

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА, АХБОРОТЛАШТИРИШ ВА
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ ҚЎМИТАСИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ФАРҒОНА ФИЛИАЛИ
«АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ» КАФЕДРАСИ**

«ҲИМОЯГА»

Кафедра мудири

« ____ » _____ 2014 й

**“Оптик толали алоқа кабелларида ўлчаш
ишларини таҳлил қилиш”**

МАВЗУСИДА

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ

БИТИРУВЧИ:

Абдухалилов Б.
612-10 гуруҳ талабаси

Фарғона – 2014 йил

МУНДАРИЖА

Кириш	4
ТАҲЛИЛИЙ ҚИСМ	
1.SDH технологияси таҳлили ва афзалликлари.	
1.1.Рақамли узатиш тизимларининг плезиахрон (PDH) иерархияси. E1, E2, E3, E4 оқимларини ҳосил қилиш.....	9
1.2.Синхрон рақамли иерархиянинг рақамли узатиш тизимлари.....	14
1.3.STM-1 модулининг шаклланиши	22
1.4.Синхрон рақамли иерархия транспорт тармоғи ва ускуналарининг характеристикалари	24
АСОСИЙ ҚИСМ	
2.WDM технологиясининг транспорт технологиялари билан ўзаро таъсир модели.....	29
2.1.WDM тизимларининг тузилиш схемаси	30
2.2.WDM тизимлари оптик интерфейсларининг таснифлари	34
2.3.WDM тизимларининг частотавий режаси	38
2.4.WDM технологиясининг таснифланиши	42
2.5.DWDM технологияси	46
2.6.DWDM технологиясининг қўлланилиши	49
2.7.DWDM технологиясининг тузилиши	51
ТЕХНОЛОГИК ҚИСМ	
3.SDH технологияси асосида ишловчи OSN- 3500 қурилмасини таҳлил қилиш	
3.1. OptiX OSN 3500 Ethernet хизматлари	58
3.2.Тармоқни химоя қилиш ва тузиш услублари	66
3.3.SDH технологияси асосида ишловчи OSN- 3500 қурилмаси тармоқ топологиялари	73

3.4.ОртіХ OSN 3500 қурилмаси техник характеристикалари	82
4.Мехнат муҳофазаси	87
Хулоса	97
Адабиётлар	98
Иловалар	102

К И Р И Ш

Ўзбекистоннинг мустақиллик йиллари давомида жамиятимиз ҳаётида жуда кўп ўзгаришлар содир бўлди. Бугунги кунда иқтисодиёт, телекоммуникация соҳасида, ахборот тармоқлари олдида турган вазифалар ва мақсадлар тубдан ўзгарди.

Ўзбекистонда макро иқтисодиёт ва молиявий барқарорлик ўрнатилди, иқтисодиётнинг самарадор етакчиси сифатида олинган телекоммуникация соҳасида такомиллаштириш ва техник жихатдан қайта қуриш ишлари амалга оширилмоқда. Ушбу соҳани янада ривожлантириш учун зарур бўлган барча шарт-шароитлар яратилган. Жаҳон ахборот – телекоммуникация майдонида интеграциялаш ишлари амалга ошириляпти.

Республикада глобал ахборот тизимлари ва технологияларининг кенг қамровли миллий ахборот тизимига киришни шакллантиришга алоҳида эътибор қаратилган, бу эса ўз навбатида ХХІ асрда мамлакатнинг ўсишида ҳал қилувчи вазифа ҳисобланади.

Маълумот узатиш миллий тармоғининг ривожланиши давом этмоқда. Умумий фойдаланишга мўлжалланган телефон тармоғини такомиллаштириш ва қайта таъминлаш ишлари амалга ошириляпти, шунингдек ахборот ресурслари шакллантирилмоқда, электрон ҳужжатлардан фойдаланиш, электрон тижорат, масофадан маълумотларни бошқариш, мультимедия, телеконференция, IP – телефонлаштириш каби хизматларни ўз ичига олган замонавий ва истиқболли телекоммуникация хизматлари доираси кенгаймоқда.

Мамлакатимизда жаҳон иқтисодий инқирозининг салбий оқибатларини бартараф этиш бўйича 2009-2012 йилларга мўлжаллаб қабул қилинган “Инқирозга қарши чоралар дастури” Ўзбекистонни 2009 йилда ижтимоий – иқтисодий ривожлантиришнинг энг устувор йўналиши бўлиб қолади. Айни пайтда бу дастур инқироздан сўнг Ўзбекистон иқтисодиётининг янада кучли, барқарор ва мутаносиб ривожланган ҳолда майдонга чиқиши, жаҳон бозорларида ўзимизнинг мустаҳкам ўрнимизни эгаллаш, шулар асосида изчил иқтисодий ўсишни

таъминлаш, халқимизнинг ҳаёт даражаси ва фаровонлигини янада ошириш бўйича олдимизда турган устивор вазифаларни муваффақиятли ҳал этиш учун ишончли замин яратади [1].

Ҳозирги кунда алоқа тизими жамият ривожининг асоси бўлиб қолди. Алоқа хизматиға, оддий телефондан кенг полосали интернетгача бўлган талаб доимий ўсиб бормоқда. Бу эса замонавий тизим ва тармоқларнинг пайдо бўлишиға сабаб бўлди. Айни вақтда бу катта ҳажмли ахборотларни узатишни оптик алоқа тизимлари ва тармоқлари (ОАТ ва Т) орқали амалға ошириш мумкин. Оптик тола жуда катта ўтказиш қобилиятиға эға.

Оптик алоқанинг ривожланиш тарихиға назар ташласак, шуни айтиб ўтиш жоизки, цивилизациянинг бошланғич даврларида ҳам инсон ахборотларни узок масофаларға узатишда оптик сигналлардан фойдаланган. Бунинг учун кундуз куни у мисол учун тутунли сигналлардан ёки акс этган қуёш нуридан, тунда эса олов сигналларидан фойдаланган. Вақт ўтиши билан у қуруқликда машина телеграфи, денгизларда байроқли сигнализация ва сигнал лампалари билан алмашган. Ўз навбатида охири телефон ва телеграф радиоалоқаси билан алмашди.

Сўниш қийматлари кичик бўлган оптик толалар ишлаб чиқарилди, ишончилиги юқори бўлган ярим ўтказгичли оптик нурланиш манбалари, фотодетекторлар яратилди ва оптик алоқа тизимларида ҳар томонлама изланишлар олиб борилди. Шу тарзда оптик алоқа тизимлари ва тармоқлари, телекоммуникация, оптоэлектроника ва компьютер технологиялари даври бошланди.

Оптик алоқа тизимлари ва тармоқларининг ҳолатиға келсак, дунёнинг кўплаб мамлакатларини толали оптик алоқа линиялари боғлаб туради. Шарқ ва Ғарб давлатларини, Европа, Осиё ва Америка давлатларини бир бири билан боғловчи, узунлиги тахминан 17 000 км ли Транссибир оптик линияси (ТСОЛ) қуриб битказилди. ТСОЛ дунёвий трансмиллий алоқа тармоғиға кириб, рақамли алоқанинг глобал толали-оптик халқасини боғлайди, бу халқа тўрт контингент -

Европа, Осиё, Америка, Австралия ва уч океан Атлантика, Тинч ва Хинд океанларини қамраб олган. Атлантика океани орқали АҚШ ва Европа ўртасида ва умумий узунлиги 16 000 км ли Австралия – Янги Зеландия – Гавайя – Шимолий Америка сув ости оптик магистраллари фаолият кўрсатаёпти.

XX асрнинг охирида Америка ва Европа ўртасида ретрансляторсиз, умумий узунлиги тахминан 6 000 км ли Трансатлантика толали оптик алоқа линияси қуриб битказилди. Бу линия 2,5 мкм тўлқин узунлигида 0,01 дБ/км сўнишга эга цирконий тетра фторидан тайёрланган тола ёки 2,1 мкм тўлқин узунлигида 0,005 дБ/км сўнишга эга бериллий фторидан тайёрланган тола билан жиҳозланган [2].

Вақт шуни кўрсатадики, инсониятнинг телекоммуникация хизматларига талаби имконият даражасидан ҳам жуда тез суратда ўсиб бормоқда. 20 йил олдин толали оптик алоқа линиялари (ТОАЛ) фақат магистрал линиялар сифатида, шаҳар, давлат ёки қитъаларни бирлаштириш учун қўлланилган. Бугунги кунга келиб эса оптик толали “ўргимчак тўри” нафақат шаҳар ичидаги бинолар орасида балки, бир бино ичида ҳам қўлланилмоқда [3].

Ўзбекистон Республикасида ҳам жамиятни ахборотлаштириш, оптик алоқа тизимлари ва тармоқларини ривожлантириш борасида кўпгина ишлар амалга оширилди ва бу ишлар давом этмоқда. Бу мақсадда 1995 йил 1 август Вазирлар Маҳкамаси томонидан қабул қилинган «2010 йилгача муддатда Ўзбекистон Республикаси телекоммуникация тармоқларини ривожлантириш ва реконструкция қилиш Миллий дастури» қабул қилинди. Ушбу дастурга мувофиқ 1995-1997 йилларда ТОЕ (Транс-Осиё-Европа) магистралининг жаҳон стандартларига мос келувчи, рақамли транспорт тармоғининг Миллий сегментини қуриш бошланди ва 1997 йил бу қурилиш ниҳоясига етказилиб, 926 км масофага толали оптик кабел ётқизилди. 1997 йилнинг 18 август куни Бухоро вилоятининг Олот туманида Ўзбекистон ва Туркманистон давлат чегарасида мазкур алоқа линиясининг ҳудудий участкалари уланди. Хитойнинг Шанхай шаҳридан то Германиянинг Франкфурт шаҳригача бўлган ушбу халқаро ТОЕ магистрали 20 та давлат

худудидан 27 минг км масофага тортилган. ТОЕ Миллий сегментида Сименс (Германия) фирмасининг толали оптик кабелларидан фойдаланилди.

1995-2000 йилларда ОЕСФ (Япония) лойиҳаси доирасида 1080 км узунликли худудий ТОА линияси қурилди ва фойдаланишга топширилди. 1996-1997 йилларда Тошкент шаҳрида “Сименс” толали оптик кабелларини қўллаб, барча электрон АТСларни ва шунингдек тугунли аналог АТСларни бирлаштирувчи катта транспорт ҳалқа қурилди.

2001 йилда EDSF (Корея) лойиҳаси асосида Андижон ва Фарғона вилоятларининг худудий телекоммуникация тармоқларини қайта таъмирлаш амалга оширилди. Лойиҳа натижасида умумий узунлиги 354 км бўлган худудий толали оптик алоқа линияси қурилди.

Ташқи иқтисодий бирдамлик Япония банки кредити ҳисобига Фарғона водийси учта вилоятининг ҳалқали тармоқларини қуриш, Қашқадарё, Сирдарё вилоятларида ҳалқали худудий телекоммуникация тармоқларини қуриш, Бухоро-Нукус участкасида ТОА линиясини Бухоро-Навои-Зарафшон-Учкудук-Нукус ТОА линияси орқали резервлаш ишлари амалга оширилди. Бу лойиҳа доирасида 2000 км магистрал, 700 км худудий толали оптик алоқа линиялари ётқизилди.

Ҳозирги вақтда дунёнинг барча тараққий этган мамлакатларида оптик алоқа тизимларини, хусусан, толали оптик алоқа тизимларини такомиллаштириш, улардан ахборотлар оқимини узатиш ва уларга ишлов бериш тармоқларида фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича кенг кўламли ишлар олиб борилмоқда. Толали оптик тизимларини барча соҳаларда қўллаш бўйича амалий ишлар олиб борилмоқда.

Замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг ҳаётга тадбиқ этилиши, фан техниканинг, оптик алоқа тизимлари ва тармоқларининг жадал ривожланиши билан билимларнинг тезда янгилиниши мутахассислар, техник ходимлар ва ўқувчилар олдига ана шу билимларни тизимли ва мустақил эгаллаш вазифасини қўяди.

ТАҲЛИЛИЙ ҚИСМ

1.SDH технологияси таҳлили ва афзалликлари.

1.1.Рақамли узатиш тизимларининг плезиахрон (PDH) иерархияси. E1, E2, E3, E4 оқимларини ҳосил қилиш

Рақамли узатиш тизимларида сигналларни узатиш учун импульс кодли модулятсия (ИКМ) қўлланилади ва улар плезиахрон рақамли иерархия (PDH) тизимлари деб ном олган. Импульс кодли модулятсияда аввал таъкидлаб ўтганимиздек аналог сигналлар олдин вақт бўйича дискретланади, сўнгра амплитуда бўйича квантланади ва амплитуданинг квантланган қийматлари иккилик код ёрдамида кодланади. Телефон сигналининг максимал частота спектри 3,4 кГцни ташкил қилади, мувофиқли сигнални қайта тиклаш учун эса дискрет импульслар частотаси икки баробор катта, яъни дискретизация частотаси 8 кГц бўлиши керак. Нутқ сифатини қониқтириш учун амплитуданинг $256=2^8$ дискрет сатҳлари йетарли ва ушбу сатҳларнинг ҳар бири 8 бит ёки 1 байтга тенг бўлган кодлар комбинациясига алмаштирилади, шундай қилиб, стандарт телефон сигналини ИКМ усулида узатиш учун 8 бит 8 кГц=64 кбит/с тезлик керак бўлади. Тезликнинг ушбу қиймати барча рақамли иерархиялар учун Бошланғич (нолинчи) сатҳдир. Шунини таъкидлаш керакки, циклларни қайтарилиш частотаси 8 кГц, цикл узунлиги 125 мксга тенг ва бу юқори тартибдаги PDH тизимларини қуришда ва синхрон рақамли иерархия (SDH)га ўтишда ҳам сақланиб қолади.

Телекоммуникация тармоқларида фойдаланиладиган рақамли узатиш тизимлари маълум иерархия асосида ташкил қилинади, у қуйидаги асосий талабларни қаноатлантириши керак:

- мавжуд бўлган ва келгусидаги алоқа линияларини характеристикаларини назарда турган ҳолда узатиш тизимининг параметрларини танлаш;

- узатиладиган сигналларни оддий ҳолатда бирлаштириш, ажратиш ва транзит ҳосил қилиш имконияти.

