм	Θ, мм
$1 \cdot 10^4$	2,121	0,667	1,635	0,864	0,597	2,367	7,561	0,187
$6 \cdot 10^4$	5,196	0,272	4,006	0,353	1,453	0,966	18,52	0,076
$1 \cdot 10^5$	6,709	0,211	5,172	0,274	1,889	0,747	23,92	0,059
$2 \cdot 10^5$	9,487	0,191	7,135	0,193	2,671	0,529	33,82	0,042
$5 \cdot 10^5$	15,0	0,094	11,56	0,122	4,224	0,334	53,47	0,026
$1 \cdot 10^6$	21,21	0,067	16,37	0,086	5,972	0,237	75,61	0,019
$1 \cdot 10^7$	67,09	0,021	51,72	0,027	18,89	0,075	239,2	0,006
$1 \cdot 10^8$	212,1	0,0067	163,5	0,0086	59,72	0,0237	751,1	0,0019

Юқорида кўриб чиқилган маълумотларни эътиборга олган ҳолда экранлаштиришнинг сўниш қиймати қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$A_3 = 20 \lg \left| \frac{1}{S} \right| = A_{\text{юм}} + A_{\text{акс қай}} =$$

$$20 \lg / ch \sqrt{j k \Delta} + 20 \lg \left| 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{Z_{\text{Д}}}{Z_{\text{М}}} + \frac{Z_{\text{Д}}}{Z_{\text{М}}} \right) th \sqrt{j k \Delta} \right|,$$

бу ерда: $A_{\text{юм}} = 201 \lg |c/\pi/\text{ЛД}|$ - ютилиш ҳисобига ҳосил бўлувчи сўниш қиймати; A_0 -акс қайтувчанликнинг экранловчи ҳақидаги сўниш.

Турли хил - мис, алюминий, пўлат, кўрғошин каби материаллардан калинлиги 0,1мм тайёрланган экранларнинг экранловчи хусусиятининг нисбий магнит майдонга таъсири 7.2. жадвалда келтирилган.

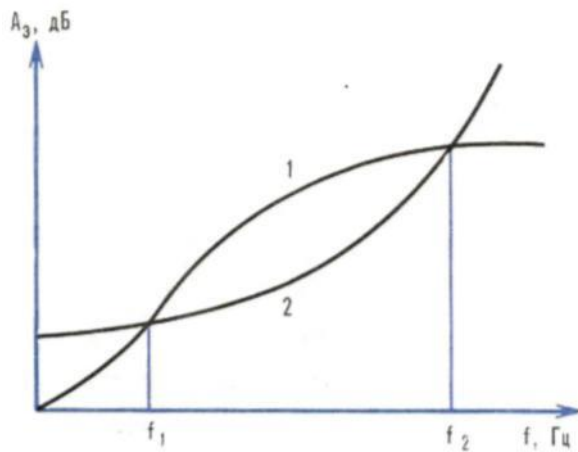
7.2. жадвал

Частота f, Гц	Мис			Алюминий			Пўлат ($\mu=100$)			Қўрғошин		
	$A_{\text{юг}}$	$A_{\text{акс}}$	A_3	$A_{\text{юг}}$	$A_{\text{акс}}$	A_3	$A_{\text{юг}}$	$A_{\text{акс}}$	A_3	$A_{\text{юг}}$	$A_{\text{акс}}$	A_3
20	0	17,8	17,8	0	13,6	13,6	0,87	4,9	5,8	0	1,3	1,3
60	0	27,3	27,3	0	23	23	4,38	8,2	12,6	0	6,4	6,4
100	0,09	31,7	31,8	0	27,4	27,4	9,3	9,5	18,8	0	8,7	8,7
150	0,26	35,1	35,4	0,09	30,8	30,9	12	10,6	22,6	0	13,5	13,5
1000	0,65	46,2	46,8	0,35	44,2	44,5	41,3	15,1	56,4	0,09	29,3	30
10000	126	59,6	186	94,7	59,9	155	530	33,6	564	30,4	54,3	84,7

Келтирилган жадвалдаги маълумотлардан шуни кўриш мумкинки, ютилиш ҳисобига ҳосил бўлувчи сўниш қиймати $A_{\text{юг}}$ уярма тоқлар коэффициентига $k = \sqrt{\omega \mu \sigma}$ тўғри равишда пропорционал бўлганлиги учун частота ошиб борган сари унинг қиймати ҳам кескин равишда ошиб боради. Бундан ташқари, экран калинлиги қанчалик ошиб борса, уярма тоқлар ҳисобига ҳосил бўлувчи бўладиган йўқотувчанлик ҳам ва ютилиш ҳисобига ҳосил бўлувчи йўқотувчанлик $A_{\text{юг}}$ ҳам шунчалик катта бўлади. Агар пўлат материалдан тайёрланган магнит материали ва мис каби материалдан тайёрланган магнит бўлмаган экранларнинг ютилиш бўйича сўниш параметри $A_{\text{юг}}$ магнит материалдан тайёрланган экранлардан анча яхшидир.

Акс қайтиш ҳисобига ҳосил бўлувчи сўниш қиймати $A_{\text{акс}}$ экран тайёрланган металл материалнинг тўлқин қаршилиқ тавсилотиға келмаганлик билан ва экранни ўра б турувчи диэлектрикнинг тўлқин қаршилиги билан мослашмаганлиги билан боғлиқдир. Бундай мослашмаганлик қанчалик катта бўладиган бўлса у ҳолда экранловчи самарадорлик акс қайтиш ҳисобига шунчалик кучли бўлади.

Мис ва алюминий магнит бўлмаган ва пўлатдан иборат бўлган магнит экранларнинг самарадорлиги турли хил частоталарда бир хил бўлмайди. Магнит ва магнит бўлмаган материаллардан тайёрланган экранларнинг турли хил частоталардаги сўниш қийматининг боғлиқлиги кўрсатилган.

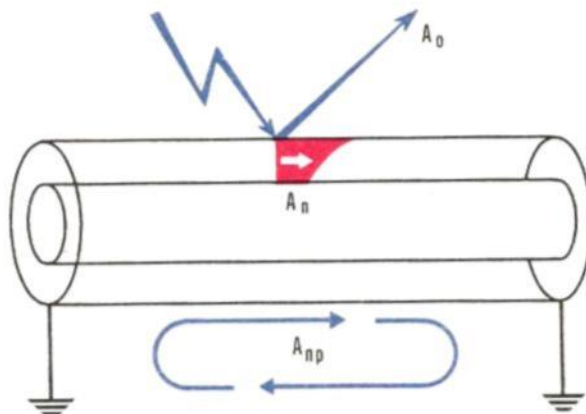


7.3. расм. Экранларнинг экранловчи самарадорлиги: 1) - магнит бўлмаган экранлар; 2)-магнит материаллар.

Агар бу расмга назар соладиган бўлсак, унда частотали характерга эга бўлган зоналар кўринмоқда булар: биринчи яъни нолдан $f_1 = 3 \dots 10$ кГц зонада магнитли экран магнит статик режимида ҳамда электромагнит режимида бўлиб магнит бўлмаган экранга нисбатан яхши хусусиятга эга. Иккинчи зонада яъни f_1 дан $f_2 = 10^6$ Гц диапазонида магнит бўлмаган экраннинг магнит экранга нисбатан яхши экранловчи самарадорликга эга бўлса ҳам, учинчи зонада яъни $f_2 \gg 10^6$ Гц ва ундан юқори бўлган зонада унинг экранловчи хусусияти ёки самарадорлиги магнит материалдан анча юқори бўлади. Бунинг сабаби магнит экранлар энергияни яхши ютади ва уларнинг акс қайтариши бир мунча ёмон ($A_{\text{ют}}$ ва $A_{\text{акс}}$), магнит бўлмаган материалларда эса тескари бўлади, акс қайтиш самарадорлиги ютилиш самарадорлигидан анча кучлидир ($A_{\text{акс}} > A_{\text{ют}}$). Частота диапазони 0,8... 1,0 мГц бўлган ҳолда унинг ажралиш (бўлиниш) чегараси бўлиб, ундан паст бўлган диапазонда ютилиш сўниши қиймати акс қайтиш сўниш қийматидан анча юқори бўлади. $A_{\text{акс}} > A_{\text{ют}}$ ундан юқори частоталар диапазонида эса тескари бўлади $A_{\text{акс}} < A_{\text{ют}}$.

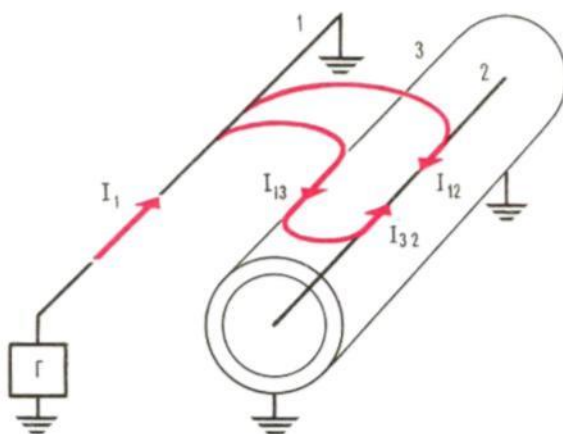
Юқорида қайд этиб ўтилган ҳолатлар ва формулалар кабелнинг умумий ўзагида жойлашган занжирларни экранлаштириш учун тўғри келади, чунки унда ер таъсири бўлмайди ва ундан учинчи занжир умуман йўқдир. Бундай ҳолатларда экранловчи самарадорлик фақатгина ютилиш бўйича сўниш ва акс қайтувчи сўниш билан $A_3 = A_{\text{ют}} + A_{\text{акс}}$ тўлиқ равишда боғлиқдир, чунки бундай ҳолат экранловчи қобикда кўндаланг тоқлар билан боғлиқ бўлади.

Реал шароитларда алоқа кабелларини қўллашда бутун узунлик бўйича тоқлар таъсирини эътиборга олиш керак бўлади, чунки уларда экран (қобик-ер орасидаги учинчи занжир мавжуддир.



7.4.-расм. Кабел қобик экранловчиларининг ташкил этувчилари.

Алоқа кабелининг экранловчи таъсир принципи қуйидаги расмда келтирилган.



7.5.-расм. Бутун узунлик бўйича оқиб ўтувчи тоқлардаги экранлаштириш принципи.

Агар юқори вольтли линия қобиғи бўйлаб ток оқиб ўтишида алоқа линиясида I_3 I_{12} тоқлари индукцияланиб штади, бунга эса шз навбатида I_{13} токи алоқа линиясида I_{32} токини наводка қилиб беради, бу ток I_{12} тоқининг фазасига қарама-қарши йўналтирилган ва уни $I_{\text{мат}} = I_{12} - I_{32}$ бир мунча камайтириб беради. Шундай қилиб, кабелнинг ($I_{\text{мат}} = I_{12} - I_{32}$) қобиксиз бўлган кабелга қараганда бир мунча камроқдир ($I_{\text{мат}} = I_{12}$). Демак кабелда қўлланилган қобикнинг самарадорлиги қаршилигини кичик бўланлиги учун ва ер билан улангани учун анча юқори бўлади.

Ташқи ҳалақитлар манбаида метали қобикларнинг экранловчи самарадорлиги қуйидаги ифода орқали аниқланади: $A_{\text{эмаг}} = A_{\text{юг}} + A_{\text{акс}} + A_{\text{ут}}$. Бу ерда $A_{\text{юг}}$ ва $A_{\text{акс}}$ юқоирда кўрсатиб ўтилган.

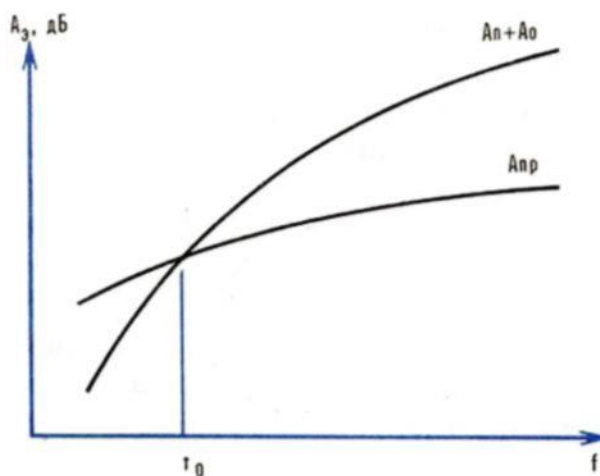
Метал қобикларда бутун узунлик бўйлаб оқиб ўтувчи ток ҳисобига ҳосил бўлувчи экранловчи таъсир- $A_{\text{вт}}$ яъни қобик -ер занжири бўйлаб оқиб ўтувчи ток ҳисобига ҳосил бўлувчи экранловчи ҳолат қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$A_{\text{ym}} = 20 \lg |1 + j\omega\alpha / Z_{\text{қоб}}| = 20 \lg |1 + (j\omega\alpha \cdot 2\pi R_s \cdot thk\Delta) / Z_{\text{қоб}}|$$

Паст частоталар диапазонида $(k\Delta \leq 0,25)$ ва $thk\Delta \approx k\Delta$ ифодани эътиборга олсак у ҳолда:

$$A_{\text{ym}} = 20 \lg |1 + j\omega\alpha \cdot 2\pi R_s \sigma \Delta| \quad (7.6.)$$

Ҳисоблар шуни кўрсатадики, 10 кГц частотага қадар бутун узунлик бўйича оқиб ўтувчи тоқлар ҳисобига экранлаштиришнинг сўниш қиймати эътиборга олинса ундан юқори бўлган частоталарда эса кўндаланг равишда таъсир этувчи тоқлар ҳисобига ҳосил бўлувчи экранловчи самара эътиборга олинади.



7.6.-расм. Кўндаланг ($A_{\text{юг}} + A_{\text{акс}}$) ва бутун узунлик бўйича ($A_{\text{взн}}$) тоқлар ҳисобига экранлаштиришнинг ташкил этувчиларини частотага боғлиқлиги.

Шунинг учун кабел қобикларини электр узатиш линиялари, электрлаштирилган темир йўллар каби кичик частотали таъсир манбаларида экранловчи таъсирида ҳамда қобик -ер орасида ҳосил бўлувчи занжирда бутун узунлик бўйича таъсир тоқларидаги экранловчи самарадорликни кабел қобиғига нисбатан олинади, бу параметрни одатда ҳимояланиш таъсир коэффициентини (КЗД-коэффициент защитного действия) деб аталади. Юқори частоталар ҳисобига ҳосил бўлувчи ҳалақитлар асосан жуда ҳам катта қувватли радиостанциялар, индустриал таъсир манбалари, атмосферада ҳосил бўлувчи электр таъсир ва бошқалардан ҳосил бўлувчи таъсирлар пайтида иложи борица ҳамма экранловчи компонентларни шу жумладан

кўндаланг таъсир этувчи ($A_{акс}+A_{ют}$) ва бутун узунлик бўйича таъсир этувчиларнинг экранловчи самарадорлигини $A_{эт}$ эътиборга олиши керак бўлади.

Алоқа кабеллари қобикларининг экранлаштириш ҳисобига ҳимояланиш таъсиридан ташқари ер остига ётқизилган алоқа кабеллари устига ҳимояловчи тросслар билан биргаликда линияларга осилган таъсир этувчи темир йўлларнинг рельс йўл тармоқлари ҳам бўлиши мумкин. Бундай таъсирлар худди қобикга таъсир кўрсатгандай бўлиши мумкин. Экрaнловчи тросслар билан биргаликда линияларга осилган таъсир этувчи ва таъсир остидаги алоқа линиялари ва электрлаштирилган темир йўлларнинг рельс йўл тармоқлари ҳам бўлиши мумкин. Бундай таъсирлар худди қобикга таъсир кўрсатгандек бўлади. Экрaнловчи троссларнинг экранлаштириш таъсири тахминан 0,5...0,6 оралиқда бўлса уларнинг таъсири эса 0,4 0,5 қийматида бўлади, у ҳолда натижавий ва кабел қобигининг экранлаштириш таъсири S_0 , тросснинг экранлаштириш таъсири S_t ва рельснинг экранлаштириш таъсири S_p қуйидаги кўринишдаги ифода орқали аниқланади:

$$S=S_0 \cdot S_t \cdot S_p \quad (7.7.)$$

Назорат саволлари

1. Алоқа кабеллари учун экраннинг аҳамияти.
2. Металл қобикли экран турлари.
3. Экрaнлаштириш ҳисобига ҳосил бўлувчи йўкотувчанлик.
4. Электромагнит майдонли экран орқали ўтиш жараёни.
5. Турли хил металл экранларнинг тавсилотлари.

8-мәруза. Кабел қобикларини коррозияси ва улардан мухофазаланиш чегаралари

8.1. Коррозия турлари

Коррозия деб - алоқа кабелининг металл қобикларини (қўрғошин, пўлат, алюминий) ҳамда мухофазаловчи ва экранловчи қопламларни (пўлат зирх қоплами, мис ва алюминий экранлар) ўраб турувчи муҳитнинг кимёвий ва электр таъсири остида емирилиш жараёнидир. Қуйидаги кўринишдаги коррозиялар мавжуд: тупроқ ости-электро кимёвий, кристаллараро-механик ва электрокоррозия - дайди тоқлар ҳисобига ҳосил бўлувчи.

Кабел қобикларининг коррозияси ҳисобига алоқа кабелларининг герметиклигини бузилишга олиб келади ва у ўз навбатида уларнинг электр хусусиятини бузилишига, баъзи бир ҳолларда эса кабелларни шикастланиб ишдан чиқишига олиб келади.

Коррозия ҳисобига емирилиш ҳолати қуйидаги маълумотлар асосида тавсифланади: ер остида оқиб ўтувчи 1А кучга эга бўлган дайди тоқ бир йил мобайнида 12 кг пўлатни, 36 кг қўрғошинни ва 100 кг алюминийни йўқотувиға олиб келади.

Алоқа кабелининг қобиқини ер ости тупроқлари билан ўзаро таъсирини характерига боғлиқлиги, яъни ер остида ётқизилган кабел бўйлаб оқиб ўтувчи дайди тоқлар ҳисобига кабелнинг ташқи металл қобиқида анод, катод ва ўзаро ўзгарувчан белгили зоналар ҳосил бўлади.

Анод зона деб ер остида ётқизилган кабелни ташқи металл қобиқида ўраб турувчи ташқи муҳитга нисбатан мусбат электр потенциал ҳосил бўлган участкадир. Бундай зонада кабел қобиқидан тоқлар оқиб чиқади ва улар ўз навбатида кабел қобиқидан заррачаларни олиб чиқиб кетади бу эса кабелни бузилиб шикастланига олиб келади.

Катод зона деб ер остида ётқизилган кабелни ташқи металл қобиқида кабелни ўраб турувчи ташқи муҳитга нисбатан манфий электр потенциал ҳосил бўлган участкадир. Одатда бундай зонада тоқлар кабел қобиқиға кириб боради бу эса кабелнинг бузилиб шикастланишиға олиб келмайди.

Ўзаро ўзгарувчан белгили зоналар деб кабелнинг металл қобикларида ерга нисбатан мусбат ва манфий потенциалларни ўзгарувчан жойига айтилади.

Коррозия тезлиги анод ва катодлар оралиғида оқиб ўтувчи тоқ қийматига боғлиқ.

$$V = \frac{K}{S_a} = \frac{U_K - U_a}{R}$$

бу U_K ва U_a - ерда: катод ва анод потенциаллари;

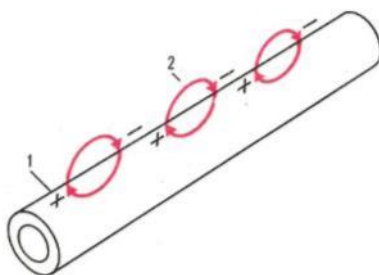
S_a - анод участкасининг юзаси;

K - занжирнинг ички қаршилиги;

K - фарадей сонларини аниқловчи коэффициент.

8.2. Тупроқ ости электрохимий коррозия.

Тупроқ ости ёки ер ости коррозияси деганда кабелларнинг ва металл қобикларини ташқи муҳофазаловчи муҳит орсидида ҳосил бўлувчи электрохимий жараёндир. Ер ости коррозиясини ҳосил бўлишига асосий сабаблар: ер ости намгарчилиги, органик моддалар, тузлар, кислоталар, ишқорлар, кабел қобиқини бир таркибли бўлмаслиги, тупроқнинг химиявий бир таркибли бўлмаслиги ва уни кабел қобиқи билан бирлашиб кетиши, кабел қобиқига ҳаво кислородини бир меъёрида кириб бормаслиги ва ҳ.к. Бундай жараён жараёнида кабелнинг металл юзасида гальваник парлар ҳосил бўлиб, металл ва ташқи муҳит оралиғида тоқларнинг циркуляцияси кўринишида ҳаракланади (8.1.-расм).



8.1. -расм. Ер ости коррозияси $\oplus$ анод зона; $\ominus$ катод зона; 1- кабел қобиғи; 2- коррозия тоқи.

Кабел қобиқидан тупроққа тоқларни чиқиб кетиш жойида анод зоналар ҳосил бўлиб бу ерда кабел қобиқини емирилиш рўй беради.

Коррозияни интенсивлиги атроф-муҳитнинг агрессивлигига боғлиқ бўлиб, у икки параметр орқали ҳарактерланади: тупроқнинг солиштира қаршилиги ва тупроқнинг кислота бўйича РН (РН - кислотанинг сонли қиймати бўлиб тупроқни ҳажм бирлиги бўйича водород ионларининг сони) кимёвий тавсилоти.

Тупроқнинг солиштира қаршилиги бўйича улар уч гуруҳга бўлинади: кичик агрессив бўлган тупроқлар (қумлик, лойлик, тошлоқ) - $\rho > 100$ Ом. м;

ўртача агрессив бўлган тупроқлар (шўрлик ерлар, ўрмонлар, кучсиз қора тупроқ) - $\rho < 20 \div 100$ Ом. м;

юқори агрессивлик тупроқлар (торф, оҳак, қора тупроқ, чиқинди, ахлатлар) $\rho < 100$ Ом.м.

Келтирилган гуруҳ тупроқлардан металл қобиклар учун, коррозиянинг энг таъсир кўрсатувчи учинчи гуруҳ ҳисобланади.

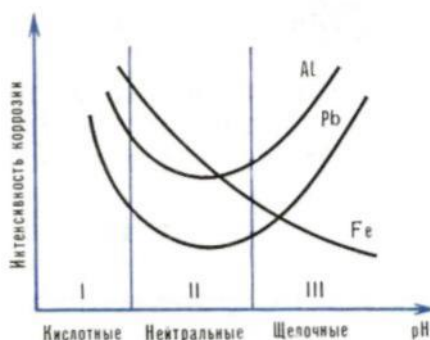
Кимёвий аралашмалар бўйича (кислота РН сони) тупроқлар уч гуруҳга бўлинади:

РН = 5 - кислотали тупроқлар - азот, тузли кислоталар, олтин гугурт аралашмалар (торф, қора тупроқ ишлаб чиқариш чиқиндилари);

$\text{pH} = 5 \div 10$ - нейтрал тупроқлар (қум, лой, тошлоқ);

$\text{pH} = 10 \dots 15$ - ишқорли тупроқлар бўлиб, улар кальций, натрий, калий, фосфор, оҳак аралашмаларидан иборат.

8.2.-расмда турли ҳил гуруҳдаги тупроқларнинг агрессивлиги кўрсатилган. Агар бу расмга назар соладиган бўлсак, унда турли ҳил металллар турли ҳил тупроқларда ўзини ҳолатини кўриш мумкин.



8.2.-расм. Турли ҳил металлларнинг коррозияга чидамбардошлиги: I - кислотали тупроқлар; II - нейтрал тупроқлар; III - ишқорли тупроқлар.

Қўрғошин асосан ишқорли ва кислотали муҳитларда -1.5В потенциалдан юқори бўлганда емирилади, алюминий эса иккали муҳитда ҳам интенсивлиги юқори, пўлат эса кислотали муҳитда анча агрессив бўлиб, ишқорли муҳитга таъсири анча камроқ.

8.3. Кристаллараро коррозия

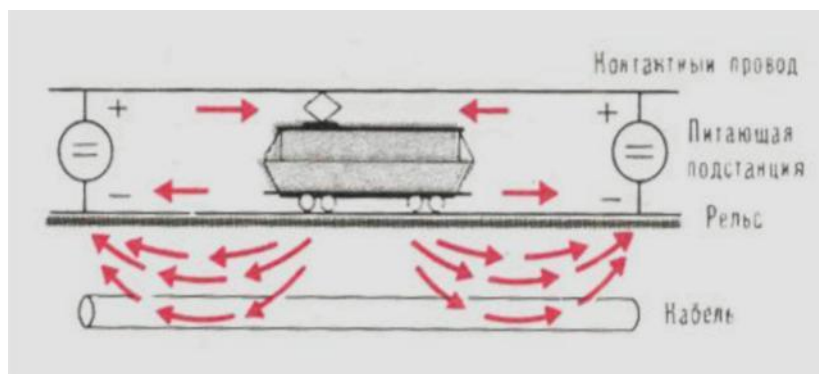
Кристаллараро коррозия кабелларни вибрацияси жараёнида ҳосил бўлиб, бундай ҳолат кабелларни маълум бир масофага ташишда, кабелларни катта юклар ташиладиган темир йўллар бўйича ётқизилганда, автомобил ва темир йўл кўприкларидан олиб ўтишда ва кабелларни ҳаво орқали ўтган алоқа линияларининг сим ёғочларига осиб беради.

Қўрғошин қобикли кабелларда кристаллараро коорозия натижасида майда ёриқлар ҳосил бўлиб, бу жараён жараёнида ёриқлар катталашиб боради ҳамда натижада кабелни бузилишига олиб келади.

8.4. Электр коррозия

Электр коррозия - кабелларнинг металл қобикларининг ердаги дайди ток ҳисобига бузилиш жараёнидир. Дайди тоқлар манбалари бўлиб, трамвайларнинг ва электрлашган темир йўлларнинг, метрополитенларнинг релс йўллари, дистанцион электр манба ускуналарининг иккинчи ўтказгич вазифасини ер бажарганда ҳисобланади.

Электрлашган темир йўллардан ҳосил бўлувчи дайди тоқларнинг алоқа линияларига таъсири 8.3-расмда келтирилган.



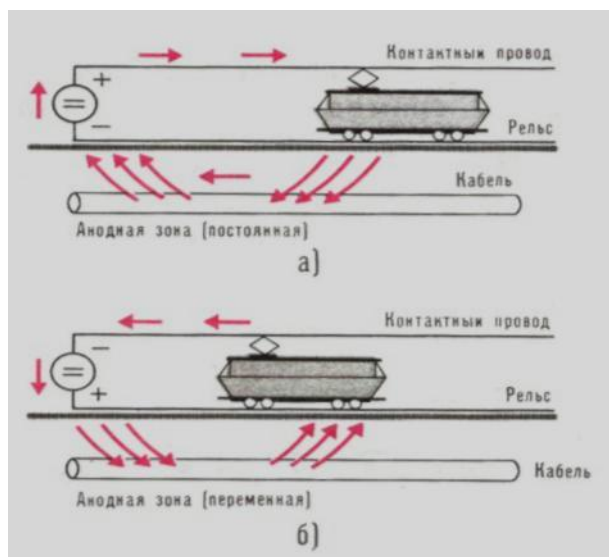
8.3.-расм. Дайди токларнинг электрлашган темир йўллар бўйлаб ҳаракатланиши.

Электрлашган темир темир йўлларда ва трамвай йўли тармоқларида манба берувчи подстанция томондан мусбат манба ток ўтказгич симлар бўйлаб узатилса, манфий манба эса темир йўл рельслари орқали манба берувчи подстанция билан уланади. Токнинг маълум бир қисми эса ерга қараб ҳаракатланиб кетади, ер қаъри бўйлаб ҳаракатланган тоklar дайди тоklar деб юритилади, бу тоklar ер қаърида жойлашган металл иншоотлар бўйлаб ҳаракатланади. Агар шу яқин атрофда алоқа линиясининг кабелли ётқизилган бўлса, у ҳолда бундай тоklar кабелнинг металл қобиқи бўйлаб ҳаракатланади ва кабел қобиқидан ерга ўтиб кетади, ер орқали генераторнинг бошқа уланувчи манбасига қайтиб келади.

Ер орқали кабел қобиқига кириб келувчи дайди тоklar участкаси катод зона деб юритилади, кабел қобиқидан дайди тоklarни чиқиб кетадиган участка эса анод зона деб юритилади ва шу зонада кабел қобиқини бузилиши рўй беради.

Шаҳарлараро кабелли алоқа линияларида кучайтиргичлар учун электр манба дистанцион равишда —ток ўтказгич сим - ер|| схемаси бўйлаб узатилади. Бундай ҳолатда ер ўтказгичи бўйлаб оқиб ўтувчи токнинг маълум бир қисми кабел қобиқига қараб кириб боради у ўз навбатида катод зонани ҳосил қилади. Кабел қобиқи бўйлаб оқиб ўтувчи ток маълум бир бошқа жойда қобиқдан чиқиб ерга қараб оқиб кетиб у ўз навбатида анод зонани ҳосил қилади.

Металл қобиқдаги электрокоррозиянинг интенсивлиги кабел қобиқи бўйлаб оқиб ўтувчи ток ва кучланиш қийматига боғлиқ. Электр нормалар бўйича ток ва кучланиш қуйидаги келтирилган қийматлардан ошмаслиги керак: $U_K < -0.9 \text{ В}$; $I_K < 0.15 \text{ мА/м}$. Келтирилган қийматларда ток ва кучланиш ошиб кетадиган бўлса у ҳолда кабелларни коорозиядан муҳофаза этиш масаласи кўрилади. Электрлашган темир йўл транспортидаги электр манбани икки хил вариант бўйича ерга улаш мумкин. (8.4.-расм)



8.4. -расм. Электр манбаларнинг ерга улаш вариантлари: а) манфий потенциални ерга улаш; б) мусбат потенциални ерга улаш.

Манфий электродни ерга уланиш схемаси асосан трамвай ва метрополитенларда бўлса, мусбат электродни ерга улаш схемаси электрлаштирилган темир йўл тармоқларида олиб борилади.

Биринчи ҳолатни анод зона яъни бузилиш ҳолатини келтирувчи зона маълум бўлиб, бу ҳолатда кабелларни муҳофазалаш мумкин.

Иккинчи ҳолатда эса анод зона бутун кабел бўйича электрлаштирилган поезд ҳаракати билан ўзгариб боради. Кабелларни бузилиш зонаси бутун узунлик бўйича бўлиб муҳофазалаш чораларини кўриш қийин. Шунинг учун манфий электр манба электродни ерга улаш лозим.

8.5. Коррозиядан муҳофазаланиш чоралари

Алоқа кабел қобикларининг коррозиядан ҳимояланиш чоралари электрлаштирилган транспортлар билан биргаликда алоқа иншоотларида ҳам турли тадбир-чоралар бажарилади.

Электрлаштирилган темир йўл транспортида қуйидаги чора-тадбирлар бажарилади:

- электрлаштирилган транспортлар қатнайдиган рельсларнинг қаршилигини камайтириш учун рельслар уланган жойлари сифатли қилиб пайвандлаб уланади;

- электрлаштирилган транспортлар қатнайдиган рельсларни ердан изоляцияси майда шағал тошлар, кумлар билан яхшиланади;

- электрлаштирилган транспортларнинг ҳаракати учун минусли электрод ер билан уланишга олиб келинади.

Алоқа иншоотларида қуйидаги ҳимояланиш чора-тадбирлари кўрилади:

-алоқа кабелни ётқизиладиган тупроқ бир мунча кам миқдорда бўлган тупроқларда яъни қум, лой, қотиб қолган лой, унчалик ёғлиқ бўлмаган қора тупроқлар кабелларни ётқизиш йўли билан;

-металл қобикли алоқа кабелларни айниқса алюминий ва пўлат каби материалар устидан албатта полиэтилен ичаклар (шланглар) билан алоқа кабеллар герметизацияланади;

-электр коррозиядан ҳимояланиш учун электр дренажда фойдаланилади;

-электр коррозиядан ва тупроқ ости коррозиясида ҳимояланиш учун катод ускуналарида фойдаланилади;

-электр коррозиядан ҳимояланиш учун изоляцияловчи муфталардан фойдаланилади;

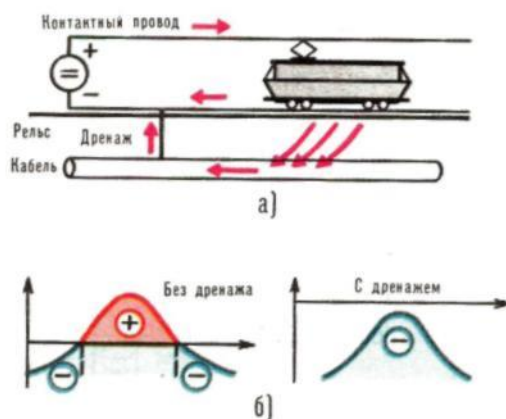
-тупроқ ости коррозиясидан ҳимояланиш учун протектор ускуналарида фойдаланилади;

-кристаллараро коррозиядан ҳимояланиш учун амортизацияловчи антивибраторлардан, рессорли осмалардан фойдаланиш тавсия этилади.

Электр дренаж, катод ва протекторли ускуналар ҳимояланишнинг актив электр усулларига таалукли бўлса, қолганлари эса ҳимояланишнинг пассив элементларига таалуклидир.

Электр дренаж

Электр дренаж бу ҳимояланувчи кабелдан дайди тоқларни тоқ ўтказгич сим ёрдамида тортиб олиш жараёнидир. Дренаж ҳимояланувчи кабелга анод зонанинг ўртасига яъни кабел қобиғида ерга нисбатан энг катта мусбат потенциал бўлган жой тушунилади. Дайди тоқлар дренаж кабелни рельсга ёки электр манба билан таъминлаб берувчи подстанциянинг минусли шинасига улаб ўтказиб юборилади. Натижада кабел –қобиғидаги анод зонада катод зонага ҳолатига ўтиб кетади.



8.5.-расм. Электр дренаж:

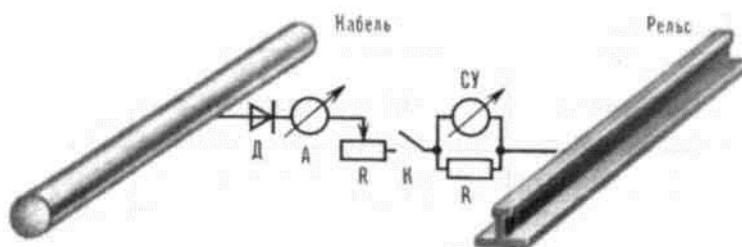
а) ишлаш принципи; б) кабел қобиғидаги потенциал.

Агар лозим бўладиган бўлса у ҳолда бир нечта дренаж ускуналари алоқа кабеллини электрлаштирилган темир йўл билан яқинлашганда кабел қобиғида манфий потенциал бўлинишини таъминлаб бериш учун қўлланади. Бундай дренажлар тўғри уланувчи электр дренажлар деб аталади. Тўғри уланувчи электр дренаж икки томонлама ўтказувчанликга эга бўлганлиги учун, у фақатгина доимо анод зона бўладиган жойларда қўлланади, мисол учун шаҳарлараро алоқа кабелларини дистанцион манба ҳисобига ҳосил бўлувчи дайдитокларда ҳимоялаш учун қўлланади.