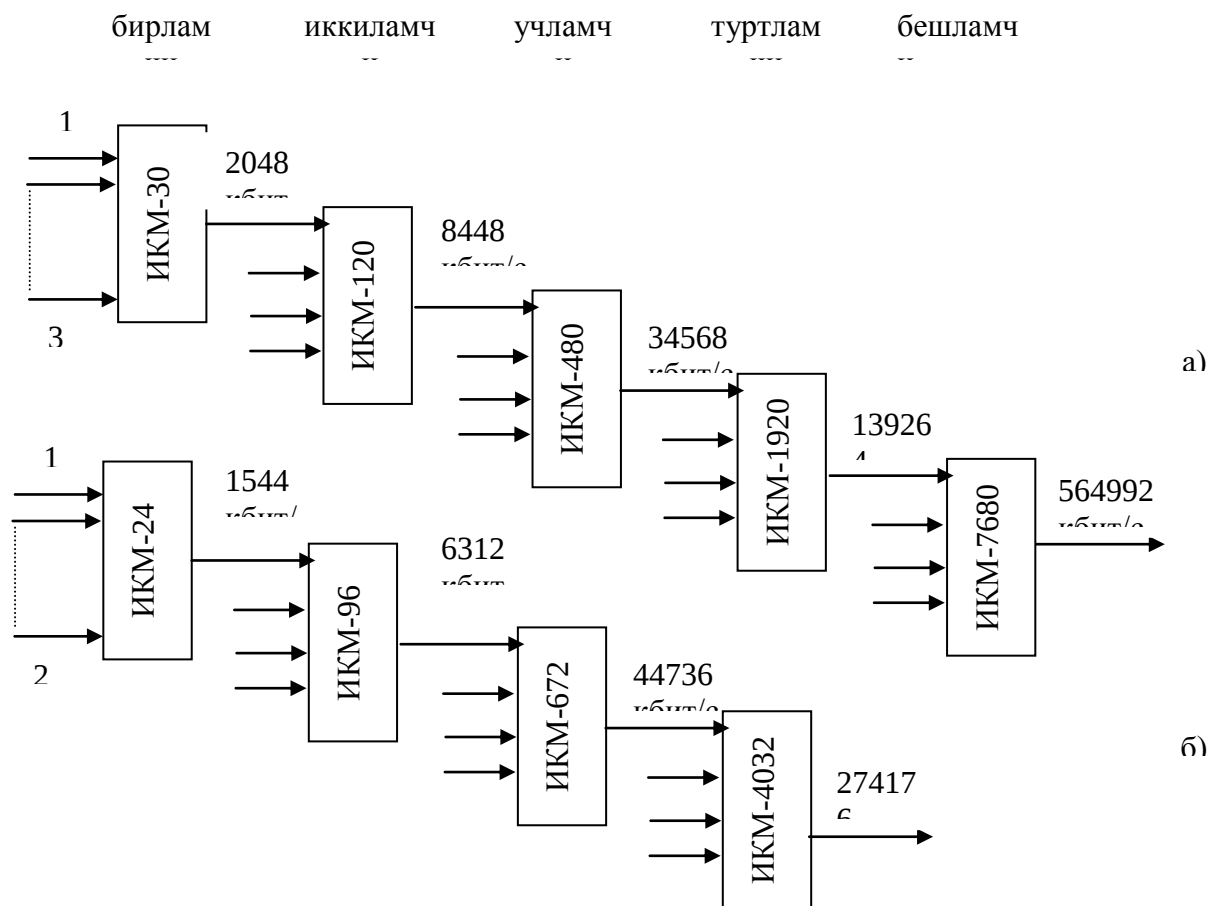
- аналог, дискрет ва рақамли сигналларнинг барча турларини РУТнинг каналлари ва тактлари орқали узатилишини.

- РУТнинг параметрларини мавжуд бўлган ва келажакда бўладиган йўналтирувчи тизимларнинг тавсифларини ҳисобга олган ҳолда танланишини;
- РУТнинг аналог узатиш тизимлари ва турли коммутация тизимлари билан ўзаро таъсирлашиши мумкинлигини;
- бир типдаги маълумотларнинг сигналлари узатилаётганда РУТнинг ўтказиб юбориш қобилиятидан энг яхши ҳолда фойдаланиш кераклигини.

РУТларининг иерархия усулида тузилиши, канал ҳосил қилувчи қурилмаларни такомиллаштириш, тайёрлаш жараёнини энгиллаштириш, техникасидан фойдаланувчи қурилмаларни яратиш имконини беради. Ҳозирги пайтда РУТларнинг икки иерархия тури кенг тарқалган: Европа ва Шимолий Америка. Европа иерархияси ИКМ-30 туридаги бирламчи рақамли узатиш тизимларига асосланган. Бунда аналог-рақамли қурилма ҳар бирининг ўтказувчанлик қобилияти 64 кбит/с га тенг бўлган 30 та канални шакллантиради. Гурухли сигнални узатиш тезлиги 2048 кбит/с га тенг. Анча юқори бўлган сатҳдаги РУТларнинг гурухли сигналларини шакллантиришда, рақамли оқимларни вақтли бирлаштириш усули қўлланилади.

Бундай оқимлар паст сатҳли РУТларнинг қурилмаларида шаклланади. 8.1-расмдан кўриниб турибдики, иерархиянинг барча поғоналари учун бирлаштириш коэффиценти 4 га тенг. Худди шунга ўхшаган ҳолда шимолий Америка иерархияси ҳам тузилади, фақат унда бирламчи РУТ сифатида ИКМ-24 қўлланилади ва иерархиянинг турли поғонаси учун бирлаштириш коэффиценти ҳар хил.

Юқоридаги икки иерархия, плезиахрон рақамли иерархия номини олган. Бундай иерархияда рақамли оқимларни бирлаштириш асинхрон усулда амалга ошади, яъни рақамли оқимларни тезлиги бир-бирисидан озгина бўлса-да, фарқ қилади. Бундай ҳолатда оқимларни бирлаштириш учун тезликларни созлаш амалга оширилади.



1.1-расм РУТ иерархиясининг турлари

Бундай узатиш тизимлари қуйидаги афзалликлар билан боғлиқ:

1. *STM-1* узатиш циклининг тузилишини шакллантиришда ва кейинчалик шу оқимларни *STM-N* ($N = 4, 16, 64, 256$) модулларига синхрон мультимплексорлашда, плезиохрон рақамли оқимларни синхрон мультимплексорлашни қўллаш орқали қуйидагилар таъминланади:

- а) плезиохрон рақамли узатиш тизимлари билан солиштирганда мультимплексорлаш техникасининг соддалиги;
- б) линия трактининг ҳар қандай пунктида, узатиладиган фойдали юклама массивини ўзгартиришсиз киритиш ва чиқариш имкони ва компонент рақамли сигналларга уланиши:

- в) транспорт тармоғининг режалаштирилган конфигурациясига мос ҳолда турли тартибдаги трактларда кросс-коннекторларни қўллаш.

2. Линия тракти қурилмаларини қўллашнинг юқори симадорлиги, бунга қуйидагилар орқали эришиш мумкин:

- а) оптик кучайтиргичларсиз регенерациялаш участкасининг узунлигини 100-120 км гача таъминлаш ва уларни линия трактига улаганда 600-800 км ни ташкил этиши;
- б) 1530...1612 нм тўлқин узунлиги диапазонида *DWDM* технологияларини қўллаш имкони.

3. *SDH* узатиш тизимининг аппаратураси кўп функцияли ва юқори унификация даражасига эга. Унинг асосини оптик ва электрик трактлар ва кросс коммутациялар орасида мослаштиришни таъминловчи оптик базавий синхрон мультиплексор ташкил этади. Аппаратуранинг бундай тузилиши қуйидаги имкониятларни беради:

- а) *SDH* узатиш тизимининг ҳар қандай элементида конфигурацияни бериш;
- б) *SDH* узатиш тизимининг бирорта элементини бошқасига ўзгартириш, бунинг учун мос келувчи интерфейсни қўшиш ва дастурлаштирилган бошқарув воситаси ёрдамида конфигурацияни ўзгартириш.

4. Марказий дистанцион мониторинг ва *SDH* тармоғининг барча элементларини бошқариш имконияти. Натижада қуйидагиларни амалга ошириш мумкин:

- а) тармоқ элементларининг ҳолати назорат қилинади, ҳар қандай охириги нукта орасида доимий уланиш таъминланилади, асосий маршрутларда бузилишлар руй берганда трафикларни бошқа маршрутлар бўйича тақсимлаш имконияти;
- б) тракт ва каналларнинг ишга қобилиятлилигини кузатиш мумкин, контейнер ва модулларни ўтишини кузатиш мумкин, абонентдан абонентгача хизмат сифатини таъминлайди;

в) тармоқни бошқаришни ташкил этади, натижада тармоқнинг ишончлилиги ва яшовчанлиги ошади.

Буларнинг барчаси *SDH* тармоқларини тўлиқ ҳолда дастурий бошқариш имкониятлари билан боғлиқ.

6. *SDH* транспорт тармоғи аниқ қатламлар кўринишида тузилган, у 3 та тармоқ қатламидан иборат, каналлар, трактлар ва узатиш муҳити. Бундай қатламларнинг ҳосил қилиниши қуйидаги имкониятларни беради:

а) ҳар бир тармоқ қатламида янги технологияни яратиш ва алоҳида тармоқ қатламларининг қурилмаларини бошқа қатламларга боғлиқ бўлмаган ҳолда алмаштириш;

б) ҳар бир қатламда ўзининг бошқариш, назорат қилиш ва хизмат қилиш қурилмасига эгаллиги.

7. *SDH* узатиш тизими ўзининг бошқариш, назорат қилиш ва рад этишларга қарши курашувчи воситаларга эга. Бу носозликларни аниқлашни егиллаштиради ва осонлаштиради, шунингдек қурилмаларни резерв трактга улаш имконини беради. Натижада тармоқнинг ишончлилиги ошади.

8. *SDH* тармоқларида турли ишлаб чиқарувчиларнинг қурилмаларини бирлаштириш мумкин, чунки *SDH* узатиш тизимларида оптик ва электрик интерфейслар стандартлаштирилган. Бу шуни кўрсатадики, линиянинг узатиш тезлиги, линия кодлари, оптик нурланишнинг тўлқин узунлиги, линия сигналларининг узатиш циклининг тузилиши қатъий белгиланган. Бундай тизимлар учун ҳозирги вақтда телекоммуникация тармоқларини бошқарув тизимлари яратилган.

SDH узатиш тизимлари ва тармоқлари учун юқорида кўриб чиқилган афзалликлар шуни англатадики, *SDH* технологияси базаси асосида универсал транспорт тармоғи яратилади ва тармоқ ресурсларини каналли ажратишга эга бўлган тизимлар учун юқори ютуқларга эришиш имконини беради.

1.2. Синхрон рақамли иерархиянинг рақамли узатиш тизимлари

Синхрон рақамли телекоммуникация тармоқларида цикли синхронизациянинг вазифаси, одатдаги вазифадан фарқ қилади, чунки синхрон тизимларнинг цикли барча иерархия пағоналарида синхрон, плезиахрон иерархиядаги каби, юқори пағонадан бошлаб синхронизмга кириш кетма-кетлигига эга. Бу тизимнинг синхронизмга кириш вақтини камайтиради ва синхрон рақамли иерархиянинг энг асосий афзалликларидан биридир. Синхрон рақамли тармоқларда тактли синхронизациясининг вазифаси худди плезиахрон тизимларидаги каби, яъни тармоқда ишловчи рақамли қурилмаларнинг частота берувчи генераторларини частота бўйича мослашишини таъминлашдан иборат. Лекин, плезиахрон тармоқларда, берилган рақамли оқимлар учун қабул қилувчи ва узатувчи қисмдаги частота берувчи генераторларнинг мослигини таъминлаш чегараланган, синхрон тармоқларда эса тармоқнинг барча қурилмаларида частота берувчи генераторларнинг мослигига эришилади. Бундай мосликни таъминлаш компонент оқимларга уланишини тезлаштиради, бу ҳам ўз навбатида синхрон рақамли телекоммуникация тизимларининг афзалликларидан бири ҳисобланади.

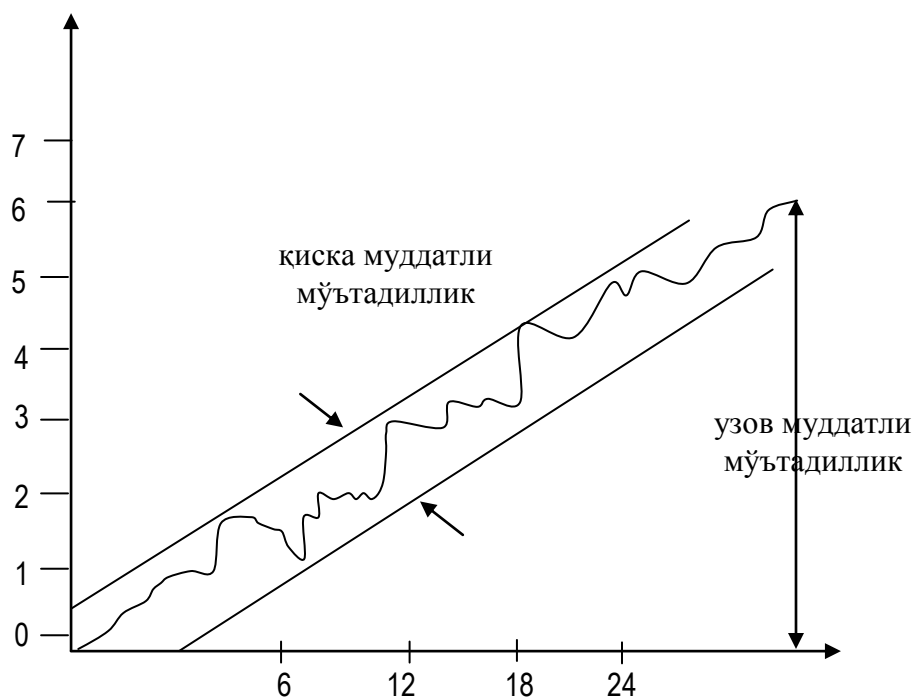
Синхросигнал манбаларининг асосий параметрлари

Синхросигнал манбаларни асосий параметрлари – генератор қурилмаларида ишлаб чиқиладиган частотани аниқлиги ва мўътадиллигидир.

Генератор частотасининг аниқлиги деб, генератор қурилмасида ишлаб чиқилган частотани (f_a), номинал частота (f_o) дан нисбий оғишига айтилади, яъни аниқлик $=|f_o - f_a|/f_o$ масалан: 50 прт, ишлаб чиқилган частотанинг 5×10^{-5} аниқлиги учун мумкин бўлган қийматдир.

Мўтадиллик деб, берилган маълум бир вақт оралиғида, генераторни номинал частота генерацияси режимини ушлаб туриш хусусиятига айтилади. Мўтадиллик параметри яна частотани номиналдан нисбий бирлик оғиши билан ҳам ўлчанади ва ўзига кузатишни оралиқ вақтини бирлаштиради, масалан суткада бу 10^{-10} га тенг. Кузатиш вақти бўйича генератор мўтадиллиги, қисқа муддатли

ва узоқ муддатлига бўлинади. Вакт бўйича мўътадиллик параметрлари $t_s=10^3-10^4$ с атрофида бахоланади. Агар мўътадиллик параметрлари t_s гача тахлил қилинса, унга қисқа муддатли мўътадиллик, агар t_s дан катта давр давомида тахлил қилинса, унга узоқ муддатли мўътадиллик дейилади. Қуйидаги 1.3 – расмда қисқа ва узоқ муддатли мўътадиллик тушунчасига тўғри келувчи частота мўътадиллигининг графиги кўрсатилган. Худди шунга ўхшаб, турли шароитда генератор ишининг мўътадиллиги харорат мўътадиллиги бўйича ҳам аниқланади. Фойдаланиш жараёнида хар хил шароитда генератор ишининг мўътадиллиги жуда катта ахамиятга эга. Шунинг учун синхронизация манбаларини ва хар хил мўътадиллик параметрларини танлашда жуда катта қиймат ажратилади. Одатда генератор ишини мўътадиллик параметрларини ўлчашда ташқи шароитга боғлиқ холда лабораторияда сертификацияланган ўлчовлар ўтказилади.



1.3 – расм. Синхросигналнинг номўътадиллик графиги: қисқа ва узоқ муддатли номўътадиллик.

Синхронизация сигналлари ва уларнинг мўътадиллигига таъсир қилувчи омиллар.

Рақамли тармоқларда синхронизацияга эришиш учун аввало тармоқнинг барча қурилмалари орқали тактли частота ҳақида ахборот бериш лозим. Бундай мақсадларда синхросигналлар қўлланилади. Бу сигналлар линия сигналлари билан биргаликда ёки алоҳида сигналлар кўринишида берилиши мумкин. Тармоқ бўйича синхросигналларни узатиш жараёнида улар ҳар хил таъсирларга учрайди. Натижада сигналнинг сифати пасаяди ва тармоқда синхронизация параметрларининг бузилишига олиб келади. Замонавий телекоммуникация тизимларида синхронизация сигналларини ёки сигналлар сақловчиларнинг мўътадиллигини бузилиши ташқи электрик шовқинларни физик сабаби ва узатиш линиясининг физик параметрларини ўзгариши натижасида юзага келади. Бундан ташқари яна алгоритмик сабаблар (масалан кўрсаткичларнинг силжиши) туфайли ҳам юзага келади.

Тактли частотанинг ноъмўтадиллиги сигнал сақловчисининг **фазали титраши** деб аталади. Сигналнинг фазали титрашини частотага боғланиши 10 Гцдан юқори бўлса **джиттер**, 10 Гц дан паст бўлса **вандер** деб аталади. Джиттер ҳар хил занжир ва қурилмаларда ўзгаради. Вандер фазали синхронизация занжири бўйича ўзгаришсиз ўтади, занжирда йиғилиши ва синхронизация тизимига таъсир қилиши ҳам мумкин. Частота номўътадиллигининг асосий сабаблари:

- электромагнит интерференция;
- қабул қилгичдаги синхронизация занжирига таъсир қилувчи шовқинлар;
- тракт узунлигининг ўзгариши;
- сақловчи ахборотларни ўз вақтида тушмаслиги.

Синхронизация тармоғининг тузилиши

Синхрон рақамли иерархия (СРИ) тармоқларида тактли синхронизациянинг барча турлари (ўзаро боғланган, автоном ва мажбурий) қўлланилади. Шулардан охиргиси яна, тарқатилган бошқарувчи n ва бошқарувчи-бошқарилувчи n турларга

бўлинади. Қуйидаги 6.4-расмда SDHнинг синхронизация тармоғининг архитектураси кўрсатилган.

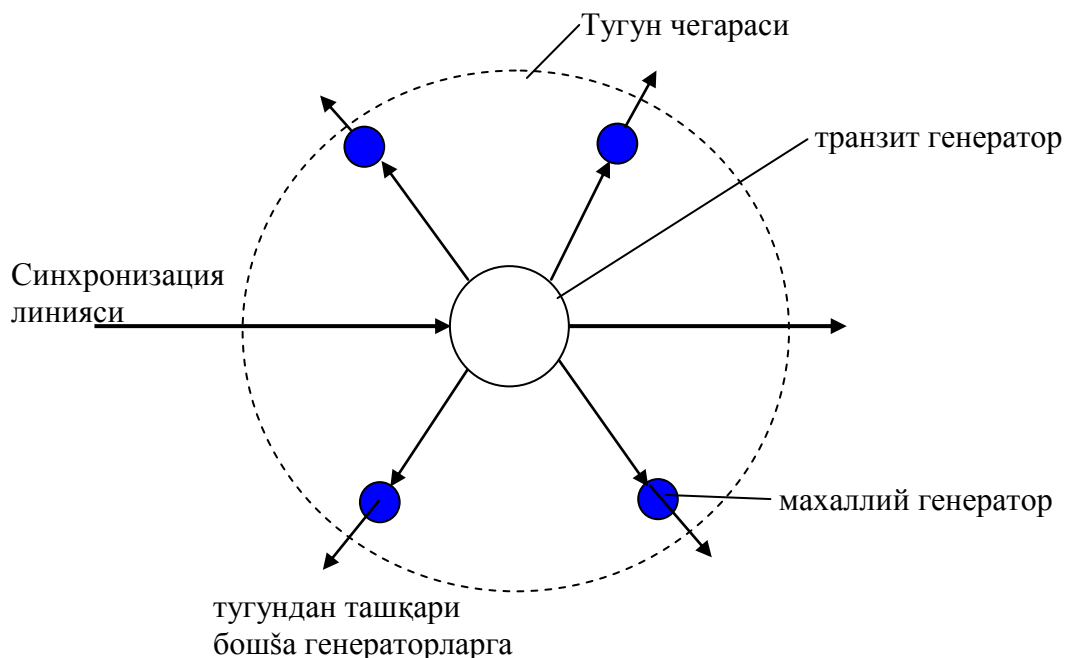
Бундай тармоқда тактли частотанинг нисбий номўътадиллиги жуда кичик бўлиши лозим. Шунинг учун ҳам таянч генераторининг (бирламчи эталон генератор, БЭГ, PRC) нархи жуда баланд. Шунга боғлиқ холда синхрон рақамли иерархия (СРИ) тармоғининг маълум бир участкалари битта бирламчи эталон генератор (БЭГ)дан синхронизацияланади (масалан регионал). Синхросигналнинг тарқалиши узатиш линияси бўйлаб амалга ошади. Тугундаги частота берувчи генераторнинг синхронизацияси учун бошқарувчи тугунда линия сигналидан тактли частотанинг ташкил топувчилари ажратиб олинади. Шундай қилиб синхронизация тармоғининг архитектураси 1.7-расмда кўринишга эга бўлади.

Синхронизация тармоғини яратганда унинг алохида (шоҳлари) бўлаклари қисқа бўлишини таъминлашга ҳаракат қилинади. Шунинг учун ҳам агар тугун ичида тармоқнинг бир неча элементлари мавжуд бўлса, уларнинг генераторларини “тарқалган бошқарувчи” усулда синхронизациялаш лозим, яъни худудий (зона ичкари) тармоқларининг синхронизацияси юлдузсимон бўлиши лозим. Қуйидаги 1.9-расмда тугун ичи юлдузсимон синхронизацияси кўрсатилган.

Бундай холда, синхронизация тармоғидаги барча генераторлар учта иерархия сатҳида жойлашади: юқори сатҳини **бирламчи эталон генератор** (БЭГ), эгаллайди, иккинчи сатҳи иккиламчи частота берувчи генератор (ИЧБГ)га тегишли, учинчи сатҳи эса мультимплексор генераторлари-махаллий частота берувчи генераторлари (МЧБГ) (қурилманинг частота берувчи генераторлари, SEC, SETSlари)дир. ИЧБГлар икки турга бўлинади: транзит тармоқ таймерлари (TNC) ва локал (махаллий) тармоқ таймерлари (LNC)).

Регенераторларнинг генератори алохида гуруҳларга ажралиши мумкин. Улар нисбатан содда қурилмалар бўлиб, узатувчи йўналишларнинг тактли кетма-кетларини алохида таъминлашни амалга оширади. Одатда бундай қурилмалар, STM-N синхрон транспорт модулида ажралиб келган таянч сигналларини қабул

қилади ва регенераторнинг барча блоклари, шунингдек чиқиш интерфейслари учун тактли сигналларни шакллантиради.



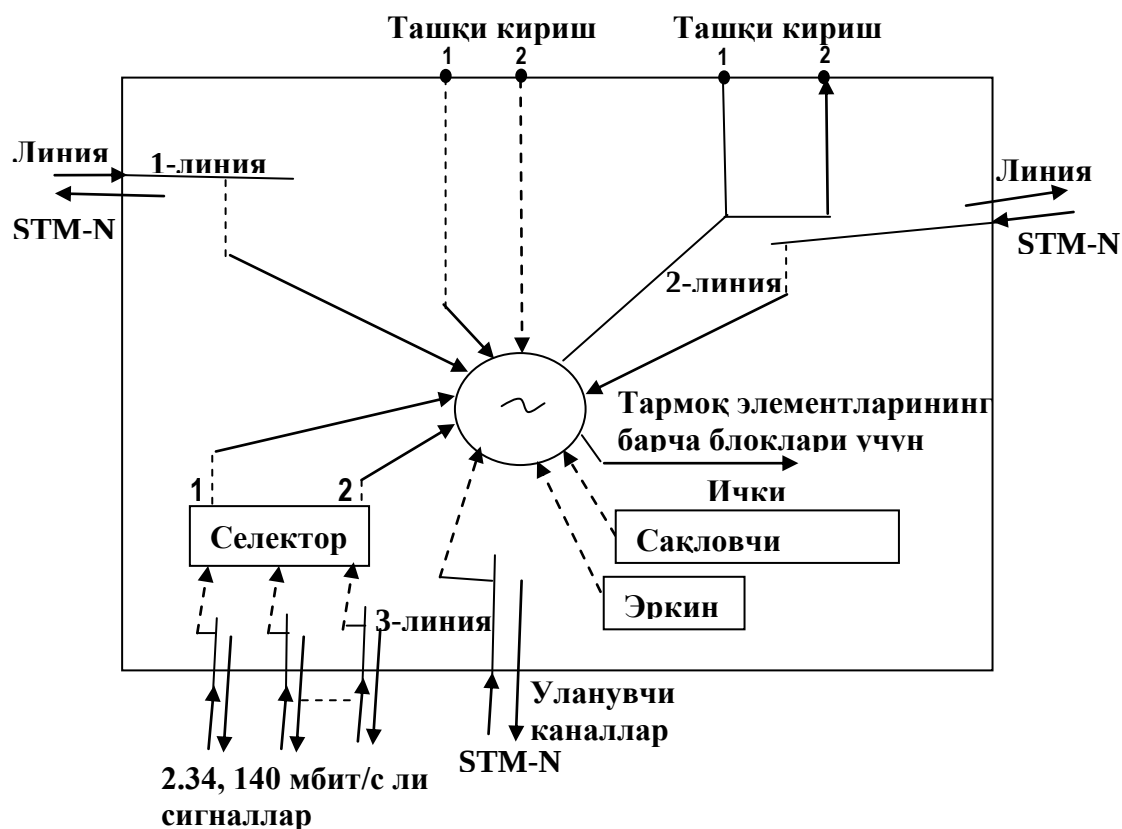
1.9-рasm. Тугун ичи (юлдузсимон) синхронизация

Мультиплексор генераторидаги синхросигнал интерфейслари тахминан қуйидагиларни кўрсатиши лозим:

Биринчидан, бир-бирига боғлиқ бўлмаган икки ташқи кириш ташқи манбадан, масалан бирламчи генератордан синхросигнал олинishi мумкин.

Иккичидан, линия сигналлари (STM-N)дан ажратиб олинувчи, бундай таянч сигналлари мультиплексорларнинг линия киришларига тушади.

MSON мультиплексорлаш секцияси сарлавхасининг S1 байтидаги 5-8 битларда берилган STM-N нинг шаклланиши учун қўлланиладиган, синхросигналнинг сифати, Q сатхини белгиловчи код автоматик холда киритилади.



1.10-расм. Мультиплексор генераторларининг синхронизация манбалари.

Қуйидаги 1-жадвалда шу кодлар келтирилган.

1-жадвал

Q сифат сатхи	код	Қийматлар
2	0010	Бирламчи эталон генератор, PRC
3	0100	Иккиламчи транзит генератор, TNC
4	1000	Иккиламчи маҳаллий генератор, LNC
5	1011	Маҳаллий генератор (сақлаш режимидаги мультиплексор генератори), SEC
6	1111	Синхронизация учун қўлланилмаши
0	0000	Сифати ноаниқ
Келгусида қўллаши учун коднинг бошқа қийматлари		

Шуни ҳам ҳисобга олиш лозимки, сифат сатҳи QO одатда олдин чиқарилган қурилмаларга мос келади (унда ҳали S1 байтлари аниқланмаган).

Синхрон рақамли иерархия (СПИ) (SDH)да линияли сигналлари беш босқичга эга синхрон рақамли мультиплексорларда (STM) – (**Synchronous Digital Multiplexer**) шаклланади.

Маълумотни рақамли тракт орқали юборувчи бундай блоклар **синхрон транспорт модуллари STM (Synchronous Transport Module)** дейилади. Мультиплексорлар ёрдамида шаклланадиган транспорт модуллари беш босқичга бўлинади:

Биринчи босқич – **STM-1** (синхрон рақамли оптик линия трактда узатиш тезлиги 155 Мбит/с). бундай тезлик 2 Мбит/с тезликдаги 63 та рақамли сигналлар оқимини узатишни таъминлайди. Товуш частотали каналларнинг сони эса $63 \times 30 = 1890$ та товуш частотали каналларга тенг бўлади. (Икки мегабитли оқимни иккита хизмат каналлари асосан ісобиға олинмайди);

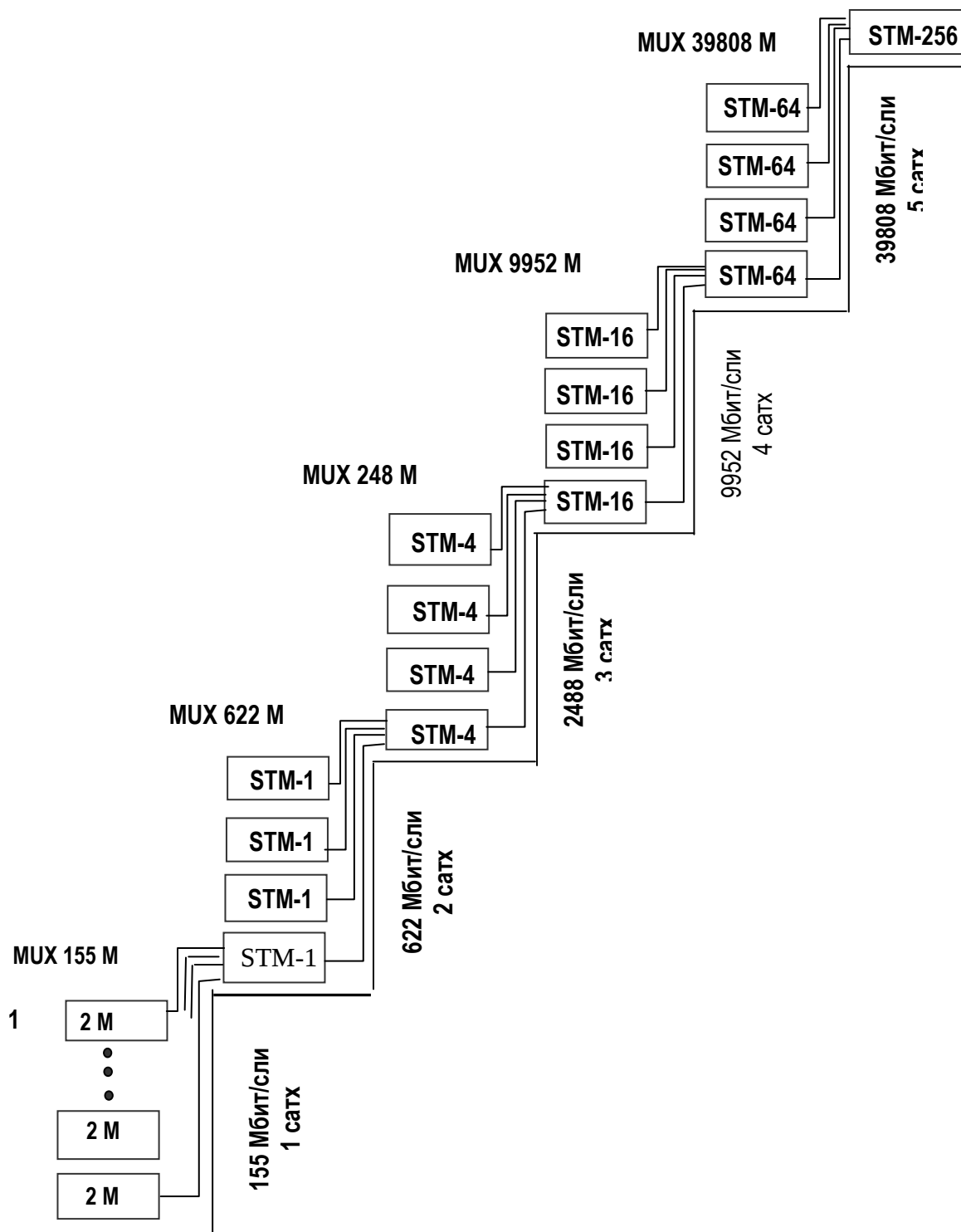
Иккинчи босқич – **STM-4** (синхрон рақамли оптик линия трактида узатиш тезлиги 622 Мбит/с). Бундай тезлик 4 та **STM-1** транспорт модуллари 155 Мбит/с тезликда узатишни таъминлайди. Товуш частотали каналлар сони қуйидагича аниқланади: $1890 \times 4 = 7560$ товуш частотали канал..