Агар кабел қобиғида потенциалларнинг манба белгилари-ерга нисбатан доимо ўзгариб турадиган зоналар кузатилса, у ҳолда бир томонлама ўтказувчанликга эга бўлган ва улар поляризацияловчи дренажлар деб юритилади. Бунда дренаж занжирига бир томонга ўтказиш қобилиятига эга бўлган венти́ллар, диодлар ёки поляризацияловчи релелар уланади ва натижада ток фақатгина кбел қобиғидан электрлаштирилган темир йўл учун электр манба озукаси билан таъминлаб берувчи подстанцияга келиб оқиб кетади. Алоқа кабеллари учун поляризацияловчи дренажлар қўлланади. Ишлаб чиқарувчи корхоналар томонидан 20та турга яқин бўлган поляризацияловчи дренажлар қўлланади, булар ичида кенг равишда 8.1.-жадвалда кўрсатиб ўтилган дренажлар қўлланади.

Тип дренажа	Принцип работы	Чувствительность по напряжению, В	Допустимый дренажный ток, А	Обратное напряжение, В	Габаритные размеры, мм
ПЭД-58	Электромагнитный	0,4—0,6	100	200	550×330×270
ПГД-200	Вентильный на полупроводниках	0,7	200	50	460×520×225
ПГД-100	То же	0,7	100	100	460×520×225
ПГД-60	—→—	0,7	60	150	460×520×225

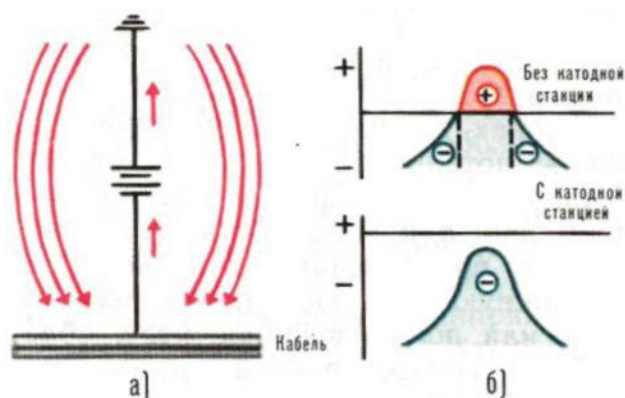
8.6.-расмда эса ПГД туридаги поляризацияловчи дренажнинг схемаси келтирилган.



8.6.-расм. ПГД туридаги поляризацияловчи дренаж схемаси: Д-диод; А-амперметр; R-резистор; К-калит; СУ-сигналловчи курилма.

8.6. Катодли химоя

Катодли химоянинг ишлаш принципи алоқа кабел қобиғида ерга нисбатан мусбат, мусбат потенциал бўлган жой яъни анод зонага эга бўлган кабел қобиғига ўзгармас токга эга бўлган ташқи манбага манфий қутбни улаш йўли билан бажарилади ва бу билан химояланувчи кабел қобиғи манфий потенциал бориш йўли билан амалга оширилади. Шундай қилиб ток манбаининг кучланишини кабел қобиғидаги анод зонаси катод зонага ўтказилади. Ток манбаининг мусбат қутбини ер билан уланади. Катод станциянинг ишлаш принципи 8.7.-расмда келтирилган.



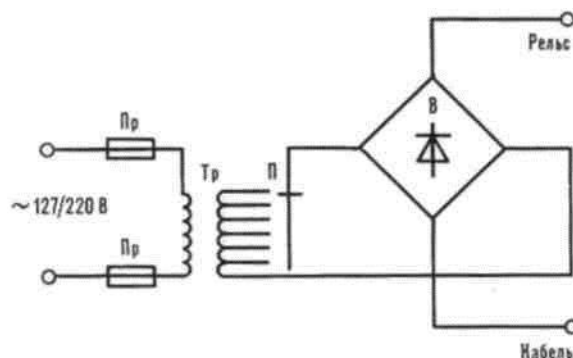
8.7.-расм. Катод қурилма. а) ишлаш принципи; б) кабел қобиғидаги потенциал.

Катодли химояланиш учун катод станциялар қўлланади ва улар селенли тўғрилагичлардан ёки герменийли диодлардан иборат бўлган тўғрилагич қурилмалардан иборат. Шунингдек ичига ўрнатилган ўзгартиргичлар катод станцияларда ишлаб чиқарилиб улар секин-асталик ёки поғонасимон равишда тўғриловчи кучланишни соzлаши мумкин. Бугунги кунда кенг равишда қўлланувчи катод стнацияларнинг тавсилотлари қуйидаги жадвалда келтирилган.

Тип станции	Тип диода	Выпрямительные		Мощность, Вт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
		напряжение, В	ток, А			
КС-400	Селеновый	10—40	10	40	610×620×200	34
КГС-500	Германиевый	10—50	10	500	310×540×280	31
КСК-500						
КГС-1200,	—→—	10—60	20	1200	410×630×280	68
КСК-1200						
АСКЗ-1200	—→—	0—50	25	1200	410×630×280	80

Алоқа кабел қобикларини коррозиядан ҳимоялаш самарали чораларидан бири АСКЗ-1200 туридаги автоматик катод станциялар ёрдамида эришилади ва улар автоматик равишда лозим бўлган диапазонда ҳимояловчи потенциални таъминлаб беради.

КС-400 туридаги катод станциянинг принципиал схемаси С-41-расмда келтирилган.

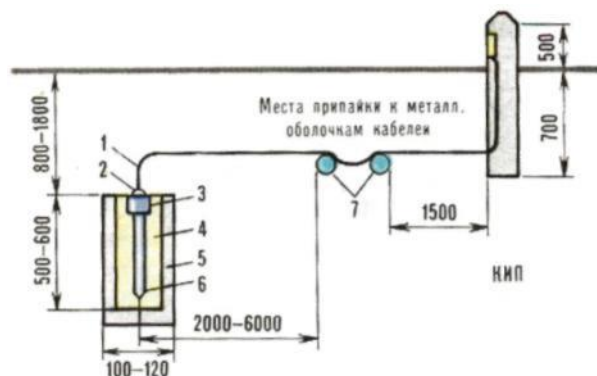


8.8.-расм. Катод стнациянинг принципиал схемаси.

Жуда ҳам катта эксплуатацион харажатлар ҳисобига катод станцияларнинг яхши афзаллик томонларидан бири бу станцияни бир нечта ер ости иншоатларини биргаликда ҳимояланиш учун қўлланади, шу жумладан дайди тоқлардан ҳимояланиш учун ҳам қўлланади.

8.7. Протекторли ҳимоя

Протекторли ҳимя ҳудди катодли ҳимоя сингари бўлиб, унда фақатгина ҳимояланувчи кабел қобиғида манфий потенциални яратиш учун ташқи ток манбаи қўлланса ва унда ҳосил бўлувчи ток турли хил материални мисол учун мис-0,377, қўрғошин...-0,126, пўлат...-0,41, алюминий...-1,66, магнит...-2,37 бир-бири билан уланиши ҳисобига электр кимёвий потенциаллар фарқи натижасида ток ҳосил бўлади. Бундай ток жуда ҳам юқори потенциалдан бир мунча кичик потенциал томон характерланади, натижада унинг бузилиши таъсири бир мунча кичик потенциални металда рўй беради. Одатда протекторли электродлар учун магний, алюминий ва рух материалларидан ташкил топган магнийли аралашмалар - (МЛ) қўлланади. Бундай электрод узунлиги 600..900 мм диаметри 150...240 мм бўлган цилиндр кўринишида бўлиб унинг контакти пўлат ўзак ёрдамида бажарилади.



8.9.-расм. Электрод ҳимоя қурилмаси.

1-бир-бири билан уловчи сим; 2-гидроизоляция; 3-қўрғошин; 4-тўлдиргич;
5-электрод; 6-контактловчи ўзак; 7-алоқа кабелі.

Бугунги кунда алоқа иншоатларида ПМ-54, ПМ-109 ва ПМ-209 туридаги протекторлар қўлланади. Протекторли ҳимоянинг ишлаш принципи шундан иборатки кабел қобиғидаги катод зона ер билан уланган кабел қобиғидаги потенциал протекторли электроди изоляцияланган сим ёрдамида ер билан уланган жойидаги электрохимёвий потенциал бир мунча юқори бўлади. Бундай электрод анод вазифасини бажаради ва унлан оқиб чиқувчи ток ерга қараб оқиб кетади. Бундай ҳолатда кабел қобиғи катод вазифасини бажаради, натижада кабел қобиғи коррозиядан ҳимояланади. Мисол учун қўрғошин қобиқда ва магнитли электрод орасидаги потенциаллар фарқи $V = -2,37 - (-0,126) = -2,2413$ болади.

Протекторли электродлар асосан ер ости коррозиясида ҳимояланиши учун қўлланилади ва улар ҳар бир кучайтиргич участкасида иккита-учтадан жойлаштирилиб, ўрнатилади. Бунда улар орасидаги ва кабел орасидаги масофа 2...6 метрдан кам бўлмаслиги, ҳамда чуқурлиги 0.6....1.8 метрдан кам бўлмаслиги керак. Одатда протектор назоратловчи - тадқиқодловчи пункт (КМП)га уланади.

8.8. Алюминий ва пўлат қобикларни коррозиядан ҳимоялаш услублари

Бугунги кунда алоқа кабеллари учун қўлланувчи қўрғошин, пўлат ва алюминий материалларидан тайёрланган қобикларни бир - бир билан солиштирадиган бўлсак, унда коррозияга энг кўп таъсирчан бўлувчи қобик материалларидан асосан қўрғошин, пўлат ва ниҳоят алюминий ҳисобланади. Коррозияга алюминий материалнинг энг кучли таъсири асосан анод зонада бўлмай балки жуда ҳам кучли катод потенциалларида ҳам рўй беради. Бундан ташқари алюминий материалдан тайёрланган қобиклар пўлат, мис ва қўрғошин материалдан тайёрланган қобиклар билан туташиб контакт

бўлган жойларида гелванис парлар натижасида коррозия таъсири остида бўлади.

Алюминий материалидан тайёрланган қобиклар - 0.52...+1.4 В бўлган жуда ҳам кичик манфий потенциаллар диапазонида коррозияга таъсирчан бўлмайди. Қўрғошин ва пўлат материалларидан тайёрланган қобиклар потенциали - 0.9В юқори бўлган анод зоналардагина коррозия остида бўлади.

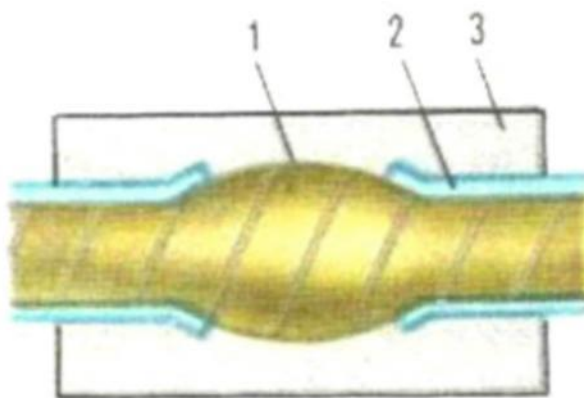
Турли хил материаллардан тайёрланган қобикларни бир - бири билан солиштирадиган бўлсак, унда пўлат материалидан тайёрланган қобиклар кислотали мухитлардаги таъсирларга анча сезгир ва у бир мунча ишқорли мухитларга чидамлидир. Қўрғошин ва алюминий материаллар эса иккала ҳолатларда ҳам коррозия таъсирига чидамсиз. Тўлқинсимон қобикнинг энг юқори чўққиларида тезда бузилиб шикастланади.

Юқорида қайд этиб ўтилгандек алюминий ва пўлат материаллардан тайёрланган қобикларни коррозиядан ҳимоялаш учун улар албатта коррозиядан ҳимояланиш мақсадида металллар усти полиэтилен қобик билан герметизацияланиши алоқа кабелларини ишлаб чиқариш жараёнида устига қилиш йўли билан бажарилади.

Ҳимоялашнинг самарасини ошириш мақсадида қўшимча равишда электро кимёвий усуллар қўлланиб унда протекторлардан, катод станциялардан ҳамда электр дренажлардан фойдаланилиб, улар дайди тоқлар таъсир кўрсатувчи участкаларда жойлаштирилади.

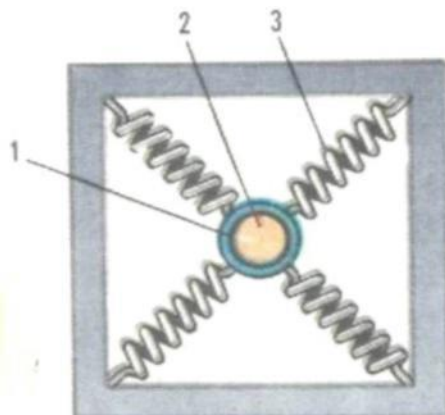
8.9. Пассив ҳимояланиш қурилмаси

Одатда изоляцияловчи муфталар (8.10 - расм) металл кабел қобиғини ёриб кесиб унинг ичига жойлаштирилади ва бу билан дайди тоқлар миқдорини бир мунча камайтиради.



8.10 - расм. Изоляцияловчи муфта: 1 - кабел ўзаги; 2 - кабел қобиғи; 3 - изоляцияловчи муфта.

Алоқа кабелларини ётқизиш жараёнида уларни рессор ёрдамида осиб (8.11 - расм), унда кабелларни темир йўл кўприкларида, темир йўл ва автомобил йўл ёқаларида ҳосил бўлувчи таъсир этувчи вибрация таъсирини камайтириб беради.



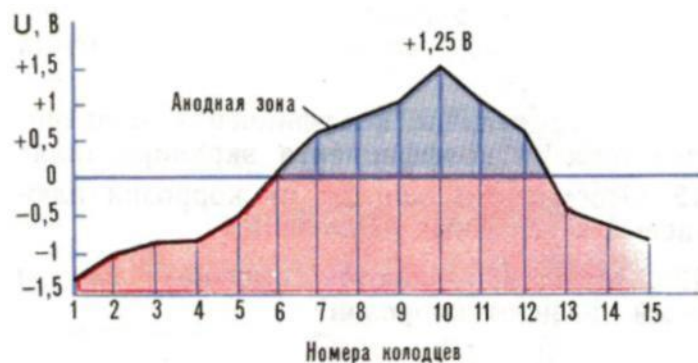
8.11 - расм. Кабелларни рессорли осиб ётқизиш:
1 - қувур; 2 - алоқа кабелли; 3 - рессорлар.

Бундан ташқари алоқа кабелларини симёғочларга осиб ётқизишда резина кабелларни маҳкамлаш пайтларида резинали ёки пластмассали гаситалар (камайтирувчилар) қўлланади.

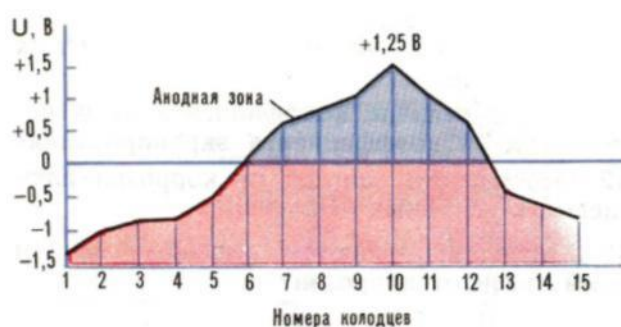
8.10. Алоқа кабел қобикларидаги потенциалларни ўлчаш ва назоратловчи - ўлчов пунктлари қурилмалари

Ҳавфли анод зоналарни аниқлаш учун ва алоқа кабелларини коррозиядан ҳимоялаш мақсадида бир қанча ўлчов мажмуида ўтказилади, булар:

- алоқа кабел қобиғидаги потенциал ва тоқлар;
- алоқа кабелли ётқизилган трасса бўйлаб тупроқнинг солиштира қаршилиги;
- “кабел – ер” участкаларининг ўзгарувчан қаршилигини ва кабел қобиғидан оқиб чиқувчи тоқ зичлигини;
- “кабел – рельс” участкасидаги потенциаллар фарқи.
- Асосий тавсилотлардан бири дайди тоқларни ҳосил қилувчи ва ер ости тоқларининг кабел қобиғидаги ерга нисбатан потенциал қиймати бўлиб, бундай потенциал қийматини ўлчаш учун махсус металл электрод - ер улагичлардан зирх қобиғига эга бўлган кабелларнинг назоратловчи ўлчов пунктларида (КИП) бажарилса, кўрғошин қобикли кабелларда эса ўлчов ишлари телефон кабел қудуқларда бажарилади. Ўлчов маълумотлари бўйича потенциалларни бутун кабел трассаси бўйлаб тақсимланиш диаграммаси тузилади ва бу диаграмма бўйича коррозиядан ҳимоя талаб этиладиган участка аниқланади.



8.12.-расм. Бугун кабел трассаси бўйлаб потенциалларни тақсимланиш диаграммаси.



8.13 - расм. Бугун трасса бўйлаб кабел қобиғидаги потенциалларни тақсимланиш диаграммаси.

Назоратловчи - ўлчов пунктлари ер остида ётқизилган кабеллари учун ускуналар билан таъминланиб, улар ёрдамида дайди ва ер ости тоқларининг потенциалларининг электр ўлчовларини бажариш учун ҳамда ер остига ётқизилган алоқа кабелларининг ер остидан махсус равишда котлаванлар кавлаб олмаган ҳолда кабелларнинг изоляцияловчи қопламларини очмаган ҳолда уларнинг ҳолатларини назоратлаш учун қўлланади. Кабелларнинг турларига қараб ҳамда ётқизиш шароитига қараб назоратловчи - ўлчов пунктларини ўрнатиш жараёнида бажарилиб, улар ҳар 0.6...2.2км масофада муфталар ёрдамида кабеллар уланган жойда ўрнатилади.

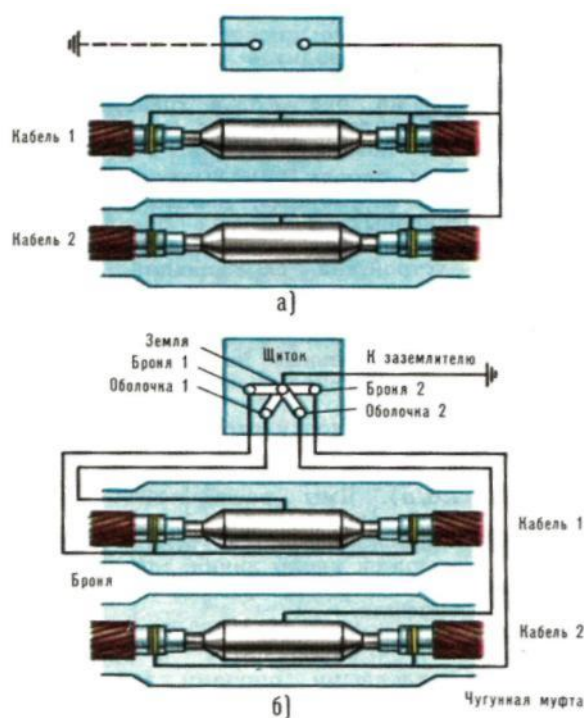
Қўрғошин қобикли зирх қатламига эга бўлган ва ташқи муҳофазаловчи қопламли джугутдан иборат бўлган МКСБ, КМБ каби кабеллар учун назоратловчи ўлчов пунктлар ҳар 0.6...2.0км масофада ўрнатилса, алюминий қобикли ҳамда муҳофазаловчи қоплами полиэтилен ичак билан муҳофазаланган кабелларда эса ҳар 6...7.0км масофада ўрнатилади. Бундан ташқари назоратловчи ўлчов пунктлари кабел қобикларини ер билан уланган ускуналар жойларида ёки кабел қобиғин кабел зирх қатлами билан уланган жойларида яъни кабелларни электр узатиш линиялари электрлаштирилган темир йўллар, ўзгарувчан тоқдан, атмосферадан ҳосил бўлувчи электр таъсирлардан ҳамда коррозиядан ҳимоялаш учун ўрнатиловчи ускуналар ўрнатилган жойларда ўрнатилади.

—Ток ўтказувчи сим - ер|| тизими бўйича дистанцион манба узатувларда эса назоратловчи ўлчов пунктлар (КИП - 1) ҳар 75...100 метр да ва ҳар бир хизмат талаб этилмайдиган пунктларнинг (НУП) иккала томонидан 250...300метр масофада ўрнатилади.

Ҳозирги пайтда икки ҳил турдаги назоратловчи - ўлчов пунктлари (КИП) қўлланади:

- металл қобикли ҳамда зирх қобиклилигига эга бўлган ташқи ҳимояловчи қатлами бўлмаган кабеллар учун ўрнатиловчи КИП - 1;

- металл қобикли зирх қатламли ва зирх қатламсиз бўлган пластмассали ҳимояловчи қопламга эга бўлган кабеллар учун ўрнатиловчи КИП - 2 КИП - 1 ва КИП - 2 турдаги назоратловчи - ўлчов пунктларнинг монтаж схемаси 8.14 - расмда келтирилган.



8.14 - расм. Уланиш схемалари: а) КИП - 1 да б) КИП - 2да

Назоратловчи ўлчов пунктлари тўғри бурчак юзали ҳамда ички томонидан бутун узунлик бўйича қувурли кўринишда бўлиб, унинг ичидан уловчи сим ўтказилувчи темир - бетондан тайёрланган устунча кўринишига эга. Устуннинг энг тепа томон қисмида тавча кўринишидаги қутича маҳкамланиб унинг эшикчаси ташқи томонга қараб очилади. Қутича ичига изоляцияланган материалдан тайёрланган шиток клеммаларидан иборат бўлиб, бу клеммаларга уловчи симлар ўтказилиб улар кабел қобиғи ва ер улагич билан уланади. Устунчанинг пастки қисми эса икки томонга чиқиб турувчи кўринишида бўлиб, у устунчани ердан тортиб чиқариб олишга тўсқинлик қилади. КИП - 1 назоратловчи ўлчов пункти икки клеммали шитокга эга бўлса, КИП - 2 эса бошқа клеммага эга.

Назорат саволлари

1. Коррозия сабаблари
2. Анод зона тушунчаси.
3. Катод зона тушунчаси.
4. Электрохимик коррозия ва улардан химояланиш чоралари.
5. Электр коррозия ва улардан химояланиш чоралари.
6. Механик коррозия ва улардан химояланиш чоралари.
7. Электромагнит таъсирларни алоқа линияларига кўрсатувчи таъсир манбаларини солиштиринг.
8. Қандай таъсирлар хавфли ва ҳалақит берувчи таъсир деб аталади.
9. Электр узатиш линияларининг қандай режими нормал, зўрлаб ишлаш ва авария режими деб аталади?
10. Алоқа занжири қандай ҳолатларда магнит, электр ва гальваник таъсирлар остида бўлади?
11. Алоқа иншоатларида хавфли ва ҳалақит берувчи таъсирлардан химоялашдан қандай чоралар мавжуд?
12. Ер ости кабелли алоқа линиялари яшин токдан химояланишнинг қандай усуллари мавжуд?
13. Алоқа иншоатларини атмосферадан ҳосил бўлувчи электр токдан ва юқори вольтли линияларда химояланиш учун қандай турдаги розрядниклар қўлланади?
14. Радукцион трансформаторнинг ишлаш принципи ва қўлланиш жараёнини тушунтириб беринг?
15. Экранлаштиришнинг қандай физик хусусити мавжуд?
16. Магнит бўлмаган (мис, алюминий) ва магнит (пўлат) экранларнинг экранловчи самарасини солиштиринг?
17. Химояланиш таъсир коэффициентинг экранлаштириш коэффициентидан қандай фарқ қилади?
18. Кабелларнинг алюминийли ва пўлат материалидан тайёрланган қобиқларини коррозиядан химоялаш усуллари?
19. Алоқа кабелларини коррозиядан химояланишнинг қандай усуллари қўлланади?

9-маъруза. Кабелли алоқа линия параметрларни ўлчаш усуллари.

Кабел занжирларни ўзгармас токда электр параметрларни ўлчаш усуллари. Кабелли алоқа линия занжир параметрларини ўзгармас токда ўлчаш

Ҳаво ва кабел алоқа линияларини ишлатиш даврида уч хил ўлчов ишлари бажарилади. Булар профилактик, авария ва назорат ўлчовларидир.

Алоқа линияларини ҳолатини аниқлашда маълум муддат оралиғида профилактик ўлчов ишлари олиб борилади ва кабел параметрларини нормага келтириш учун маълум чора-тадбирлар кўрилади. Авария ўлчовлари кабелни авария ҳолатини, шикаст манбаи жойини ва характерини аниқлаш мақсадида бажарилади.

Таъмирлаш ва бошқа ишлар бажарилгандан сўнг, бажарилган ишлар сифатини аниқлашда назорат ўлчов ишлари бажарилади, бунда линиянинг параметрларини аниқлаш ишлари киритилади. Бундан ташқари бошқа ўлчов ишларини зарурияти туғилса, мисол учун линиянинг шикастланган жойигача бўлган оралиқни ҳам аниқлаш мумкин.

Профилактика ўлчов ишлари ўзгармас ҳамда ўзгарувчан токларда бажарилади.

Ўзгармас токда занжир қаршилиги ток ўтказгич симларни бир-бирларига ва ток ўтказгич симларни ерга нисбатан изоляция қаршилигини, занжирларни омик асимметрияси, айрим кабелларнинг ток ўтказгич симларидан дистанцион манба узатилишида изоляциянинг электр токига чидамлилигини ўлчаш мумкин.

Ўзгарувчан токда узатилаётган томонда частота спекторида занжирлар оралиғида ўзаро ўтиш сўнишлари ва занжирнинг кириш қаршиликларнинг ўлчовидир.

Профилактик ўлчов муддати, ҳажми, линия конструкциясига ўлчов ишларини характерига боғлиқ бўлиб, белгиланган миқдорларда ўлчов ишлари олиб борилади.

Алоқа линияларини эксплуатацияга ёки техник хизматга қабул қилишда занжир ҳолатини ўлчов ишларини, белгиланган миқдорлар билан таққослаб баҳо берилади. ўлчов ишларини бажаришда ҳаво алоқа линияларида атроф-муҳит ҳарорати, ер ости кабелларида эса ернинг ҳарорати ҳисобга олинади.

9.1. Электр ўчовларда линиянинг шикастланган жойини аниқлаш

Алоқа линияларининг шикастланган жойигача бўлган оралиқни аниқлашда, шикастланган жойнинг характерига, химояга, линиянинг конструкциясига ва ишлатиладиган аппаратураларига боғлиқ ҳолда бажарилади. Шикастланган жойни аниқлашда энг аввало, шикастланган участкани ва характерини топиш зарур. Бунинг учун, занжирнинг электр ўлчови (охирги пунктлар ёки оралиқдаги пунктлар оралиғини) ёрдамида

занжирларнинг ва уларнинг изоляцияларининг бутунлиги аниқланади, шундан сўнг шикастланган участкада ўлчов ишлари олиб борилади. Шикастланган жойни бартараф этишда биринчи навбатда вақтинчалик вставкалар (улагичлар) ёрдамида шу линия йўналишда алоқа ҳаракатини тиклаш шарт.

Ўтказгич изоляциясини шикаст жойини аниқлашда (мостовой метод) кўприк усули қўлланади. Агар шу линияда ўтказгичлар бутун бўлса, оддий усул қўллаш мумкин. Бу усулларга

а) нисбатан ўзгарувчан елкали кўприк

б) нисбатан ўзгармас елкали кўприк

Нисбатан ўзгарувчан елкали кўприк схемасида ўлчовлар қуйидаги кўринишга эга.

Бу схемадаги кўприк мувозанатлашда $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ бунда R_x - ўлчов жойидан шикастланган жойгача шикастланган ўтказгичнинг қаршилиги.

$$R_x = \frac{r_2 \cdot R}{(r_1 + r_2)} \quad \text{бунда} \quad R = R_1 + R_2 \cdot \text{занжир қаршилиги бўлиб, бутун ва}$$

шикастланган ўтказгичларнинг қаршилигидир. Агар бутун ва шикастланган ўтказгичларнинг қаршилиги бир хил бўлса, ($r_1 = r_2$), у ҳолда занжир қаршилиги R ва линиянинг узунлиги L ни билган ҳолда R_x инобатга ҳолда, шикастланган жойгача бўлган оралик қуйидаги формула билан аниқланади.

$$L_x = \frac{2L \cdot r_2}{(r_1 + r_2)}$$

Нисбатан ўзгармас елкали кўприкларда ўлчов ишлари қуйидаги схема бўйича бажарилади.

$r_1/r_2 = n$ керакли елка нисбатларига қўйилади. r_3 ни ўзгартириб елканинг мувозанати топилади. Бунда

$r_1(r_3 + R_x) = r_2(R_1 R_2 + R_x)$ у ҳолда $R_x = \frac{R - n \cdot r_3}{1 + n}$ бу ерда $R = R_1 + R_2$ ўлчов асбоби ёрдамида аниқлашимиз мумкин. ("К") (калитни 2 ҳолатга қўйилади). Бунда $R_1 = R_2$ бўлса R_x орқали шикаст жойгача аниқланади.

$$\ell_x = \frac{2LR - n \cdot r_3}{(1 + n)R} \quad \text{агар} \quad n = 1 \quad \text{бўлса, у ҳолда} \quad \ell_x = \frac{L(R - n \cdot r_3)}{R} \quad \text{бўлади.}$$

Алоқа кабел линияларини шикаст жойини аниқлашда яна бир кенг тарқалган усул бор бўлиб, бу усул импульс усули дейилади. Бунда узатилаётган электрмагнит тўлқинлар занжирдан қайтишига асослангандир.

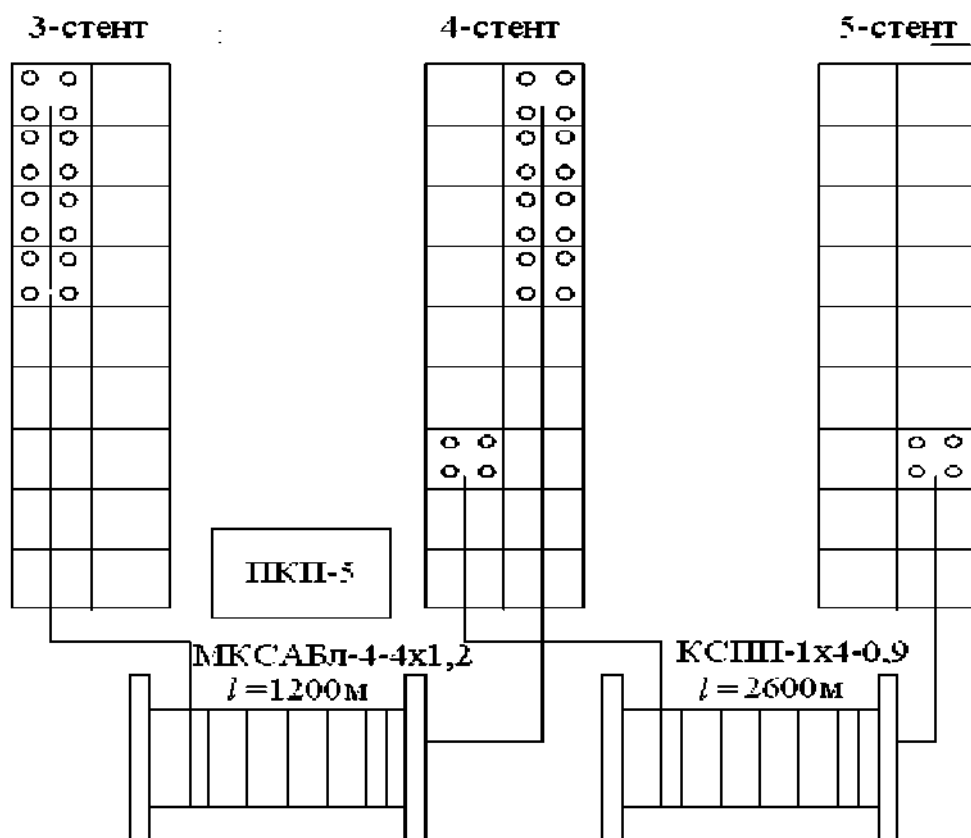
Занжирга қисқа вақтни электрмагнит импульслар жўнатилади, узатилган импульслар тўлқин қаршилиги ўзгарган: яъни узилган, қисқа туташув, ёмон контактли коаксиал жуфтликлар эзилган жойи, кабел ўтказгичлари бир-бирлари билан ўралиб бузилган ва хоказо жойларни қисман ёки тўлиқ қайтади ва ўлчов асбоб экранда акс этади. Бу ҳолда v -

энергиянинг тезлиги ва импульснинг t - вақти узатилиш ва қайтиш вақтини

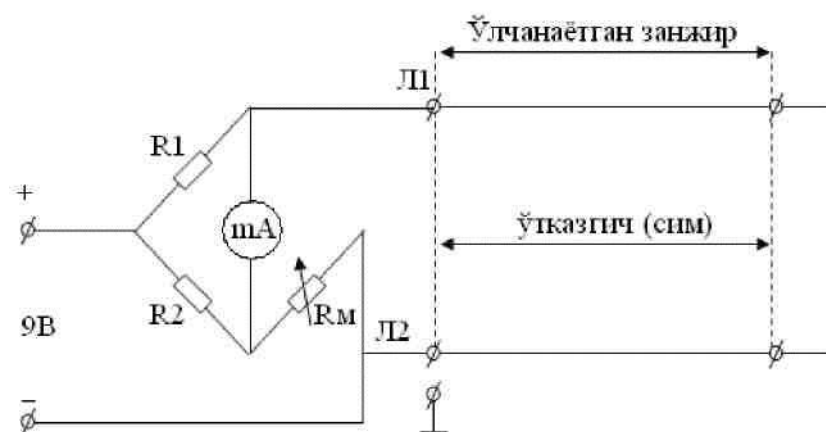
билга

$$2\ell_z = \theta \cdot t \quad \ell_z = \frac{\theta t}{2}.$$

ҳолда



9.1-расм. Иш жойидаги занжир параметрларини ўлчаш схемаси.



9.2-расм. Ўзгармас токда кабел занжирининг электр қаршилигини (шлейф қаршилигини) ўлчов схемаси.

**10-маъруза. Тармоқдан фойдалана олишнинг янги технологик
ечимлари. Ҳозирги замон алоқа хизмати турлари. xDSL технологияси
қўлланилган кенг полосали абонент фойдалана олиш тармоғи.
Маҳаллий алоқа кабелларини янги стандарти.**

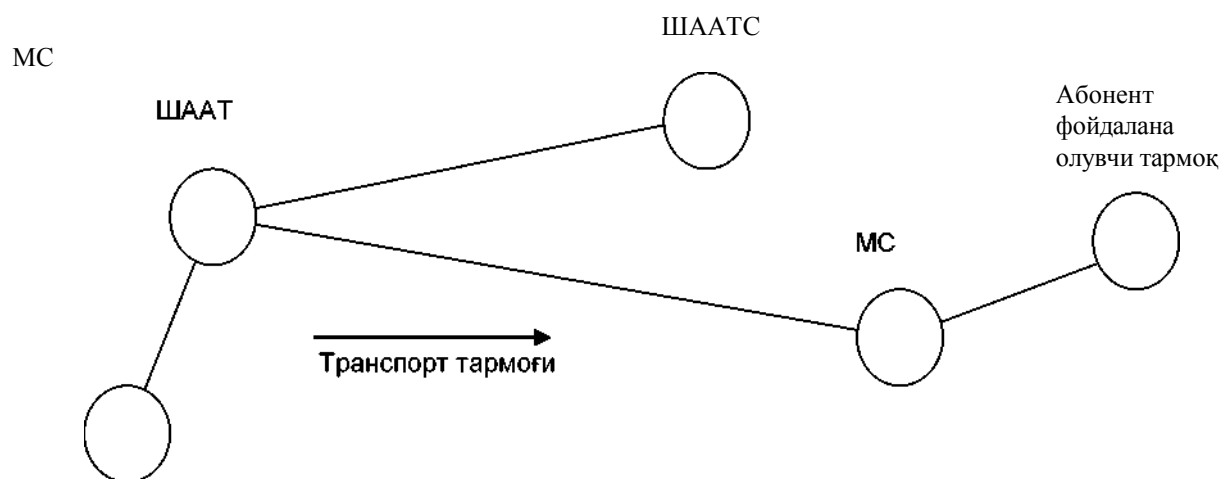
Алоқа тармоқларининг асоси - 64 Кбит/с информатсион узатиш тезлигидаги рақамли каналлардан иборат, аммо каналларни вақт бўйича бўлиш усул билан бир вақтнинг ўзида абонент фойдалана олувчи тармоқларда кенг равишда асинхрон равишда кўчириш усули ёки пакетли узатиш усули қўлланмоқда. Булар ичида кўпроқ пакетли протоколлар АТМ (АзупсБгопош Тгаш&г Моёе) ва IP (Internet Protocol) қўлланмоқда. Кўрсатилган иккала усул ҳам охириги вақтда маълумотларни ва товушларни узатуви учун қўлланмоқда.

Ҳар қандай маълумотлар узатуви ва товуш узатув протоколлари алоқа узатиш воситалари ёрдамида ташкил этиладиган рақамли транспорт каналини талаб этади, кўплаб ишлаб чиқарилган таклифлар, тадқиқотлар эксплуатацияда бўлган маҳаллий, шаҳар ва қишлоқ тармоқларида кенг равишда қўлланувчи ИКМ-30 рақамли узатиш тизими, магистрал ва ҳудудий тармоқларда қўлланувчи ИКМ-120 алоқа узатиш воситаларида асосан HDB-3 коди қўлланмоқда. Бугунги кунда эса бундай тармоқларда рақамли узатиш тизимлари учун янги 2B1Q, CAP, TC-РАМ, DMT каби кодлар қўлланмоқда. Бундай кодларнинг асосий авзаллиги шундан иборатки маълумотларни алоқа линиялари бўйлаб бир хил. Тармоқга узатиш учун кичик частота диапазони қўлланади, аммо —сигнал ҳалақитларга бўлган ҳимояланиш талаблари анча юқори.

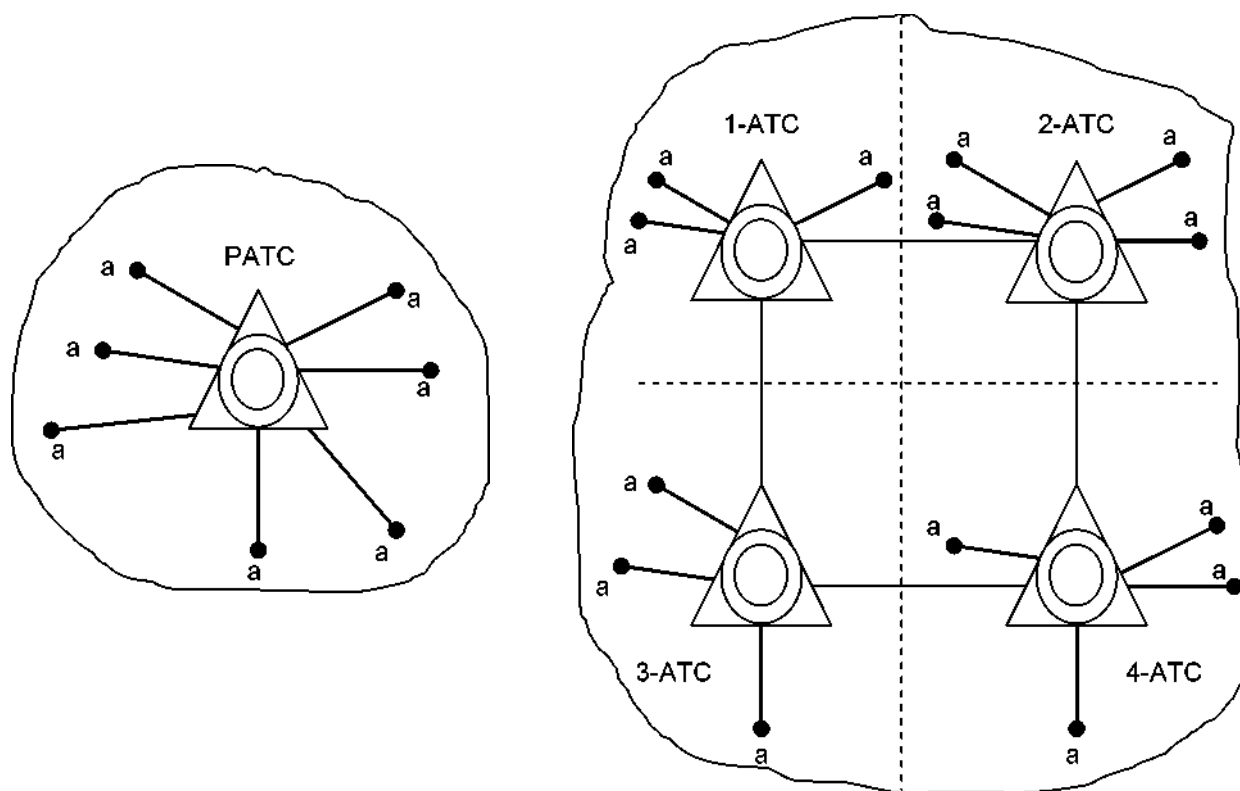
Рақамли абонент фойдалана олувчи тармоқлар учун оптимал ечимлар асосда техник воситаларни танлаш учун алоқа узатиш воситаларнинг аппаратуралари ва узатиш воситалари, кабеллар ва алоқа линияларини электр тавсилотлари ҳамда линиявий тўрт қутблилик орқали тасодифий процессларни ўтиш модели каби комплекс асосда танланиши керак. Тўрт қутбликнинг чиқиш томонидаги спектрал зичлиги линиявий тўрт қутбликнинг чиқиш томонидаги сигналнинг спектрал зичлик кўпайтмаси ва узатув коэффициентининг частота тавсилот модулининг квадрати орқали аниқланади.

Мис симлардан иборат бўлган кабелли линиялардаги рақамли абонент фойдалана олувчи тармоқнинг асоси эксплуатациядаги алоқа линия иншоатларига боғлиқдир, шунинг учун ШТТ ва ҚТТ даги абонентлар абонент фойдалана олувчи тармоқлари асосан рақамли тармоқлар учун хизмат қилади.

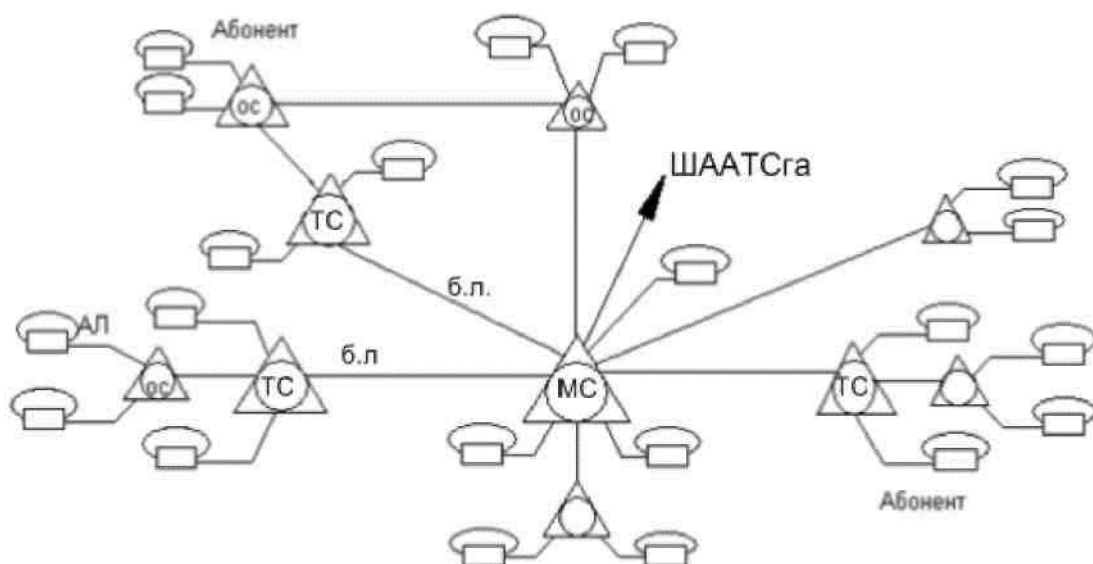
10.1,10.2 ва 10.3-расмларда рақамли алоқа тизимларининг схемалари келтирилган.



10.1- расм. Қишлоқ рақамли алоқа тармоғининг схемаси: ШААТС - шаҳарлараро автоматик телефон станция; МС - марказий станция.



10.2-расм. Рақамли шаҳар тармоқ тузилиш схемаси:



10.3-расм. Худудий рақамли алоқа тармоқ тузилиш схемаси.

Келтирилган расмлардаги тузилиш схемаларида алоқа линия иншоотларида қўлланилган абонент фойдалана олувчи тармоғини аниқлаш учун ушбу тармоқда қўлланувчи ускуна ва қурилмаларнинг техник параметрлари ва уларнинг электр тавсилотларини баҳолаш лозим бўлади. 10.1-жадвалда турли тармоқларда қўлланувчи ускуна ва қурилмаларнинг техник параметрлари ва электр тавсилотлари келтирилган.

10.1-жадвал

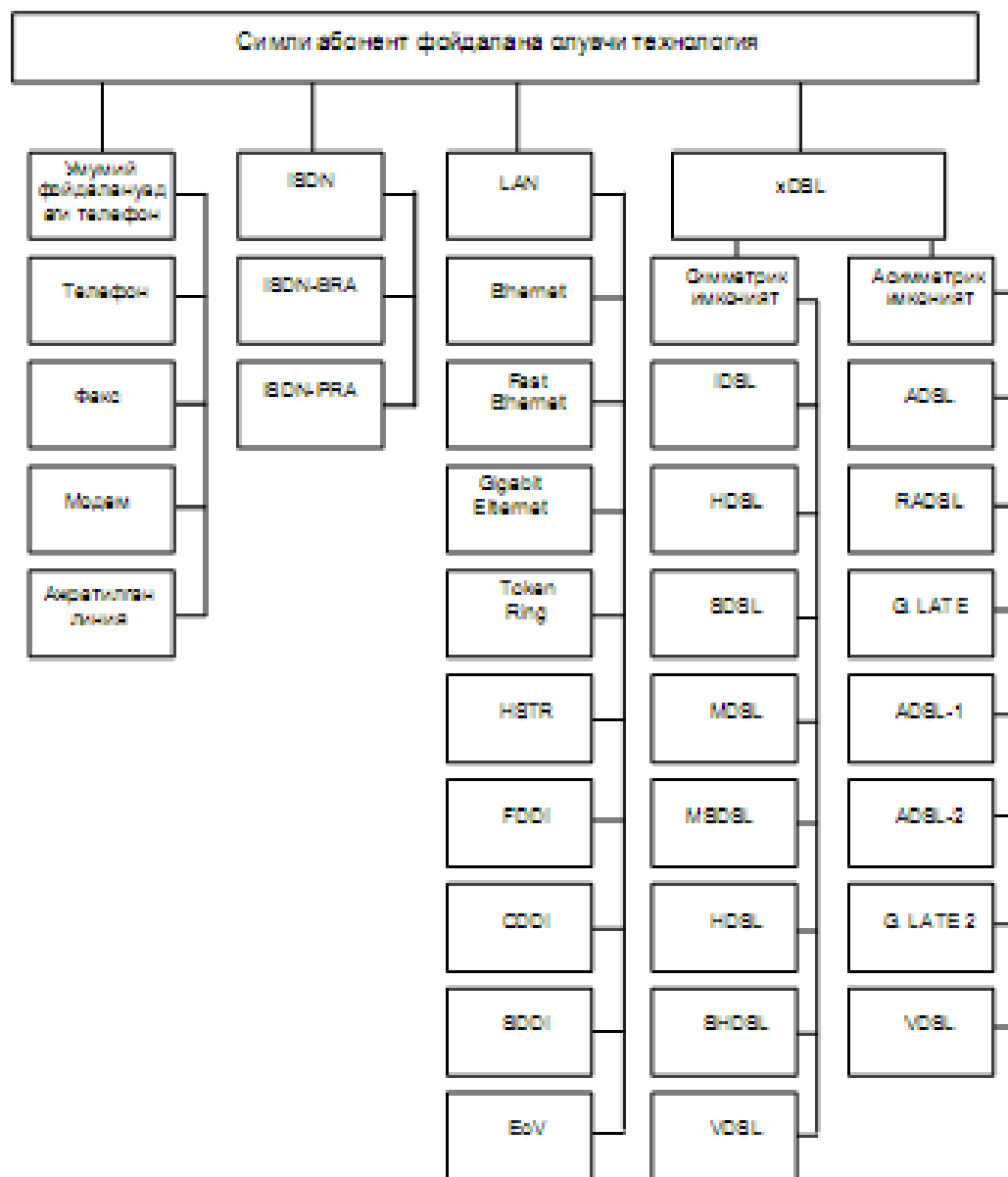
Абонент фойдалана олувчи тармоғидаги ўрни	Алоқа тармоғининг тузилиши	Кабел тури	Аппаратуранинг қўлланилиш шароити	Қўлланувчи частота диапазони кГц ёки Кбит/с
Абонент имконият тармоғи	ШТТ ва ҚТТ нинг абонент линиялари	ТПП 10...100 жуфтлик	Телефоннинг паст частотали канали, кичик тезликдаги маълумотлар узатуви, физик занжирлар бўйлаб телеграф узатуви	0,3...3,4
ШТТнинг транспорт тармоғи	ШТТнинг боғловчи линиялар	ТПП 100...1200 жуфтлик	Паст частотали телефон	0,3...3,4
ҚТТнинг	ҚТТнинг	КСПП	Узатиш	12...552

транспорт тармоғи	боғловчи линиялари	1x4x0,9 (1,2)	воситалари: аналог КАМА; рақамли ИКМ-30	2048
Худудий тармоқнинг станциялараро алоқа транспорт тармоғи	Марказий станция-вилоятдаги ШААТС ўртасидаги боғловчи линия	3КП 1x4x1,2	Узатиш воситалари: аналог К-60П; рақамли ИКМ-120	12...252 8448
Магистрал транспорт тармоғи	Шаҳарлараро тармоқ	МКС-4x4x1,2 МКС-7x4x1,2	Узатиш воситалари: аналог К-60; рақамли ИКМ-120	12...252 8448

Ушбу жадвалдаги маълумотларнинг асосий вазифаси рақамли кабеллар асосида алоқа линия иншоатларини баҳолашда ва абонент фойдалана олувчи тармоқларини ташкил этишда xDSL қурилмалари бўйлаб сигналлар параметрлари ва расм тавсилотлари асосида турли HDB-3, 2B1Q, CAP, TC-RAM кодларни қўллаш асосида олиб борилади.

1.4. Абонент фойдалана олувчи тармоқ технологиясида қўлланилувчи йўналтирувчи узатиш тизимлар бўйича таснифланиши.

Абонент фойдалана олувчи тармоқдаги рақамли узатиш тизимлари асосан шаҳар телефон тармоқлари кабелларининг симметрик жуфтликлари қўлланади ва у ўз навбатида бугунги кунда қўлланилувчи маҳаллий телефон тармоқларининг абонент фойдалана олувчи инфраструктурасини ташкил этади. Симметрик жуфтликлар бўйлаб абонент фойдалана олувчи тармоқни ташкил этишда қуйидаги ечимлар қўллади (10.4-расм).



10.4-расм. Симли абонент фойдалана олувчи технологияси.

Аналогли модемлар симметрик кабел жуфтликлари бўйлаб маълумотларни узатиш учун кичик тонал частоталар диапазонида бурчакли ва квадратурали амплитуда частотаси ёрдамида қўлланди.

Аналогли модем фойдаланувчи томонга 56 Кбит/с узатиш тезлигига қадар маълумотларни узатиш учун қўлланади.

Бунда юқори тезликдаги аналогли модем хизматлари интеграллаштирилган рақамли тармоқларда (ISDN) хизмат кўрсатади. Хизматлари интеграллаштирилган рақамли тармоқларнинг таянч имконияти бўйича 30 та информацион каналлар (30В) ва ҳар бири 64 Кбит/с узатиш тезлигида иккита хизмат кўрсатиш каналлари (2D) асосида ҳар бири 64 кбит/с узатиш тезлигида синхронизация каналлари ташкил этилади.

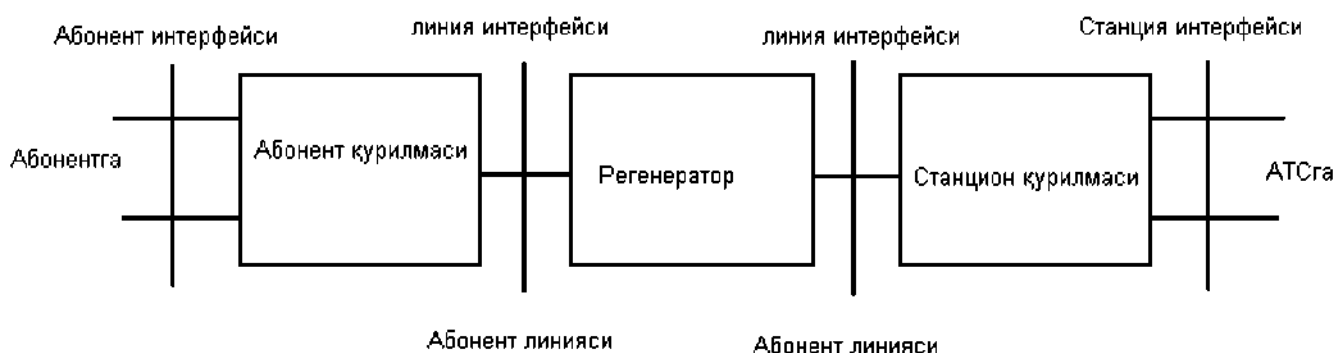
Шундай қилиб xDSL технологияси шаҳар телефон тармоқларининг кабеллари, бўйлаб абонент линияларининг абонент фойдалана олиш имкониятини ошириб беради.

10.2. Абонент фойдалана олувчи тармоқнинг рақамли узатиш тизим аппаратураларининг тузилиши

Абонент фойдалана олувчи тармоқнинг рақамли узатиш тизим аппаратуралари ўз ичига коммутацион станцияда ўрнатиловчи станцион қурилма ва фойдаланувчи ёки абонент яқинида жойлашадиган абонент қурилмасидан иборат. Бундан ташқари линия қурилмаларида узатув масофасини ошириш мақсадида абонент линияларда жойлаштирилувчи регенераторлардан ҳам иборат бўлиши мумкин.

Абонент фойдалана олувчининг рақамли узатиш тизим аппаратуралари учун учта турдаги интерфейсларни кўрсатиш мумкин:

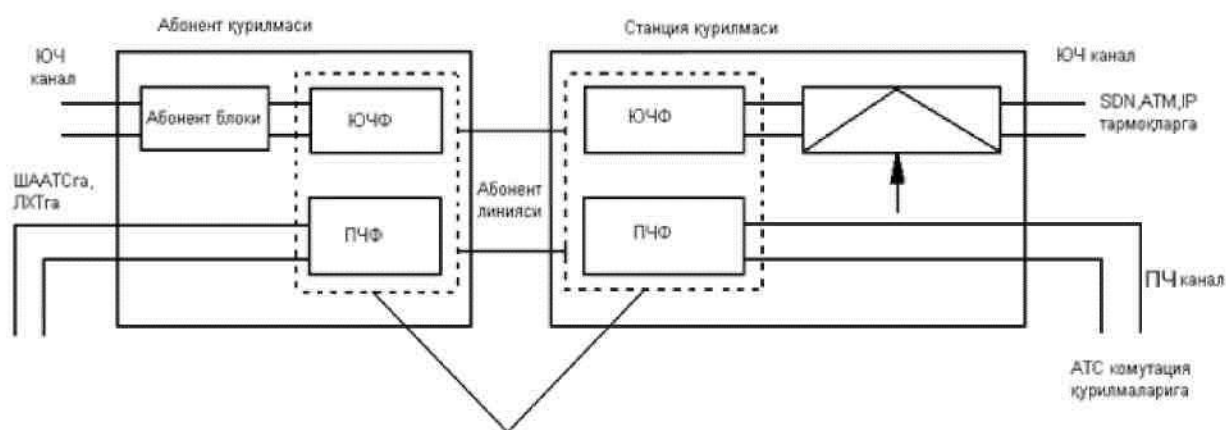
- станцион;
- абонент;
- линия; (10.5.-расм)



10.5. -расм. Абонент фойдалана олувчининг тузилмаси.

Абонент интерфейсига қуйидаги охириги қурилмалар уланиши мумкин: аналогли терминал (стандарт телефон аппарати), факсимил аппарат (3 та гуруҳ), локал тармоқ (Ethernet, Fast Ethernet) интерфейслари, шахсий компьютер, телевизион қабул қилгич, NT туридаги тармоқ охириги ускунаси ва бошқа турдаги охириги қурилмалар. Станцион қурилмаларнинг станцион

интерфейси АТСнинг коммутацион приборларига чикувчи интерфейсларга, IP, ATM, SDH каби глобал тармоқларга чиқиш имконияти бор. Линия интерфейси абонент ва станция қурилмаларнинг линия сими билан уланадиган жойи кўринишга эга. (HDB-3, 2B1Q, CAP, PAM- кодлари). Рақамли абонент фойдалана олишнинг узатиш тизимининг аппаратураларида юқори частотали канал тонал частота спектридан юқори ҳамда паст частотали ва юқори частотали филтрлар ёрдамида ҳосил бўлади ва улар тармоқлантирувчилар (10.6- расм) деб аталади.



10.6-расм. Тармоқлатгичли абонент фойдаланувчи аппаратура тузилиши.

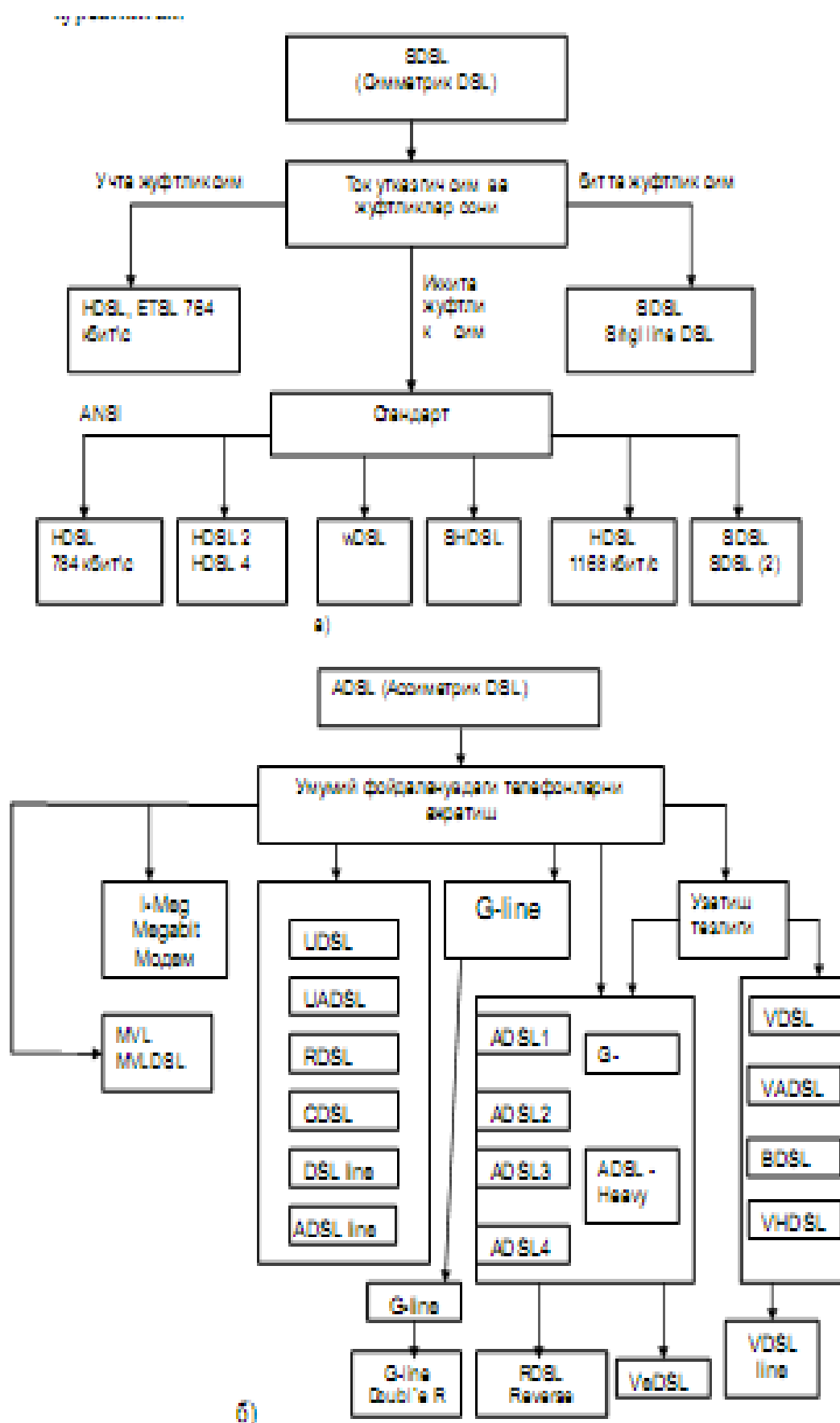
Линия интерфейсининг станцион, абонент ва линия қурилмаларида қўлланувчи xDSL технологияси асосида аниқланади.

10.3. xDSL узатиш технологиясининг туркумланиши

Қоида бўйича xDSL технологияси дуплексли тизим бўлиб ҳисобланади, яъни АТСдан абонент томон узатувлар битта жуфтлик бўйлаб тўғри йўналишда узатилса, абонентдан АТС томон қарама-қарши йўналиш бўйлаб узатилди. Бундай ҳолатда ажратиш бўлиниш эхо компенсация деб аталувчи қурилма ёрдамида бажарилади ва у частотани бўлиш деб юритилади. xDSLнинг дуплексли технологияси тўғри ва қарама-қарши йўналишда узатиш тезликларининг нисбати бўйича ажратиш мумкин. Агар узатиш тезликлари иккала йўналишда бир хил бўладиган бўлса, у ҳолда у симметрик xDSL технология (Simmetric DSL , SDSL) деб аталади. Ассиметрик технологияда (Asimmetric DSL, ADSL) эса узатиш тезликлари тўғри йўналишда қарама-қарши йўналиш узатиш тезлигидан бир оз юқори ҳолда бўлади.

10.7а)-расмда узатув учун жуфтликлар сонига қараб симметрик xDSL технологиясининг туркумланиши кўрсатилган. 10.7б)-расмда эса маълумотлар узатиш сигналлари ва турли хил телефон хизматлар сигналлари

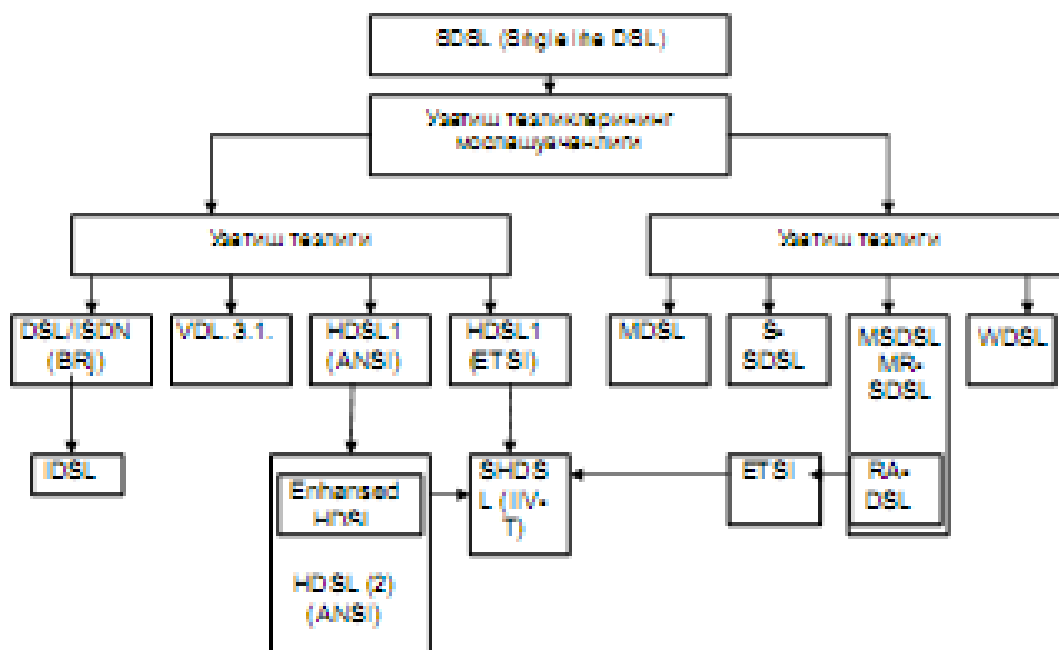
турига боғлиқ бўлган ассиметрик xDSL технологиясининг туркумланиши кўрсатилган.



10.7.-расм. Симметрик (а) ва симметрик бўлмаган (б) DSL технологиясининг туркумланиши.

10.4. Симметрик DSL технология

Иккита ва учта ток ўтказгич симлардан ташкил топган жуфтликларни симметрик xDSL технологияси учун қўлланиши 10.8.- расмда кўрсатилган.



10.8. -расм. DSL технологияси учун бир жуфт ток ўтказгич симларни симметрик қўлланиши.

10.5. Кенг полосали абонент фойдалана олувчи тармоқ

Ҳозирги шароитда кенг олошали абонент фойдалана олувчи тармоқ кенг равишда ривожланиб бориши кўзга ташланмоқда. Кўпчилик фойдаланувчилар кенг полосали Интернет тармоғи орқали телевидения дастурларини кўришни афзал кўрмоқда, бу билан эса фойдаланувчиларни телевизор олдида ўтказувчи вақтларини бир мунча қисқартирмоқдалар. Уланишларни катта тезликда бўлиши Интернет тармоғини бир қанча қизиқарли қилмоқда.

Кенг полосали абонент фойдалана олувчи тармоқ технологиясининг динамик равишда ривожланиб бораёйган технологияси яққол кўзга ташланмоқда. Бир қанча мобил алоқа телефон маълумотлари бўйича 10 дан 100 миллионга қадар абонентларнинг ўсиб бориши учун бор йўғи 6 йил вақт керак бўлган бўлса, кенг полосали имкониятни ўсиши учун бор йўғи 4 йил вақт зарур бўлди.

Мобил алоқа тизимларини кенг равишда ривожланиб бориши алоқа операторларини бўшаган жуфтликларни нима билан тўлдириб ишлатиш каби муаммолар ўйлантириб қўйди. Бундай муаммони ечишни бирдан- бир ўғли фақатгина мис симли ток ўтказгич симлардан иборат бўлган жуфтлик ўрамли кабеллар бўйлаб кенг полосали Интернет хизматида фойдаланиш учун ва xDSL технология асосида маълумотларни узатуви учун қўллаш мумкин. Жаҳоннинг етук давлатлар ининг каттадан-катта алоқа операторлари қўплаб хизмат турларини, мисол учун ADSL технологияси ёрдамида телефон кабеллари бўйлаб қўплаб фойдаланувчиларга жуда ҳам кенг полосали телевидение дастурларини узатиш учун қўлламоқдалар, бундан ташқари товуш узатувларидан бўшаган жуфтликларни IP-асосидаги янги телефон маълумотларини узатуви учун қўллаш имкониятини бермоқда.

Кенг полосали канал ва IP-протоколлари фойдаланувчиларга қўплаб устма-уст қўйилган хизматларни тақдим этмоқдалар, бундай хизматларга қуйидагилар киради:

- турли қизиқарли бўлган ўйинларга кириш имконияти;
- онлайн ўйинлари;
- локал (уй ичидаги) компьютер тармоқлари;
- компьютердан компьютерга телефон қўнғироқлари;
- мусикани жойлаштириш;
- уйда ишлаш имконияти;
- IP-телефония;
- талаб бўйича видео.

Бундай хизматлардан фойдаланиш учун маълумотларни узатиш тезлигига бўлган талаб, умуман ҳамма хизматларни кўрсатувчи, кенг полосали уланишга мослашган хизматлар турлари фойдаланувчилар учун жаҳон бозоридан маълумотларни олиш анча имкониятли бўлади. Кенг фақатгина талаб бўйича видео дастурларига бўлган талабни бажариш учун 1,5 дан 3,0 Мбит/с бўлган маълумотлар узатув тезлигига талаб бўлади.

2003 йилнинг охиридан бошлаб Францияда симли рақамли телевидение хизматларидан фойдаланишга ўтилди, бундай лойиҳа 2004 йилнинг бошида Лион шаҳрида бошланган бўлса ўша йилнинг баҳоридан бошлаб бутун Париж шаҳри бўйлаб ва Франциянинг бошқа шаҳарларининг симли рақамли телевидение дастурларини узатиш кенг равишда қамраб олинди.

Бугунги кунда Республикамизнинг Тошкент ва бошқа бир қанча шаҳарларда кенг полосали абонент фойдалана олувчи тармоқлар узатуви қўлланмоқда.

10.6. Рақамли жуфтлик бўйлаб маълумотлар узатувининг янги рақамли технологияси

Маълумотлар узатувининг янги рақамли технологияларнинг бошланиши 1980 йилнинг охирида Intergrated Services Digital Network (ISDN) интеграллашган рақамли тармоқ хизмати бўлиб, у маълумотларни 128 Кбит/с узатув тезлигига қадар узатиш учун қўлланилган. 1990 йилнинг бошларида

рақамли маълумотларни телефон симлар бўйлаб узатиш учун қўлланилган бўлиб, High Subscriber Loop (HDSL) технологияси деб юритилади ва бу технологияда иккита жуфт ўрамли симлар бўйлаб ISDN технология учун қўлланилган модуляция усули қўлланилиб, маълумотлар 3,6 км узунликдаги масофага қадар тўлиқ дуплексли режимда 768 кбит/с узатиш тезликларида узатилган турли HDSL технологиясидан сўнгра Simmetrical DSL (SDSL) туркумига таалуқли бўлган турли эхони йўқотувчи усуллар, кодлаштириш ва кадрлар формати асосидаги технологиялар пайдо бўла бошлади. Бундай технологияда маълумотлар бир жуфт сим бўйлаб тўлиқ дуплексли режимда кичик тезлик билан катта масофага узатилган.

DSL (SDSL) туркумига таалуқли бўлган, турли эхони йўқотувчи усуллар, кодлаштириш ва кадрлар формати асосидаги технологиялар пайдо бўла бошлади. Бундай технологияда маълумотлар бир жуфт симлар бўйлаб тўлиқ дуплексли режимда кичик тезлик билан катта масофаларга узатилган.

Бу вақт мобайнида бир вақтнинг ўзида ассиметрик абонент фойдалана олувчи тармоқ технологиясига талаб қўйила бошлади, чунки бундай технология ёрдамида фойдаланувчилар кенг полосали имкониятлар асосида Интернет тармоғидан ва бошқа сервис хизматларидан фойдаланиш имконини беради. Ушбу узатувлар Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) технологияси деб юритилиб, у SDSL технологиясига қараганда анча кенг равишда қўллана бошланди. 2003 йилнинг охирига келиб бутун дунё бўйлаб 60 миллиондан ортиқ ADSL технологияси асосидаги линиялар ўрнатилди.