Учинчи босқич – **STM-16** (синхрон рақамли оптик линия трактда узатиш тезлиги 2488 Мбит/с). Бу 4 та 622 Мбит/с тезликдаги **STM-4** транспорт модуллари бирлашмасидир. Товуш частотали каналлар сони қуйидагича аниқланади: $1890 \times 16 = 30240$ товуш частотали канал.

Тўртинчи босқич – **STM-64** (синхрон рақамли оптик линия трактидаги узатиш тезлиги 9952 Мбит/с). 4 та **STM-16** транспорт модуллари бирлашмаси. Товуш частотали каналлар сони қуйидагича аниқланади: $1890 \times 64 = 120960$ товуш частотали канал.

Бешинчи босқич – **STM-256** (синхрон рақамли оптик линия трактда узатиш тезлиги 39808 Мбит/с). 4 та **STM-64** транспорт модуллари бирлашмаси.

Товуш частотали каналлар сони қуйидагича аниқланади: $1890 \times 256 = 483840$ товуш частотали канал.



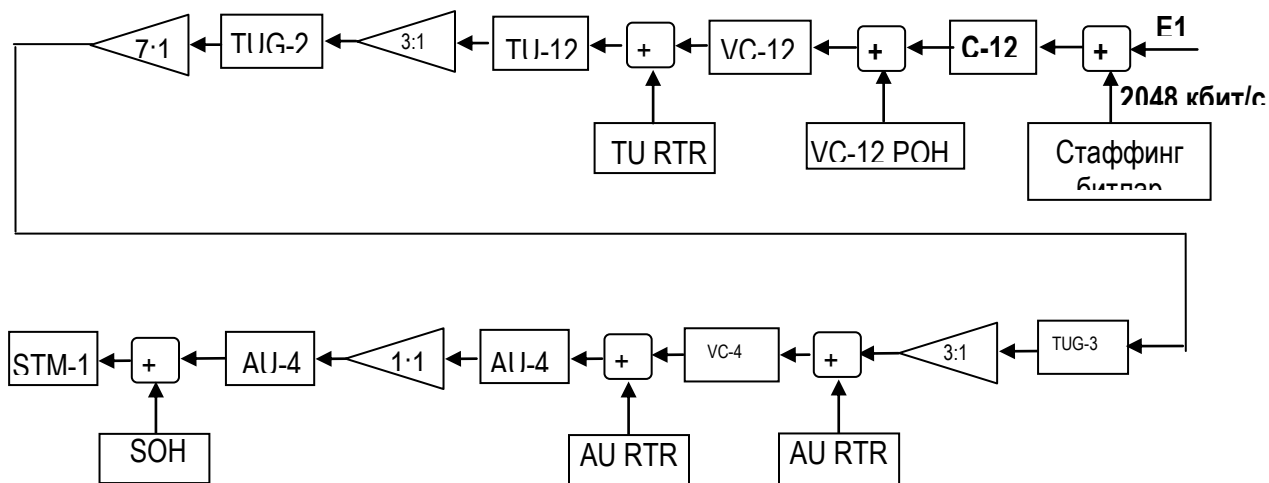
1.11-расм. Синхрон рақамли оқимнинг таркибий тузилиши

1.11-расмда синхрон рақамли сигналлар оқимининг таркибий тузилиши кўрсатилган

1.3.STM-1 модулининг шаклланиши

Овозли сигналларни узатишда кейинчалик STM-N га ўтишни назарда тутган ҳолда E1÷E4 оқимларига боғлиқ ҳолда ўзгартириш мақсадга мувофиқдир. Бундай ёндашишни назорат қилиш, маршрутлаштириш, ажратиш, STM-N оқимидан ҳар бир E1 оқимининг хатоликларини осонгина топиш имконини беради. Бундай узатишда STM-1 оқимининг тезлиги 155 Мбит/с ни ташкил этади. Блокларнинг барчасидан, TUG-2, TUG-3, VC-4 ва STM-N позицияларида сигнални вақт бўйича мультимплексорлаш амалга ошади. Iар битта вақт бўйича бирлаштиришда (мультимплексорлашда) цикл вақти ўзгаришсиз қолади (125 мкс). Энди E1 юклама оқимидан STM-1 сатига ўтишни қараб чиқамиз.

(1.12-расм)



1.12-расм. E1 юклама оқимидан STM-1 синхрон транспорт модулининг шаклланиши

Расмдан кўриниб турибдики, юкламадан синхрон транспорт модулини шакллантиришда, сарлавҳа ёки кўрсаткични мультимплексорлаш, схеманинг бошқа элементларига физик ёки мантикий бирлашиш жараёнини билдиради. Бундай синхрон транспорт модули шаклланишида юкламага аввал тенглаштирувчи

битлар, бошқарувчи ва жойлаштирувчи битлар қўшилади. Шаклланган C-12 контейнерига, VC-12 POH (Path Over Head) маршрут сарлавiasi қўшилади, натижада виртуал контейнер шаклланади. Виртуал контейнер, 1 байт (PTR) кўрсаткичнинг қўшилиши натижасида TU юклама блокига айланади. Ундан кейин, VC юқори сатили виртуал контейнерлар шакллангунга қадар, зич юлда, iар хил сатили юклама блоклари (TUG) гуруiларида юклама блокларини мультиплексорлаш процедураси амалга ошади. VC-4 POH маршрут сарлавialарини қўшилиши натижасида, маъмурий (AU) блоклар iосил бўлади ва уларга SOH секция (Section Over Head) сарлавiasi қўшилади. SOH регенерациялаш секцияси (RSOH) сарлавхаси ва мультиплексорлаш секцияси (MSOH) сарлавiasидан ташкил топган.

STM-N сатхини шакллантиришда, SDHнинг энг асосий қонунларини бажариш яъни синхрон рақамли тармоқнинг ҳар қандай пунктида PDH, SDH трибларининг, STM-N сатхидан осон ва оддий ҳолатдан киритиш ва чиқариш имкониятига эга бўлиши лозим. Бундай кириш/чиқишли режимларга эга бўлган синхрон рақамли мультиплексор PDH мультиплексорларининг бутун занжири билан алмашиши керак

Бошланғич ахборотли юкламалар, маълум бир ўтказувчанлик қобилиятига эга бўлган, синхрон рақамли иерархия (СРИ)нинг бирор сатхидаги сигналларни узатиш учун етарли бўлган блоклар кўринишида контейнерларда (C-containers) жойлашади.

Контейнер, жойлаштириш операцияси (SDH mapping) орқали, давомийлиги 125 мкс ёки 500 мкс бўлган блокли циклик тузилишига эга бўлган виртуал контейнер (Virtual Container-VC)га (тракт турига боғлиқ ҳолда) ўзгаради. VC да бошланғич ахборотлардан ташқари яна трактнинг сифатини назорат қилувчи ва авария ва фойдаланишни таъминловчи тракт сарлавхаси (POH-Path Over Head) ҳам шаклланади. Шартли равишда жойлашиш операцияси шундан иборатки, C контейнердаги ахборот, VCнинг маълум бир позицияларида жойлашади,

жойлашиш синхрон (агар бошланғич ахборотлар СРИ тизимларида синхронизацияланган бўлса) ёки асинхрон ҳолатда амалга ошириш мумкин. Агар асинхрон жойлашиш бўлса, унда бошланғич оқимларнинг узатиш тезликларини рақамли тенглаштириш (мослаштириш) лозим. Бу эса бошланғич оқимларнинг маълум бир битларида, VC позицияларини бириктирилиши мустаҳкам бўлмаганлиги туфайли сузувчи режимда ишлашга мажбурлайди. Синхрон жойлаштириш белгиланган режимдаги каби, сузувчи режимда ҳам амалга ошириш мумкин. Шунинг айтиб ўтиш жоизки, синхрон ва асинхрон оқимларни қайта ишлаш учун битта қабул қилгичдан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Шундай қилиб, АУ-маъмурий блоки, анча юқори бўлган сатхнинг тракт қатламлари ва СРИ секцияси орасида мослаштиришни таъминловчи, юклама (анча юқори сатхли VC) дан ва маъмурий блок кўрсаткичлари (AUP) дан иборат бўлган ахборотли тузилишга эга. Шунга мос йолда АУ-3 ва АУ-4 ларни байт бўйича уланиши амалга ошади.

TU-компонент блоки, анча паст ва юқори сатҳли тракт қатламлари орасида ўзаро боғланишни таъминловчи ахборотли тузилишга эга. У ахборотли юклама (анча паст сатхли VC) дан ва компонент блоklar кўрсаткичи (TUP) дан иборат. TUG компонент блоklar гуруҳи, турли TU лардан тузилган бўлиши мумкин, бу эса тармоқнинг мустаҳкамлигини оширади.

TUG-2, TU-2 дан ёки TU-1 гуруҳларидан, TUG-3 эса, TU-3 ёки TU-2 гуруҳларидан шаклланган бўлиши мумкин. Шунингдек TUG яна битта АУ-4 ёки учта АУ-3 гуруҳидан ташкил топган бўлиши ҳам мумкин.

1.4. Синхрон рақамли иерархия транспорт тармоғи ва ускуналарининг характеристикалари

Синхрон рақамли иерархия - СРИ (ёки Synchronous Digital Hierarchy-SDH) нинг яратилиши рақамли узатиш тизимларининг ривожланишида сифат жиҳатдан янги босқич ҳисобланади. СРИ принципларида алоқа тармоқларида универсал транспорт тармоғини қуриш назарда тутилган, улар маълум ҳажмдаги

ахборотларни элтиб бериш, назорат ва бошқаришни амалга оширади. СРИ транспорт тармоғининг ахборот юкламалари турли стандартлар ва сатҳлардаги плезиахрон рақамли иерархия (ПРИ) нинг рақамли оқимлари (сигналлари), шунингдек, янги электр алоқа хизматларини жорий қилиш билан боғлиқ бўлган кенг поласали сигналлари бўлиши мумкин. СРИ транспорт тармоғи барча мавжуд ҳамда режалаштирилаётган хизматлар, интеллектуал, шахсий ва бошқа тармоқлар учун база ҳисобланади.

СРИ транспорт тармоғи автоматлаштирилган назорат ва бошқарув тизимларига ҳамда тактли синхронизация тизимларига эга.

СРИ принциплари аппарат сатҳида рақамли ахборотли тузилмалар ёрдамида амалга оширилади. Бундай тузилмалар қуйидагилар ҳисобланади:

1. Синхрон транспорт модуллари (СТМ, STM). Синхрон рақамли иерархияда линияли сигналлари беш босқичга эга синхрон рақамли мультиплексорларда – (Synchronous Dijital Multiplexer) шаклланади.

Маълумотни рақамли тракт орқали юборувчи бундай блоклар синхрон транспорт модуллари СТМ (Synchronous Transport Module - STM) дейилади.

STM-N сатҳини шакллантиришда, SDH нинг энг асосий қонунларини бажариш, яъни синхрон рақамли тармоқнинг ҳар қандай пунктида PDH, SDH трибларининг, STM-N сатҳидан осон ва оддий ҳолатдан киритиш ва чиқариш имкониятига эга бўлиши лозим. Бундай кириш/чиқишли режимларга эга бўлган синхрон рақамли мультиплексор PDH мультиплексорларининг бутун занжири билан алмашиши керак. 2.1-расмда турли PDH трибларидан ташкил топган STM-N нинг умумий шаклланиш схемаси кўрсатилган.

2. Контейнер ва виртуал контейнерлар. Бошланғич ахборотли юкламалар, маълум бир ўтказувчанлик қобилиятига эга бўлган, синхрон рақамли иерархия (СРИ)нинг бирор сатҳидаги сигналларни узатиш учун етарли бўлган блоклар кўринишида контейнерларда (C-containers) жойлашади.

VC контейнер икки турга бўлинади:

- анча паст тартибли VC-n ($n=1, 2$) контейнерлардан ва POH VC дан иборат;
- юқори тартибли VC-n ($n=3, 4$) контейнерлари POH VC билан биргаликдаги с-n ($n=3, 4$) лардан ёки POH VC билан биргаликдаги компонент гурух (TUG-2, TUG-3) лардан иборат.

3. Маъмурий блок (AU-Administrative Unit). Юқори тартибли виртуал контейнерлар (VC-3, VC-4) созлаш процедураси орқали, маъмурий AUблокларга, паст тартибли эса (VC-11 VC-12 ва VC-2) та компонент блокларига (TU-Trititary Unit) ўзгаради. AU блоки юқори тартибли тракт қатламларини, мультиплексорлаш секциясининг тармоқ қатламлари билан мослаштиради. VC циклининг бошланиши мультиплексорлаш секциясининг циклига нисбатан ўзгариши мумкин ва шунинг учун ўрни белгиланган AUP кўрсаткичи билан белгиланади.

Шундай қилиб созлаш процедураси, AU юкламаси фазасини ва тезлигини ўзгаришини яхшилайти. Шартли равишда созлаш процедурасини қуйидагича белгилаш мумкин: $AU = VC + AUP$

4. Субблок ёки компонент блоклари (TU-Trititary Unit). Паст тартибли виртуал контейнерлар (VC-2, VC-12, VC-11), айрим ҳолларда VC-3 ҳам худди юқоридаги айтганимиздек созлаш процедураси ёрдамида мос келувчи компонент TU блокларига ўзгаради. Шартли равишда ушбу процедурани қуйидагича белгилаш мумкин: $TU = VC + TUP$. Субблоклар паст тартибли трактларнинг тармоқ қатламларини юқори тартибли трактларнинг тармоқ қатламлари билан созлайди.

5. Субблоклар гурухи (Tributary Unit Group-TUG). Юқори тартибли VC юкламасининг маълум бир белгиланган позицияларини эгаллаган бир ёки бир неча TUлар, **субблоклар гурухи** деб аталади. Масалан бундай гурухларга TUG-2 ва TUG-3 лар киради. Биринчиси, бир хил TU-11, TU-12 ёки битта TU-2 субблоклар гурухи мажмуасидан иборат, иккинчиси, TU-2 ёки битта TUG-3 субблокларнинг гурухи мажмуасидан иборат. Гурухли субблоклар вақтли гурухлаштириш процедураси натижасида ҳосил бўлади.