Ҳар бир келтирилган каналнинг полоса кенглиги 4,3 кГцга яқин бўлиб, максимал қўлланувчи каналлар сони +256 та, ундаги биринчи олтига канал телефоня билан мослашувчан бўлиши учун ишлатилмайди, унинг частота диапазони 256 кГцдан то 1,1 МГц гача боради.

2002-2003 йилларда ADSL технологиясининг янги стандарти пайдо бўлди, булар ADSL2, ADSL2+, ADSL2++ ва READSL ADSL 2 ITU-Тнинг G.992.3 ва G.992.4 талабларига жавоб бериб ADSL технологиясида қўлланган тадқиқотлар максимал равишда эътиборга олинган бўлиб, унинг спектрал ва канал эффективлиги, модуляция алгоритми, канал цивилизацияси ва маълумотларни узатув тезлигини адаптив равишда танлови яхшиланган, бу бир томонда маълумотларни максимал 12 Мбит/с га қадар етказган бўлса бошқа томондан эса алоқа ташкил этиш масофаси оширилган.

ADSL2+ технологияси ITU-Тнинг G.992.5 талабига жавоб бериш билан бирга частота диапазонини икки маротабага яқин оширилиб 2,2 МГц қадар етказилган бўлса ҳам маълумотларни узатиш тезлиги икки маротабага яқин қийматга етказилган.

Яқин вақтларга қадар ITU-Т талаби бўйича ADSL2+ стандартлаштирилмаган бўлса ҳам частота полоса кенглиги ADSLга қараганда тўрт маротаба ошириб 4,4 МГц қийматига етказилган ҳамда маълумотларни узатиш масофаси 6,5...7,0 кмга қадар оширилган.

SDSL даври SHDSL стандарти пайдо бўлгандан сўнгра тўхтади. Маълумотларни узатиш учун модуляция усули такомиллаштирилган Trellis

Соёеё Рш§ АтрШйё Моёшапоп (ТС-РАМ) кодини кўлланиши ҳисобига 2B1Q модуляцига нисбатан бир мунча частота диапазони қисқартирилган ва битта кабел ичидаги турли жуфтликлар орасида ўзаро ўтувчи ҳалақитлар камайтирилган.

2B1Q ва ТС-РА кодга нисбатан маълумотларни узатиш тезлиги бир хил бўлса ҳам алоқа ташкил этиш масофасини SDSL стандарти билан солиштирадиган бўлсак, унинг узатиш тезлиги 35....45% миқдорида юқори бўлади ҳамда шундай маълумотларни узатиш тезлигида узатув масофани 12... 30% миқдорга ошириш мумкин.

Абонент фойдалана олувчи таромғининг —охирги миля|| участкасида қўлланувчи ADSL ва SDSL технологияларининг асосий мақсади алоқа ташкил этиш масофасини максимал равишда оширишдан иборат. Агар алоқа ташкил этиш масофаси унчалик катта бўлмайдиган бўлса, мисол учун маълумотларни узатуви маълум бир бинога ёки яқин масофада жойлашган бир гуруҳ иншоотларига янги охирги юз метрлар технологияси яъни VDSL технологияси ишлаб чиқарилган. Бу технологияда ADSL ва SDSL га нисбатан узатув частота диапазони анча юқори бўлганлиги учун VDSL технологиясини узок масофали технология билан мослаштириш имконини беради.

VDSL технологиясида жуда ҳам оддий бўлган ОиайгаШге АтрШйё Мойи1а«оп- ОАМ модуляция усули қўлланилади.

Бу билан эса —ускуна нархи маълумотларни узатиш тезлиги|| бўлган нисбати оптимизациялаштирилмоқда. VDSL технологиясидаги QAM туридаги модулларда 1,2...1,4 км бўлган оптимал масофада узатиш тезлигини 16...18 Мбит/с қийматига қадар етказиш мумкин ва бу билан каналнинг умумий тўлиқ дуплексли хусусиятини 35Мбит/с бўлган узатиш тезлигига қадар етказилади.

VDSL технологиясини рўёбга келиши маълумотларни узатиш бўйича жаҳон бозорининг бугунги кун талабига жавоб беради ва ўз навбатида бундай технологиянинг қўллаш жуда ҳам иқтисод томонидан самарали бўлади, ҳамда бундай технология ёрдамида трафикнинг ҳар қандай участкасида бажариш мумкин бўлиб, ҳар бир участка йўлида минимал харажатлар билан оптимал узатиш тезлигига эришилади.

VDSL технологиясини бошқа радиочастота воситаларининг частота диапазони билан мослашиши учун бу технология бир нечта частота каналларига бўлинади. Узатилаётган ва қабул қилинаётган маълумотлар оқимини ажратиш учун ва VDSL технологиясини тўлиқ дуплекс ҳолатига эришиш учун каналларни частота бўйича бўлиши кўзда тутилган бўлиб, битта ёки бир нечта диапазонларни узатиш учун қўлланса, қолганларини эса маълумотларни қабул қилиш учун қўллаш мумкин.

Янги VDSL2 стандартини қабул қилишга тайёрланмоқда ва у ADSL ҳамда VDSL стандартларини мослашувчанлигини қодир этиб DMT—модуляциясини қўллаш имконини беради, бу билан икала технологияни битта микросхема ёрдамида қўллаш мумкин бўлади.

Демак, ҳозирги пайтда кенг равишда қўлланилаётган ADSL, SHDSL ва VDSL технологиялар бир-бири билан мослашувчан бўлган даражасини кўриш мумкин, чунки улар бугунги кунда қўлланилаётган телефон модемлари учун таълуққидир. ADSL технологияси бугунги кунда уйлар ва унчалик катта бўлмаган офисларни Интернет тармоғига кенг полосали абонент фойдалана олиши учун қўллаш мумкин бўлса, SHDSL технологияси эса кафолатланган сифатли хизмат кўрсатиш учун мўлжалланган, VDSL технологияси эса катта бўлмаган масофада юқори сифатли унчалик қиммат бўлмаган кенг полосали абонент фойдалана олишини яратиб беради.

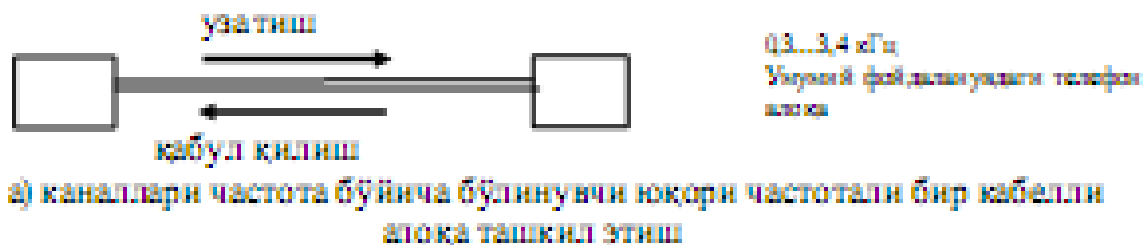
Бундан ташқари ADSL ва VDSL технологиялари ёрдамида маълумотларни узатиш учун ички ёки ташқи ажраткичларни қўллаган ҳолда ишлаб турган телефон линиялар —устидан ташкил этиш мумкин. Маълумотларни узатиш учун турли хил тезликларни қўллаган ҳолда ҳамма кўришдаги мультимедия хизматлари учун етарли бўлади ва бу билан —охирги миля масофаси абонент томонга боровчи йўлни тор бўлмаган ҳолда бўлишини таъминлаб беради.

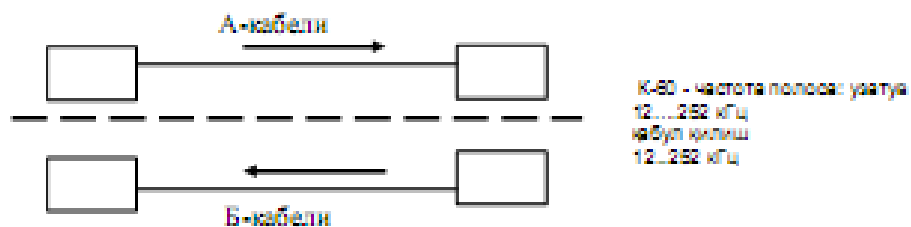
10.7. Кабелли линиялар бўйлаб DSL технология асосида алоқа ташкил этиш

Маҳаллий алоқа тармоқларининг кабелли линияларида паст частотали алоқани ташкил этиш учун икки ўтказгич симли схема бўйича олиб борилади.

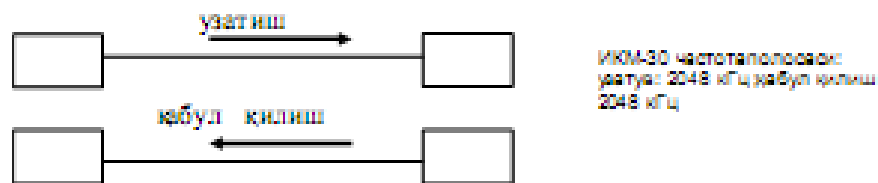
Шаҳарлараро ва ҳудудий алоқа тармоқларининг линияларида каналларни частота бўйича бўлинувчи узатиш тизими қўлланилиб, улар бир кабелли икки ўтказгич симли (КНК-6Т, КАМА) ва икки кабелли тўрт ўтказгич симли (К-60) схемалари қўлланилади.

Рақамли узатиш тизимлари асосан икки ва тўрт ўтказгич симли схема бир кабелли ва икки кабелли (ИКМ-30, ИКМ-120) вариантлар бўйича ишлатилади (10.9.-расм).

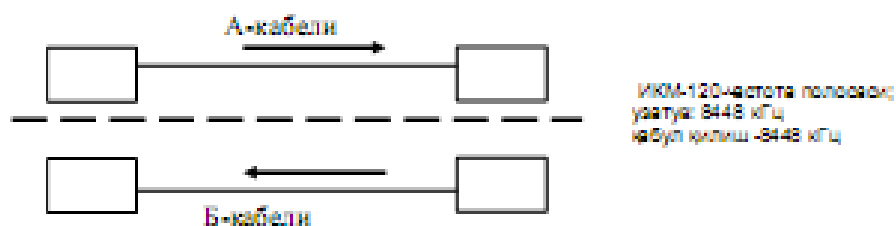




в) юкори частотали рақамли узатув тизими орқали ташкил этиладиган бир кабелли тўрт ўтказгич симли схема бўйича алоқаташкил этиш



г) юкори частотали рақамли узатиш тизими орқали ташкил этиладиган икки кабелли тўрт ўтказгич симли схема бўйича алоқаташкил этиш

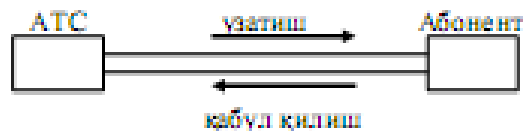


10.9. - расм. Кабелли линиялар бўйлаб алоқа ташкил этиш тизимлари.

Абонент линияларни xDSL технологияси бўйича рақамли зичлаштириш технологиясининг ривожланиши ўз навбатида алоқани ташкил этиш учун бошқа схема бўйича ташкил этилиб, тармоқ тузилиши сақланиб қолган, булар:

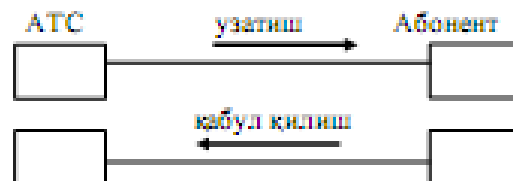
- ассиметрик узатиш усули (HDSL);
- бир жуфтлик дуплекс алоқа ташкил этиш учун эхокомплексацияни қўллаш усули;
- икки жуфтлик симплекс алоқа ташкил этиш учун узатув ва қабул қилишлар турли занжирлар бўйлаб узатиш усули;
- узатувчи рақамли сигналларни иккита, учта жуфтлик бўйлаб узатиш усули;
- узатувчи ва қабул қилувчи сигналларни дуплекс усули бўйлаб турли хил узатиш тезликларида узатиш усули.

а) Дуплекс режимни бир жуфт сим бўйлаб;



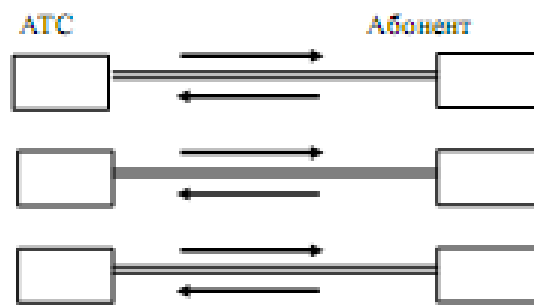
Frax Gain
PCM 11/12
2BQ1 коди
Қабул қилиш
 $f=150$ кГц
 $V=748$ кбит/с
 $f=150$ кГц
 $V=748$ кбит/с

б) Симплекс режимли икки жуфтлик сим бўйлаб;



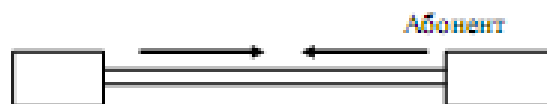
MEGATRAN8 қабул қилиш:
 $V=2048$ кбит/с
Ўзатиш:
 $V=2048$ кбит/с

в) Ўзатув ва қабул қилиш учта жуфтлик сим бўйлаб;



HDSL (E-қилим учта жуфтлик
сим бўйлаб)
 $V=784$ кбит/с
(12x84x16) кбит/с
2B1Q коди
 $f=150$ кГц

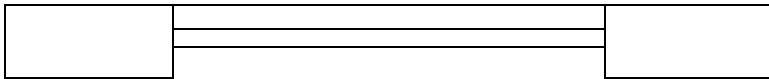
г) ADSL дуплекс режимни битта жуфтлик сим бўйлаб оқимлари ажратилган;



DMT коди абонентдан ўзатиш:
 $V=768$ кбит/с частота диапазони 1,3
МГц. Абонентга ўзатиш:
 $V=8192$ кбит/с
Частота диапазони 1,3 МГц

д) ADSL G.Lit дуплекс режимли битта жуфтлик сим бўйлаб оқимлари ажратилган ҳолда.

д) ADSL G.Lit дуплекс режимли битта жуфтлик сим бўйлаб оқимлари ажратилган ҳолда.



10.10.-расм. DSL қурилмасини қўллаган ҳолда кабелли линия бўйлаб алоқа ташкил этиш тизими.

10.8. Ракамли алоқа узатиш тизимлари учун қўлланувчи кабелларнинг электр тавсилотларини нормаллаштириш

Бизга маълумки Республикамизнинг магистрал, ҳудудий ва маҳаллий электр алоқа линияларида кенг равишда симметрик кабеллар қўлланилган ва бугунги кунда қўлланилмоқда. Бундай кабеллар бўйлаб асосан каналлар частота бўйича бўлинувчи зичлаштирувчи алоқа узатиш воситалари биргаликда паст частотали диапазонда сигналларни узатиш ҳам қўлланилмоқда.

Шунинг учун ушбу бўлимда асосий эътибор алоқа кабеллари бўйлаб ракамли маълумотларни узатиш масалаларига қаратилган бўлиб, махсуслаштирилган алоқа кабеллари бўйлаб ракамли узатиш тизимлари ёрдамида транспорт тармоғи ёки абонент имконияти тармоғини яратишда улардаги электр алоқа кабеллари учун электр тавсилотларини нормаллаштириш бўйича масалаларга қаратилган.

Бунинг учун магистрал, ҳудудий ва маҳаллий электр алоқа тармоқларида қўлланилган кабелларнинг электр тавсилотларининг нормаллаштириш бўйича тадқиқотлари эътиборга олинган.

Нормаллаштирилган линия асосида қурилиш узунликларининг параметрларини баҳолаш учун бундай линияларни тармоқ нормалларини бажаришни физик узатиш муҳити ва қурилмаларининг параметрларини эътиборга олган ҳолда уларнинг ишлатилиши ҳам ҳисобга олинади. Тармоқнинг функционал равишда ишлашидаги асосий параметрларига узатиш параметрлари билан биргаликда кабелли линияларнинг занжирлари орасидаги ўзаро таъсирлар параметрлари ҳамда электромагнит таъсирлардан муҳофазаланиш учун экранилаштириш каби масалалар кўриб чиқилади.

Қурилиш узунликларининг электр тавсилотларини нормаллаштириш асосан алоқа линияларнинг параметрларини бажариш талабларида келиб чиқади.

12-Маъруза. Толали оптик алоқа линияси (ТОАЛ)

Оптик толали алоқа линияси (ОТАЛ) йўналтирувчи узатиш системаларининг бир кўриниши бўлиб, унда ахборотлар диэлектрик тўлқин ўтказгичлар бўйича узатилади ва у —Оптик тола деб юритилади. Оптик толали тармоқ информацион тармоқ бўлиб тугунларни бир-бири билан боғловчи элементдир ва у оптик толали алоқа линиясини ташкил этади. Оптик толали тармоқларнинг технологияси ўз ичига оптик толалардан ташқари электрон узатиш ускуналари, уларнинг стандартлари, узатиш протоколлари (баённомалари), тармоқ топологиялари ва тармоқларнинг умумий тузилиш массаларини ўз ичига олади.

Оптик толали алоқа линиялари бўйича ахборотларни узатиш мис ўтказгичли кабеллар бўйича ахборотларни узатишдан бир қанча авзалликларга эга.

12.1. ОТАЛнинг авзалликлари

Кенг полосали ўтказишлиги—бу ҳолатда у ўта юқори яъни 10^{14} Гц частота полосасида ишлашдир. Бу дегани бир дона оптик тола бўйича бир неча терабит/сек. ахборот оқимини узатиш имконини беради. Катта ўзгариш полосаси деганда оптик толалар мис ўтказгичли кабеллар ёки бошқа турдаги йўналтирувчи системалар бўйича ахборотларни узатишда анча-мунча катта кенгликдаги маълумотларни ўтказишга эга.

Оптик тола бўйича узатилаётган нур сигналининг кичик сўниши. Ҳозирги пайтда оптик толалар ишлаб чиқарилувчи корхоналар оптик тола бўлиб 1.55 мкм тўлқин узунлигида 0.2-0.3 дБ/км сўнишига эришилган. Толаларнинг кичик сўниши ва унча катта бўлмаган дисперсияси ҳисобига ретлансляторлар (тиклангичлар)сиз 100 км ва ундан ортиқ узунликларда алоқа линия участкаларининг қуриш имконини беради.

Оптик толали кабелларда шовқинларнинг кичик сатҳда бўлганлиги учун ўтказиш полосасини турли хил модуляция ҳисобига ҳамда кичик бит ташкил этувчи кодли сигналлар ҳисобига ошириш мумкин.

Ҳалақитлардан муҳофазаланишнинг юқорилиги. Оптик тола диэлектрик материалдан тайёрланганлиги ҳисобига оптик кабел ётган жой атрофида жойлашган мис ўтказгичли кабел системалари ва электр ускуналар, электр магнит майдони ҳосил қилувчи электр узатиш линиялари ва электрлашган темир йўлларда ҳосил бўлувчи электромагнит майдонлар таъсирига жуда ҳам чидамлидир. Мис ўтказгичга эга бўлган кўп жуфтлик кабелларининг занжирлари оралиғида ўзаро таъсир майдонлари бўлади, бундай ҳолат эса кўп толаларга эга бўлган оптик кабелларда рўй бермайди.

Оғирлиги ва ҳажмининг кичиклиги. Оптик толали кабеллар мис ўтказгичли кабелларга нисбатан кичик ҳажмда ва оғирликга эга. Мисол учун 1000 жуфтлик мис ўтказгичли телефон кабелининг диаметри 7,5 см бўлса,

худди шундай ахборот полосасини узатиш учун диаметри 0,1 см бўлган бир дона оптик тола билан алмаштириш мумкин.

Турли хил рухсат этилмаган кириш имконияти бўйича катта мухофазаланишга эгалиги. Умуман олганда оптик толали кабеллар бўйича очик муҳитда тарқатиш имконияти бўлмаганлиги учун узатилаётган ахборотларни кабелли системани бузмасдан эшитиш мумкин эмас. Мониторнинг системаси (узлуксиз назорат) бўлганлиги учун оптик алоқа линияси бузишдан ҳосилдир. Агар юқори сезувчанликка эга бўлган ускуна ёрдамида оптик толада бузилиш бўлса у ҳолда алоқа системаси тезда ўчирилиб тезда хабар берувчи (тривога) сигнал узатилади.

Интерференц эффектли сенсор системаларда нур сигналлари тарқатилганда улар юқори сезувчанлик толалардан иборат. Бундай системаларни ҳукумат банк ва бошқа махсус хизмат алоқа линияларида қўлланилганлиги ҳисобига маълумотларни мухофаза этиш жуда ҳам юқори.

Тармоқ элементидаги гальваник чидамлилиқ. Оптик толаларнинг изоляцион хусусиятига эга бўлганлиги учун толалар электр токидан қўрқмайди. Агар иккита тармоқ ускуналари бир-бири билан мис ўтказгичли кабеллар билан боғланган бўлса у ҳолда бу ускуналар ерга уланиши керак бўлади, агар бу ускуналар тармоғи ерга уланмаган бўлса у ҳолда потенциаллар фарқи ҳосил бўлиб, у тармоқ ускуналарини ишдан чиқариши мумкин, оптик толали тармоқлар учун бундай муаммо йўқ.

Портлаш ва ёнҳинга чидамбардошлиқ. Оптик толаларда қисқа туташув бўлганда аланга бўлмаслиги хусусияти мавжуд, шунинг учун оптик толали кабелларни ёнҳинга хавфли бўлган корхоналарда бемалол қўллаш мумкин.

Оптик толали кабелларни иқтисодлиги. Оптик толалар кварцдан тайёрланади, унинг асосий икки қисми кремнийдир у кенг қўламда тарқалган шунинг учун оптик толали кабеллар мис ўтказгичли кабелларга нисбатан арзон ва унинг сонли қиймати 2:5 ташкил этади. Бундан ташқари оптик толали кабеллар бўйича сигналларни узоқ масофаларга ретрансляторсиз узатиш мумкин. Салитон узатиш системаларини қўллаш ҳисобига регенераторсиз узатиш масофаси 4000 км ва ахборот узатиш тезлигини 40 Гбит/с га ўтказиш мумкин.

Хизмат этиш муддатини катталиги. Вақт ўтиши билан тола деградацияга учрайди. Бу дегани кабел ичида жойлаштирилган тола эскиради ва унинг сўниш коэффиценти ошиб боради. Аммо ҳозирги замон технологиясини ривожланиб бориши ҳисобига толанинг умри узайтириб бориб, оптик толали кабелнинг хизмат этиш муддати 25 йилга етказилди. Бундай вақт оралиғида узатиб–қабул қилиш системаларининг авлод стандартлари бир неча маротаба ўзгариши мумкин.

Электр манба узатиш имконияти борлиги. Каттадан-катта узунликдаги оптик толали магистрал тармоқларда регенераторлар қўлланилади, бундай регенераторларга электр манба зарур, бунинг учун оптик толали кабеллар комбинацияланган усулда, яъни оптик кабелларига оптик толалар билан биргаликда электр манба узатиш учун мис симли

ўтказгичлар жойлаштирилади. Бу ўтказгичлар бўйича регенераторлар учун электр манба узатилади.

Юқорида келтирилган бошқа узатиш системаларига нисбатан жуда кўплаб авзалликлар билан бирга оптик толали кабеллар системаси ўз навбатида камчиликлардан ҳоли эмас.

12.2. ОТАЛнинг камчиликлари

Интерфейс ускуналари баҳосининг юқорилиги. Оптик толали алоқа узатиш системаларида электр сигналлар оптик сигналларга ўзгартирилиши лозим. Жаҳон бозорида оптик узаткичлар ва қабул қилгичлар нархи анча баланддир. Оптик толали алоқа линияси тизими яратишнинг юқори сифатли махсус пассив коммутацион ускуналар, кичик сўнишга эга бўлган ҳамда улаш ва узишда катта ресурсли оптик улагичлар, оптик тарқатгичлар ва аттенюаторлар зарурдир.

Оптик толали алоқа линиялари монтажи ва хизмати. Бугунги кунда оптик толали алоқа линияларини монтаждан сўнг, тестдан ўтказиш-яъни ишлаш жараёнини текширув ва уларни нормал ишлаш ҳолатида ушлаб туриш асбоб ускуналарининг баҳоси анча баланд бўлиб турибди. Агар оптик толали алоқа линияси шикастланиб ишдан чиқса у ҳолда толаларни узилган ёки шикастланган жойини қайтатдан пайвандлаб, шикастланган жойини ташқи муҳитдан муҳофазалаш зарур.

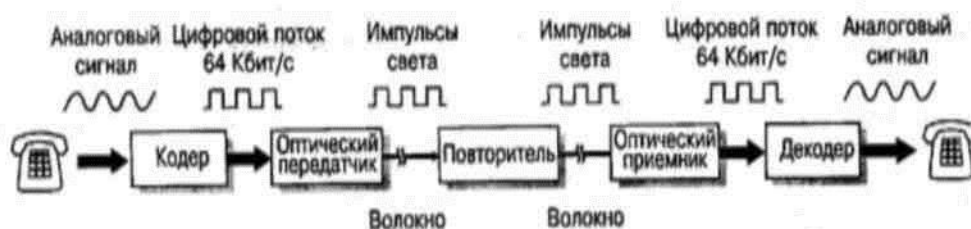
Жаҳон бозорига оптик толали алоқа линияси монтажи учун давр талабига жавоб берувчи корхоналар жуда ҳам кўплаб асбоб ва ускуналар ишлаб чиқаришни давом эттирмоқда бу эса кабел ва кабел ускуналари нархини камайтиришга олиб келмоқда.

Толаларнинг махсус муҳофазалашга талаблар. Агар назар соладиган бўлсак оптик тола мустахкамми? Теоратик томондан қарайдиган бўлсак тола мустахкамдир. Шиша материаллар катта юкламага яъни узилишга мустахкам -1ГПа (10^9Н/М^2). Бу дегани 125мкм диаметрдаги бир дона тола 1 кг оғирликдаги тошни ушлаб туради. Афсуски бундай эмас, сабаби оптик тола микроёрилишга эга, бу эса толанинг узилишига олиб келади. Оптик толаларни мустахкамлаш мақсадида тола тайёрланиш жараёнида эпоксиакрилат асосидаги махсус лак билан қопланади ва кабел ичидаги толалар кевлар асосидаги (чўзилишда катта юкламага чидамли бўлган метал бўлмаган материал) ип билан ўралиб мустахкамланади. Кабелни чўзилишга жуда ҳам мустахкам бўлиши учун кабел махсус пўлат трос ёки шишапластик ўзак билан мустахкамланади. Бундай мустахкамланиш жараёни оптик кабелнинг нархини оширишга олиб келади.

Оптик толали алоқа линияларининг авзалликлари шунчалик кўп бўлганлиги билан у ўз навбатида келтирилган камчиликлар олдида анча катта, шунинг учун бугунги кунда ва келажакда оптик толали алоқа линиялари ахборот ва телекоммуникацион тармоқларда ҳамда медицина хизматида кенг қўламда қўлланилмоқда ва қўлланади.

12.3. Оптик толали алоқа системасининг схемаси

Оптик толали алоқа линиясида қўлланилувчи алоқа системасининг намунавий схемаси 12.1-расмда келтирилган.



12.1-расм. «Нукта-Нукта» турдаги қўлланилган алоқа системасининг намунавий схемаси.

Маълумотларнинг охирлаш ускунаси ёрдамида мисол учун телефон аппарати, терминал, видеокамера ва бошқа охирлаш ускуналаридан ҳосил бўлган узлуксиз сигнал коммутация тугунига келиб тушади. Бу ерда узлуксиз сигнал-аналог-рақамли ўтказгич (кодер) ёрдамида рақамлаштирилиб битли оқимга ўзгартириб беради. Битли оқим оптик узаткични модуляцияси учун қўлланилади, натижада оптик импульслар серияси ёки кетма-кетлиги оптик толага узатилади ва оптик тола бўйича ёруғлик сигнали ҳаракатланади. Қабул қилгич томонда ёруғлик сигнали қабул қилиниб, улар қайта электр сигналга ўзгартирилади коммутацион системанинг декодер ускунаси электр оқимини қайта узлуксиз сигналга ўзгартиради. Одатда кодер, декодер оптик қабул қилгич ва оптик узаткич битта ускунада жойлашади ва у икки томонга йўналтирилган алоқа каналини ҳосил қилади.

12.4. ОТАЛнинг асосий элементлари

Оптик толали алоқа узатиш тизимида оптик узаткич тизимига кирувчи электр (рақамли ёки узлуксиз) сигнални чиқиш қисмига ёруғлик (рақамли ёки узлуксиз) сигналга ўзгартириб беради. Рақамли узатишда ўтказгичнинг оптик тарқатгичи электр сигнаlining бит оқимини —ёқиб ва ўчириб || бериш вазифасини бажаради. Бу ишларни бажариш мақсадида инфрақизил нур тарқатувчи LTD диодлари ёки ILD лазер диодлари бажаради. Бу ускуналар Мегагерц ва ундан юқори бўлган Гигагерц частотасида тарқатувчи ёруғликни модуляциясини ушлаб туриш учун қўлланилади. Кабелли телевидения тармоқларини тузилишда оптик узаткич узлуксиз электр сигнаlinи узлуксиз оптик сигналга ўзгартириш учун қўлланилади. Бу ҳолатда оптик узаткич жуда юқори чизиқликга эга бўлиши керак.

Оптик қабул қилгич системага кирувчи оптик импульсларни чиқиши учун қўлланилувчи импульсларни электр токига қайта ўзгартириб беради. Оптик

қабул қилгичнинг асосий элементи вазифасини $p-i-n$ ва кичик инерцияга эга бўлган лова фотодиодлари бажаради.

Агар узатувчи ва қабул қилувчи станциялар бир-бирига нисбатан катта масофада жойлашган бўлса, мисол учун улар орасидаги масофа бир неча юзлаб километр бўлса, у ҳолда қўшимча битта ёки бир нечта оралик регенератсион ускуналар қўлланилади, улар ўз навбатида тола бўйича йўналтирилган оптик сигнални кучайтиради ва ёруғлик импульс фронтларини тиклайди. Бу вазифани бажарувчи ускуна тиклагич (регенератор) ва оптик кучайтиргич деб аталади.

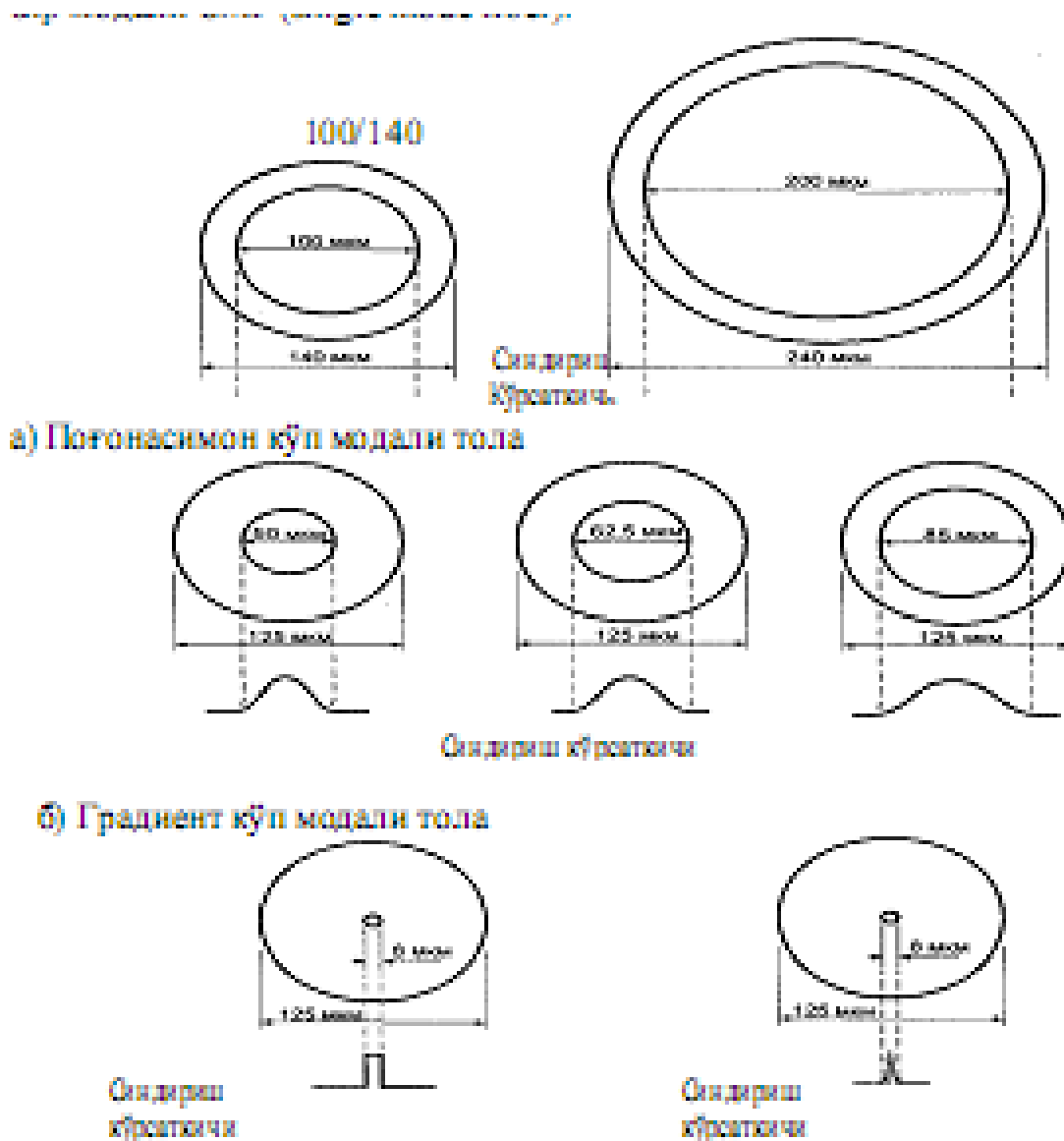
Тиклагич (регенератор) оптик қабул қилувчи, электр кучайтиргич ва оптик узатгичдан ташкил топади. Дискрет сигналларни узатишда электр кучайтиргич ёрдамида кучайтирилади ва узатилаётган импульсларнинг даври ва импульс фронтлари тикланади. Бунинг учун тиклагич оптик сигналларни узатилиш стандартига қараб синхрон ёки асинхрон режимида қабул қилинади.

Қабул қилгич ускунасининг синхрон режимида тиклагич кетма-кет узлуксиз синхроимпульсларни қабул қилади. Бундай жараён пайтида у ўзининг таймерини узатиладиган частотага тўғирланмайди ва линияга кетма-кет битли оқим узатилади. Агар узатгичда маълумотлар узатилмаса ҳам синхроимпульслар келиб тушиши давом этаверади ва узатиш кетма-кетлигида тиклагич синхроимпульслар узатилишини давом эттираверади, бу импульслар кейинги каскаднинг синхронизацияси учун қўлланади. Асинхрон режимида узатилаётган маълумотлар махсус маълумотлар пакетига яъни кадр қилиб узатилади. Ҳар бир узатилаётган маълумотлар пакетига бир хил турдаги битлар гуруҳи тўғри келади бу ҳолат-преамбула деб юритилади. Преамбула ўз навбатида қабул қилгич ускунасининг синхронизациясини ҳосил қилади.

Оптик кучайтиргич тиклагич ёки регенератор сингари оптоэлектрон ўзгартиргич вазифасини бажармайди, у махсус актив мухит ва лазер босими асосида тарқалиш ҳисобига кучайтиргичдан ўтувчи оптик сигнални кучайтиради. Кучайтиргичдан фойдаланишда қуйидаги икки шарт бажарилади:

1. Оптик тола бўйича узатилаётган сигнал сифати юқори бўлиб кичик дисперсия ва сўнишга эга, бундан ташқари сигналлар толада тарқалиш жараёнида электромагнит таъсири остида бўлади, шунинг учун узатилаётган маълумотларни оддий кучайтиргич ёрдамида тўлиқ регенерация қилиш эффект бермайди;
2. Оптик кучайтиргич жуда ҳам универсал ускуна бўлиб, узатилаётган сигнал стандартига ва маълум бир частота модуляция частотасига боғлиқ эмасдир.

Амалиётда битта регенераторга бир нечта (4-8тагача) кетма-кет уланиб жойланган оптик кучайтиргичлар тўғри келади. Шундай қилиб каттадан-катта оптик толали магистралларни қуришда оптик кучайтиргичларни эффектив самара беради.



12.2—расм. Оптик толаларнинг турлари

Оптик толали кабеллар. Кабел ишлаб чиқарувчи корхоналар битта қурилиш узунлигидаги ёки бутун узунликдаги яъни битта ғалтакга ўралган кабелларни кабел турига қараб 2-10 км бўлиши мумкин. Битта тиклагичлар (ренгенераторлар) орасида бир нечта қурилиш узунликларидаги оптик кабеллар қўлланилиши мумкин. В ҳолатда ҳар бир қурилиш узунликлардаги оптик кабел бошқа бир қурилиш узунликдаги оптик кабел билан толаларни махсус пайвандлаш усули билан уланади. Ҳар бир уланган участкада оптик толали кабелларни учлари махсус герметик муфтлар билан муҳофазаланади.

12.5. Оптик толалар

Оптик толалар турли хил усулда ишлаб чиқарилиб, улар бўйича турли хил тўлқин узунликларида оптик сигналлар узатилади. Бундан ташқари турли хил тафсилотларга эга бўлиб, турли хил вазифаларни бажаради. Ахборот технологияси ва телекоммуникатсия тармоқларида асосан икки гуруҳдаги оптик толалар қўлланилади: кўпмодали MMF (single mode fiber) ва бир модали SMF (single mode fiber).

а) Поғонасимон кўп

Кўпмодали толалар ўз навбатида поғанасимон (step index multi mode fiber) ва градиент (graded index multi mode fiber) толаларга бўлинади.

Бир модали толалар ҳам ўз навбатида поғанасимон бир модали (step index single mode fiber) ёки стандарт тола SF (standart fiber), дисперсияси силжитилган тола DSF (dispersion–shifted single mode fiber) ва дисперсияси силжитилиб нол бўлмаган толага NZDSF (non-zero dispersion shifted single mode fiber) бўлинади. 12.2-расмда оптик толаларнинг турли ўлчамлари келтирилган. Ҳар бир тола ўзак ва турли хил синдириш кўрсаткичларига эга бўлган қобиғдан ташкил топади.

Ёруғлик сигнали ҳаракатланувчи толанинг ўзаги оптик бирмунча зич материалдан тайёрланади.

Толаларни белгиланишда суратидаги сонли қиймат толанинг ўзак диаметрини билдирса, махраждаги сонли қиймат тола қобиғини қобиғини ўлчамини билдиради. Одатда толалар ўзак ва қобиғнинг диаметри билан ҳамда тола ўзагининг синдириш кўрсаткичлари билан фарқланади. Кўп модали градиент ва дисперсияси силжитилган бир модали толалардаги ўзакнинг синдириш кўрсаткичи ўзак радиусига боғлиқдир. Бундай мураккаб профил қилишдан мақсад толаларнинг техник характеристикалари ёки толаларни махсус характеристикалари асосида ишлаб чиқариш учун қилинади.

Агар кўп модали толаларни бир-бири билан солиштирадиган бўлсак (12.2.а,б-расм) дисперсия бўйича градиент толаларнинг техник характеристикаларидан поғанасимон толаларнинг техник характеристикаларидан яхшироқдир. Бунинг асосий сабаби градиент кўпмодали толаларнинг модалараро дисперсияси билан боғлиқ бўлиб, у кўп модали поғанасимон толаларникидан камроқдир, бу эса градиент толалар бўйлаб катта ўтказиш қобилияти борлигини билдиради.

Бир модали толаларнинг ўзак диаметри кўп модали толаларнинг ўзак диаметридан бирмунча кичик, шу муносабат билан бир модали толаларда модалараро дисперсия бўлмайди ва у жуда ҳам катта ўтказиш қобилиятига эга, аммо у жуда ҳам қиммат лазер узатгичини қўллаш кераклигини кўрсатади.

Оптик толали алоқа линияларида қуйидаги стандарт оптик толалар қўланилади (12.1-жадвал):

- 50/125 туридаги кўп модали градиент тола (12.2а-расм);
- 625/125 туридаги кўп модали градиент тола (12.2б-расм);
- 8-10/125 туридаги бир модали поғанасимон 8P тола (дисперсия силжитилмаган ёки стандарт тола) (12.2в-расм);
- 8-10/125 туридаги дисперсияси силжитилган бир модали B8P тола (12.2-расм);
- дисперсияси силжитилиб ноль бўлмаган бир модали NZDSF тола (бу толанинг синдириш кўрсаткич профилли бундан олдинги тола сингаридир).

Кўп модали тола		Бир модали тола		
ММР 50/125 поғонасимон ва градиент тола	ММР 62.5/125 градиент тола	8Р (N08?) поғонасимон тола	Б8Р дисперсияси силжитилган тола	N208? дисперсияси силжитилиб нол бўлган тола
ЛХТ (ЕШете!,Pa81/ ЕШегпедаО, АТМ)	ЛХТ (ЕШегпег, РавШщаЪй Еп1егпе1,ГО01, АТМ)	Магистрал ва минтакавий тармоқларда (ЕШегпег, РавШщаЪй ЕШете!,РВ01, АТМ),80Н магистрალი	Шаҳарлар, халқаро тармоқларда (8БН, АТМ)	Халқаро тармоқларда (80Н,АТМ), тўлқин оптик тармоқлар

Оптик толалар инфрақизил диапазон спектрида, яъни 800-1600нм қўлланилиб улар асосан учта тўлқин узунликларида ишлатилади: (850; 1310 ва 1550нм). Бундай учта тўлқин узунликларида сигналнинг минимал сўниш коэффиценти бўлса бу эса ўз навбатида алоқани узоқ масофаларга ташкил этиш имконини беради.

Кўп модали градиент тола. Стандарт кўп модали поғонасимон ва градиент толалар (50/125 ёки 62.5/125)да ўзак диаметри 50 ва 62.5мкм бўлиб, улар узатилаётган сигналнинг тўлқин узунлигидан бир мунча фарқ қилади, шунинг учун бундай толалар бўйлаб жуда ҳам кўплаб ёруғлик нуридан ҳосил бўлувчи тўлқинлар узатилади ва у 850 ва 1310нм тўлқин узунликларида ишлатилади.

Бир модали тола. Поғонасимон бир модали толада (SF) нур ўтказувчи тола ўзак диаметри 8-10мкм ни ташкил этади бу эса тола бўйича узатилаётган нур тўлқин узунлигига яқинроқдир. Бундай тола бўйича катта тўлқин узунликда яъни $X > X_{5P}$ фақатгина битта тўлқин ҳаракатланади шунинг учун бу режим бир модали режим деб юритилади. Бундай толалардаги бир модали режимида 1310 ва 1550нм тўлқин узунликлари қўлланади. Бу тўлқин узунликларида тола бўйлаб фақатгина бир донна тўлқин ҳаракатланади ва у модалараро дисперсияни йўқотади ҳамда катта ўтказиш қобилиятини яратиб беради. Дисперсия нуқтаи назардан оладиган бўлсак энг яхши режим 1310нм тўлқин узунлигида бўлиб, унда фақатгина хроматик дисперсия ҳосил бўлади. Толанинг сўниш томонидан оладиган бўлсак бундай тўлқин узунликда 0.3-0.4дБ/км сўниш содир этса, 0.2-0.25дБ/км сўниш 1550нм тўлқин узунликда эришилади.

Дисперсияси силжитилган бир модали толада (DSF), яъни натижавий дисперсия нол бўлган ҳолда нолли дисперсиянинг тўлқин узунлиги 1550нм. Бундай силжитиш асосан оптик тола ўзагининг синдириш кўрсаткичи махсус

профил кўринишига келтирилади (12.2 г расм). Шундай қилиб тола ўзагининг дисперсиясини силжитилиши тола характеристикасини яъни дисперсия ва сўнишни минимумга келтиради. Ушбу келтирилган толалардан тайёрланган кабеллар қўллansa ренгенераторлар орасидаги масофа 100 километргача бўлган магистрал тармоқларини қуриш мумкин, бундай ҳолларда тўлқин узунлик 1550нм бўлади.

Дисперсияси силжитилиб ноль бўлмаган бир модали NZDSF турдаги тола DSF турдаги толага нисбатан бир мунча оптимизациялаштирилган бўлиб унда битта тўлқин узунликлар ишлатилмай бир нечта тўқин узунликлар (мультиплексирлаштирилган тўлқин сигналлари) узатиш учун қўлланади. Бундай толали оптик кабеллар —тўлиқ оптик тармоқлардан иборат бўлган тармоқларда ва катта магистралларда қўлланилади.

Мультиплекслаштирилган сигналларни каттадан-катта масофаларга узатишда кенг полосали линия оптик кучайтиргичларидан фойдаланиш зарур. Бу вазифаларни ҳозирги пайтда толалар легирлаштирилган эрбий кучайтиргичлардан фойдаланилмоқда. EDFA турдаги линия кучайтиргичлари сигналларни 1530-1560нм тўлқин узунликларидаги диапазонда кучайтириши мумкин. NZDSF турдаги толаларда дисперсиясини нолга келтиришдаги тўлқин узунликда бир нечта тўлқин узунликлар узатилиш ҳисобига ўзаро таъсир бир мунча камаяди.

Юқорида келтирилган учта турдаги бир модали толаларнинг оптимизация қилиниши ҳисобига шуни хулоса қилиш мумкин:

- SF турдаги оптик толалар бўйича мультиплексирлаштирилган узатиш тўлқин узунлиги 1310 нм; –тўлқин узунлиги 1310 нм; – DSF турдаги толаларда 1550 нм;
- NZDSF турдаги толалар бўйича мультиплексирлаштирилган сигналлар 1530-1560 нм тўлқин узунликларда ишлатилади.

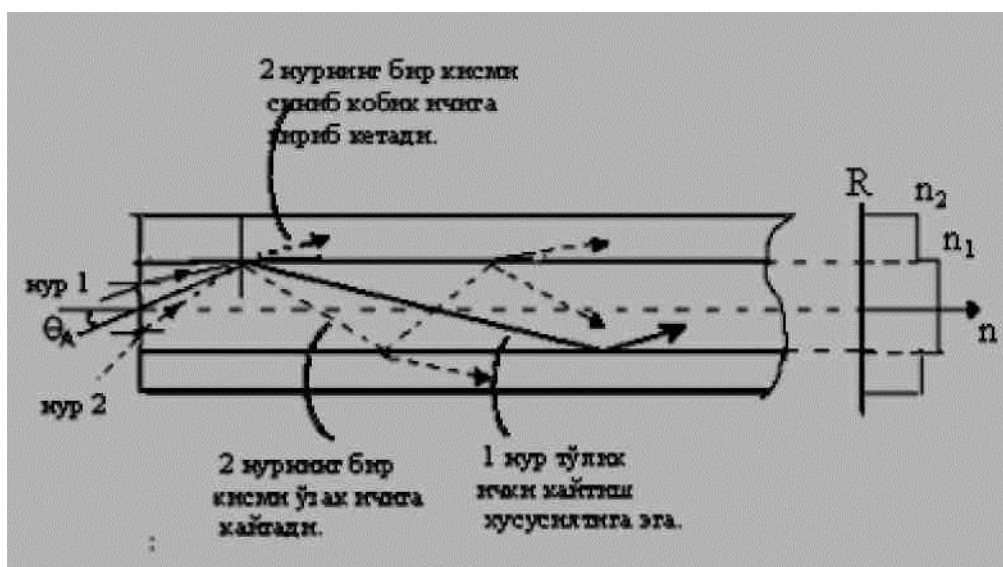
Масалан мультиплексирлаштирилган сигнал 1530-1560 нм тўлқин шавфофлик дарчасида қўлланиб SF турдаги бир модали тола қўллansa ренгенератор орасидаги масофа камаяди ва натижавий хроматик дисперсияни камайитириш учун кичик полосали спектрал тарқатувчи лазер узатгичларини қўллаш зарур бўлади. Максимал узатиш масофасига эришиши учун толаларнинг техник характеристикалари (сўниш ва дисперсия) ҳамда қабул қилгич ва узатгич ускуналарининг техник характеристикалари (қувват, частота, узатгичнинг тарқатиш спектрал кенглиги ва қабул қилгичнинг сезувчанлиги) га боғлиқдир.

12.6. Тола бўйича ёруғлик тарқалиши

Тола бўйича ёруғликнинг тарқалишида тарқалувчи тўлқин узунлигидан ташқари асосий факторлардан қуйдагилар ҳисобланади: толанинг геометрик параметрлари; сўниш; дисперсия.

Толанинг геометрик параметрлари.

Синдириш кўрсаткичининг нисбий фарқи. Одатда тола ўзак ва қобиғдан иборатдир. Оптик зич бўлган ўзак толанинг ёруғлик ўтказувчи қисми бўлиб, унинг устидан қобиғ билан қоплангандир (11.3-расм).



Бу расмда келтирилган оптик тола ўзагининг синдириш кўрсаткичи— n қобиғ синдириш кўрсаткичи n_2 —деб белгиланади. У холда асосий параметрлардан бири— Δ тола синдириш кўрсаткичини нисбий фарқи деб аталади ва қуйидагича аниқланади:

$$\Delta = (n_1^2 - n_2^2) / 2n_1^2$$

Агар тола қобиғини синдириш кўрсаткичи қиймати ўзгармас қийматдан иборат бўлса, уҳолда ўзак синдириш кўрсаткичи тола радиусига боғлиқдир. Шунинг учун тола параметрларини баҳолашда n_1 ўрнига n_{eff} қийматидан фойдаланилади. Тола бўйлаб нурнинг ҳаракатланиши нурларнинг синдиришини кўрсатувчи Снелмус қонуни асосидаги тўлиқ ички қайтиш асосида бўлади, яъни

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

бу ерда n_1 — биринчи мухитнинг синдириш кўрсаткичи, θ_1 — тушиш бурчаги, n_2 — иккинчи мухитнинг синдириш кўрсаткичи, θ_2 — синиш бурчаги.

Тола қази оптик жихатдан тола қобиғи мухитига нисбатан зич бўлганлиги $n_1 > n_2$ бўлади. Шу муносабат билан θ_k — критик тушиш бурчаги ҳосил бўлади. Бу бурчак икки мухит чегараси ҳисобига ички тутиш бурчаги бўлиб, синган нур мухитнинг тўлиқ чегараси бўйлаб ҳарактерланади. Снелмус қонуни асосида критик тушиш бурчаги:

$$\theta_k = \arcsin(n_2 / n_1)$$

12.7. Оптик кабелларнинг турлари

Ҳозирги пайтда кўпгина чет эл компаниялари томонидан оптик-толали кабеллар ишлаб чиқарилмоқда. Оптик толали алоқа кабелларини сотиб олишда компания менежерлари томонидан сотиб олинувчи кабелларнинг асосий турлари ва оптик алоқа кабелларининг параметрлари ҳамда унда қўлланувчи оптик толаларнинг турларини билиши лозим. Оптик кабелларда қўлланувчи толаларнинг асосий параметрлари ва турлари бундан олдинги бўлимда кўриб чиқилган. Бу бўлимда оптик-толали алоқа кабелларининг асосий турлари ва параметрларига эътибор берилган.

Келтирилган материаллар кабел сотиб олиб уни тармоқларда қўлловчи корхона ва компания менежерлари ва шу соҳа бўйича иш олиб боровчи мутахассисларга оптик-толали алоқа кабелларининг турлари бўйича, уларнинг тузилиши ва параметрларини ўрганган ҳолда конкрет ечимлар учун тўғри кабел танлашга ёрдам беради.

Оптик-толали алоқа кабеллари кабел конструкциясига кирувчи элементлари, қўлланиш жойи ва ётқизилиш шароити бўйича бир неча турларга бўлинади. Ҳамма кабелларни қўлланиш жойи бўйича учта турга бўлинади:

1. Ички ётқизилувчи (indoor) кабеллар;
2. Ташқарида ётқизилувчи (outdoor) кабеллар;
3. Махсус кабеллар.

Ички ётқизилувчи кабеллар асосан толадан станция ичида,
филарда, бино

Бино ичида ва бино наларида қўлланиши мумкин. Ўз навбатида ётқизилиш шароити бўйича бундай кабеллар қуйидагиларга бўлинади: - Вертикал ҳолатда ётқизилувчи кабеллар (riser cable); - Горизонтал ҳолатда ётқизилувчи кабеллар (distribution) - Комутация шнурларда;

Ташқарида ётқизилувчи кабеллар қишлоқ шаҳар минтақавий ва магистрал тармоқларда алоқа линия вазифасини бажаради. Ўз навбатида бундай турдаги кабеллар ётқизилиш шароити бўйича қуйидагиларга бўлинади:

- Ҳавода осилувчи (aerial);
- Ер ости (buried);
- Сув ости (undersea, underwater);

Ҳавода осилувчи кабеллар асосан турли хил турдаги симёғочларда осилиб улар қуйидаги кўринишда бўлиши мумкин:

Ўзини ушлаб турувчи (self-supporting) мисол учун ADSS-(All-Blelectric Self-Supporting) ўзини ушлаб турувчи тросс билан ёки троссиз тўлиқ диэлектрик бўлиб, у асосан турли хил симёғочларга, электр узатиш линияларини симёғочларга ва темир йўлларнинг контакт тармоқларида қўлланувчи симёғочларга осилиши мумкин бўлган турлар;

- маҳкамланувчи (lashed) мисолд учун ADL-тўлиқ диэлектрик маҳкамланувчи турда бўлиб, улар юқори кучланиш ўтказувчи симларга

диэлектрик шнурлар ёки тасмалар билан ёки махсус қисқичлар ёрдамида махкамланади;

-устига ўралувчи (wrapped) мисол учун Focas компанияси томонидан ишлаб чиқарувчи турида бўлиб, улар юқори кучланишли фазали симлар устига ёки ерга ўтказувчи симлар (яқин қайтарувчи симлар) устига айланма кўринишда ўралиб чиқилади.

Ер остида ётқизилувчи оптик толали кабеллар ўз навбатида қуйидаги турда бўлиши мумкин:

-кабел канализациясида ёки коллекторларда ётқизилувчи;

-ер остига ётқизилиб қўмилувчи;

-махсус қувурларда автоматик равишда ётқизилувчи, бу турдаги кабеллар Dura-Line компанияси томонидан ишлаб чиқарилувчи Silicore туридаги полиэтилен қувурларда.

Сув остида ётқизилувчи кабеллар эса ўз навбатида қуйидаги турларга бўлинади:

-сув кемалари қатнамайдиган дарёларнинг чуқурига ётқизилувчи, унча чуқур бўлмаган сув хавзаларида ётқизилувчи, ҳамда сув кесишувлари унча катта кенгликда бўлмаган жойларда ётқизилувчи кабеллар;

-денгиз ва океанларнинг чуқурлигида ётқизилувчи кабеллар ёки маълум бир чуқурликда осилиб турувчи кабеллар.

Махсус кабелларга қуйидагилар киради.

-бир толали тўлиқ диэлектрик кабеллар, бундай кабеллар юпқа махсус қобиғ билан уралаган бўлиб улар турли хил махсус ускуналарни ички коммутация тармоқларида қўлланади;

-кўп толали ясси кўринишдаги тўлиқ диэлектрик кабеллар. Бундай кабеллар ички шиналар ва компьютер тармоқларидаги супер компьютерларда қўлланади;

-кўп толали матрицали (хажми катта) тўлиқ диэлектрик кабеллар. Бундай кабеллар минглаб ёки ўн минглаб оптик толалардан иборат бўлиб, улар тўғри график объект тасвирларини узатиш учун қўлланади.

14-маъруза. Оптик кабелларнинг параметрлари

14.1. Нур ўтказгич толаларнинг ишлаш принциплари

Оптик кабелнинг асосий элементи вазифасини ингичка шишадан иборат бўлган цилиндр формасидаги нур ўтказувчи тола бўлиб ҳисобланади. Бундай тола бўйлаб микрон тўлқин узунлиқдаги яъни $10^{14} \div 10^{15}$ Гц частота диапазонидаги электромагнит тўлқинлар нур кўринишида узатилади. Нур ўтказувчи тола икки қатламли тузилишга эга бўлиб, ёруғлик нурлари ҳаракатланувчи ўзак ва нурларни ташқарига чиқариб юбормаслик учун қўлланувчи қобиғдан иборат. Тола ўзагининг синиш кўрсаткичи — n_1 ва тола қобиғининг синиш кўрсаткичи — n_2 бўлиб, улар турли хил оптик тавсилотга эга бўлиши лозим.

Нур ўтказгичлар икки хил турда бўлади: поғонасимон ва градиент. Поғонасимон турдаги нур ўтказгичда тола ўзагининг синиш кўрсаткичи ўзгармас ҳолда бўлиб, кескин равишда n_1 — ўзакдан n_2 —қобиғга ўтиш хусусиятига эга. Градиент турдаги толаларда эса тола ўзагининг синиш кўрсаткичи нур ўтказгичнинг радиус марказидан то узоқ томонидаги қобиқ томон секин- асталик билан ўзгариш хусусиятига эга.

Ўз навбатида поғонасимон кўринишдаги нур ўтказгичлар тола бўйлаб ҳаракатланувчи электромагнит тўлқинлар сонига қараб кўп модали ва бир модали турларга бўлинади. Бир модали нур ўтказгичнинг ўзак диаметри тола бўйлаб ҳаракатланувчи электромагнит тўлқин узунлиги билан баробардир ($d \approx \lambda$). Шунинг учун бундай турдаги нур ўтказгич бўйлаб фақатгина бир дона (мода) тўлқин узатилади.

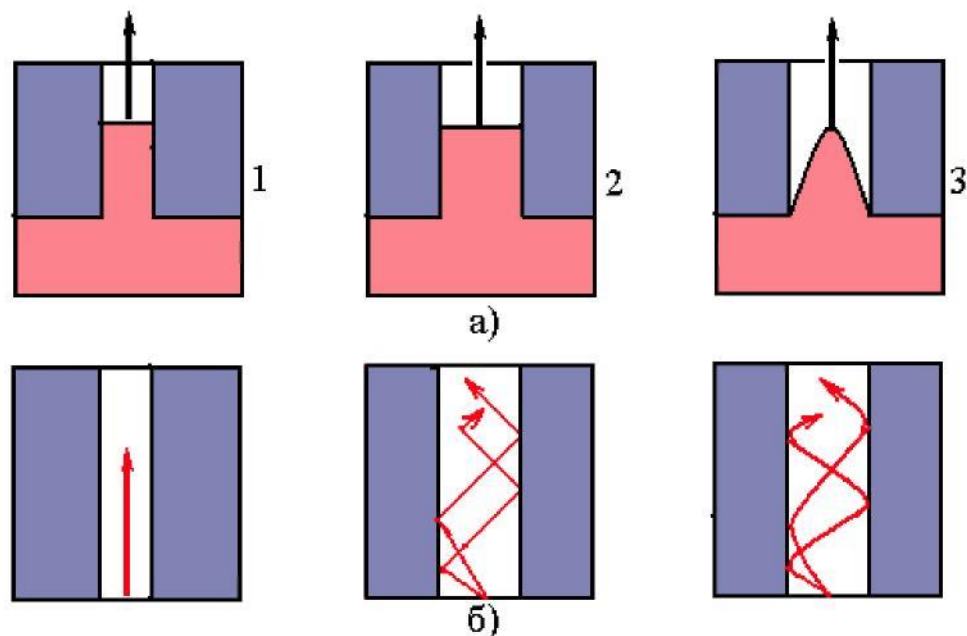
Кўп модали нур ўтказгичларда ўзак диаметри нур ўтказгич бўйлаб ҳаракатланувчи тўлқин узунлигидан бирмунча катта ($d > \lambda$) бўлганлиги учун бундай нур ўтказгич бўйлаб кўплаб микдорда электромагнит тўлқинлар узатиш мумкин.

Хозирги пайтда тармоқларда қўлланувчи бир модали нур ўтказгичларнинг ўзак диаметри 8-М10 мкм ва кўп модали нур ўтказгичларнинг ўзак диаметри 50 -*- 62,5 мкм.

Нур ўтказгичларнинг ўзаги устидан кварцдан иборат бўлган қобиқ қопланиб унинг диаметри 125 мкм.

Нур ўтказувчи толаларнинг мустаҳкамлигини ошириш ва монтаж жараёнида осон бўлиши учун қобиқ устидан мухофазаловчи қоплам қопланади, бу ҳолда унинг диаметри 250 мкм бўлади.

Демак бугунги кунда поғонасимон кўп модали, градиент кўп модали ва бир модали нур ўтказувчи толалар мавжуд (14.1- расм).



14.1-расм. Нур ўтказувчи толалар: а) синиш кўрсаткич профили; б) тола бўйлаб нурларнинг ҳаракати; 1— бир модали; 2— поғонасимон кўп модали; 3— градиент кўп модали.

Бу расмдан шуни кўриш мумкинки турли хил нур ўтказгичларда ёруғлик нурларининг тарқалиши турли хил. Поғонасимон кўп модали нур ўтказгичда нурлар ўзак—қобик чегарасидан кескин равишда кайтади. Бундай ҳолатда турли нурларнинг ҳаракатланиш йули турли бўлганлиги учун бундай нурлар нур ўтказгич линиясининг охирига турли вақт оралиқларида силжиган ҳолатда етиб боради, бу эса узатилаётган сигнални бузилишига олиб келади.

Градиент нур ўтказгичлар ҳам кўп модали толалар туридан иборатдир, шунинг учун бундай нур ўтказувчи толаларда ёруғлик нурлари тўлқин кўринишдаги траектория бўйлаб ҳаракатланади. Бундай ҳолатда ҳаракатланувчи нурлардан нур ўтказгич ўқиға яқин жойлашган нурлар кенгроқ йўл бўйлаб ҳаракатланади, аммо катта синиш кўрсаткичига эга бўлган томонида яъни, ўзак марказидан узок томондаги нурлар кичик синиш кўрсаткич томонига нисбатан катта ва узок йўл масофасини босиб ўтади. Натижада турли хил ёруғлик нурларининг ҳаракатланиш тезлиги бир—бирига яқин бўлади ва улар линия охирига бир вақт оралиғида етиб боради. Демак, градиент кўринишдаги нур ўтказгичлар бўйлаб, узатилаётган сигналнинг бузилиши поғонасимон синиш кўрсаткичи кўринишдаги нур ўтказгичлардагига қараганда анча кам бўлади. Параболик тақсимланишда синиш кўрсаткичининг n_2 — радиус бўйича ўзгариш қонуни қуйидаги қиймат орқали аниқланади.

$$n_r = n_o [1 - 2\Delta(r/a)^2]^{1/2}$$

Бу ерда r — ўзгарувчан радиус; a —тола ўзагининг радиуси; n_o —нур ўтказгичнинг ўзак марказидаги синиш кўрсаткичи (тахминан 1,5 га тенг).

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \approx \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 0,003 + 0,01$$

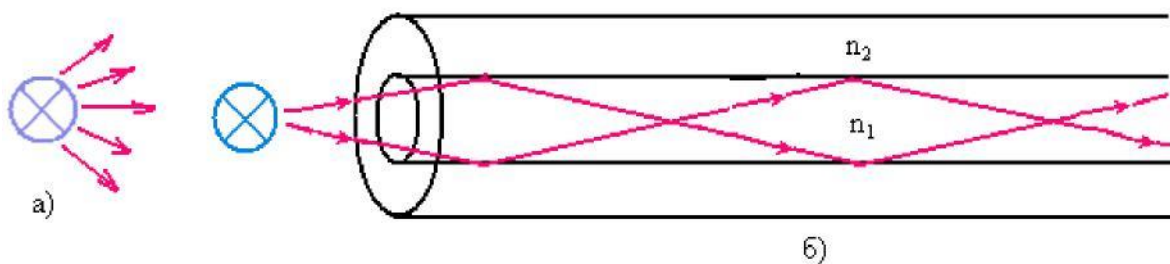
0,01 нур ўтказгичнинг ўзак ва қобиқ синиш кўрсаткичларининг нисбий фарқи.

Нур ўтказгичнинг ўзаги электромагнит энергияларини узатиш учун қўлланади. Нур ўтказгичнинг қобиғи эса ўзак—қобиқ чегарасида ёруғлик нурларини яхши ҳолатда қайтариш шароитини яратади ва нур ўтказгичдаги узатилаётган энергияни ўраб турувчи мухитига тарқалиб чиқиб кетишидан муҳофазалайди.

Оптик кабелларнинг нур ўтказгичлари бўйлаб электромагнит тўлқинларни тарқалиш жараёнидаги физик процессларни кўриб чиқамиз.

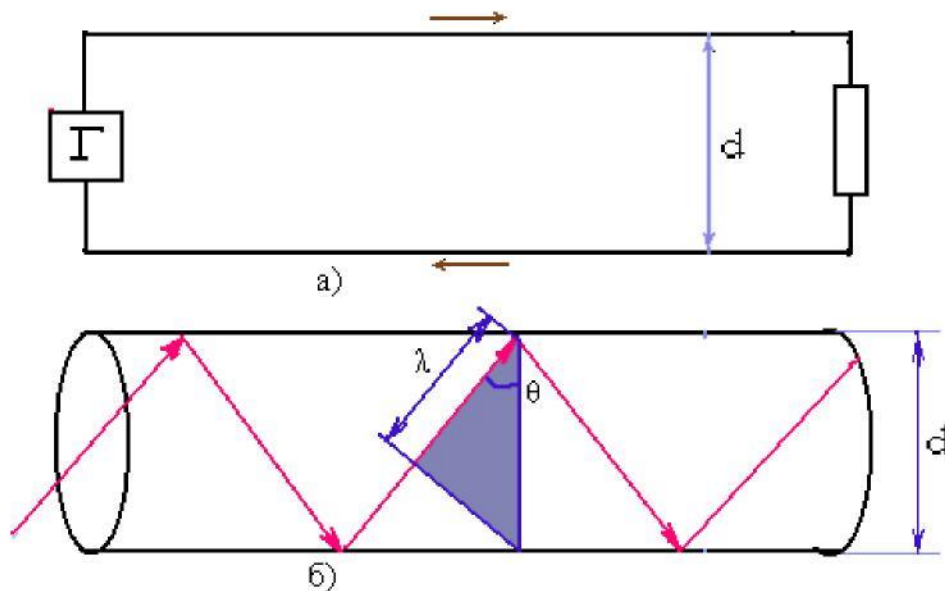
Электр кабелларда электр ўтказувчанлик ва ток ўтказиш вазифасини яхши ток ўтказувчанликга ва электр қаршилиги кичик бўлган ток ўтказгичлардан иборат занжир қўлланса, оптик кабелларда эса бошқача узатиш механизми қўлланади. Бу ерда радио узаткичларидаги сингари диэлектрик ўтказувчанлик ва тоқларни силжиши механизми қўлланилади. Маълумотлар сигнали электромагнит тўлқин кўринишида диэлектр яъни нур ўтказгич орқали узатилади. Тўлқинларни йўналиши нур ўтказгичнинг турли хил синиш кўрсаткичига эга бўлган ўзак ва қобиқ чегарасидан қайтиши ҳисобига бўлади.

Оптик кабеллар бўйлаб узатув худди радио узатув сингари бўлиб, бу ерда тўлқин очик мухитга яъни ҳар томонга тарқалмасдан маълум бир йўналиши бўйича ҳаракатланади. (14.2—расм)



14.2—расм Радио (а) ва нур ўтказгич (б) бўйича узатув процесси.

Бугунги кунда кенг равишда қўлланилаётган симметрик ва коаксиал кабелларнинг занжирлари бўйлаб электромагнит энергияларнинг узатилиши тўғри ва қарама—қарши томон йўналган ток ўтказгичлардан иборат бўлган икки ўтказгичли схема занжири бўйлаб узатилади. (14.3—расм) Нур ўтказгичлар, тўлқин ўтказгичлар ва бошқа турдаги узатиш тизимларида иккита ўтказгич бўлмасдан узатув тўлқин ўтказгич усули бўйича яъни мухитларни ажратувчи чегарадан тўлқинларни зигзаг кўринишидаги қонун бўйича олиб борилади. (14.3—расм). Бундай бўлиниш мухит чегараси яъни тўлқинларни қайтиш чегара вазифасини, турли хил диэлектрик хусусиятларга эга бўлган металл—диэлектрик, диэлектр—диэлектр бажаради.

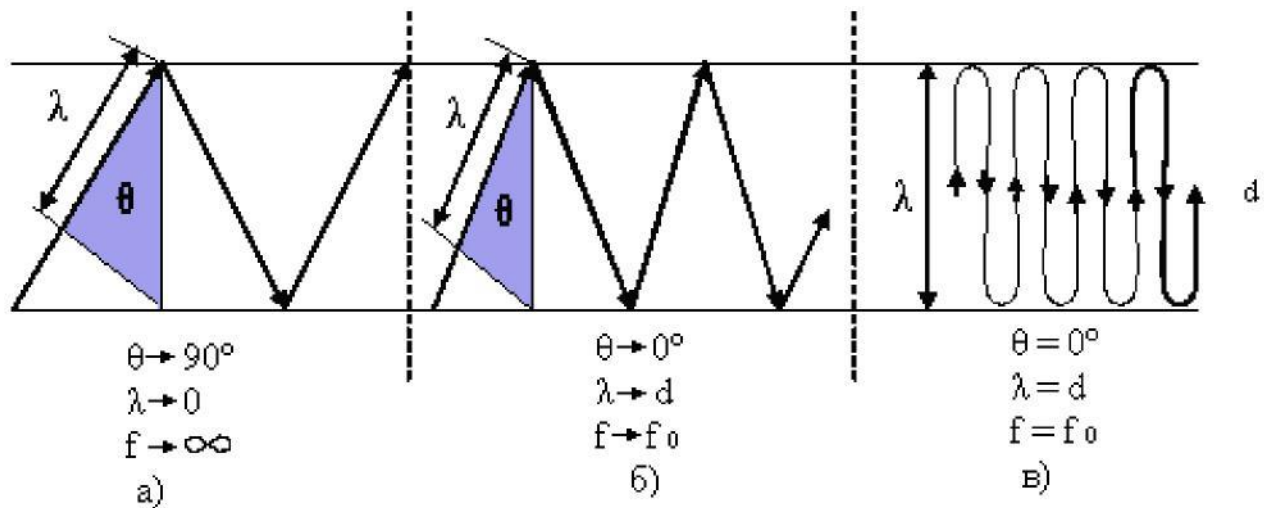


14.3-расм. Икки ўтказгичли (а) ва тўлқин ўтказгичлар (б) тизими бўйлаб энергия узатуви.