6. Маъмурий блоклар гуруҳи (AUG-Administrative Unit Group-AUG).

AUG га AU блоклари бирлаштирилади.

AUG-блоклари вақтли гурухлаштириш процедураси орқали давомийлиги 125 мкс бўлган блокли тузилиш (Synchronous Transport Modul-STM) га айланади. STM-1нинг асосий модули (биринчи сатҳ модули) 155520 кбит/с узатиш тезлигига эга, юқори сатҳ модуллари эса бундай тезликдан N марта катта (STM-N, бу ерда $N=4, N=16, N=64, N=256$).

STM-N ни олиш процедурасини шартли равишда қуйидагича белгилаш мумкин: $STM-N = AUG \times N + SOH$, бу ерда SOH – секция сарлавҳаси.

TU-компонент блоки, анча паст ва юқори сатҳли тракт қатламлари орасида ўзаро боғланишни таъминловчи ахборотли тузилишга эга. У ахборотли юклама (анча паст сатҳли VC) дан ва компонент блоклар кўрсаткичи (TUP) дан иборат. TUG компонент блоклар гуруҳи, турли TU лардан тузилган бўлиши мумкин, бу эса тармоқнинг мустаҳкамлигини оширади.

TUG-2, TU-2 дан ёки TU-1 гуруҳларидан, TUG-3 эса, TU-3 ёки TU-2 гуруҳларидан шаклланган бўлиши мумкин. Шунингдек TUG яна битта AU-4 ёки учта AU-3 гуруҳидан ташкил топган бўлиши ҳам мумкин [10].

Асосий қисм

2.WDM технологиясининг транспорт технологиялари билан ўзаро таъсир модели

WDM тизимлари учун рақамли сигналларни кодлаштириш ва шакллантиришнинг қандай восита ва усуллари қўлланилиши унчалик муҳим аҳамиятга эга эмас, лекин бу тизимларда бир хил турдаги трафик узатилади. Бу эса синхронизация усуллари ва шакллантириш жараёнининг бирлиги билан асосланади.

SDH тизимларидан фарқли ўлароқ WDM технологиясида сигналлар контейнерларга жойлаштирилмайди ва SDH мультиплексорлари тузилмасига мувофиқ ишлов берилмайди.

Агарда SDH, ATM, Ethernet, IP асосий технологияларининг ўзаро таъсирини кўп поғонали соддалаштириб тасаввур қилсак, бу ифодани қуйидаги 2.2-расмда кўришимиз мумкин.

WDM технологиясигача бўлган модель (2.2,а-расм) 3 та поғона ва оптик узатиш муҳитидан ташкил топган.

ATM	Ethernet	IP
SDH		
Физик сатҳ		
Оптик узатиш муҳити		

ATM	Ethernet	IP	ATM	Ethernet	IP	ATM	Ethernet	IP
			SDH			SDH		
WDM								
Физик сатҳ								
Оптик узатиш муҳити								

а)

б)

2.2-расм. WDM технологиясининг транспорт технологиялари билан ўзаро таъсир модели:

а) WDM технологияси киритилгунга қадар; б) WDM технологияси киритилгач

Юқори поғонадаги (ATM, IP) трафикни оптик муҳит орқали узатиш учун у STM-N транспорт модулига инкапсуляция қилиниши керак. Бундай ATM уячаларини, масалан, SDH виртуал контейнерларига (ATM over SDH, Ethernet over SDH), ёки IP пакетларини SDH виртуал трибларига (IP over SDH) инкапсуляция қилиш технологиясини ишлаб чиқиш заруратини туғдирди.

WDM технологияси пайдо бўлгач бу модель (2.2,б-расм), оптик узатиш муҳитини ҳисобга олмаган ҳолда, 4 та поғонага эга бўлди. Оралиқ WDM поғонасининг қўшилиши, SDH га ўхшаб, физик поғона орқали нафақат SDH технологиясини, балки ATM, Ethernet ва IP технологияларини ҳам оптик узатиш муҳитига чиқиш имконини берувчи физик интерфейс бўлиб хизмат қила бошлади. Бунинг натижасида охир оқибат ATM уячалари, Ethernet кадрлари ёки IP пакетларини SDH технологияли оралиқ транспорт модулига инкапсуляция қилишга тўғри келмайди. Бу эса ATM ва IP тизимлари генерацияланадиган трафикка ишлов бериш ва транспортлаш жараёнини соддалаштиради ва узатилаётган маълумотнинг умумий узунлигида трафикнинг ахборот ташкил этувчиси фоизини кўпайтириб, сарлавҳанинг умумий узунлигини сезиларли даражада камайтиради.

Буларнинг ҳаммаси WDM тизими қўлланилган моделда ҳам ATM, Ethernet ва IP трафиклари SDH ни қўлловчи анъанавий схема орқали ҳам узатилиши мумкин. Бу эса янги моделнинг WDM-SDH композициялашган тизими, тўлалигича, эски схемаларни ўз ичига олиши ва моделнинг эгилувчанлигини оширади.

2.1.WDM тизимларининг тузилиш схемаси

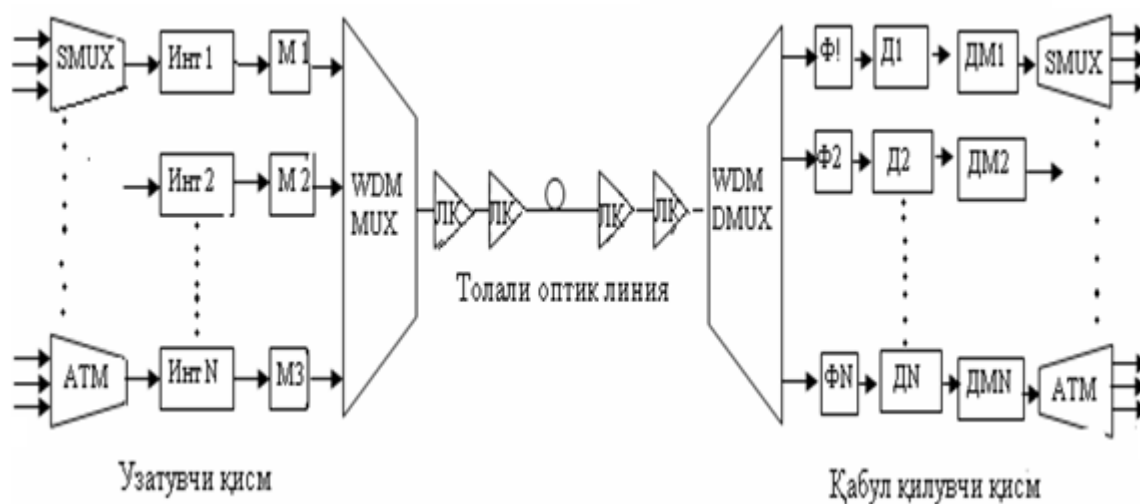
Қуйидаги 2.3-расмда WDM тизимларининг асосий схемаси кўрсатилган.

Тизимнинг узатувчи қисми турли манбалардан киришда n маълумотлар оқими (ташувчининг тўлқин узунлигига эга бўлган кодланган рақамли импульслар рақамли кетма-кетлиги) ни қабул қилади. Бундай оқимларга мос келувчи интерфейсларда (Инт) қайта ишланади ва оптик модуляторлар (М)

ёрдамида ташувчиси модуляцияланади. Тўлқин узунлигига эга бўлган модуляцияланган оптик ташувчилар WDM MUX мультиплексорлари ёрдамида модуляцияланади ва юқори қувватли кучайтиргич ёрдамида кучайтирилади. Ундан кейин эса чиқишдаги агрегат оқимлар толага узатилади. Қабул қилувчи қисмда эса тола чиқишидан оқим қабул қилинади ва кучайтирилади, WDM DMUX демультиплексорланади, яъни тўлқин ташувчига эга бўлган оқимларга ажратилади, детекторланади, киришдаги фильтр эса ўзаро ўтувчи шовқинларни камайтириш ва детекторлашда шовқин бардошликни ошириш учун қўлланилади ва демультиплексор ёрдамида демодуляцияланади, яъни чиқишда кодланган бошланғич импульслар кетма-кетлиги ҳосил бўлади.

Ҳозирги пайтда каналларни мультиплексорлаш бўйича учта рақобатли технология қўлланилади. Шулардан иккитаси интеграл оптикали, тўлқин ўтказгич массивидаги дифракцион панжара асосида ташувчиларни ажратиш AWG (Arrayed Waveguid Grating), иккинчиси букланган дифракцион панжара ёрдамида ташувчиларни ажратиш CG (Concave Grating). Учинчи технологияда эса одатдаги янги технология сатхида дискрет оптика қўлланилади. Бунда каналларни ажратиш учун уч ўлчамли оптик мультиплексор технологиясидан фойдаланилади (3-D Optiks WDM). Оптик мультиплексирлашни солиштириш таҳлилидан қуйидаги натижаларни кўриш мумкин.

3-D Optics WDM, беш параметрнинг тўрттаси бўйича афзалликга эга ва уни HDWDM сатхигача 0,4 нм дан кам бўлмаган каналларни кўчиришда WDM тизимларида қўллаш мумкин.



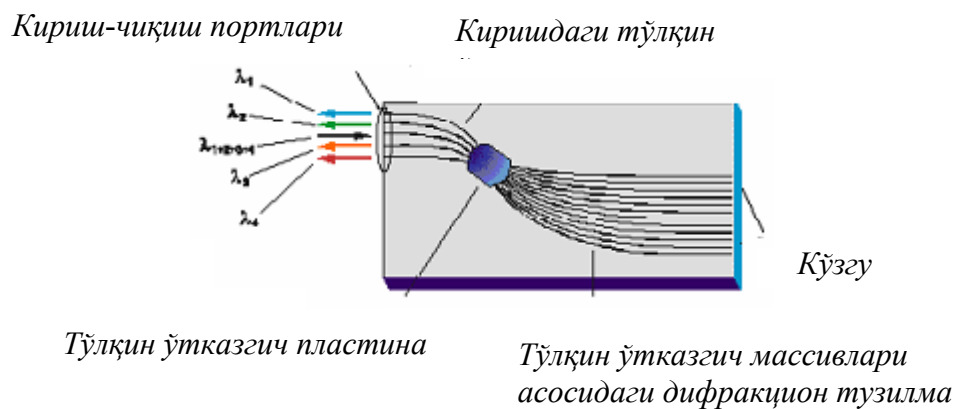
2.3-расм. WDM тизимининг тузилиш схемаси

(анимация)

WDM мультиплексорларини қўллаш: WDM нинг биринчи мультиплексорларида иккита ташувчи (1310 нм ва 1550 нм) дан фойдаланилган.

2.1-жадвал

Технология	Каналлар- нинг максимал сони	Каналлар орасидаги интервал, нм	Олиб кирадиган йўқотиш, дБ	Ўзаро ўтувчи сўниш, дБ	Қутбланиш- га сезув- чанлик, %
AWG	32	0,1-15	6-8	-5 ÷ -29	2
CG	78	1-4	10-16	-7 ÷ -30	2-50
3-D Optics WDM	262	0,5-250	2-6	-30 ÷ -55	0



2.4-расм. WDM мультиплексорининг тузилиши, акс эттирувчи элементли мультиплексор

Уларнинг орасидаги фарқ 240 нм ни ташкил қилганлиги (катта оралиқни) сабабли, уларни ажратишда махсус филтърлар талаб қилинмаган.

2.4-расмда кўзгули акс эттирувчи элементли WDM мультиплексорининг тузилиши кўрсатилган. Унинг ишини думультиплексор режимида кўриб чиқамиз. Келаётган мультиплексли сигнал кириш портига тушади. Сўнг бу сигнал тўлқин ўтказгич пластинадан ўтиб, AWG дифракцион тузилмани намоён этувчи кўплаб тўлқин ўтказгичлар бўйлаб тақсимланади. Сўнг сигналнинг кўзгу юзасидан акс этиши рўй беради, натижада ёруғлик оқимлари яна тўлқин ўтказгич пластинада йиғилади, у ерда уларнинг фокусланиши ва интерференцияси амалга ошади, яъни турли каналларга мос келувчи, интенсивликнинг фазовий ажратилган интерференцион максимумлари ҳосил бўлади. Тўлқин ўтказгич пластинанинг геометрияси, чиқиш қутбларининг жойлашуви ва AWG дифракцион тузилма тўлқин ўтказгичларининг узунликлари шу тарзда мўлжалланадики, интерференцион максимумлар чиқиш қутблари билан мос келиши керак. Мультиплексорлаш жараёни бунга тескари тарзда амалга ошади.

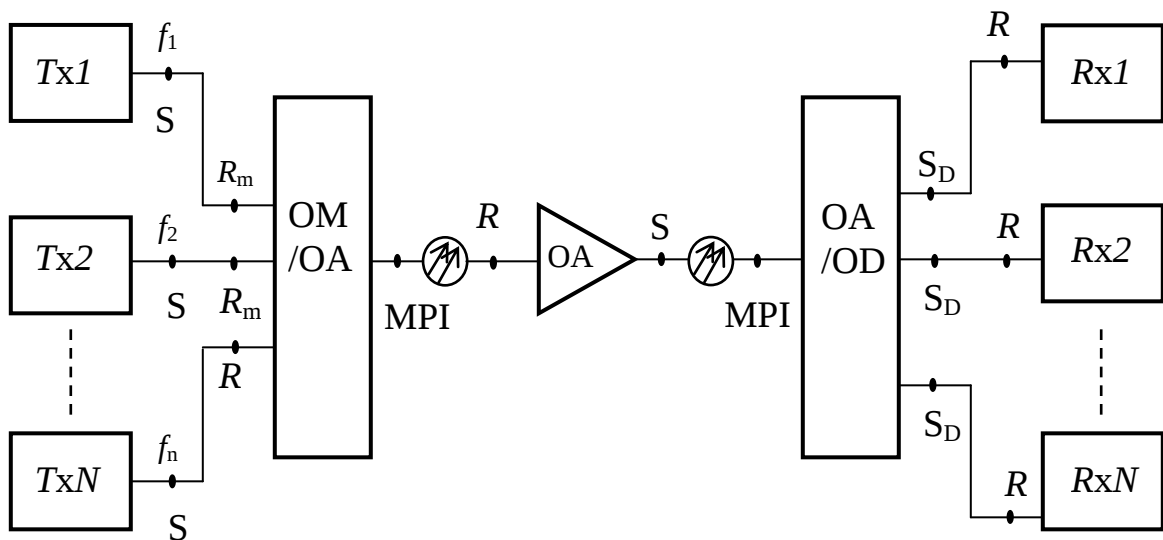
2.2.WDM тизимлари оптик интерфейсларининг таснифлари

Архитектурага оид ечимлар нуктаи назаридан, WDM тизимлари асосан магистрал алоқа линияларини шакллантириш учун (нукта–нукта ёки линиявий занжир топологияси билан) региондан регионга массив трафикни узатиш учун қўлланилади. Шунга ўхшаш, SDH линиявий тизимларда қабул қилинган каби, бундай WDM тизимлари маълум бир стандартлаштирилган конфигурацияга ва оптик интерфейсларга эга. Бундай интерфейсларнинг таснифи ХЭИ–Т G.692 тавсияларида келтирилган [7].