Тўлқин ўтказгич принципи бўйича ишлайдиган йўналтирувчи тизимларда нур ўтказгичлар, тўлқин ўтказгичлар, линия юзаси бўйича ҳаракатланувчи тўлқинлар, диэлектрик тўлқин ўтказгичлар ва шуларга ўхшаш бўлган йўналтирувчи тизимлар бажаради.

Икки ўтказгичли ва тўлқин ўтказгичли йўналтирувчи тизимларда бўлиниш чегарасини тўлқин узунлиги — λ ва йўналтирувчи тизимнинг кўндаланг ўлчамлари — d орқали тавсифланади. Агар $\lambda > d$ ҳолат бўладиган бўлса, у ҳолда иккита ўтказгич зарур бўлади, улар тўғри ва қарама—қарши томонга йўналтирилган ўтказгичлар бўлиб, электромагнит узатувлар икки ўтказгичли схема бўйича олиб борилади. Агар $\lambda < d$ ҳолат бўладиган бўлса, у ҳолда икки ўтказгичли тизим керак бўлмай, узатув турли тавсилотларга эга бўлган бўлиниш чегарасидан кўплаб маротаба зигзаг кўринишидаги тўлқинларни қайтиши ҳисобига бўлади. Шунинг учун тўлқин ўтказгичлар тизимида (нур ўтказгичлар, тўлқин ўтказгичлар ва бошқа йўналтирувчи тизимлар) узатувлар асосан ўта юқори частоталар (УЮЧ) диапазонида рўй беради, чунки бундай ҳолатда тўлқин узунлик йўналтирувчи тизимнинг кўндаланг ўлчам диаметридан кичик. Бундан ташқари оптик нур ўтказгичлар бўйлаб узатувлар жараёнида нур ўтказгичнинг ўзак—қобик чегарасида тўлқинларнинг тўлиқ ички қайтиш режими сақланиши лозим.

14.4—расмда икки қатламли нур ўтказгич тола бўйлаб электромагнит тўлқинларни тарқалиб ҳаракатланиш жараёни кўрсатилган.



14.4—расм. Жуда ҳам юкори (а), юқоридан кичик бўлган (б) ва критик (в) частоталарида нур ўтказгичлар бўйлаб электромагнит тўлқинларнинг тарқалиши.

Бу расмда тўлқинлар нур ўтказгичнинг кўндаланг юзаси бўйича θ — бурчагини ҳосил қилади ва бундай тўлқин ўзак—қобигни ажратувчи чегарадан кўплаб маротаба 2θ бурчак остида қайтади. Тўлқин узунлиги — λ , нур ўтказгичнинг ўзак диаметри — d ва θ —бурчак оралиғида қуйидаги нисбийлик мавжуд:

$$\cos\theta = \lambda / d \quad (14.2)$$

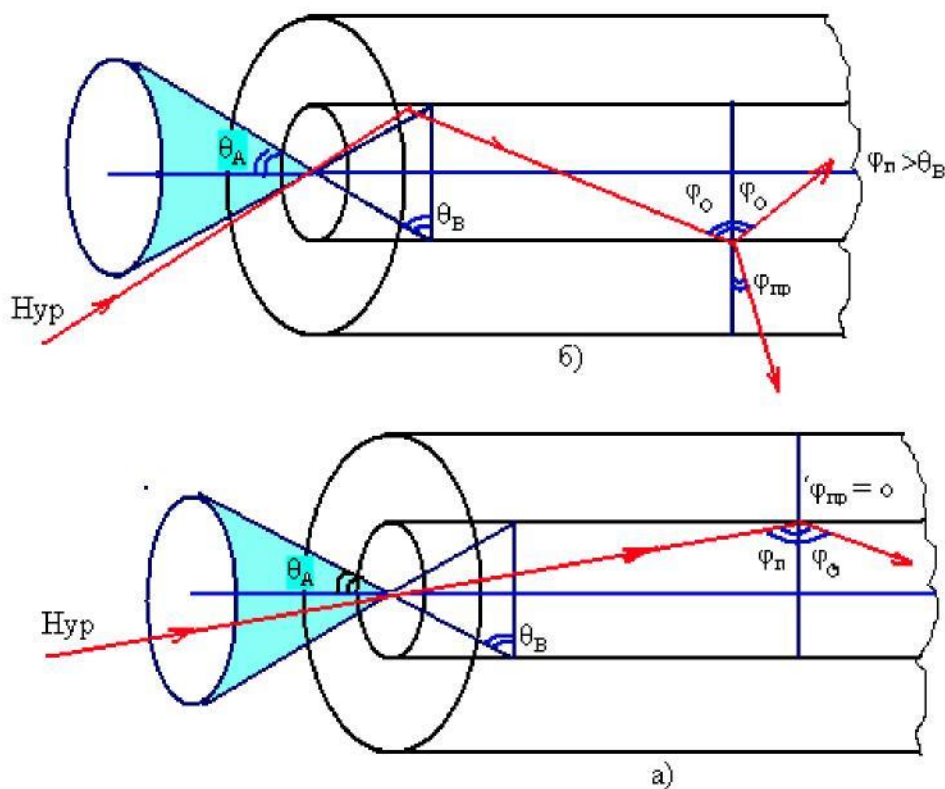
19.4—расмда электромагнит тўлқинларни кичик тўлқин узунлик яъни $\lambda \rightarrow 0$ (19.4 а—расм) ва тўлқин узунлик нур ўтказгич диаметрига яқин бўлган $\lambda \rightarrow d$ ҳолатда (19.4 б—расм) тарқалиши кўрсатилган. Биринчи $\lambda \rightarrow 0$ ва $f \rightarrow \infty$ ҳолатда $\theta \rightarrow 90^\circ$ бурчакда қайтувчи тўлқинлар кам бўлиб, бундай тўлқинлар нур ўтказгич бўйлаб тўғри чизиqli ҳаракатда бўлади ва узатув нур ўтказгич бўйлаб ҳаракатланади. Иккинчи $\lambda \rightarrow d$, $f \rightarrow f_0$ ҳолатида эса $\theta \rightarrow 0^\circ$ бурчакда нур ўтказгич бўйлаб ҳаракатланувчи тўлқинлар кўплаб маротаба ўзак—қобик чегарасидан қайтади ва унинг ҳаракатланиши биринчи ҳолатдагидан бирмунча камроқ, бундай ҳолатда нур ўтказгич бўйлаб энергия бирмунча камроқ равишда узатилади.

Маълум бир тўлқин узунликда (14.4 в—расм) шундай режим бўлиб, унда $\theta = 0^\circ$ бўлган ҳолда тўлқин нур ўтказгич қобиғи устига тушади ва перпендикуляр равишда қайтади. Бундай ҳолатда нур ўтказгич ичида тўлқинларнинг турувчи турғун режими бўлиб унда энергия нур ўтказгич бўйлаб бутунлай ҳаракатланмайди ва бундай ҳолат критик тўлқин узунлиги ҳолати — $\lambda_0 = d$ деб юритилади ва критик частота қуйидагича аниқланади.

$$f_0 = c/\lambda_0 = c/d$$

Шундан хулоса қилиш мумкинки нур ўтказгич бўйлаб фақатгина нур ўтказгич диаметридан кичик бўлган тўлқин узунлидаги электромагнит тўлқин ($\lambda < d$) ҳаракатланиши мумкин.

Аммо нур ўтказгичда ўзак—қобик бўлиниш чегараси вазифасини шавоф шиша бажаради, шунинг учун бундай бўлиниш чегарасида оптик нурлар тўлиқ равишда қайтмасдан нур ўтказгичнинг қобиғи ичига ҳам кириб, ундан қайтиш хусусиятига эга. Узатилаётган энергияни қобик ичига кириб кетмаслиги учун ва бутун узатилаётган энергия тарқалиш муҳити бўйлаб тўлиқ равишда ҳаракатланиши учун тўлиқ ички қайтиш шарти бажарилиши лозим, бундай шарт бажарилишини икки қатлами нур ўтказгич учун кўлланиши 14.5-расмда кўрсатилган.



14.5—расм. Нур ўтказгич толанинг ишлаш принципи: а) нур апертура бурчаги оралиғида; б) нур апертура бурчагидан ташкарида.

Геометрик оптика қонунлари бўйича умумий кўринишдаги ўзак—қобик чегарасига тушаётган тўлқин θ_T — бурчак остида бўлади, қайтган тўлқин эса θ_0 бурчак остида бўлса ва ўзак—қобик чегарасида синган тўлқин $\theta_{\text{син}}$ бурчак остида бўлади. Бизга маълумки катта зичликга эга бўлган муҳитдан кичик зичликка эга бўлган муҳитга ўтишда яъни $n_1 > n_2$ ҳолатда маълум бир бурчак остида тушаётган тўлқин тўлиқ равишда қайтади ва бошқа муҳитга ўтмайди, бу эса синган нур йўқлигини билдиради (14.4-расм). Муҳит чегарасида бутун

энергия қайтиш яъни θ_T —тушиш бурчагида, $\theta_T = \theta_{\text{ички}}$ ички қайтиш бурчаги деб аталади. Тўлиқ ички қайтиш бурчаги қуйидагича аниқланади:

$$\sin \theta_{\text{ички}} = n_2 / n_1 = \sqrt{\mu_2 \epsilon_2 / \mu_1 \epsilon_1} \quad (14.4)$$

бу ерда: μ_1 ва ϵ_1 — нур ўтказгич ўзагининг магнит ва диэлектрик сингдирувчанлиги;

μ_2 ва ϵ_2 — нур ўтказгич қобиғининг магнит ва диэлектрик сингдирувчанлиги;

n_1 — нур ўтказгич ўзагининг синиш кўрсаткичи;

n_2 — нур ўтказгич қобиғининг синиш кўрсаткичи. Агар $\theta_T \geq \theta_{\text{ички}}$ ички ҳолат бўладиган бўлса, у ҳолда нур ўтказгичнинг ўзагига тушувчи энергия тўлиқ равишда қайтиб нур ўтказгич бўйлаб зигзаг кўринишда тарқалиб ҳаракатланади. (14.4 а—расм) Тўлқиннинг тушиш бурчаги қанчалик катта бўладиган бўлса, яъни $\theta_T > \theta_{\text{ички}}$ ҳолати бўлиб, унинг қиймати 00 билан 900 оралиғида бўладиган бўлса, у ҳолда тарқалиш шароити яхши бўлиб, тарқалаётган тўлқин тезда қабул қилгувчи томонга етиб боради. Бу ҳолда бутун энергия нур ўтказгич ўзаги ичида йиғилиб, умуман ўраб турувчи мухит бўйлаб ҳаракатланмайди.

Агар нур тўлиқ ички қайтиш бурчагидан кичик бўладиган бўлса, яъни $\theta_T < \theta_{\text{ички}}$ ҳолатида у ҳолда энергия нур ўтказгичнинг қобиғига кириб бориб, мухитни ўраб турувчи бўйлаб ёйилади ва умуман ўраб турувчи мухит бўйлаб ҳаракатланмайди. Чунки синган нур ҳосил бўлади (14.5 б—расм). Тўлиқ ички қайтиш режимида толанинг нур кирувчи қисмига ёруғлик нуруни кириш шартини бажаришни таъминлайди. 14.6—расмда кўрсатилганидек нур ўтказгич тўлиқ ички қайтиш бурчаги остида бўлса яъни $\theta_{\text{ички}}$ ички бурчак оралиғидаги ёруғлик нуруни ўтказади. Бундай оралиқ бурчаги — Q_A нур ўтказувчи толанинг апертурасини тавсифлайди. Апертура деб оптик ўқ билан битта ёруғлик конусини ҳосил қилувчи орасидаги бурчак остида нур ўтказгич толанинг кирувчи томонига тушувчи бурчак томонига айтилади ва бу ҳолатда тўлиқ ички қайтиш шарти бажарилади.

Толали оптик алоқа линиясида сонли апертура

тушунчаси қўлланади ва қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\text{бу ерда: } n_0 \text{— хавонинг синиш кўрсаткичи; } \quad (14.5)$$

n_1 - нур ўтказгич ўзагининг синиш кўрсаткичи; n_2 — нур ўтказгич қобиғининг синиш кўрсаткичи. Агар хавонинг синиш кўрсаткичини

билган ҳолда, у $n_0 = 1$ бўлса — у ҳолда сонли апертура қуйидаги аниқланади:

14.5 — расмдан кўриниб турибдики тўлиқ ички қайтиш бурчаги — θ А орасида ўзаро боғланиш мавжуд. Демак тўлиқ ички бурчаги — θ ички қанчалик катта бўлса, нур ўтказгич толанинг апертура бурчаги — θ А шунчалик кичик бўлади.

Оптик толали алоқа линиясида иложи борица нур ўтказгичнинг ўзак—қобик чегарасига тушувчи нур — $\theta_{ТУШ}$ бурчаги тўлиқ ички қайтиш бурчагидан — θ ички катта бўлиши ва θ ички — бурчакга 90° бурчак оралиғида бўлиб, нурларни нур ўтказгичнинг кирувчи юзасига тушувчи нур бурчаги апертура бурчаги — θ А оралиғида бўлиши керак ($\theta \leq \theta_A$).

14.2. Нур ўтказгич толанинг тўлқин узунлиги ва критик частотаси

Аввал кўриб чиқилганидек, тўлқин узунлик — λ ва нур ўтказгичнинг ўзак диаметри — d орасида $\cos\theta = \lambda/d$ қиймати мавжуд бўлиб, бу ерда θ — ўзак—қобик бўлинувчи чегарасига тушувчи тўлқиннинг тушиш бурчагидир.

Агар $\cos\theta = \lambda/d$ ифодани эътиборга олиб ҳамда тўлиқ ички қайтиш шартини $\sin\theta = n_2/n_1$ қўйласак, у ҳолда $\cos\theta = 1 - (n_2/n_1)^2$ ҳосил бўлади. Агар келтирилган ифоданинг унги томонидаги қисмини тенглаштирсак, у ҳолда

$$\lambda_c/d = \sqrt{1 - (n_2/n_1)^2}$$

ҳосил бўлади. У ҳолда нур ўтказгичнинг критик тўлқин узунлиги: критик частота эса:

$$\lambda_c = d \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} = \frac{d}{n_1} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

бу ерда: n_1 — нур ўтказгичнинг ўзагини синиш кўрсаткичи;

$$f_c = \frac{V_1}{\lambda_c} = \frac{V_1}{d} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}} = \frac{C}{d} \frac{1}{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$$

n_2 — нур ўтказгичнинг қобиғини синиш кўрсаткичи; $V_1 = C/n_1$ — нур ўтказгичнинг ўзаги бўйлаб ҳаракатланувчи тўлқиннинг тезлиги;

C — ёруғлик тезлиги;

d — нур ўтказгичнинг ўзак диаметри.

Нур ўтказгич бўйлаб кўплаб турли хил тўлқинларни тарқалишини эътиборга оладиган бўлсак, у ҳолда f_0 ва λ_0 қийматларни аниқлайдиган формулаларга тўлқин турини таснифловчи nm параметрини киритиш мумкин. Ҳолда натижавий формула қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$f_0^{nm} = \frac{C}{d} \frac{1}{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$$

$$f_0 = \frac{P_{nm} \cdot C}{\pi d \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$$

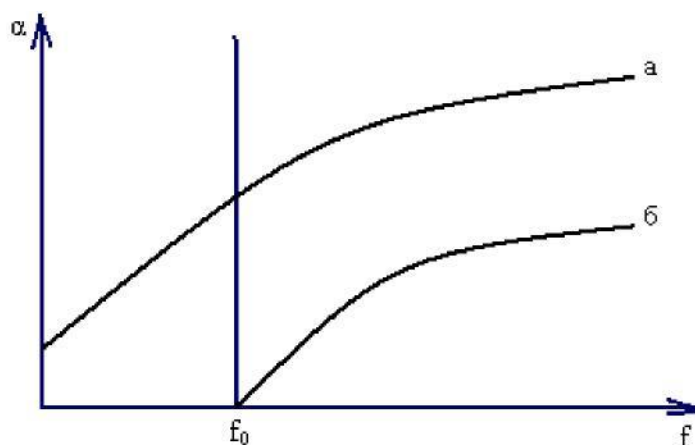
$$\lambda_0 = \frac{\pi d}{P_{nm} \cdot n_1} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (14.9)$$

бу ерда: P_{nm} — нур ўтказгич бўйлаб ҳаракатланувчи тўлқин тури; n — нур ўтказгич параметри бўйлаб майдон ўзгаришини кўрсатувчи сон;

m — нур ўтказгич диаметри бўйича майдон ўзгаришини кўрсатувчи сон.

Турли хил тўлқинлар (модалар) учун P_{nm} — параметри қуйидагича: $E_{01}=2.405$; $E_{12}=3.83$; $E_{21}=2.405$; $E_{21}=5.136$ ва ҳақозо. Олинган қийматлардан шуни хулоса қилиш мумкинки нур ўтказгич тола ўзагини диаметри қанчалик катта бўладиган бўлса, нур ўтказгичнинг ўзак синиш кўрсаткичи — n_1 ҳамда қобик синиш кўрсаткичи — n_2 бир—биридан қанчалик фарқ қилса, критик тўлқин узунлик шунчалик катта бўлади ва критик частота шунчалик кичик бўлади.

Келтирилган ифода асосида ва кўрсатмалар шуни кўрсатадики f_0 — критик частотадан юқори бўлган частоталарда майдоннинг бутун энергияси нур ўтказгичнинг узаги ичида йиғилиб у бўйлаб эффектив равишда тарқалади. Бизга маълумки турли йуналтирувчи тизимлар бўйлаб энергия узатилаётган пайтда у узатилаётган частотага боғлиқ.



14.6—расм. Икки ўтказгичли (а) ва тўлқин ўтказгич (нур ўтказгич) (б) тизимлар бўйлаб энергия узатилишни частотага боғлиқлиги.

Одатда икки ўтказгичли ва тўлқин ўтказгичли йўналтирувчи тизимларнинг частотавий диапазони турли хил. Тўлқин ўтказгичлар тизим қандайдир критик частота яъни чегаравий (отсечки) частотасига — f_0 эга. Тўлқин ўтказгичлар бундай чегаравий — f_0 частотада юқори частотали филтр каби иш бажаради ва у бўйлаб λ_0 — тўлқин узунликдан катта бўлган тўлқин узатилиши мумкин. Икки ўтказгичли тизимлар эса бундай чегаравий чекланишдан мустасно бўлиб, у бўйлаб бутун частота диапазони яъни нолдан ва ундан юқори бўлган энергия узатилади, шунинг учун бундай тизимларда сунуш яъни йўқотувчанлик анча юқори қийматларга эга.

Нур ўтказгичли оптик техникасида кенг равишда нормаллаштирилган частота ишлатилади, бундай частота нур ўтказгичнинг ўлчамлари— a , тўлқин узунлиги— λ ва нур ўтказгичнинг ўзак ва қобик n_1 ҳамда n_2 синиш кўрсаткичлари билан боғлиқ. Нормаллаштирилган частота - V қуйидаги формула билан аниқланади:

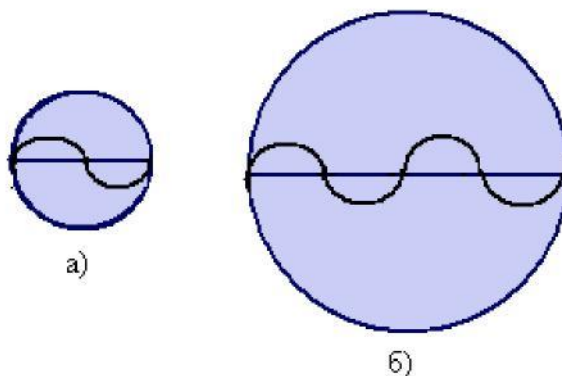
$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

бу ерда: a -нур ўтказгичнинг ўзак диаметри; λ - тўлқин узунлиги; n_1 - тола ўзакнинг синиш кўрсаткичи; n_2 - тола қобикнинг синиш кўрсаткичи.

14.3. Нур ўтказгичлардаги тўлқинлар турлари

Оптик толали алоқа техникасида нур ўтказгичлар бўйлаб ҳаракатланувчи электромагнит майдон тўлқинлари — мода деб юритилади.

Одатда нур ўтказгичлар бўйлаб жуда ҳам кўплаб турли хил тўлқинлар тарқалиши мумкин. Нур ўтказгичнинг ўзак диаметри ошиб бориши ва тўлқин узунлигининг камайиши билан у бўйлаб тарқалувчи тўлқинлар сони ошиб боради. 14.7—расмда $d \approx \lambda$ ҳолати учун нур ўтказгич узаги ичида фақатгина бир донга тўлқин жойлашади. Бундай ҳолат бир модали узатишга тўғри келади (мисол учун E_{01})



14.7-расм. Бир модали (а) ва кўп модали (б) узатувлар.

Бугунги кунда тўлқин узунлиги $\lambda=0.8 - 1.6$ мкм бўлган ҳолатларда диаметри 8-10 мкм бўлган ўзакдан иборат нур ўтказгичлар бир модали режим учун қўлланса, $d=50$ мкм бўлган диаметрдаги нур ўтказгичлар кўп модали узатув режимларида қўлланади.

Нур ўтказгичлар бўйлаб ҳаракатланувчи модалар сони қуйидаги формула билан аниқланади:

$$M \approx \frac{V^2}{2} \approx \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \right)^2$$

бу ерда: $\Delta=(n_1-n_2)/n_1$ — синиш кўрсаткичларининг нисбий фарқи, одатда унинг қиймати $\Delta=0.01-0.003$ с бўлади;

a — нур ўтказгич ўзагининг радиуси;

n_1 ва n_2 — нур ўтказгич узаги ва қобиғининг синиш кўрсаткичлари;

V — нормаллаштирилган частота. Нур ўтказгичлар бўйлаб ҳаракатланувчи модалар сонига қараб қуйидаги синфларга бўлинади: бир модал ҳолатда $N=1$ бўлиб унда фақатгина H_{E1} туридаги тўлқин тарқалиб ўзак диаметри ташувчи тўлқин узунлигига тенг бўлади $d \approx \lambda$, куп модал режимда эса $N>1$ бўлиб $d > \lambda$ ҳолат бўлади.

Бундан хулоса қилиш мумкинки нур ўтказгичнинг ўзак диаметри бир мунча катта бўлганда ($d > \lambda$) нур ўтказгич куп модал режимда ишлайди, тўлқин узунлиги ўзак диаметрига яқин бўлса ($d \approx \lambda$) у ҳолда нур ўтказгич бир модал режимда ишлайди. Бир модал тизимларнинг авзалликлари қуйидагилар: кенг частота диапазони ва каттадан—катта ўтказиш хусусиятига эга. Аммо бир модал тизимларда қўлланувчи нур ўтказгичлар ўзак диаметри кичик бўлганлиги учун улранинг ишлаш сифати бир мунча кенг, чунки нур ўтказгичлар ичига нур киргизишда кўплаб йуқотувчанликга эга бўлганлиги учун ва нур ўтказгичларга ёруғлик нурини киргизишда оралиғи кичик йуналтирилган диаграммага эга бўлган кучли когерент манбалар яъни квант генераторлар талаб этилади.

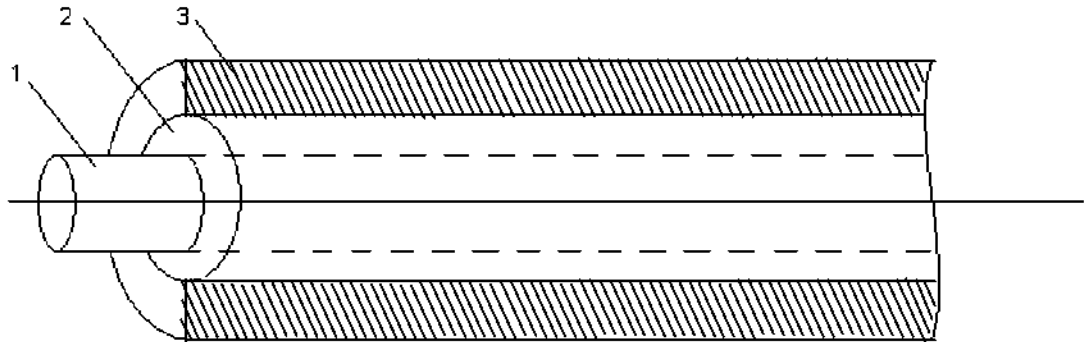
Кўп модал тизим учун эса оддий когерент бўлмаган тарқатиш манбаларидаги қуввати кичик ва ўтказиш хусусияти кичик бўлган ёруғлик диодлари қўлланади.

Нур ўтказувчи толалар бўйлаб икки кўринишдаги нурларни узатиш мумкин: меридионал нурлари ва қийшиқ нурлар. Меридионал нурлар нур ўтказгич толасининг ўқи орқали ўтувчи юзада ётса, қийшиқ нурлар эса нур ўтказиш ўқини кесиб ўтмайди. Агар нуқтавий тарқатиш манбаи нур ўтказгич ўқида жойлашган бўлса, у ҳолда меридионал ҳаракатланадиган нурлар бўлади. Агар нуқтавий тарқатиш манбаи нур ўтказгич ўқи ташқарисида ёки мураккаб тарқатиш манбаига эга бўлса, у ҳолда бир вақтнинг ўзида меридионал ва қийшиқ нурлар ҳосил бўлади. Меридионал нурлар симметрик —Еот ва Нот тўлқинлардан иборат бўлса, қийшиқ нурлар симметрик бўлмаган тўлқинлардан иборатдир.

15-маъруза. Толали нур ўтказгич турлари

15.1. Поғонасимон оптик тола

15.1-расмда полимер мухофазаловчи қопламга эга бўлган икки қатламли оптик толанинг конструктив тузилиши келтирилган бўлиб, у амалиётда кенг равишда тарқалган.



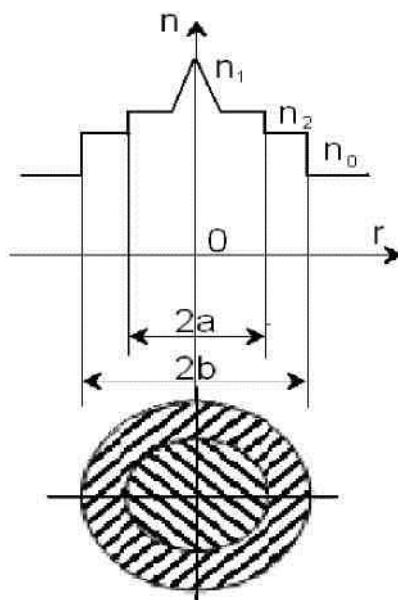
15.1- расм. Икки қатламли мухофазаловчи қопламга эга бўлган оптик толанинг кесма кўриниши: 1-ўзак; 2-қобик; 3-мухофазаловчи қоплам

Оптик тола бўйлаб оптик нурланишнинг ҳаракатланишида $n_1 > n_2 > n_0$ шарт бажарилиши лозим. n_1 ва n_2 қийматлари орасида синиш кўрсаткичларининг нисбий фарқи нисбий фарқ бўлиб, у деб юритилади - $\Delta = (n_1 - n_2) / n_1 = \Delta n / n_1$. Кўпчилик оптик толалар учун $\Delta = 10^{-2} \dots 10^{-3}$ қийматга эга.

Икки қатламли оптик тола қобиғининг синиш кўрсаткичи n_2 ўзгармас қийматга эга бўлса ҳам тола ўзагининг синиш кўрсаткичи ўзгармас ҳолда қолиши ёки радиус бўйича маълум бир қонун бўйича ўзгариб бориши мумкин. Оптик толанинг радиус бўйича синиш кўрсаткичининг ўзгариши синиш кўрсаткичининг профили деб аталади ва $n(r)$ кўринишида белгиланади.

Оптик толалар $n(r)$ кўриниши бўйича поғонасимон ва градиент турларига бўлинади. Поғонасимон оптик толада синиш кўрсаткичининг қиймати ўзакда ўзгармас ҳолда бўлса ҳам градиент оптик толада эса синиш кўрсаткич профили ўзак чегарасида монотон равишда радиус функцияси томон камайиб боради).

15.2-расмда поғонасимон оптик толанинг шартли тузилиши ва синиш кўрсаткич профили кўрсатилган.



15.2-расм. Поғонасимон оптик толанинг тузилиши ва синиш кўрсаткич профили.

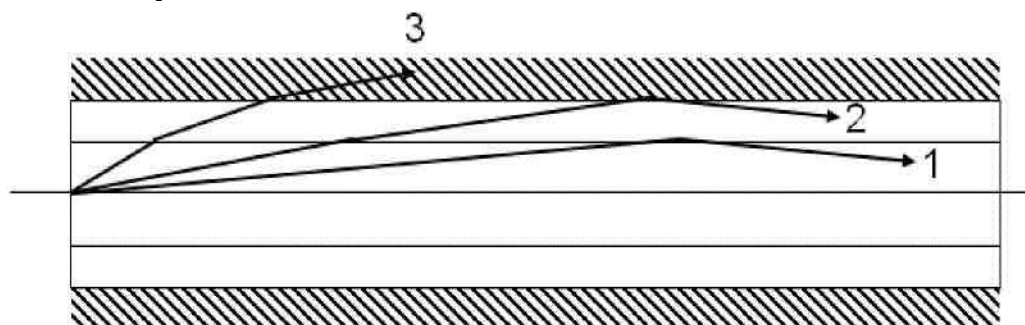
Бундай толанинг ўзак синиш кўрсаткич қиймати- n_1 ўзгармас ҳолда бўлиб, толанинг қобик чегарасида поғона ёки зина ҳолатда толанинг қобик синиш кўрсаткичи- n_2 қиймати томон ўзгариб боради.

$$n(r) = \begin{cases} n_1, & \text{агар } 0 \leq r \leq a \\ n_2, & \text{агар } a \leq r \leq b \end{cases}$$

бу ерда: a —ўзак радиуси, b —қобик радиуси, n_1 - тола ўзак қийматининг синиш кўрсаткичи; n_2 - тола қобик қийматини синиш кўрсаткичи.

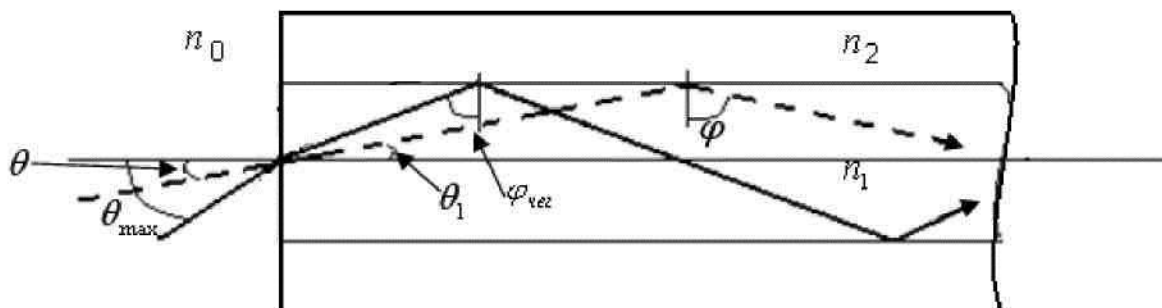
Ўзак устида қобикнинг бўлиши диэлектрик ўзакга нисбатан тўлқин процессини мураккаблаштиради. Агар поғонасимон оптик толада (15.3-расм) меридионал ва эгри нурлар кўплаб мартаба перпендикуляр равишда ўзак-қобик чегарасидан қайтиши ҳисобига ўзак бўйлаб ҳаракатланади ҳамда ўзак модаларини ёки йўналтирилган модаларини ҳосил қилади. Қолган нурлар эса $\theta \leq \theta_{\text{чег}}$ бурчак остида нурлар ўзак ичидан чиқиб кетади. Аммо диэлектрик ўзакга нисбатан қарайдиган бўлсак ўзакдан ҳамма чиқиб кетган нурлар нурланиш модаларини ҳосил қилади. Бир нечта нурлар эса (2-нур) қобик ичида ҳаракатланишида тўлиқ ички қайтиш ҳисобига қобик чегарасидан ўраб турувчи муҳитга қайтиб қобик модаларини ёки оқиб чиқиб кетувчи модаларни ҳосил қилади. Агар оптик толанинг муҳофазаловчи қоплами кучли ёруғлик ютувчи материалдан тайёрланган бўлса, у ҳолда оптик кабел ичидаги оптик толалар орасида ўзаро таъсир ҳалақитлари нурланиш ҳисобига

ҳосил бўлган модаларни йўқотади. Бундан ташқари муҳофазаловчи қоплам оқиб чиқиб кетувчи модаларнинг энергиясини сочилиб кетишига олиб келади, бундай ҳолат диэлектрик ўзакда йўналтирилган модалар сингари кўринишда бўлади.



15.3-расм. Поғонасимон оптик толада нурларнинг тарқалиши: 1 - ўзак модалари (йўналтирилган мода); 2 - қобик модалари (оқиб кетувчи модалар); 3 - нурланиш модалари.

Бўш бўлган муҳитдаги (n_0) поғонасимон оптик толаларнинг кириш қисмининг юзасига йўналтирилган ҳамда ундан сўнг бутун ўзак бўйлаб ҳаракатланувчи меридианал нурларнинг ҳаракатини кўриб чиқамиз (15.4-расм).



15.4-расм. Меридианал нурларнинг поғонасимон оптик тола бўйлаб ҳаракатланиши.

Оптик толанинг ўқига нисбатан θ бурчак остида тушувчи нур толанинг кириш юзасида θ_1 бурчак остида синади ва ундан сўнг ўзак-қобик чегарасига $\theta = \pi/2 - \theta_1$ бурчак остида тушади. $\theta \leq \theta_{\text{чег}}$ бўлганлиги учун бу нур ўзак бўйлаб зигзаг кўринишида ҳаракатланиб боради ва кўплаб маротаба қобик чегарасида тўлиқ ички қайтиш ҳолатига учрайди. $\theta \leq \theta_{\text{чег}}$ ҳолатида тушиш бурчаги (киритилувчи) максимал бўлиб унда нур ўзак ичида сақланиб қолади, у ҳолда θ_{max} -бурчак қиймати радианда ёки градусда ўлчанади, аммо бу бурчак қуйидагича характерланади:

$$A = n_0 \sin \theta_{\text{max}} \quad (15.1)$$

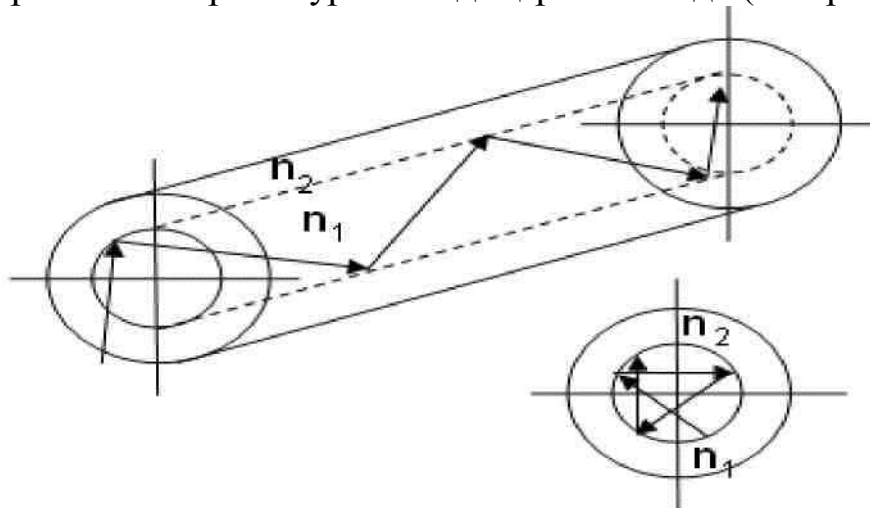
Одатда бу қиймат сонли апертура деб юритилади. У ҳолда

Келтирилган формулага (1.2) даги $\theta_{\text{чег}}$ қийматини қўйиб ва бир оз ўзгартиришлар киритилса, у ҳлода сонли апертура қийматини қуйида келтирилган формула орқали аниклаш мумкин:

$$A = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{2\Delta}$$

Бу ерда $\Delta \leq 1$ ҳолати учун $n_1 + n_2 \approx 2 n_1$ эътиборга олинган. Шундай қилиб поғонасимон оптик толанинг сонли апертураси конус кўринишидаги бир боғлам нурларнинг конус чўққисидаги бурчакнинг синус қийматининг ярми бўлиб, у оптик толага йўналтирилган ва ўз ичига олган нурларни билдиради. Келтирилган (1.8)дан шуни кўриш мумкунки $\Delta n = n_1 + n_2$ қиймати ошиб борган сари A - сонли апертура қиймати ҳам ошиб боради, бу эса оптик толага киритилувчи нурланиш эффекти ҳолатини оширади, аммо A - сонли апертура қийматини ўсиб бориши импульсларни дисперсиясини ошишга ва бошқа лозим бўлмаган ҳолатларга олиб келади, бу ҳақда кейинроқ тўхталиб ўтамиз. Шунинг учун поғонасимон кўринишидаги оптик толаларни алоқа тизимларида қўлланишида сонли апертура қиймати 0,2 дан ошмайди, баъзи бир турдаги потик толаларда эса бу қиймат 0,4...0,55 оралиғида бўлади.

Юқорида келтирилган (15.1) ва (15.2) формулалар оптик толаларнинг фақатгина меридионал нурлари учун қўлланади, аммо реал шароитларда ёруғлик нурларининг манбаларидан ҳосил бўлган нур боғламлари меридионал нурларга ўтиб кетади. Оптик толаларда асосан эгри нурлар ҳаракатланади ва улар тола ўзак ўқини кесиб ўтмай синган нурлар ўнг ёки чап томонларга винт спирали кўринишида ҳаракатланади (15.5 расм).



15.5- расм. Поғонасимон оптик тола бўйлаб қийшиқ нурларнинг ҳаракатланишига тушунтириш.

Эгри нурларнинг ҳаракатланиш қонуни меридионал нурлар ҳаракатланишига қараганда анча мураккаб шунинг учун эгри нурларнинг сонли апертураси учун оддий атижавий қийматни чиқариш имконияти

бўлмаяпти. Шунинг учун ҳамма нурларни эътиборга олган ҳолда ҳақиқий сонли апертура қиймати

$$A_0=(1,25\dots1,30)A \quad (15.3)$$

эга. Агар бу ҳолатда A қиймати юқорида кўрсатилган чегарада бўлса, у ҳолда (15.3) эътиборга олган ҳолда ҳамма тадқиқодлар учун (15.1) ва (15.2) формулалар қўлланади.

Ёруғлик нурлари ёрдамида поғонасимон оптик толада ҳосил бўлган ҳамда ўзак томонидан ушлаб турилгани учун йўналтирилувчи нурлар кенг равишда қўлланади. Аммо бундай геометрик оптика қонунларига асосланган ёруғлик нур хусусиятини электромагнит тўлқин кўринишда эътиборга олинмайди ва кўплаб ҳолатларда тўғри натижа олиш имконини бермайди. Мисол учун, юқорида кўриб чиқилган сонли апертура тушунчасида чексиз $V_{\text{мах-бурчаги}}$ орқали аниқланувчи конус кўринишидаги нурлар боғлами ҳам йўналтирувчи чексиз модалар асосини ташкил этади. Аммо электродинамик таҳлиллар шуни кўрсатдики толанинг кириш томонидаги юзага конус кўринишидаги боғламдаги нурлар маълум бир юзага эга бўлганлиги учун улар оптик толанинг йўналтирилган модаларини ташкил этади. Геометрик оптика нуқтаи назаридан қарайдиган бўлсак қобик чегарасида тўлиқ ички қайтувчи тўлқинлар тушиш бурчагига боғлиқ бўлган фазалар силжишига олиб келади. Агар тола ўзагида кўплаб маротаба қайтган тўлқинлар фаза бўйлаб йиғилиб борса у ҳолда йўналтирувчи модалар ҳосил бўлади, акс ҳолда эса бундай майдондаги тўлқинлар бир бири билан ўзаро бирлашиб кетади.

Оптик тола бўйлаб йўналтирилган ҳар бир йўналтирилган мода электромагнит майдон тузилмаси учун характерли бўлгани учун r , θ , z - цилиндрик тизим координаталаридаги Максвелл тенгламасининг ечимларига тўғри келади, чунки z -ўқи оптик толанинг ўқиға тўғридир. Бу эса йўналтирилган модаларни икки гуруҳға бўлиш имконини беради: симметрик ва симметрик бўлмаган. Симметрик бўлмаган модаларда майдон азимутал θ -бурчагига боғлиқ бўлса, симметрик модаларда бундай боғлиқлик бўлмайди.

Симметрик модалар иккита синфға бўлинади:

- электр ёки E модалар, унда $E_z \neq 0$, $H_z = 0$;
- магнит ёки H модалар, унда $E_z = 0$, $H_z \neq 0$.

Симметрик бўлмаган модаларда $E_z \neq 0$ ва $H_z \neq 0$ ҳолати бўлиб, унда аралаш (гибрид) модалар бўлади. Ўз навбатида аралаш модалар иккита синфға бўлинади: HE -модалар ва EH -модалар.

Электромагнит майдоннинг йўналтирилган модалар тузилмаси m ва n индекслар билан характерланади $(m = 0, 1, 2, \dots; n = 0, 1, 2, \dots)$:

- m - майдонни азимутал θ бурчагига боғлиқлигини аниқлаб беради;
- n - майдонни бутун узунликдаги радиус бўйича аниқлаб беради ва ўзгаришини кўрсатиб боради.

У ҳолда модалар E_{on} , H_{on} , HE_{mn} , EH_{mn} - кўринишида белгиланади.

Йўналтирилган модалар сони - N оптик толанинг n_1 , n_2 , а каби тузилма параметрлари ва нурланиш учун қўлланиувчи тўлқин λ узунлиги орқали қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$N \approx \frac{V^2}{2}; V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2\pi a}{\lambda} \cdot A \quad (15.4)$$

бу ерда :

n_1 - тола ўзагининг синиш кўрсаткичи;

n_2 - тола қобиғининг синиш кўрсаткичи;

a - тола ўзак диаметри, мкм;

A , - тола бўйлаб узатилаётган тўлқин узунлиги, мкм;

V - нормаллаштирилган частота;

$$N = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2\pi a}{\lambda} \cdot A \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{2 \cdot 3.14 \cdot 25}{1.31} \cdot 0.2 \right)^2 = 287.56 \approx 288$$

сонли апертура қиймати. Мисол: Поғонасимон оптик толанинг $2a = 50$ мкм ва $A=0.2$ тузилма қийматларида нурлантирувчи тўлқин узунлиги λ , $=1.31$ мкм бўлган ҳолат учун йўналтирилган модалар сонини аниқланг. Ечими: (1.10) формулага асосан:

Ҳисобланган натижада йўналтирилган модалар сон қийматини яқин бўлган бутун сон томон яхлитлаштирамиз.

Нормаллашган частотани ўзгариши деганда оптик толанинг тузилиш параметрлари ва тўлқин узунликлари нисбатини ўзгариши ўз навбатида йўналтирилган модалар сонини ўзгаришига олиб келади. Ҳар бир пайдо бўлувчи ва ҳар бир йўқолувчи модалар нормаллашган частотанинг маълум бир аниқ қийматларида рўй бериб, у чегаравий частота деб аталади, ҳамда V_{mn} - кўринишида белгиланади. Ҳар бир модага V_{mn} маълум бир сонли қийматга эга ва

$V = V_{mn}$ бўлиб, унда $m = 0, 1, 2, \dots$; $n = 1, 2, 3, \dots$ қийматларга эга бўлган шарт бажарилгандагина n_1 , n_2 , а ва z қийматлари орасида йўналтирилган модаларни пайдо бўлиши ёки йўқолиши чегараларини кўрсатиб беради. Геометрик оптикада келтирилган ушбу $\theta = \theta_{\text{чег}}$ шарт модалар ҳосил қилувчи нурларга боғлиқ. Агар $V > V_{mn}$ ($\theta > \theta_{\text{чег}}$) ҳолат бўладиган бўлса у ҳолда нурлар тўлиқ ички қайтиш ҳолатида бўлиб бутунлай ўзак бўйлаб тарқалиб боради, агар $V < V_{mn}$ ($\theta < \theta_{\text{чег}}$) бўладиган ҳолатда эса нурлар қобиқ ичига синиб боради ва модалар йўқолиб кетади.

1.1-жадвалда нормаллаштирилган частотанинг - V_{mn} чегаравий қийматлари баъзи бир симметрик ва симметрик бўлмаган йўналтирувчи модалари учун келтирилган.

15.1 - жадвал

m	n учун V_{mn} қийматлар			Йўналтирилган мода тури
	1	2	3	
0	2,405	5,520	8,654	E_{0n}, H_{0n}
1	0,000	3,832	7,016	HE_{1n}
1	3,832	7,016	10,174	EH_{1n}
2	5,136	8,417	11,620	EH_{2n}
2	2,443	5,535	8,661	HE_{2n}

Келтирилган жадвалдан шуни кўриш мумкинки йўналтирилган модалар ичида асосий ўринни H_{1n} модаси эгаллайди чунки унинг нормаллашган частотасининг чегаравий қиймати $V_{11}=0$. Ҳар доим $V > V_{1n}$ шарти бажарилгани учун ҳар қандай тўлқин узунликда ва оптик толанинг ҳар қандай тузилма параметрларида худда коаксиал линияда E -тўлқин характерлангани сингари у ҳам характерланади. Шунинг учун бу мода асосий ёки фундаментал деб юритилади. Асосий мода асосан оптик толанинг ўқи бўйлаб йўналтирилган нур ёрдамида пайдо бўлади, чунки ўқ бўйлаб тарқалувчи нурнинг тақсимооти ўзак-қобик чегарасида қайтиш шартига боғлиқ эмас. Асосий модадан ташқари бошқа ҳамма йўналтирилган модалар юқори тартибли модалар деб аталади.

Оптик тола бўйлаб фақатгина битта H_{1n} асосий мода ҳаракатланса у бир модали режим деб аталади ва унда қуйидаги шарт бажарилиши лозим:

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2\pi a}{\lambda} \cdot A \leq 2,405 \quad (15.5)$$

Оптик толанинг азимутал симметриясига ҳисобига асосий модаларнинг поляризацион кўпайишига олиб келади. Бизга маълумки оптик тола ичида битта эмас балки бир хил майдон тузилмасига ва тарқалиш тақсимоотига эга бўлган иккита асосий мода ҳаракатланиб уларнинг поляризацион майдони бир-бирига нисбатан перпендикуляр. Азимутал симметриянинг ҳар қандай бузилишида масалан, тола ўзагининг думалоқ бўлмасдан эллипс бўлиши ҳисобига икки маротабалаб нурларнинг синиш хусусиятига ёки модаларнинг поляризация дисперсия ҳолатига олиб келади.

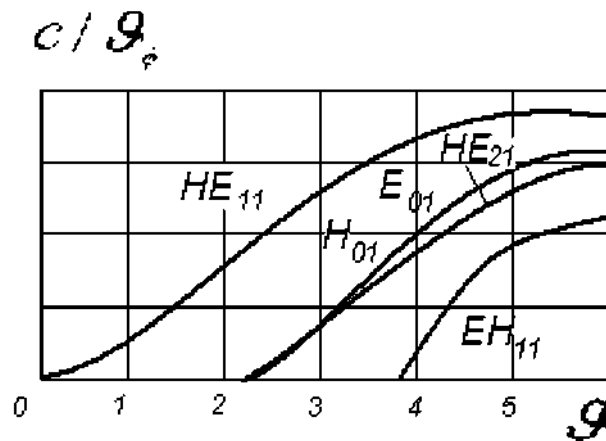
Йўналтирилган модаларнинг фаза тезлиги электродинамик таҳлили жуда ҳам мураккаб бўлган трансцендент тенгламалар ёрдамида аниқланади. 1.8-расмда фаза тезлигининг асосий ва бир нечта юқори боғлиқлиги

$$-\beta_z = \omega / \beta$$

модаларини частотага

(ω – бурчакли частотаси; β - йўналтирилган

моданинг фазалар коэффиценти)нинг ҳисобланган асосида дисперсион тавсилотлари келтирилган. Келтирилган расмдаги дисперсия эгри чизиқлар $C/\beta_z = n_2$ абсцисса ўқидаги нормаллаштирилган частотанинг чегаравий қийматларига тўғри келувчи нуқтадан бошланади. (15.1 жадвалга қаранг).



15.6- расм. Поғонасимон оптик толанинг йўналтирилган модаларнинг дисперсион тавсилотлари.

V қиймати ошиб борган сари фазовий тезлик қийматлари камайиб боради, аммо маълум бир чегара оралигида бўлади, булар:

$$n_2 \leq \frac{c}{g_\phi} \leq n_1 \text{ ёки } \frac{c}{n_1} \leq g_\phi \leq \frac{c}{n_2}$$

бу ерда: c —ёруғлик тезлиги.

Хар қандай йўналтирилган моданинг ($\theta \rightarrow \theta_{\text{чег}}, \sin \theta \rightarrow \sin \theta_{\text{чег}} = n_2/n_1$) V қийматини чегаравий $V_{\text{чег}}$ қийматига қадар камайитириб борсак, у ҳолда δ - қиймати ошиб боради бу эса бундай моданинг майдони тўлиқ равишда қобик ичига қайта тақсимланиб кетишини кўрсатди. Бундай ҳолатда моданинг фаза тезлиги $v_\theta = c/n_2$ - қобик параметри орқали аниқланади. V қийматини $V_{\text{мин}}$ қийматига нисбатан ва θ бурчакни $\theta_{\text{чег}}$ бурчакга нисбатан ошиб бориши δ - қийматининг камайишига олиб келади - бу эса мода майдонининг кўплаб равишда ўзак ичида йиғилиб боришини ва фаза тезлигининг - $v_\theta = c/n_1$ қийматига қадар интилиши кўринади.

Оптик толани бир модал режимини учун ўзак радиусини n_1 ва n_2 қийматларига боғлиқ бўлиб, $\Delta n = n_1 - n_2$ қиймати фарқи қанчалик кичик бўлса, a - радиуси шунчалик катта бўлади. Кичик ўлчамга эга бўлган оптик тола тайёрлашда бир қанча қийинчиликлар туғдирилиши ва бундай тола ичига оптик нурланиш манба қийматини ошиши тола ўзак радиусини кичрайишига олиб келади. Демак Δn - қийматини камайитириш мақсадга мувофиқ бўлар эди, аммо бир модал оптик толаларда $\Delta n \approx 0,003$ бўлгани учун, Δn қийматини бундан ҳам кичрайитириш жуда ҳам қийин.

Оптик тола бир модал бўлгани учун нурланиш учун қўлланувчи минимал тўлқин узунлик ёки кесилувчи тўлқин узунлик қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\lambda_c = \frac{2\pi a}{2,405} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = 2,61a \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

Агар ишчи тўлқин узунлик Λ , кесилувчи тўлқин узунликдан λ_c кичик, ҳолатда $\Lambda < \lambda_c$ бўлса оптик тола кўп модали бўлиб қолади.

Оптик толаларнинг эзилган жойларида ҳосил бўлган деформацияда асосий нурдан ташқари ташқари ҳамма нурлар ҳисобига ҳосил бўлувчи йўналтирилган модаларда тўлиқ ички ютилиш ҳолатининг бузилиши содир этилиб натижада бир нечта модалар йўқолиб кетади. Бу эса оптик кабелларда ва эгилувчан ҳамда мослашган уловчи шнурларда кесилувчи тўлқин узунлик (1.12) қийматига нисбатан бир мунча кичик тўлқинлар томон силжийди.

Электродинамик таҳлил шуни кўрсатадики, асосий моданинг майдони қобик ичига маълум бир чуқурликка қадар кириб бориб бир модали оптик тола ичидаги оптик қувватнинг катта бир қисми қобик ичида ҳаракатланади, шунинг учун бир модали оптик тола учун —мода майдон диаметри деган термин қўлланади. У оптик толанинг кўндаланг юзаси орқали тўлиқ равишда оптик қувват ўтадиган юзадир. Ҳисоблар ва тадқиқотлар кўрсатиши бўйича толанинг мода майдони диаметри тола ўзак диаметридан 10... 12 % миқдорда катта бўлиши керак.

Масала. Тузилиш параметрлари $2a=10$ мкм, $n_1=1,46$ ва $\Delta n=0,033$ поғонасимон оптик толанинг кесилувчи тўлқин узунлигини аниқланг.

Ечими:

(1.12) формулага асосан.

$$\lambda_c = 2,61 \cdot a \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = 2,61 \cdot 5 \cdot \sqrt{1,46^2 - 1,457^2} = 1,22 \text{ мкм}$$

Демак, ушбу оптик тола $A_1=1.31$ мкм ва $A_2=1.55$ мкм нурланиш манбаи тўлқин узунликларида бир модали ҳолатда бўлади. $\Delta=0,85$ мкм тўлқин узунлигида эса бундай оптик тола кўп модали бўлиб қолади.

15.2 Градиент оптик тола

Градиент оптик толанинг синиш кўрсаткич профили $n(r)$ толанинг ўзак чегарасида радиусининг монотон равишда кичраювчи функция. Бу функция турли хил кўринишда бўлиши мумкин, аммо ҳозирги пайтда энг катта қизиқиш туғдираётган оптик толанинг профили даражали функциядан иборат:

$$n(r) = \begin{cases} n_1 [1 - \Delta (r/a)^g] & \text{агар } 0 \leq r \leq a, \\ n_2 & \text{агар } a \leq r \leq b \end{cases}$$

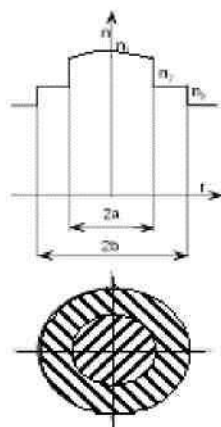
бу ерда: n_1 - оптик толанинг ўзак ўқидаги синиш кўрсаткич қиймати ($r=0$ бўлган ҳолатда); n_2 - оптик толанинг қобик синиш кўрсаткичи; g - даража кўрсаткичи, у $n(r)$ - бўйича ўзгаришини кўрсатади.

Бугунги кунда амалиётда кенг равишда $g=2$ бўлган градиентли оптик тола қўлланилмоқда. (1.19 расм):

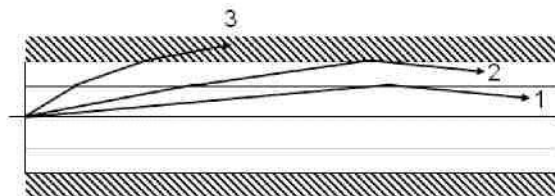
$$n(r) = \begin{cases} n_1[1 - \Delta(r/a)^2] & \text{if } 0 \leq r \leq a \\ n_2 & \text{if } a \leq r \leq h \end{cases}$$

(15.8)

Бундай оптик толалар параболик оптик тола деб аталади.



15.7 расм. Градиент оптик толанинг тузилиши ва синиш кўрсаткич профили



15.8 – расм. Градиент оптик тола бўйлаб нурларнинг таркалиши: 1 – ўзак модалари (йўналтирилган модалар) 2 – қобик модалари (оқиб чиқиб кетувчи модалар) 3 – нурланиш модалари.

15.8-расмда кўрсатилганидек градиент оптик толанинг қобик модалари ва нурланиш модалари худди поғонасимон оптик толадаги меридианал ва эгри нурлар ҳосил бўлиб улар тола ўзагини тарк этиб мухофазаловчи қопламда ютилади, бундай толада йўналтирувчи модаларни оладиган бўлсак унда нурлар толанинг қобик чегарасида кескин равишда қайтиш ўрнига градиент синиш кўрсаткичи томон секин-асталик билан эгилиб боради.

Градиент оптик тола учун сингари локал сонли апертура деган тушунча киритилади:

$$A(r) = n_0 \sin \theta_{\max} = \sqrt{n_1^2(r) - n_2^2}$$

Келтирилган формуладан шуни кўриш мумкунки очик бўшлиқ муҳитдан градиент кўринишидаги оптик толанинг кириш юзасига максимал бурчак остида тушувчи ёруғлик нури тола ўзагида ушланиб ўзакнинг қандай нуқтасига киритилиши билан боғлиқдир. Тола қобик чегарасида ($r = a$) локал сонли апертура $[n(r) \wedge n_2]$ қиймати нолга қараб интилса, оптик толанинг ўқида эса сонли апертура

$$A = \sqrt{n_1^2(r) - n_2^2}$$

максимал қийматга етиб

боради ва у градиент оптик толанинг сонли апертураси деб аталади.

Градиент оптик толага киритилувчи нурланиш эффектини ҳисоблаш учун худди поғонасимон оптик тола сингари эффектив сонли апертура таърифланади. Параболик оптик тола учун:

$$A_{эфф} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{n_1^2(r) - n_2^2} \quad (15.9)$$

Градиент оптик тола ичида ҳаракатланувчи эгри нурлар учун сонли апертура қиймати поғонасимон оптик толанинг сонли апертура қийматига нисбатан қарайдиган бўлсак анча мураккаб кўринишга эга.

Оптик толага йўналтирилган модалар сони синиш кўрсаткич профили $n(r)$ ва нормаллашган частота - V орқали аниқланади. Агар даражавий профил (15.7) бўладиган бўлса, у ҳолда:

$$N \approx V^2 / 2(1 + 2/g) \quad \text{формула ёрдамида аниқланади.}$$

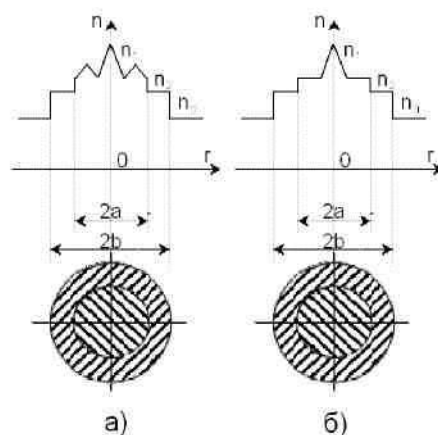
Параболик оптик толалар учун эса $N = V^2 / 4$ бўлади. (15.5)дан параболик оптик толада бир хил нормалаштирилган частотада йўналтирилган модалар сони поғонасимон оптик толага нисбатан икки мартта кам бўлади, бу билан эса параболик оптик толанинг узатиш тавсилотини анча яхшилайти.

Параболик оптик тола ва поғонасимон оптик толани бир модал режим шартини бажариш учун (1.10) ва (1.11)га эффектив сонли апертура қиймати (1.15) киритилган ҳолда аниқлаш мумкин, у ҳолда: $2 \quad 2m$

$$\frac{2\pi a}{\lambda} \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \leq 2.405, \quad \text{ёки} \quad \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \leq 3.4.$$

(15.10) ва (15.5) формулаларидан шуни кўриш мумкунки, бир хил тузилиш параметрларида ва тўлқин узунликларида параболик оптик толанинг бир модал режим учун лозим бўлган ўзак радиуси поғонасимон оптик толанинг радиусидан бир мунча катта. Аммо параболик синиш кўрсаткич профилига эга бўлган ўзакнинг тайёрлаш технологияси бир мунча қийинчиликлар туғдиради, шунинг учун параболик оптик толалар асосан кўп модал режимда ишлатилади.

Охирги пайтда амалиётда кенг равишда синиш кўрсаткич қиймати махсулаштирилган профилдаги бир модал градиент оптик толалар қўлланилмоқда, булар “уч тишли” ва “поғонадаги учбурчак” тури бўлиб, улар 15.10 расмда кўрсатилган



15.10-расм. Бир модали градиент оптик толанинг тузилиши ва синиш кўрсаткич профили: а – “уч тишли” б – “поғонадаги учбурчак”

Бундай турдаги оптик толаларнинг хусусиятлари 2-бўлимда кўриб чиқилади. Махсус профилдаги толаларни аниқ равишда $g=1$ даражали функция орқали ўзак радиуси маълум бир участкалар учун аппроксимацияланади

Назорат саволлари

1. Нима учун амалиётда ўзак ва қобикдан иборат бўлган оптик толалар қўлланилади?
2. Оптик толанинг синиш кўрсаткич —профили нима?
3. Қандай оптик тола поғонасимон ва градиент тола деб аталади?
4. Мухофазаловчи полимер қопламнинг асосий қўлланиши жойи
5. Поғонасимон оптик толанинг сонли апертураси нима ва сонли апертура хақиқий сонли апертурадан қандай фарқланади?
6. Поғонасимон оптик толанинг қайси ишлаш режими кўп модали деб юритилади ва йўналтирувчи модалар сони қандай аниқланади?
7. Поғонасимон оптик толанинг бир модали режим шароити қандай аниқланади?
8. Кесувчи тўлқин узунлиги ва мода майдон диаметри деганда нима тушунилади?
9. Йўналтирувчи моданинг фаза тезлик қиймати қандай чегараларда жойлашган ва уларни нормаллашган частотага боғлиқлиги?
10. Қандай градиент оптик тола амалиётда кенг ўрин олган?
11. Градиент оптик толанинг локал ва эффектив сонли апертураси деганда нима тушунилади?

16-мәруза. Оптик толанинг сўниши.

Нур ўтказувчи толалар иккита параметр орқали тавсифланади, булар сўниш (йўқотувчанлик) ва дисперсия.

Нур ўтказгичнинг сўниши орқали регенирация участка узунлиги (регенираторлар орасидаги масофа) аниқланади. Дисперсия эса импулсларнинг бузулишига олиб келиб уз навбатида нур ўтказгич бўйлаб ўтказиш полосасини чегаралайди. Оптик кабеллардан иборат бўлган оптик трактлардаги нур ўтказгич толанинг сўниш коэффициенти нур ўтказувчи толанинг шахсий йўқотувчанлигидан $-\alpha_{ш}$ ва кабел ичида жойлашган нур ўтказувчи толаларнинг деформацияси ва эзилиши ҳисобига ҳамда оптик кабеллар тайёрлаш жараёнида, қобик ва мухофазаловчи қопламларни тайёрлаб қоплаш жараёнида ҳосил бўлувчи эзилишлар ва деформацияси ҳисобига ҳосил бўлувчи кабелнинг йўқотувчанлигидан $-\alpha_{ш}$ сўнишларнинг йиғиндисидан иборат, яъни:

$$\alpha = \alpha_{ш} + \alpha_{к} \quad (16.1)$$

Оптик нур ўтказувчи толаларнинг шахсий йўқотувчанлиги биринчи навбатда ютилиш ҳисобига ҳосил бўлувчи йўқотувчанликдан $-\alpha_{ютил}$ нур ўтказгич бўйлаб ҳаракатланувчи энергиянинг ёйилиб кетиши ҳисобига ҳосил бўлувчи йўқотувчанликдан $-\alpha_{ей}$ иборат. Ютилиш ҳисобига ҳосил бўлувчи $\alpha_{ютил}$ — йўқотувчанлик нур ўтказгич материалининг тозаллигига ва нур ўтказгич материали ичидаги ташқи аралашмалар берувчи йўқотувчанликдан иборат: $\alpha_{ш} + \alpha_{аралашма}$. Нур ўтказгич бўйлаб ҳаракатланувчи энергияни ёйилиб кетиши ҳисобига ҳосил булувчи йўқотувчанлик минимал ёки максимал бўлади. У ҳолда максимал йўқотувчанлик:

$$\alpha_{нур.ўт} = \alpha_{ютилиш} + \alpha_{ейил} + \alpha_{аралашма} \quad (16.2)$$

Нур ўтказувчи толанинг ютилиши ҳисобига ҳосил бўлувчи қўшимча йўқотувчанлик диэлектрик поляризация ҳисобига ҳосил бўлувчи йўқотувчанлик билан боғлиқ бўлиб, частота билан линиявий равишда ўсиб боради ва нур ўтказгич материалининг хусусияти $-\text{tg}\delta$ билан боғлиқдир. Бундай йўқотувчанлик сўниш кўрсаткичларининг комплекс характери билан боғлиқдир, яъни $n = n_D + jn_M$ мат бўлиб, у $\text{tg}\delta$ қиймати орқали қуйидагича аниқланади:

$$\text{tg}\delta = 2n_{\text{диэлектрик}} \cdot n_{\text{реал}} / (n_D^2 - n_M^2) \quad (16.3)$$

У ҳолда ютилиш ҳисобига ҳосил бўлувчи сўниш коэффициенти қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\alpha_{ютилиш} = \pi n \text{tg}\delta / \lambda \quad (16.4)$$

бу ерда $n = \sqrt{\mu \cdot \epsilon}$: сўниш кўрсаткичи;

λ — тўлқин узунлиги;

$\text{tg}\delta$ — нур ўтказгичлардаги диэлектрик йўқотувчанликнинг тангенс бурчаги;

μ — нур ўтказгич материалынинг магнит сингдирувчанлиги; ϵ — нур ўтказгич материалынинг диэлектрик сингдирувчанлиги. Бу формуладан шуни куриш мумкинки ютилиш ҳисобига ҳосил булувчи йўқотувчанлик частота билан линиявий характерга эга.

Нур ўтказгич бўйлаб ҳаракатланувчи энергиянинг ёйилиб кетиши ҳисобига ҳосил булувчи йўқотувчанлик нур ўтказувчи тола материалынинг бир жинсли бўлмаганлиги, тўлқин узунлигидан кичик бўлган ўлчамлари ва синиш кўрсаткичларининг иссиқлик флуктуацияси билан боғлиқдир.

Ёйилиб кетиш ҳисобига бўладиган йўқотувчанлик қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\alpha_{\text{ёйил}} = K_{\text{ёйил}} \cdot \lambda^{-4}$$

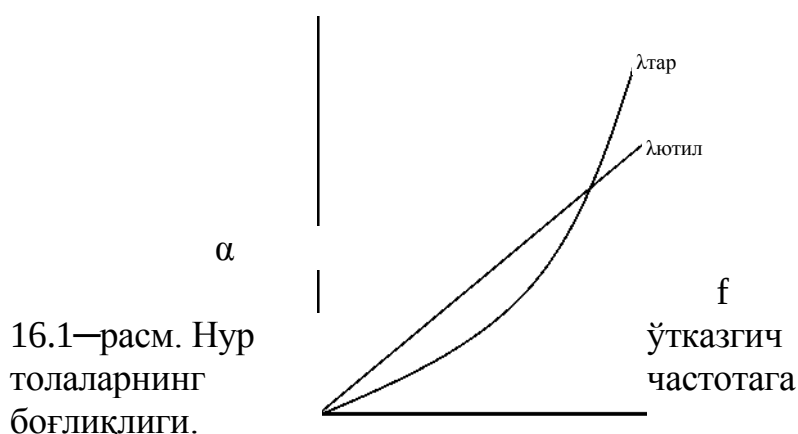
$$K_{\text{ёйил}} = 1.5 \text{ мкм}^4$$

бу ерда: кварц учун

λ — тўлқин узунлик, мкм.

Бундай ёйилиш рэллеев ёйилиши деб юритилади ва у частота билан f^4 — қонуни бўйича ўсиб боради. Рэллеев ёйилиши ҳисобига ҳосил бўлувчи йўқотувчанлик кичик бўлган йўқотувчанлик чегарасини нур ўтказгич толалар учун белгилайди. Бундай чегара турли хил тўлқин узунликлар учун турли бўлиб, тўлқин узунлик ошиб борган сари бундай йўқотувчанлик камайиб боради.

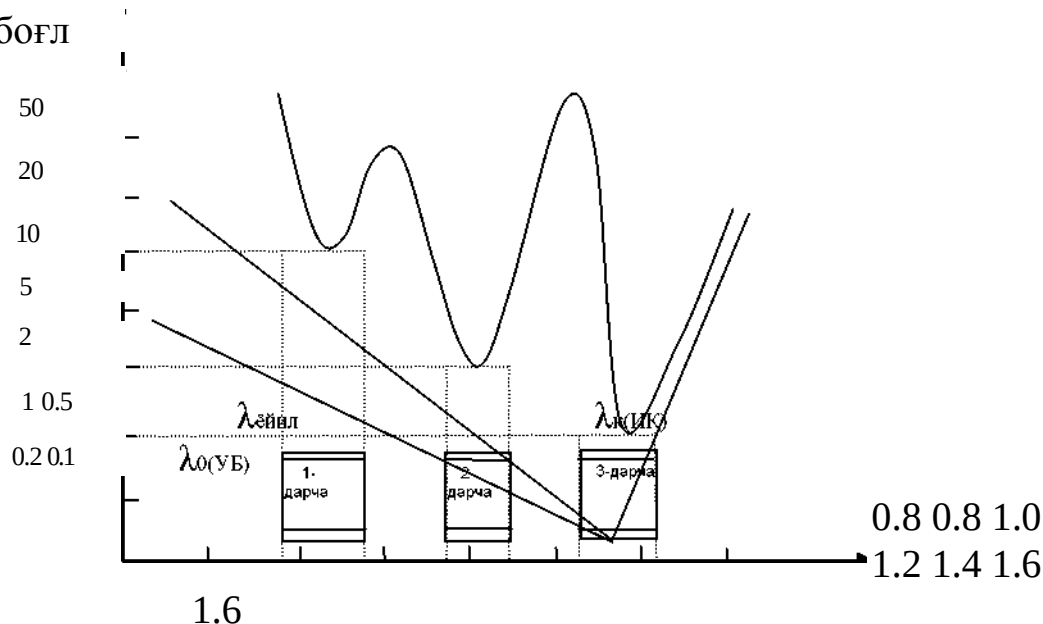
16.1—расмда нур ўтказгич толаларнинг частотавий боғлиқлиги кўрсатилган бўлиб, унда ютилиш ҳисобига бўладиган йўқотувчанлик частота ошиши билан линиявий равишда ошиб борса ёйилиш ҳисобига бўладиган йўқотувчанлик f^4 қонуни бўйича тезроқ равишда ўсиб боради.



Нур ўтказгич бўйлаб узатилаётган энергиянинг йўқотувчанлиги нур ўтказгич материали таркибидаги бегона аралашмаларнинг борлиги — аралашма ҳисобига яъни гидроксил гуруҳ ионлари ёки металллар борлиги ҳисобига бирмунча равишда ошиб боради. Шахсий тебраниш резонанси ораликларида аралашмалар сўниш қийматининг бир қанча чуққиларига эга бўлади. Бундай

ҳолат яъни гидроксил ион гуруҳ чўққилари ҳисобига йўқотувчанлик сўниши 0.95 мкм тўлқин узунлигида рўй беради.

16.2—расмда нур ўтказгич толаларда кварцдан иборат бўлган ва турли хил аралашмалардан тозаланган нур ўтказгичнинг сўниш қийматини тўлқин узунлигига боғл



16.2—расм. Турли хил тўлқин узунликларидаги нур ўтказгичларнинг сўниш коэффициенти.

Бу расмдаги графикдан шуни кўриш мумкинки нур ўтказгич учта шавофлик ойнасига (дарчасига) эга бўлиб, нур ўтказгичнинг тўлқин узунлиги ошиб борган сари сўниш коэффициенти камайиб боради ва у уз навбатида регенерация участка узунлигини ошишига олиб келади.