Оптик интерфейсларни эталон нукталарининг таснифи

2.5-расмда G.692 тавсиясига мувофиқ WDM тизимининг эталон конфигурацияси келтирилган, унда қуйидаги эталон нукталар белгиланган:

- $S_1 \dots S_n$ – мос равишда $1 \dots n$ каналлар учун узатгичларнинг оптик улагичларида оптик толадаги эталон нукталар;
- $R_{M1} \dots R_{Mn}$ – мос равишда $1 \dots n$ каналлар учун бевосита оптик мультимплексор чиқишидаги қувват кучайтиргичи ОМ/ОА блокининг кириш оптик улагичларидан олдин оптик толадаги эталон нукталар;
- MPI-S – ОМ/ОА блокининг чиқиш оптик улагичидан кейинги оптик толадаги эталон нукта;
- S' – линия кучайтиргичи ЛК (ОА) нинг чиқиш оптик улагичидан кейинги эталон нукта;
- R' – бевосита линия кучайтиргичи ЛК (ОА) нинг кириш оптик улагичидан олдинги эталон нукта;



2.5 – расм. WDM линиявий тизимларнинг оптик интерфейсларининг (эталон нуқталаининг) келтирилиши
(анимация)

- MPI-R – бевосита OA/OD оптик демультиплексордаги дастлабки кучайтиргич блокининг кириш оптик улагичидан олдин оптик толадаги эталон нуқта;
- $S_{D1} \dots S_{Dn}$ - мос равишда $1 \dots n$ каналлар учун OA/OD блокининг чиқиш оптик улагичларидаги эталон нуқталар;
- $R_1 \dots R_n$ - мос равишда $1 \dots n$ каналлар учун қабул қилгичларнинг кириш оптик улагичларидаги эталон нуқталар.

Мулоҳаза:

блоклар ва интерфейслар кетма кетлиги қуйидаги кўринишга эга:

$T_x (G.957) \rightarrow S (G.957) \rightarrow \text{транспондер} \rightarrow S_n (G.692).$

Келтирилаган эталон нуқталар спецификацияси $S_n - R_{Mn} \gg$ нуқталар каби $S_{Dn} - R_n$ нуқталар орасидаги мумкин бўлган йўқотишларини назарда тутди (минимал йўқотишлар нолга тенг).

Агар OM/OA блок ва узатгичлар ёки OA/OD блок ва қабул қилгичлар битта блокда технологик интеграцияланса, унда S_n , R_{Mn} ёки S_{Dn} , R_n эталон нукталарда интерфейсларга кириш эҳтимоллиги чиқариб ташланади.

WDM магистрал линиявий тизимларининг стандарт конфигурациялари G.692 тавсияларига мувофиқ терминал мультимплексорлар (ТМ) орасида оптик линия кучайтиргичлари (ЛК)нинг қўлланилиши ва қўлланилмаслигига қараб икки гуруҳга бўлинади. Агар узок масофали SDH тизимлари мультимплексорлаш ва регенерациялаш секциягаларга бўлинса, унда WDM линиявий тизимлари бир кучайтириш участкасига эга секцияли ва кўп кучайтириш участкасига эга секцияли тизимларга бўлинади. Кўп кучайтириш участкасига эга секцияли WDM тизимларида кучайтириш участкасининг узунлиги ТМ ва ЛК орасидаги масофа ёки икки ЛК ёки ЛК ва регенератор орасидаги масофа билан чегараланган, тўлиқ секция узунлиги эса икки ТМ ёки ТМ ва регенератор орасидаги масофа билан чегараланган.

Шунга кўра, SDH тизимлари учун бажарилган каби, ЛК қўлланилмайдиган WDM тизими учун 2.2- жадвалда берилган тасниф тавсия этилади. ЛК қўлланиладиган WDM тизими учун эса 2.3- жадвалда берилган. Иккала тасниф ҳам мультимплексорланадиган каналлар сонини, SDH иерархиясида STM-N модул сатҳини ва кучайтириш участкаси узунликларини чегаралашларни қўллайди.

Изоҳ (икки жадвалга ҳам тегишли):

- а) Келтирилган масофалар шартли ва фақат таснифлаш мақсадида ишлатилади, ҳисоблашларда эса ўринсиз;
- б) SDH сатҳи (y параметр) – STM-4, STM-16 ва STM- 64;
- с) Оптик тола тури (z параметр) - 2 (G. 652), 3 (G.653) ва 5 (G.655);
- д) Бундай тизимларнинг қўлланилиш эҳтимоллиги тайёрланиш босқичида турибди.

ЛК қўлланилмайдиган WDM тизимларининг таснифи

2.2-жадвал.

Қўлланилиш соҳаси	Узун секция (80 км гача бўлган узунликли)	Жуда узун секция	Ўта узун секция
4 каналли тизимлар	4L – y.z	4V – y.z	4U – y.z
8 каналли тизимлар	8L – y.z	8V – y.z	8U – y.z
16 каналли тизимлар	16L – y.z	16V – y.z	16U – y.z

ЛК қўлланиладиган WDM тизимининг таснифи

2.3-жадвал.

Қўлланилиш соҳаси	Узун кучайтириш участкаси узунликли (80 км гача бўлган узунликли)		Жуда узун кучайтириш участкаси узунликли (120 км гача)	
Кучайтириш участкаларининг сони	5	8	3	5
4 каналли тизимлар	4L5 – y.z	4L8 – y.z	4V3 – y.z	4V5 – y.z
8 каналли тизимлар	8L5 – y.z	8L8 – y.z	8V3 – y.z	8V5 – y.z
16 каналли тизимлар	16L5 – y.z	16L8 – y.z	16V3 – y.z	16V5 – y.z

Иккила жадвалда ҳам қўлланиладиган кодларнинг қуйидаги шаблонлари ишлатилади.

- Бир йўналишли (симплекс) тизимлар учун – nWx-y.z;
- Икки йўналишли (дуплекс) тизимлар учун – В- nWx-y.z .

Уларда қуйидаги белгилашлар қўлланилган:

n - қўлланиладиган тўлқин узунликларининг максимал сони,

W - бир кучайтириш участкаси узунлигига эга секция узунлигини ёки кучайтириш участкаси узунлигини характерлайди, яъни:

- L (long-haul)- узун секция/ кучайтириш участкаси узунлиги;
- K (very long haul) - жуда узун секция/кучайтириш участкаси узунлиги;
- U (ultra long haul) - ўта узун секция/ кучайтириш участкаси узунлиги;
- x - берилган код доирасида қўлланилишга рухсат этилган қопламаларнинг максимал сони;
- y - STM сатҳларида ифодаланган 4 - STM-4, 16 – STM-16, 64 – STM-64, бир тўлқин узунлигидаги сигнални максимал узатиш тезлиги;
- z - тола тури қуйидаги кодлар орқали кўрсатилган:
 - 2/3/5 – мос равишда G.652/G.653/G. 655 тола турларига мос келади;
 - B - иккиламчи йўналишли (дулекс) тизимни билдиради.

2.3.WDM тизимларининг частотавий режаси

Толали оптик узатиш тизимлари (ТОУТ) да тўлқин узунлиги бўйича мультимплексорлаш амалда 10 йилдан ортиқ ишламоқда ва дастлаб битта оптик толада 2 та асосий 1310 ва 1550 нм (2- ва 3- шаффофлик дарчаларнинг) ташувчиларни бирлаштиришга мўлжалланган, бу тизим сиғимини икки баробар ошириш имконини яратди. Қатор изланувчилар бундай тизимларни кенг полосали WDM (тўлқин узунлиги бўйича қадам - 240 нм) тизимлари, бунга тескари 3-дарчада (1550нм) 4 канални жойлаштириш имконини берувчи (қадам аввал 24 – 12 нм дан кичик бўлган) тизимлар тор полосали WDM тизимлари деб аталган. Лекин, тизимларнинг бундай бўлиниши айти вақтда эскирган ва нотўғри ҳисобланади, чунки бундай кенг полосали WDM да спектр қопланмаган ва икки изоляцияланган полосадан таркиб топган.

Бошқа томондан қаралганда, ҳозирги вақтда ёнма-ён шаффоф дарчаларда (3- ва 4-) 82 нм (1528- 1610 нм) тартибли полосани қоплайдиган, WDM кенг

полосали тизимлар синфи шаклланган. Бу синф ҳозирда зич тўлқин узунлиги бўйича мультиплексорлаш деб аталадиган DWDM тизимларида жадал қўлланилмоқда.

Бироқ, агар Corning ва Lucent Technologies компанияларининг (масалан, 1383 нм соҳада “ОН” ни энг катта ютилишларини бартараф этувчи Lucent компаниясининг AllWave) оптик толалари қўлланилса, ҳақиқатдан кенг полосали тизимлар ҳозирда, хаттоки 340 нм (1270 – 1610 нм) полосани қоплаши мумкин.

CWDM деб номланган бу тизимларнинг частота режаси, уларнинг 20 нм тартибли ташувчилар орасидаги стандарт қадамни қўллаштини ҳисобга олсак, улар каналлар сонини ошириш эмас, балки тизим нархини камайтириш учун ишлаб чиқарилган.

Стандарт частотавий режа

Дастлаб стандарт лойиҳа, ташувчиларнинг 0,1 ТГц ёки 100 ГГц минимал қадами билан каналларнинг ташувчи частоталари тенг жойлаштирилган частотавий режага асосланган, лекин кейинчалик бу стандарт қайта ишланди ва ташувчиларнинг минимал қадами 50 ГГц гача камайтирилди.

Стандартда танланган частота соҳаси стандартлаштирилган $\Delta_{\text{ст}}=4,1$ ТГц (192,10-196,10 ТГц) диапазонни қоплайди, бу кенг қўлланиладиган оптик кучайтиргичларнинг амплитудавий-тўлқинли характеристикаси (АТХ) нинг 1528,77 дан 1560,61 нм гача бўлган тўлқин узунлиги диапазониға мос келади. Ташувчилари орасидаги доимий қадам $h = 0,05$ ТГц (50 ГГц) ни танлашда, бу диапазонда максимал 81 канални, $h = 0,1$ ТГц (100 ГГц) қадамни танлашда ташувчили 41 канални жойлаштириш мумкин, бу қуйидаги 2.4,а ва 2.4,б жадвалларнинг юқори қаторларида кўрсатилган. Тўлқин узунликларини қайта ҳисоблаш учун одатий

$$\lambda=c/f=2,99792458*10^{17}/f, \text{ (нм/Гц)}$$

формуладан фойдаланилади. Масалан: $f = 0,1$ ТГц учун тўлқин узунлиги бўйича кадам 0,78 дан 0,80 нм ни ташкил этади ёки ўртача 0,8 нм.

Бу жадвални катта қадамлар учун ҳам олиш мумкин: яъни 0,2 ТГц (200 ГГц ёки 1,6 нм), 0,4 ТГц (400 ГГц ёки 3,2 нм), 0,6 ТГц (600 ГГц ёки 4,8 нм) ва 1 ТГц (1000 ГГц ёки 8,0 нм).

Бутун стандарт диапазон икки диапазонга бўлинган эди: S (Short band, жуда қисқа тўлқин узунликларини қўллайди) ва L (Long band, жуда узун тўлқин узунликларини қўллайди) – Alcatel компаниясида қўлланиладиган белгилашлар. 2.5–жадвалдан кўриниб турибдики, 0,05 ТГц қадамни қўллайдиган компаниялар каналлар сонини ошириш учун стандарт режа доирасидан чиқиб кетадилар. Бундай ҳолат масалан Ciena 1999 йилда 96 каналли ўзининг ускунасини ишлаб чиқарди, Lucent Technologies компанияси эса 2000 йилда WaveSrat ускунасининг 320 каналли версиясини эълон қилди.

50 ГГц ташувчи қадамдаги стандарт частота режаси

2.4-а жадвал.

f, ТГц	196,10	196,05	196,00	195,95	195,90	---	192,30	192,25	192,20	192,15	192,10
λ , нм	1528,77	1529,16	1529,55	1529,94	1530,33	---	1558,98	1559,39	1559,79	1560,20	1560,61

0,1 ТГц қадамни (ёки ўртача 0,8 нм) қўллашда қуйидаги жадвалга эга бўламиз:

100 ГГц ташувчи қадамдаги стандарт частота режаси

2.4-б жадвал.

f, ТГц	196,10	196,00	195,90	195,80	195,70	---	192,50	192,40	192,30	192,20	192,10
λ , нм	1528,77	1529,55	1530,33	1531,12	1531,90	---	1557,36	1558,17	1558,98	1559,79	1560,61;

Стандарт частота режанинг амалиётда қўлланилиши

2.5-
жадв
ал.

Компаниялар	Alcatel	Bellcore	Cambrian	Ciena	IBM	Lucent	MS1	Nortel	Osicom	Pirelli
Қадам, ТГц	0,2; 0,1	0,2	0,2; 0,1	0,1;	0,4	0,1	0,4; 0,1	0,1	0,2; 0,1	0,1
Режа боши S	1531,90	м/й	м/й	м/й	м/й	м/й	1530,33	1528,77	м/й	м/й
Режа охири S	1542,94	м/й	м/й	м/й	м/й	м/й	1541,35	1539,77	м/й	м/й
Режа боши S	1547,72	1547,72	м/й	1545,3	м/й	1550,12	1549,32	м/й	м/й	1546,92
Режа охири S	1558,98	1558,98	м/й	1560,6	м/й	1560,61	1560,61	м/й	м/й	1558,98
Каналлар сони	8L;16S; 32-40SL	8L	16; 32	16L; 40L	10	16L	4L;8S	8S	8; 16	16L

м/й – маълумот йўқ

2.4.WDM технологиясининг таснифланиши.

WDM технологиясини уч турга бўлиш мумкин:

- оддий WDM-CWDM;
- зичлашган WDM-DWDM;
- юқори зичлашган WDM- HDWDM.

Шу пайтгача бундай мультиплексор турларининг орасида аниқ бир бўлинган чегара йўқ эди, лекин Alkatel компанияси мутахассислари томонидан WDM тизимларини қайта ишлаш учун айрим чегаралар мавжуд ва G.692 стандарти бўйича “тўлқин режаси ёки частотавий режа” деб аталувчи канал режаси билан боғлиқ. Шунга боғлиқ ҳолда тўлқинли ёки частотавий канал режасининг шкаласи қўлланилади. Уларга қуйидагилар киради:

- CWDM тизими – 1270-1610 нм полосада ишловчи, қадами 20 нм тўлқин узунлигидаги тизим,
- WDM тизими – 200 ГГц дан кам бўлмаган ташувчи частота бўйича қадамга эга тизим, улар кенгайтирилган частотавий режа доирасида 16 дан кўп бўлмаган каналларни мультиплексорлаш имконини беради;
- DWDM тизими – 200 дан 50 ГГц гача ташувчи частота бўйича қадамга эга тизим, улар кенгайтирилган частотавий режа доирасида исталган каналлар сонини мультиплексорлаш имконини беради;
- HDWDM тизими – 50 ГГц дан кичик (25 ва 12,5 ГГц) бўлган ташувчи частота бўйича қадамга эга тизим, улар кенгайтирилган частотавий режа доирасида исталган каналлар сонини мультиплексорлаш имконини беради.