16.1-жадвал

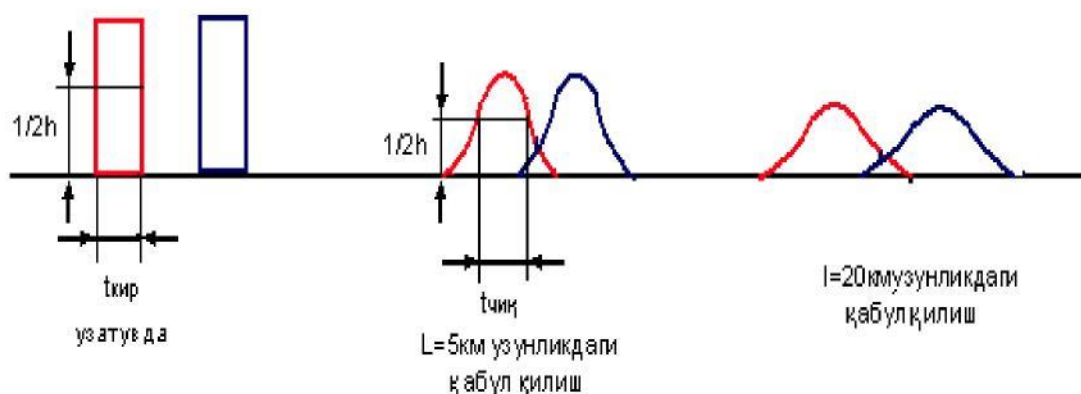
Тўлқин узунлиги λ , мкм	Сўниш коэффициенти, α , дБ/км	Регенерация участка узунлиги, L_p /км
0.85	5	10
1.3	1.0	40
1.55	0.5	80

Юқорида келтирилган 162—расмдан ва 16.1- жадвалдан шундай хулоса қилиш мумкин, оптик толали алоқа линияларида қўлланувчи оптик толали нур ўтказгичлар 1.3÷1.55 мкм тўлқин узунликлари диапазонида ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлади. Бу эса шаҳарлараро алоқа тармоқларида металл элементларисиз бўлган оптик толали алоқа кабеллари ёрдамида 80 - 100 км узокликдаги магистралларда қўллаб кўплаб, сифатли алоқа тизимини яратган ҳолда кучли трафик оқимларни каттадан—катта тезликлардаги маълумотларни узатиш мумкин.

17- маъруза. Оптик толаларда дисперсия

Оптик толали алоқа линиялардаги узатиш тизимлари ёрдамида маълумотларни сифатли равишда узатишда асосий параметрлардан бири маълумотларни ўтказиш қобиляти— ΔF бўлиб, у линия трактининг кенглигини, нур ўтказгич бўйлаб ўтказиш қобиляти ва частота полосаси ҳамда узатилаётган маълумотлар ҳажмини оптик толали кабеллар бўйлаб узатилишни кўрсатади.

Оптик толали нур ўтказгичлар бўйича жуда ҳам кўплаб телефон каналларини каттадан—катта масофаларга узатиш мумкин, лекин бундай узатувлар бир қанча чекланишлардан ҳоли эмас. Булардан бири қуйидагидан иборат: линияга юборилган сигнал қабул қилувчи томонига ўзгарилган ва кенгайган ҳолда етиб борадиган бўлса узатилаётган сигнал қабул қилувчи томонига шунчалик равишда кенгайган ҳолда етиб боради (17.1—расм). Бундай ҳолат дисперсия деб юритилади ва у нур ўтказгич бўйлаб ҳаракатланувчи маълум бир частота бўйлаб ташкил этувчилардан ва ёруғлик нурунинг манба спектрининг турли тезликда ҳаракатланиши ҳисобига ҳосил бўлади.



17.1—расм. Дисперсия ҳисобига импульсларнинг кенгайиши.

Дисперсия - *т* деганда оптик кабел бўйлаб ҳаракатланувчи импульснинг кенгайиши тушунилади. Дисперсия қиймати оптик кабелдаги нур ўтказгичлардан чиққан ва қабул қилувчи томонга кирган импульсларнинг айирмаси квадрати орқали аниқланади:

$$\tau = \sqrt{t_{\text{чик}}^2 - t_{\text{кир}}^2} \quad (17.1)$$

Бу формуладаги $t_{\text{чик}}$ ва $t_{\text{кир}}$ — оптик кабелдан чиқувчи ва оптик кабелга киритилувчи импульсларнинг ярим амплитуда сатҳидаги вақти ёки импульс кенглиги. Оптик толали нур ўтказгичлар бўйлаб узатилаётган сигналнинг

дисперсия қиймати ва частота полосаси орасида тахминан қуйидаги боғлиқлик мавжуд:

$$\Delta F = \frac{1}{\tau} \quad (17.2)$$

Агар $\eta=20$ нс/км қийматда бўладиган бўлса, у ҳолда маълумотларни узатиш учун $\Lambda^{\wedge} = 50$ МГц км бўлган полоса кенглиги талаб этилади.

Оптик кабелнинг ўтказиш қобилияти нур ўтказгичнинг хусусияти ва тола турига (бир модалли, градиент, поғонасимон) ҳамда нурлантирувчи (лазер, ёруғлик диоди) манба турига боғлиқдир. Дисперсия иккита ҳолатда рўй беради. Булар:

— нурлантирувчи манба когерент бўлмаганлиги- $(\Delta\lambda)$ хисобига; — кўплаб модалар сони $—(N)$ хисобига;

Нур ўтказгич толага киритиладиган сигналнинг нурлантирувчи манбасининг когерент булмаслиги ДЛ-спектрини ҳосил бўлишига олиб келади ва ўз навбатида хроматик (частотавий) дисперсияни ҳосил қилади. Хроматик дисперсия ўз навбатида материал дисперсия ва тўлқинли (мода ичидаги) дисперсияга бўлинади.

Тўлқинли дисперсияда тарқалиш коэффиенти тўлқин узунлиги билан ўзаро боғлиқдир яъни

$$\gamma = \psi_1(\lambda).$$

Материал дисперсияда синиш кўрсаткичи $—n$, тўлқин узунлик— λ билан боғлиқ, яъни

$$n = \psi_2(\lambda).$$

Модалли дисперсия нур ўтказгич ичида кўплаб тарқалувчи модалар сони хисобига ҳосил бўлиб, бу модалар ўзининг тезлиги билан ҳаракатланади, у ҳолда у қуйидагига боғлиқликка эга, яъни

$$v = \psi_3(N).$$

Бундай дисперсиялар турли ҳолда турли турдаги тўлқин ўтказгичли нур ўтказгичларда пайдо бўлади. Поғонасимон турдаги нур ўтказгичлар кўп модалли узатувчилар қўлланилгани учун бу ерда модалли дисперсия ҳосил бўлиб унинг қиймати 20—50 Нс/км бўлади. Бир модалли поғонасимон нур ўтказгичларда эса модалли дисперсия рўй бермайди. Бундай нур ўтказгичларда тўлқинли ва материал дисперсия ҳосил бўлади ва уларнинг абсолют қийматлари бир—бирига тенг аммо кенг спектр диапозонида уларнинг фазаси қарама—қарши қутбли бўлади, шунинг хисобига тўлқинли ва материал дисперсия ўзаро компенсацияланади ҳамда натижавий дисперсия $\lambda = 1.2 + 1.7\text{мкм}$ тўлқин узунликда 3нс/км қийматидан ошмайди. Градиент нур ўтказгичларда турли хил модаларнинг тарқалиш вақти тенглашади ва натижада материал дисперсия асосий ролни ўйнайди ва бундай дисперсия тўлқин узунлик ошган сари камайиб боради. Материл дисперсиянинг абсолют қиймати 3—5 нс/км ораликда бўлади.

Нур ўтказгичларнинг дисперсия тафсилотларини солиштирадиган бўлсак у ҳолда яхши хусусиятга бир модалли нур ўтказгич тола тўғри келади. Бундай яхши хусусиятларга градиент нур ўтказгич толалар ҳам эга, чунки бундай турдаги нур ўтказгичларнинг синиш кўрсаткичи секин—асталик

билан ўзгариб боради. Кўп модали нур ўтказгичларда эса дисперсия кескин равишда катта бўлиб боради.

Нур ўтказувчи тола бўйлаб λ — тўлқин узунлигида ҳаракатланаётганда ёруғлик нур манбаини когерент бўлмаганлиги учун яъни материал дисперсия ҳисобига η — импульс кенгайиши қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\tau = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot \frac{\lambda^2}{c} \cdot \frac{d^2n}{d\lambda^2} \cdot \ell$$

бу ерда: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ —нурлантириш манбаининг нисбий спектр кенглиги;

c — нур ўтказгич тола узунлиги;

$$\frac{\lambda^2}{c} \cdot \frac{d^2n}{d\lambda^2} = 1 \quad \text{— материал дисперсия.}$$

c — ёруғлик тезлиги.

Келтирилган формуладан шуни куриш мумкинки, материал дисперсия тўлқин узунлигидан ва синиш кўрсаткичи ҳамда частота билан чамбарчас боғлиқдир.

Модалар дисперсия ҳисобига импульсларнинг кенгайиш қиймати узатилаётган сигналнинг вақт бўйича усиши ва 1 узунлигидаги нур ўтказгичнинг бошидан юборилган сигналнинг энг катта ва энг кичик вақт оралиғининг айирмаси орқали аниқланиб, у қуйидагича аниқланади: - поғонасимон нур ўтказгич толалар учун:

$$\tau = \frac{n_1 \Delta \ell}{c} = \frac{(NA)^2}{2n_1 c} \cdot \ell$$

- радиент нур ўтказгич толалар учун эса:

$$\tau = \frac{n_1 \Delta^2 \ell}{2c} = \frac{(NA)^2}{8n_1^3 c} \cdot \ell$$

бу ерда: NA — сонли апертура; $NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$; $\Delta = \frac{(n_1 - n_2)}{n_1}$

n_1 — нур ўтказгич тола узагининг синиш кўрсаткичи; n_2 — нур ўтказгич тола қобиғининг синиш кўрсаткичи; ℓ — нур ўтказиш тола узунлиги; c — ёруғлик тезлиги; Δ — ўзак ва қобик синиш кўрсаткичларининг нисбий фарқи, $\Delta = \frac{(n_1 - n_2)}{n_1}$.

Демак градиент нур ўтказгич толанинг ўтказиш қобиляти бир хил синиш кўрсаткичларининг нисбий фарқи бўлган поғонасимон нур ўтказгич толасидан $2/\Delta$ марта юқоридир. Агар техник тавсилот бўйича ўзак ва қобик синиш кўрсаткичларининг нисбий фарқи қиймати $\Delta \approx 1\%$ эътиборга олсак, у ҳолда икки хил куринишдаги нур ўтказгич толаларнинг ўтказиш полоса

қобилияти қийматининг фарқи тахминан икки ва ундан кўп маротаба қийматда фарқ қилади.

Бугунги кунда тармоқларда қўлланувчи оптик толали кабелларнинг ўтказиш қобилиятини частотага боғлиқлиги жуда ҳам кенг оралиқларда бўлиб, у 30 МГц-км дан 1000 МГц км ва ундан ортиқ қийматни ташкил этади. Турли хил турдаги нур ўтказгичлардан иборат бўлган кабеллар учун унинг қиймати турли хил. Градиент нур ўтказгичлар учун лазерли ёруғлик манбаи қўлланадиган бўлса, у холда унинг ўтказиш қобилияти 100÷2500 МГц км қийматда бўлади, кўп модалли поғонасимон нур ўтказгичлардан иборат бўлган оптик толали кабелларда эса унинг ўтказиш қобилияти миқдори бирмунча қисқариб 30 МГц-км қийматга етиб боради. Энг юқори ўтказиш қобилиятига эга бўлган бир модалли нур ўтказгичларнинг ўтказиш қобилияти эса 0.5 ÷ 1.0 ГГц км ваундан ортиқ бўлган қийматгача боради.

Юқорида кўриб чиқилган дисперсия ҳолати оптик кабелларнинг ўтказиш қобилиятини қисқаришга ва у ўз навбатида кабеллар бўйлаб маълумотларни узатиш масофасини қисқаришига олиб келади. Линия узунлиги қанчалик узун бўладиган бўлса, шунчалик кўп равишда дисперсия ҳолати руй беради ва у ўз навбатида импульсларни шунчалик равишда кенгайишига олиб келади. Демак частота полосаси ΔF ва маълумотларни узатиш масофаси I параметрлари бир—бирилари билан ўзаро чамбарчас боғлиқдир.

Бу параметрлар оралиғидаги боғлиқлик қуйидаги формулада келтирилган:

$$\Delta F / \Delta F_x = \sqrt{\ell_x \cdot \ell} \quad \ell_x = \ell (\Delta F / \Delta F_x)^2 \quad (17.6)$$

бу ерда: ΔF — берилган частота полосаси; I — берилган узатиш масофаси; ΔF_x — x - масофадаги частота кенглиги; I_x — x — масофадаги узунлик.

у холда: $\Delta F_x = \sqrt{I(\Delta F / I)^2}$ бўлади. (17.7)

Келтирилган формуладаги ΔF x ва I қийматларини аниклаш учун қуйидаги мисолда кўриш мумкин. Бугунги кунда кабел ишлаб чиқарувчи корхоналар $\ell=1$ км бўлган қурилиш узунлиқдаги ва ўтказиш қобилияти $\Delta F=50$ МГц км кабеллар ишлаб чиқармоқда. У холда маълумотлар узатиш масофаси $I_x=25$ км узунлик бўладиган бўлса, ўтказиш қобилияти қисқариб қуйидаги қийматга етади:

$$\Delta F_x = 50 \sqrt{1/25} = 10 \text{ МГц}$$

Узунлиги қисқа бўлган линияларда, мисол учун $\ell=5$ км масофа узунлигигача борадиган бўлса, у холда $\Delta F / \ell$ нисбатидаги ΔF ва ℓ қийматлари линиявий қонунга тўғри келади Шундай қилиб оптик кабеллар бўйлаб узатиш масофаси ва маълумотларни ўтказиш қобилияти фақатгина дисперсия билан боғланган бўлмасдан, нур ўтказгичнинг сўниши билан ҳам боғлиқдир.

Кўп модали поғонасимон нур ўтказгичларда асосий факторни дисперсия бажарса, градиент ва бир модали толалардан иборат бўлган нур ўтказгичлар яхши дисперсия тақсимоотларга эга бўлса, маълумотларни узатиш масофаси трактда қўлланувчи нур ўтказгичнинг сўниши билан тафсифланади.

Назорат саволлари

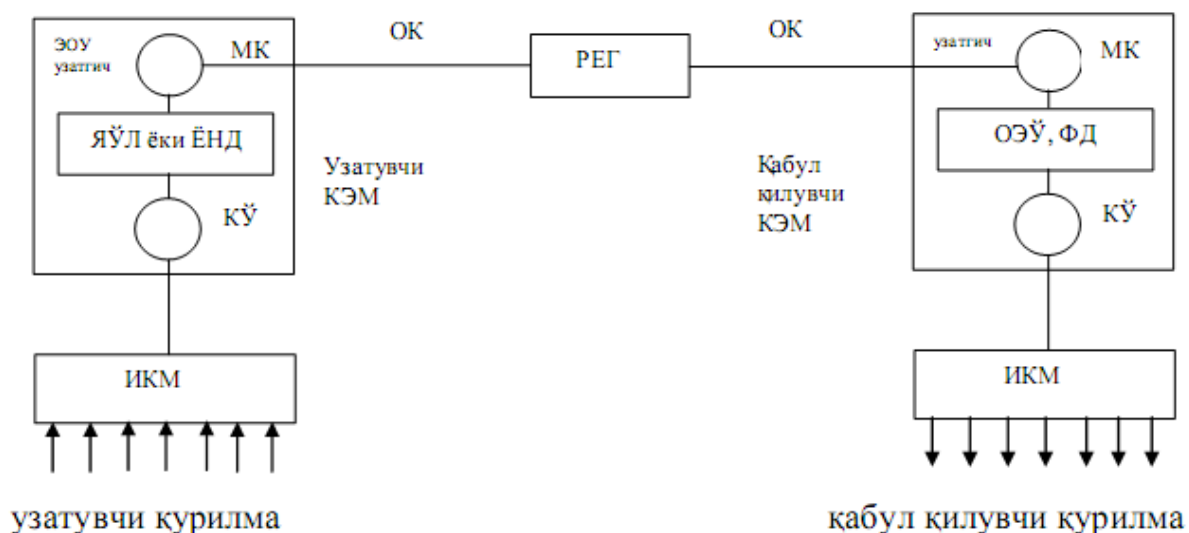
1. Оптик тола сигналининг сўниши нимага боғлиқ?
2. Шахсий йўқотувчанликнинг спектрал эгри чизиғи қандай аниқланади?
3. Кўп модпли ва бир модали оптик толанинг ўзак ва қобик диаметрлари орасидаги нисбийлик қандай аниқланади?
4. Модаларо ва хроматик дисперсиянинг пайдо бўлиш сабаблари.
5. Модалар орасида ўрнатилган алоқа узунлиги нима?
6. Градиент оптик толанинг синиш кўрсаткичининг оптимал профили деганда нима тушунилади?
7. Кўп модали оптик толаларнинг модаларо ва хроматик дисперсия қийматларининг нисбийлиги қандай аниқланади?
8. SF, DSF, NZDSF туридаги бир модали оптик толаларнинг авзаллкларини кўрсатинг.
9. Моданинг поляризация дисперсияси деганда нима тушунилади?
10. Оптик толанинг ўтказиш полосаси ва кенг полосалик коэффициенти қандай қилиб аниқланади?
11. Турли хил оптик толаларнинг полосани ўтказиш кенглигини солиштиринг.

Оптик узатиш тизимларида худди электр кабеллар бўйича кўп каналли алоқа ташкил этилган усуллар қўлланилган. Бу ҳолда ҳам каналлардаги частота ва вақт бўйича бўлиниш усули қўлланади. Кабеллар бўйича қўлланивчи тизимлар частота бўйича бўлиниш усулида узатилаётган маълумотлар аналог (узлуксиз) формасида бўлиб, улар частота бўйича бўлинади. Кабелларни вақт бўйича бўлиш усулида узатилаётган маълумотлар сигнали вақт бўйича бўлинади ва улар дискрет кўринишдаги импульслардан иборатдир. Бу ҳолат импульс—кодли модуляция асосидаги рақамли узатувларга тўғри келади (ИКМ).

Қонун бўйича электр сигнал частота ёки вақт бўйича бўлиниш тизимидаги усули ёрдамида ҳосил бўлиб, улар оптик ташувчини модуляциялайди, ҳамда модуляция кўринишидаги ёруғлик сигнали оптик кабел бўйича узатилади, бундай ҳолда оптик ташувчи учун интенсив модуляция усули қўлланиб, унда электр сигнаlining амплитудаси, кабелга узатилувчи ва тарқалувчи қувватга боғлиқ..

Оптик узатиш тизимларида асосан рақамли (импульсли) узатиш усуллари қўлланади, чунки аналогли узатиш чоғида оралиқ кучайтиргичлар юқори даражали чизиқликга эга бўлиши лозим, оптик узатиш тизимларида эса бунга эришиш жуда ҳам қийин. Шундай қилиб оптик—толали алоқа тизимларида кенг равишда тарқалган усуллардан бири каналларни вақт бўйича бўлишга эга бўлган рақамли тизим ва импульс - ко дли модуляцияга эга бўлган тарқалувчи сигнал манбаи интенсив равишда модуляцияланган усуллар қўлланади. Дуплекс алоқа иккита нур ўтказувчи тола бўйлаб ташкил қилиниб, ҳар бир нур ўтказгич тола ўзининг йўналиши бўйича маълумотларни узатиш хусусиятига эга, яъни битта нур ўтказгич толадан маълумотлар узатилса иккинчи нур узатгич тола бўйлаб маълумотлар қабул қилинади. Ҳозирги пайтда оптик толали алоқа линияларида плезиохрон ва синхрон рақамли иерархия асосида ишлайдиган (PDH ва SDH) рақамли алоқа узатиш тизимлари қўлланилмоқда. Плезиохрон рақамли иерархия асосида ИКМ—30, ИКМ—120, ИКМ—480, ИКМ—1920 каби алоқа узатиш тизимлари қўлланса, синхрон рақамли иерархия (SDH) асосида асосан STM-1, STM-4, STM-16, STM-64 ва STM-256 каби транспорт модуллари қўлланилмоқда.

Импульс кодли модуляция оптик - толали алоқа узатиш тизимининг принципиал структуравий схемаси 20.1—расмда келтирилган. Бу схеманинг асосини оптик толали алоқа кабелли — ОК ва тизимнинг бошида оптик узатгич (ОУ) ҳамда тизим охирида оптик қабул қилгич (ОКК) эгаллайди. Тизим схемасидаги оптик узатгич электр сигнални оптик сигналга ўзгартириб берувчи узгартиргичдан иборатдир.



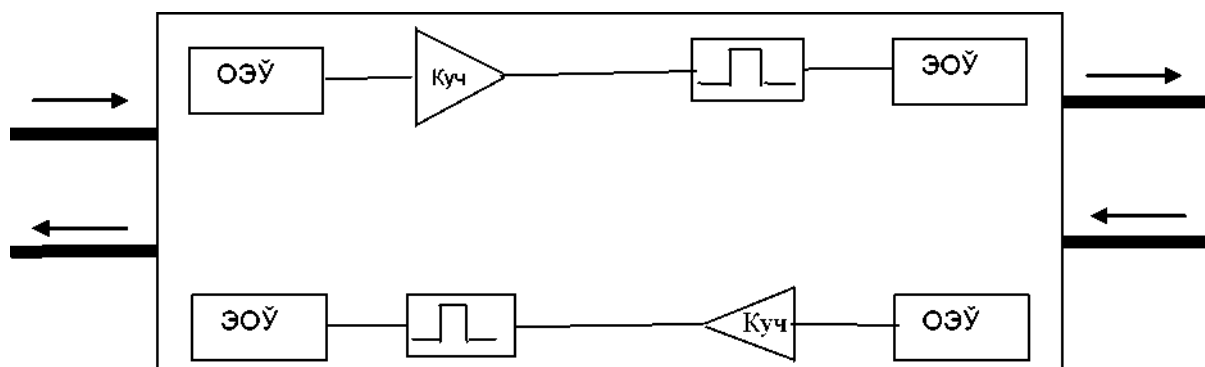
20.1—расм. Оптик толали алоқа тизимининг структуравий схемаси.

Электрон—оптик ўзгартиргич (ЭОЎ) вазифасини одатда ярим ўтказгичли лазер (ЯЎЛ) ва ёруғлик нурлантирувчи диод (ЁНД) каби электрон қурилма бажаради. Қабул қилувчи томондаги кодли электрон —модулятор (КЭМ) вазифасини бажаришда опто—электрон узгартиргич (ОЭЎ) қурилмасида одатда ярим ўтказгичли фотодиод (ФД) бажаради. Бундан ташқари узатгич ва қабул қилгич томонларда код ўзгартиргичлар (КЎ) қўлланиб, улар уч кутбли импульсларнинг икки кодли импульсларга ўзгартириб беради. Бу схемада линия трактидаги алоқа узатиш воситасининг кириш қисмидаги қаршилиги билан тўлқин қаршилиги бўйича мослаштириш учун мослаштирув қурилмаси (МК) қўлланади. Схемадаги код ўзгартиргич қурилмаси талаб этиладиган импульслар кетма—кетлигини ва электр (ИКМ) ҳамда оптик (ЯЎЛ, ЁНД ва ФД) қувват сатхини мослаштиради, чунки ИКМнинг чиқиш қисмида юқори сатхли сигнал ҳосил бўлади, ЁНД учун эса жуда ҳам кичик сатхли сигнал зарурдир. Узатувчи ҳамда қабул қилувчи томонлардаги мослаштирув қурилмалари эса кабел ва узатувчи—қабул қилувчи ускуналар оралиғида апертурани ҳамда йуналтирилган диаграммаларни мослаштириш учун қўлланади. Бу схема қуйидагича ишлайди. Узатув томонидаги ИКМ қурилмасининг қабул қилувчи томонига аналог (узлуксиз) сигналлар қабул қилиниб, у ерда рақамли сигналлар оқими код ўзгартиргичга келиб тушиб ва ундан сўнг эса электро-оптик ўзгартиргичга (ЭОЎ) келиб тушади. Бу қурилмада қабул қилинган сигнал ИКМ ёрдамида оптик ташувчини модуляциялайди ҳамда ЯЎЛ ёки ЁНД ёрдамида мослаштирув ускунаси орқали оптик ёруғлик сигнали оптик кабелга келиб тушади.

Қабул қилиш томонида оптик сигнал нур ўтказгичдан иборат бўлган кабелдан мослаштирув қурилмаси орқали фотодиодга келиб тушади. Бу ерда оптик сигнал электр сигналга ўзгартирилиб код ўзгартиргич қурилмаси орқали қабул қилувчи ИКМга келиб, уларда яна аналог (узлуксиз) сигнал

кўринишида қабул қилувчига етиб боради ва у ерда рақамли сигналларга ўзгартирилади, етиб боради. Шундай қилиб линия трактининг узатув томонидаги ИКМдан ЭОЎга қадар, ҳамда қабул қилувчи томонидаги ОЭЎдан ИКМга қадар электр сигнал ҳаракатланадиган бўлса ЭОЎдан то ОЭЎга қадар оптик кабел бўйлаб оптик сигнал ҳаракатланади.

Оптик толали алоқа линиясидаги тракт бўйлаб ҳаракатланувчи сигнал маълум масофада кабелнинг сўниши ҳисобига (5÷10 дан то 50 километрга қадар) оптик линияда линия регенераторлари (Рег) жойлаштирилади. Бу регенераторларда сигнал ўз холига келтирилиб кейин эса кучайтиргич ёрдамида талаб этиладиган қийматга қадар кучайтирилиб линияга узатилади. Регенераторларнинг структуравий схемаси 20.2—расмда кўрсатилган.

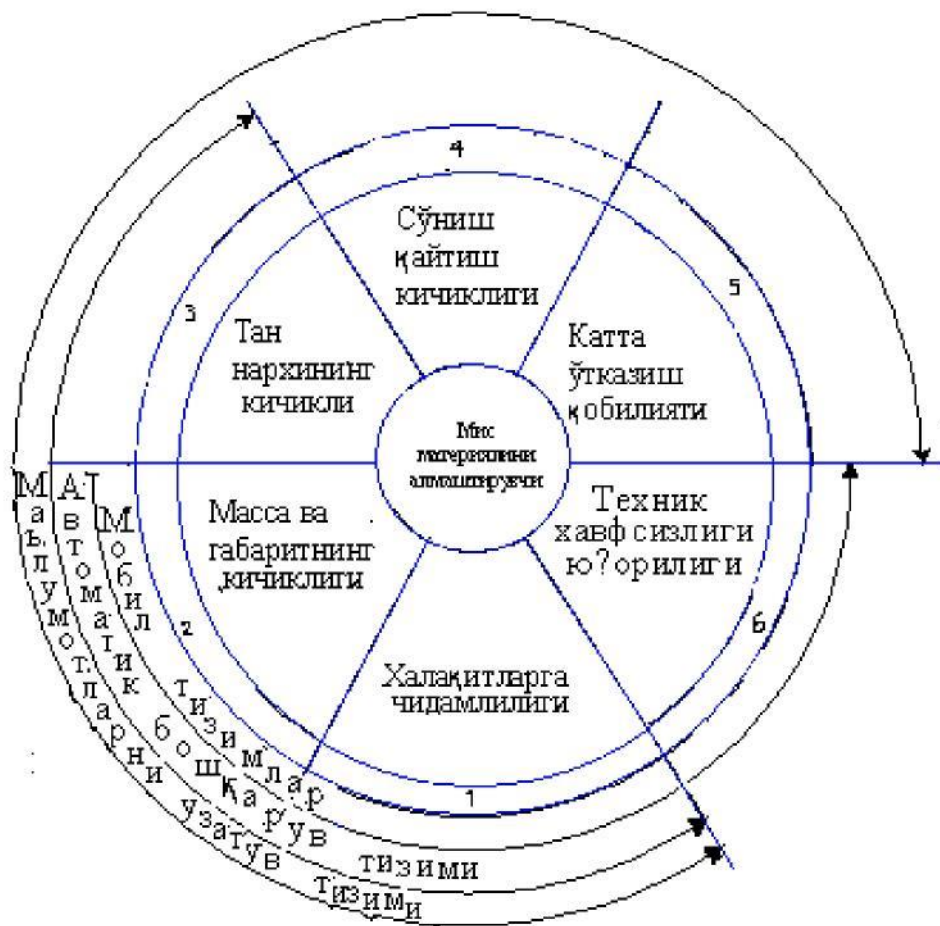


20.2 - расм. ОТАЛ регенераторининг структуравий схемаси.

Линия трактида қўлланувчи линия регенераторлари иккита ярим комплектдан иборат бўлиб, улар тўғри ва қарама—қарши йўналишлар учун оптик сигналларни узатиб қабул қилиш учун қўлланади. Бу ерда оптик сигнал электрик сигналларга ўзгартирилади, ундан сунг эса сигнал кучайтирилиб, сигнал ўз холига келтирилгач яна ўзгартирилиб оптик сигнал кўринишида линияга узатилади. Регенераторлардаги нурлантиргич манбаи вазифасини яъни электр сигналдан оптик сигналга ўзгартирувчи вазифасини лазерлар ва ёруғлик нурлантирувчи диодлари бажаради. Бугунги кунда турли хил лазерлар мавжуд, булар: қаттиқ турдаги, ярим ўтказгичли, газли ва ҳакозо. Булар ичида энг кўп тарқалгани ярим ўтказгичли лазерлар ҳисобланади, чунки улар жуда ҳам содда бўлиб, лозим бўладиган қувватга апертура тафсилотларига эга. Қабул қилувчи томонидаги нурлантирувчи вазифасини, яъни оптик сигнални электр сигналга ўзгартирувчи вазифасини фотодиод бажаради.

20.1. Оптоэлектрон техникасининг эффективлиги ва кулланиш жойи

20.3—расмда оптоэлектрон техникасининг авзалликлари кўрсатилган.



20.3—расм. Оптик алоқанинг авзалликлари ва қўлланиш жойи.

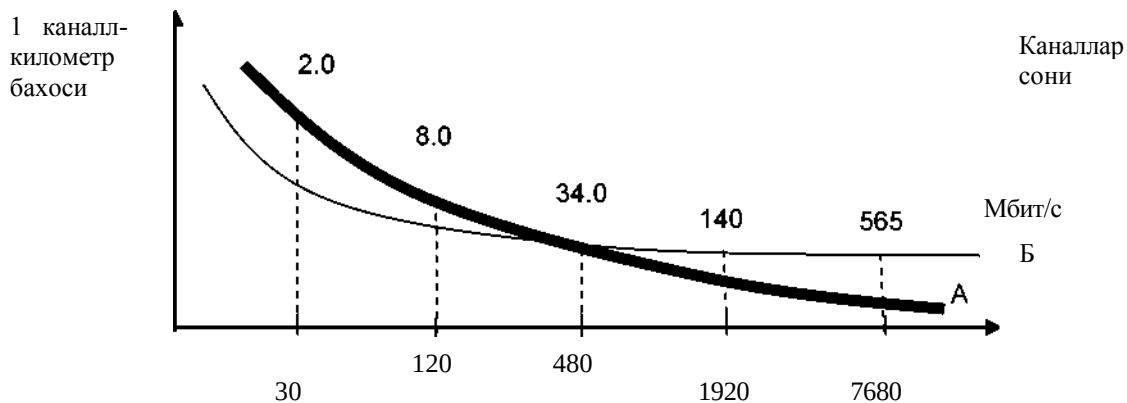
Маълумотларни узатиш тизими учун 1—5 кўрсаткичлар бўлса, автоматик бошқарув тизимлари 1,2,6 кўрсаткичларда ҳамда мобил ҳаракатдаги тизимлар учун 1,2,4 кўрсаткичлар мавжуд.

Оптик толали алоқа кабелларни электрик (симметрик ва коаксиал) кабеллар билан солиштирма кўрсаткичлари 20.1-жадвалда келтирилган.

20.1-жадвал.

Узатиш тизими	Электр кабеллар		Оптик кабеллар		Қўлланиш жойи
	Тури	Регенерация участка узунлиги	Тўлқин узунлик	Регенерация участка узунлиги	
ИКМ-30	Симметрик	1.5-4.5	1.3 1.55	55 40	ШТТ
ИКМ-120	Симметрик	3.0 – 5.0	1.3 1.55	47 50	ШТТ, МТ
ИКМ-420	Сим.коак. 1.2/9.5	1.0-4.0 3.5-4.5	1.3 1.55	39 55	ШТТ, МТ,Маг.Т
ИКМ-1920	Коакс. 2.6/9.5	3.0-5.0	1.55	80	ШТТ, МТ,Маг.Т

20.4—расмда оптик кабеллар тизими ёрдамида рақамли каналометрдаги нисбий тан нархи кўрсатилган.



20.4—расм. Оптик (А) ва электр (Б) кабелларнинг техник иқтисод боғлиқлиги.

Бу расмдан шуни кўриш мумкинки электр кабеллар ёрдамида ҳосил қилинган алоқа каналлари ва маълумотларни узатиш тизимлари оптик кабеллар ёрдамида ҳосил қилинган каналлар сони ёки узатиш тезликлари илдиз остидаги қийматга тескари пропорционал, яъни $(1/7^x)$. Демак, бу расмдаги каналлар сони оптик кабеллар бўйича ташкил этилади. Каналлар сони ошиши билан тан нархи ҳам камайиб боради. Иқтисод томонидан оладиган бўлсак 34 Мбит/с тезликдан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Бугунги кунда оптик кабеллар каттадан—катта супер магистраллардан бошлаб то кичик локал тармоқларда ҳамда медицинада кенг равишда қўлланмоқда.

20.2-жадвалда турли тармоқларда қўлланувчи оптик толали алоқа линияларидаги нур ўтказувчи толалар материали, тола ўлчамлари ҳамда алоқа узатиш тизимларининг қисқача тавсилоти келтирилган.

17.2-
жадвал.

ОТАЛ қўлланув- чи тармоқ	Кабел тузилиши				Алоқа узатиш тизимининг тавсилоти			
	Материал	Оп- тик тола тури	Тола- лар сони	Толалар ўлчамла- ри	Тизим тури	Тўлқин узунли к нм	Алоқа ташқил этиш масофаси км	Сўн- иш дБ/к м
Шахарлар -аро	Кварц/квар ц	Бир мода -ли	4÷100 0	8÷10/12 5	DWD M	1530÷156 0	Мингла б	0.2
Минтақав- ий	Кварц/квар ц	Бир мода -ли	4÷50	8÷10/12 5	WDM SDH	1530÷156 0	Мингла б	0.2
Шаҳар	Кварц/квар ц	Бир мода -ли	4÷10	8÷10/12 5	SDH WDM	1530÷156 0	Мингла б	0.2
Бино ичида қўлланув- чи	Кварц/квар ц	Бир мода -ли	2÷8	5/125 62.5/125	SDH	1350÷150 0	Юзлаб	1.5
Сув ости	Кварц/квар ц	Бир мода -ли	4÷1000	8÷10/12 5	DWDH SDH	1530÷156 0	Мингла б	0.2
Монтаж учун қўлланув- чи	Кварц/квар ц	Бир мода -ли	1÷10	50/125 62.5/125	-	850, 1300,1500		5.0, 1.5, 0.2