CWDM технологиясининг хусусиятлари.

CWDM тизимлари одатдаги WDM тизимларига нисбатан анча қўпол яъни 20 нм частоталар тўрида қўлланилади. Агар 8 тадан ортиқ бўлмаган WDM каналлари талаб қилинса, унда қимматбаҳо DWDM тизимларининг ўрнини алмаштирувчи сифатида қаралади.

Бундай тизимлар биринчи навбатда шаҳар тармоқларида ёки “Metro” (яъни инглиз адабиётларида олдинги IEEE 802.6, ISO/IEC 8802-6 стандартлари бўйича MAN-Metropolitan Area Network) синфли, уч сатҳли (LAN-Local Area Network, MAN-Metropolitan Area Network, WAN-Wide Area Network) тармоқларда қўлланила бошлаган.

ХЭИ-Т нинг G.694.2 таклифига биноан 20 нм кадамли 18 ташувчигача қўллаш тавсия этилган.

CWDM технологияси Gigabit Ethernet нинг бир нечта каналларини, физик оптик толанинг бир жуфтига тўлқин узунлиги бўйича зичлаштириш учун қўлланилади, бу эса тола ресурсини тежайди ва оптик мультиплексорлардан фойдаланиб янги топологик ечимларга эга бўлиш имкониятини беради.

Замонавий CWDM қурилмаларининг кўпчилиги C ва L диапазонни ва қисман S диапазонни эгаллайди. Жиҳозларнинг мувофиқлигини таъминлаш учун ХЭИ-Т, CWDM каналлари тўлқин узунлигининг спектрал соҳаларини аниқлади ва каналлар орасидаги масофа 20 нм га тенг қилиб олинди. Ундан ташқари анча илгариги тизимлар CWDM дан 800 нм тўлқин узунлиги атрофида ишловчи кўп модали толали алоқа линияларидан фойдалана бошлашган. Бундай тизимлар икки ёки тўртта канални қувватлай олади ва масофа узоклиги 2км дан кам бўлган ҳолларда ахборотни узатиш тезлигини 500 Мбит/с дан камроқ бўлишини таъминлайди.

2.7-жадвалда қўлланиладиган тўлқин узунлиги бўйича зичлаштирувчи тизим таснифларининг баъзи параметрлари келтирилган.

2.7-жадвал

	CWDM	DWDM	HDWDM
Каналлар орасидаги масофа	20, 25 нм	1,6 нм 200, 100, 50 ГГц	0,4 нм 25, 12, 5 ГГц
Қўлланиладиган диапазон	O, E, S, C, L	S, C, L	C, L

Каналлар сони	максимум 18 та	ўнлаб/юзлаб	Ўнлаб
Нархи	паст	юқори	Юқори

Бу ерда:

O – бирламчи диапазон (Original, 1260-1360 нм),

E – кенгайтирилган диапазон (Extended, 1360-1460 нм),

S – қисқа тўлқинли диапазон (Short wavelength, 1460-1530 нм),

C – стандарт диапазон (Conventional, 1530-1570 нм),

L – узун тўлқинли диапазон (Long wavelength, 1570-1625 нм).

CWDM тизимларида иккита муаммо мавжуд:

- анча кичик бўлган тўлқин узунликларида деярли икки маротаба кўп йўқотиш мавжуд, бу эса узатиш масофасини сезиларли даражада камайтиради;

- толада гидроксил OH гуруҳининг мавжудлиги сабабли 1383 нм тўлқин узунлигида ютилиш чўққисига эгаллиги сабабли каналлар сони бўйича чекланишлар мавжуд.

CWDM тизимларида битта канал бўйича узатиш тезлиги 2,5 Гбит/с бўлганда 16 канал бўйича 40 Гбит/с тезлик таъминланади. Агар тизим 1270-1610 нм бўлганда тўлқин диапазонидан фойдаланса, уни FS-CWDM тизим (Full-spectrum CWDM) дейилади. Ҳозирги вақтда CWDM технологияси узоклик параметри бўйича DWDM технологияга қўйиладиган талабаларнинг бажарилишини таъминлаши мумкин.

CWDM тизимларида каналлараро частотавий масофанинг узоклиги DWDM тизимларга нисбатан актив ва пасив компонентлар нархининг сезиларли даражада арзон бўлишига имконият яратади. Узатиш тизимининг мукамаллигига кўра CWDM технологияси турли тармоқ топологиясини конструкциялаш имкониятини беради.

Улардан кўпроқ қўлланиладиганларини қараб чиқамиз:

- “Нуқта-нуқта” топологияси. Ахборот каналлар бўйича иккита нуқта орасида узатилади. Турли толалардаги оқимларнинг бирлашиш/ажрашиши рўй берадиган тугунларида мультиплексор/демультиплексорлар ўрнатилади.

Бундан тизимлар ёрдамида кўп сонли видео ва аудио маълумотларни вақтнинг реал масштабида оптик тармоқда толаларнинг чекланган ҳолида ҳам узатиш масалаларини ечиш мумкин;

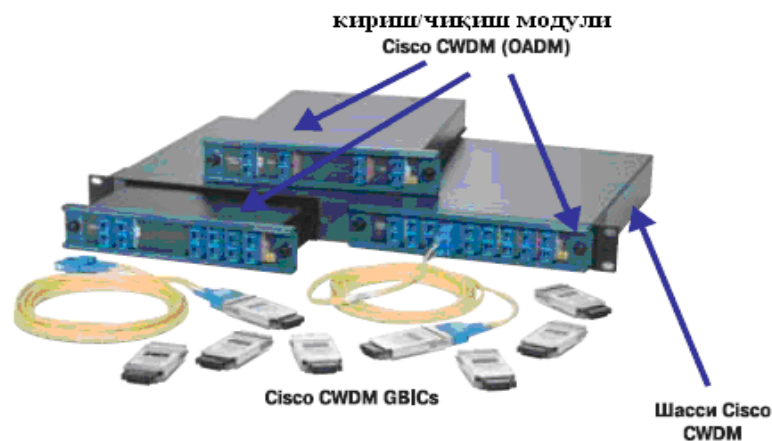
- Тармоқланувчи топология. Ахборотни тугундан тугунга узатиш алоҳида каналларни киритиш/чиқариши йўлга қўйилган оралиқ тугунлар орқали амалга ошади. Оралиқ тугунлардаги йўқотишлар ҳисобига алоқа узоклиги бироз камаяди. Бундай тизим транспорт магистралларида, нефт-газ узатмаларида ва бошқа давомли объектларда видео кузатувларда қўлланилади;

- “Халқа” топологияси. Бундай топология параметрни қўриқлаш масаласини ҳал қилади. “Халқа” узилган ҳолда ҳам тармоқ ихтиёрий тугунлар орасида ахборотни узатиш қобилиятини сақлаб қолади.

2002-йилда халқаро электр алоқа иттифоқи CWDM тизими учун ташувчи частотани аниқловчи стандартни қабул қилди – ITU-T G.694.2 тавсияси. Ушбу тавсияга кўра C, S ва L маълум диапазонлардан ташқари CWDM тизимларида иккита янги тўлқин узунлиқдаги диапазон пайдо бўлади – диапазон O (1260-1360 нм) ва диапазон E (1360-1460 нм).

CWDM тизимлари нисбатан кам сонли оптик каналларни (16-18) таъминлайди, лекин бу – камчилик деб ҳисобланмаслиги керак, чунки, каналларнинг бундай сонда бўлиши, одатда, алоқа операторларининг ўтказиш соҳасидаги замонавий талабларидан устундир. CWDM тизимларидаги қўшни каналларининг тўлқинлари орасидаги масофанинг нисбатан катта бўлиши кириш/чиқишли оптик мультиплексорларни (OADM – Optical ADD-Drop Multiplexing) ва оптик кросс коммутаторлар (OXC- Optical cross connector) учун арзон коммутациялаш элементларининг яратилишига имкон беради.

2.7-расмда Cisco компаниясининг CWDM компоненти келтирилган.



2.7-расм. Cisco CWDM компоненти

2.5.DWDM технологияси

Телекоммуникациянинг одатдаги технологияси, бир оптик тола бўйича битта сигнал узатиш имконини беради. Тўлқин узунлиги бўйича зичлаштириш усулларининг маъноси шундан иборатки бунда битта тола бўйлаб турли технологияларнинг жуда кўп алоҳида сигналларини узатишни амалга ошириш мумкин ва шунга мос ҳолда алоқа линиясининг ўтказувчанлик қобилияти ҳам ошади. Бундай технология, тўлқинларни юқори зичлаштирувчи технология таркибига киради ва бу AT&T компанияси томонидан яратилган.

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) – транспорт технологияси битта оптик жуфтлик орқали унча катта бўлмаган тезликни таъминлайди. Бунга юқори тезликли тўлқин узунлигини мультиплексорлаш орқали эришилади. Бунда ҳар бир оптик жуфтлик орқали бир-бирига боғлиқ бўлмаган бир неча оқим узатилади ва уларнинг ҳар бири ўзининг оптик диапазонида эга. Бундай қурилма 16÷128 канални қўллаш имконига эга ва унинг ҳар бирида шаффоф ҳолдаги тезлиги 100 Мбит/с дан 10 Тбит/с гача бўлган ахборотли оқимларни узатиши мумкин.

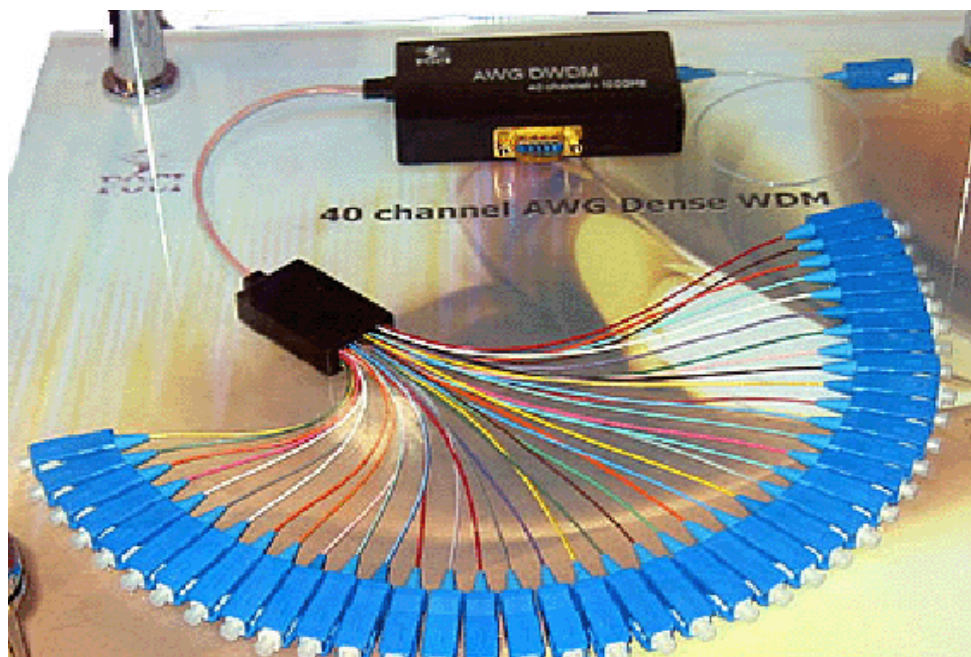
DWDM магистралларини қуришда, юқори тезликли абонентни уловчи интерфейсларга эга бўлган DWDM мультиплексорларини қўллаш лозим. Мультиплексорлар орасидаги масофа 100 км ни, регенераторлар орасидаги

масофа эса 500 ÷ 600 км ва ундан кўпни ташкил силади. Мустахкам DWDM тармоқларини қуриш учун эса Add-Drop (OADM) (кириш-чиқишни таъминловчи) мультиплексорлари қўлланилади ва бундай оптик сатҳдаги DWDM магистраллари (оптик сигнални электрик сигналга ўзгартирмасдан) тарқалувчи оптик транспорт тармоғини ташкил қилиш имконини беради. Бундай технология ёрдамида битта оптик тола орқали 2 Гбит/с ли 10 та канални зичлаштириш мумкин. Бунда ёруғлик оқимлари турли тўлқин узунликларида узатилади, яъни бир тола бўйлаб юзлаб стандарт каналлар (160 тагача тўлқин узунлик) ни узатиш мумкин.

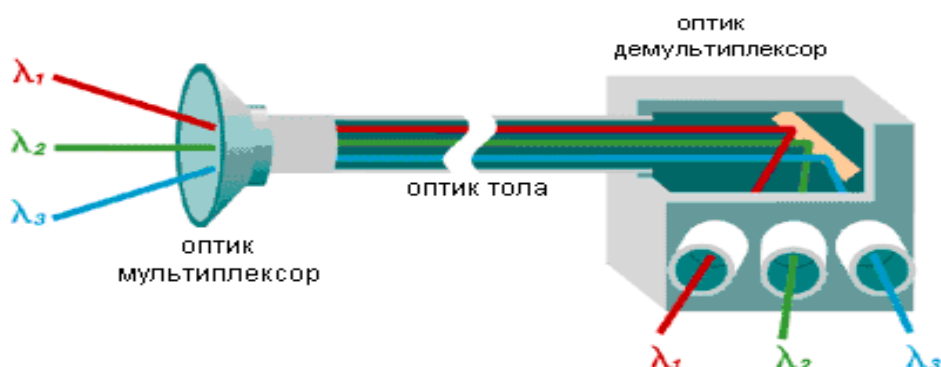
2.8-расмда 40 та оптик каналга эга бўлган DWDM қурилмаси келтирилган.

DWDM нинг принципиал схемаси жуда оддий. Бундай технологияда бир тола орқали SDH нинг бир нечта оптик каналини узатиш учун, сигналларнинг оптик тўлқин узунликлари ўзгартирилади, мультиплексор ёрдамида улар мультиплексорланади ва оптик линияга берилади, қабул қилувчи пунктда тескари жараён амалга ошади. 2.9-расмда оптик мультиплексор ва оптик демультиплексор кўрсатилган.

Бундай технология турли тўлқинлар оқимини ажратиб олиш учун махсус аниқликга эга бўлган қурилма билан таъминланган. Оптик толадан ўтганда сигнал сўнганлиги туфайли уларни кучайтириш учун оптик кучайтиргичлардан фойдаланилади. Бу эса маълумотларни оптик сигналдан электрик сигналга ўзгартирмасдан 4000 км гача узатиш имконини беради.



2.8-расм. 40 та оптик каналга эга бўлган DWDM қурилмаси



2.9 - расм. Оптик мультиплексор ва оптик демультиплексор (анимация)

DWDM тармоқлари қуйидагича асосий афзалликларга эга:

- узатиш тезлигининг юқорилиги;
- ҳалқа тапологияси асосида 100 % ли захирани таъминлаш имконияти;
- оптик толадаги каналларнинг шаффофлиги туфайли канал сатҳида ҳар қандай технологияни қўллаш имкони;
- оптик магистралдаги каналлар сонини соддагина ошириш имкони.

2.6.DWDM технологиясининг қўлланилиши

ТОК (толали оптик кабел) бир неча оптик толаларни ўз ичига олар экан, ҳар бир толада оптик каналларни ҳосил қилувчи сигналларни фазовий ажратувчи турли узатиш тизимлари ҳақида фикр юритса бўлади. DWDM технологиясини қўллаш DWDM ли OTUT қурилмалари ёрдамида тўлқин узунлиги бўйича тақсимлаш усулида ҳосил қилинувчи оптик каналлар ҳисобига телекоммуникация тармоқларининг имкониятларини кенгайтиришга имкон беради.

Юқорида айтилганидек WDM, STM, ATM ва IP технологиялари алоҳида ёки STM-WDM, ATM-STM-WDM, ATM-WDM, IP-ATM-STM-WDM, IP-STM-WDM, IP-WDM ли ҳалқасимон кўринишида бўлиши мумкин.

DWDM технологиясини ишлатиш телекоммуникация тармоқларини қуришда янги ечимлардан фойдаланиш, шунингдек телекоммуникациянинг оптик тармоқларига ўтилишига тайёргарлик бўлиб ҳисобланади (кириш-чиқишли оптик мультимплексор, оптик каналлар даражасини заҳиралаш).

Охирги оптик мультимплексор ва демультимплексор, турли тўлқин узунлигидаги сигналларни оптик каналда узатиш учун йиғинди сигналга қўшиши ва қабул қилишда тескари жараёни бажариши керак. Бу, умумий тарзда, пассив оптик мультимплексор ва демультимплексордан, қувват кучайтиргичидан, дисперсияни компенсацияловчи қурилмадан ва оптик аттенюаторлардан ташкил топган.

Кириш-чиқиш мультимплексори, маълум тўлқин узунлигидаги сигналлардан ташкил топган умумий йиғинди сигналнинг бир қисмини ўтказиши, қолган қисмини аниқлаб, уларнинг ўрнига ўша тўлқин узунлигидаги сигналларни қўшиши керак бўлади. Ажратилган сигналларнинг қуввати киритилган ҳар бир сигналлар қувватининг маълум қисмига тенг бўлиши керак.

Оптик кросс-боғловчи, мультимплексорланган сигналлар ташувчи портлар орасида оптик каналлардаги сигналларнинг ўринларини алмаштиради (қайта тақсимлайди).

Оптик транспондер, зарур бўлганда, турли тўлқин узунлигидаги манбалардан келаётган оптик сигналларни WDM га мослаштирилган тўлқин узунлиги панжарасига мос адаптациясини таъминлаб бериши керак. Бундан ташқари, оптик транспондер, WDM га мослаштирилган тўлқин узунлиги панжарасига мос ҳолда, оптик сигнални бир тўлқин узунлигидан бошқа тўлқин узунлигига ўзгартириши ҳам мумкин.

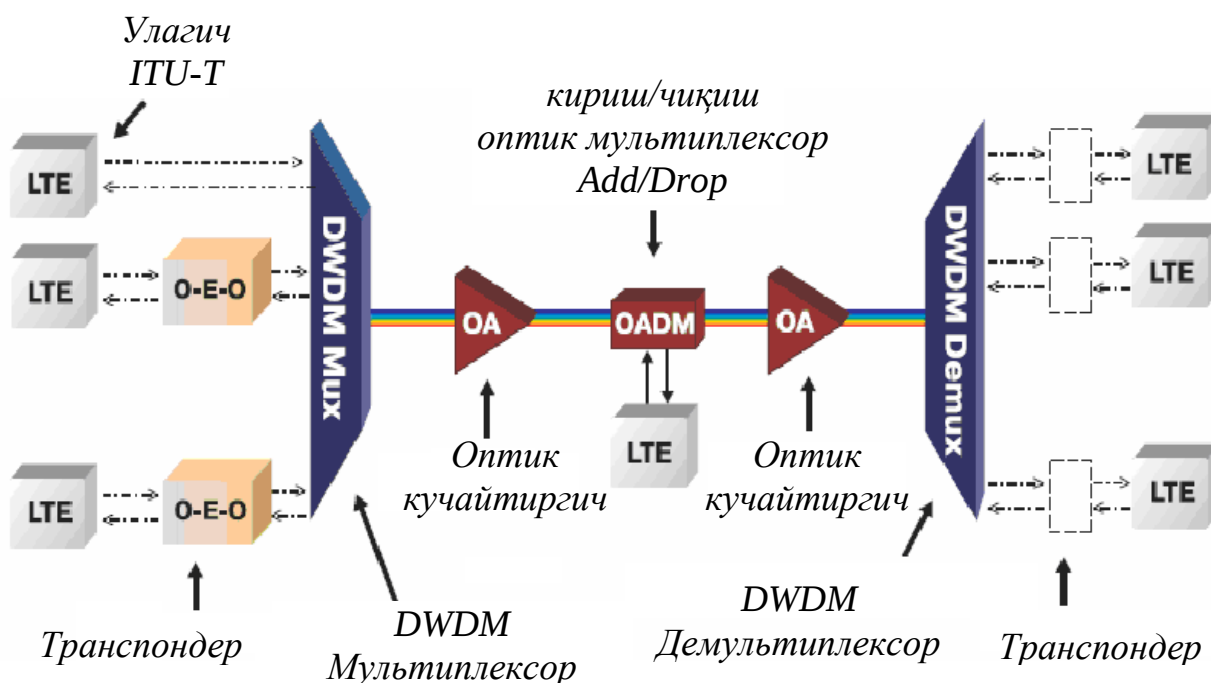
Қуйида DWDM ни қўллашда ишлатиладиган қурилмаларининг асосий тугунлари келтирилган.

DWDM қурилмаларини 4 та асосий тугунга бўлиш мумкин:

- Оптик терминал мультиплексор (Optical Terminal Multiplexer-OTM);
- Оптик регенератор (Regenerator-REG);
- Оптик кучайтиргич (Optical Line Amplifier);
- Кириш-чиқишли оптик мультиплексор (Optical Add Drop Multiplexer-OADM);
- Оптик терминал мультиплексор охириги станцияларда жойлаштирилади ва турли тизимларнинг сигналларини тулқинли зичлаштиришни амалга оширади;
- Оптик кучайтиргич сунган сигнални кучайтиради;
- Оптик регенератор гуруҳли сигналнинг шаклини қайта тиклайди джиттерни пасайтиради ва сигналнинг шовқинга нисбатини яхшилаиди;
- Кириш-чиқишли мультиплексорларда асосан оптик каналларни киритиш ва чиқаришни амалга ошира

2.7.DWDM технологиясининг тузилиши

Қуйидаги 2.11- расмда WDM тизимининг блок схемаси кўрсатилган.



2.10-расм. Cisco DWDM тизимини тузилиш схемаси (анимация)

DWDM каналларини фазовий ажратиш ва стандартлаштириш

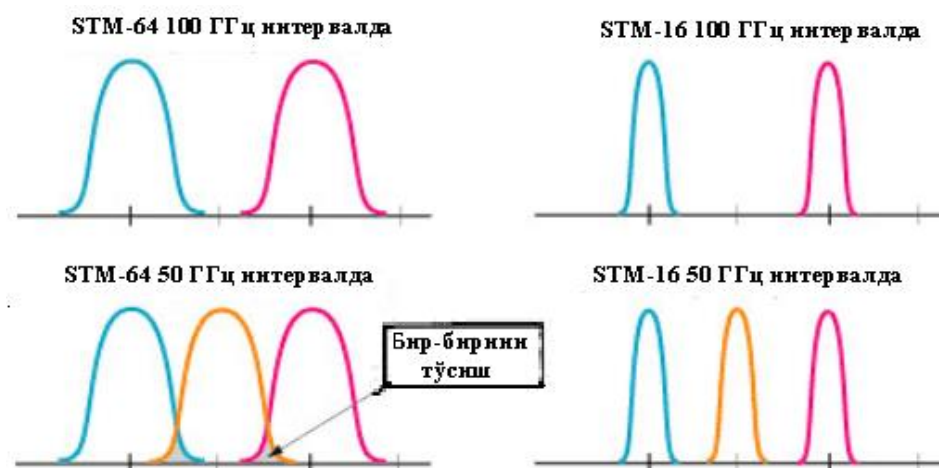
DWDM технологиясининг энг асосий параметри бу сўзсиз кўшни каналлар орасидаги масофа ҳисобланади. Каналларнинг фазовий тақсимланишини стандартлаштириш жуда зарур, чунки шу асосда хар-хил ишлаб чиқарувчилар ускуналарининг келишувчанлик қобилиятини синовдан ўтқазишни амалга ошириш мумкин. Телекоммуникацияни стандартлаштириш ХЭИ-Т сектори кўшни каналлари орасидаги масофаси 100 ГГц ($\Delta\lambda \approx 0,8$ нм) бўлган DWDM технологиясининг частота режасини тасдиқлади (2.8-жадвал). Ҳар бир частота режасининг қандай чекланиш ва афзалликларга эга эканлигини билмаган ташкилот ва алоқа операторлари

тармоқнинг ўтказувчанлик қобилиятини ошириш мақсадида ортиқча сарф харажат ва кўп қийинчиликларга дуч келиши мумкин.

2.8-жадвалда 100 ГГц частота режасидаги турли даражада зарядсизланган каналлар панжараси кўрсатилган. Биргина 500/400 панжарадан ташқари барчаси тенг тақсимланган каналларга эга. Бир текис тақсимланган каналлар тўлқин конверторларини, лазерлар ва бошқа барча оптик тармоқ ускуналарининг оптимал ишлашини ва шунингдек уларни осон такомиллаштиришга имкон беради. У ёки бу частота режаси панжарасининг амалда қўлланилиши кўп жиҳатдан 3 асосий омилга боғлиқдир: ишлатилаётган оптик кучайтиргичнинг тури (кремнийли ёки фтор-цирконатли); каналга узатиш тезлиги - 2,4 Гбит/с (STM-16) ёки 10 Гбит/с (STM-64); нолиниявий эффектларнинг таъсири. Бу 3 фактор бир-бири билан узвий боғлиқдир.

Ҳозирда кучланиш коэффицентининг бир чизиқлилигини таъминлай оладиган ишончли фтор-цирконатли EDFA кучайтиргичларини ишлаб чиқариш устида иш олиб борилмоқда. EDFA кучайтиргичининг иш қобилияти ошиши билан ҳар-бир толанинг ҳажми 400 ГГц бўлган, 100 ГГц интервалли STM-64 каналларидан бир пайтнинг ўзида 40 тасини мультиплексорлаш имкони туғилди.

Маълумот учун 2.9-жадвалда Ciena Corp. фирмаси маҳсулоти бўлган 100-50 ГГц частота режасини ишлатаётган энг кучли мультиплекс тизимлардан бирининг характеристикаси келтирилган.



2.11-расм. Толада каналларнинг спектрал жойлашуви (анимация)

DWDM транспорт тизимининг техник характеристикаси-Multi Wave
Sentry™4000 (Ciena Corp бўйича)

2.9-жадвал

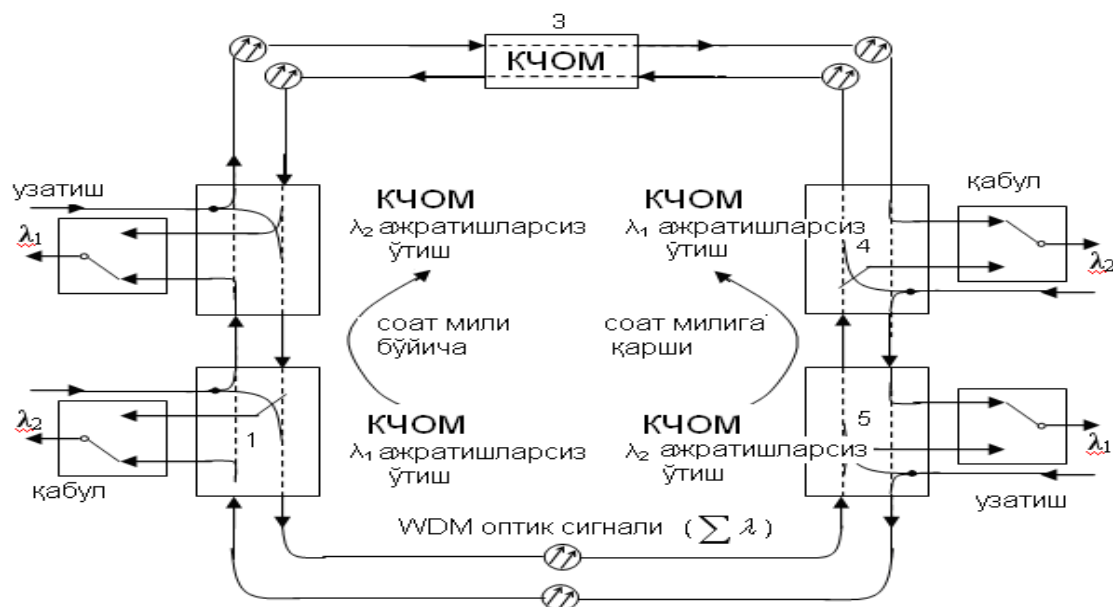
Тизим сатҳи	
Сифим, Гбит/с	100 (2,5 Гбит/с × 40 канал)
Формат	OC-48/(STM-16)/(OC-48с)/(STM-16с)
Частотавий режаси	50 ГГц
Мумкин бўлган конфигурациялар	5 кучайтириш участкали ×25 дБ (500 км) 2 кучайтириш участкали ×33 дБ (240 км)
Хатоликларнинг юзага келиш частотаси (BER)	$<10^{15}$
Канал интерфейслари	
Формат	Қисқа/оралиқ дистанциялар STM-6/G.957 1-16 & S.16.1 офис ичидаги таклиф
Кириш сигналининг сатҳи, дБк	-18 дан -3 гача
Чиқиш сигналининг сатҳи, дБк	$-5 \pm 0,5$

Киритилаётган нурланишнинг тўлқин узунлиги, нм	1250-1600
Тармоқни бошқариш	
Бошқариш тизими	WaveWatch™ SNMP ёки TWN бўйича CIENA маҳсулоти
Стандарт интерфейси	VT100 (TM), асинхрон RS-232, ITU-TMN, TL-1, SNMP, Telnet орқали масофадан уланиш
Каналнинг ишга қобилиятлик мониторинги	Каналларнинг битли хатоликлари SDH сарлавҳасининг B1 орқали, ҳар бир каналдаги оптик қувватни назорат қилиш
Масофавий узоқлашган интерфейслар	RS-422/X.25 (TL-1 интерфейси), 10Base-T орқали IP/802.3
Ишчи оптик канал	1625 тўлқин узунлигида 2,048 Мбит/с
Электр таъминот бўйича характеристикалар	
Таъминот кучланиши, доимий ток, В	-48 дан -58 гача
40 та каналда сарф этиладиган қувват, Вт	800 типик, 925 (максимум) - стойка 1 1000 типик, 1250 (максимум) - стойка 2

WDM тизимида қуйидаги резервлаш турлари қўлланилади:

- тармоқни резервлаш: оптик мультиплексорлаш секциясини резервлаш, оптик канални резервлаш;
- қурилмани резервлаш: қурилма блокларини резервлаш;

технологияни қўллаганда, занжирнинг қуйи қисмини улаш вақтини таъминлаш зарурлиги, занжирнинг юқори қисмини улаш вақтидан кўра етарлича пастдир. Масалан, занжирли STM-WDM технологияси билан тармоқ ости ва SDH даражасини резервлаш.



2.15-расм. Икки толали халқа асосида оптик каналларни халқали резервлаш

Технологик қисм

3.SDH технологияси асосида ишловчи OSN- 3500 қурилмасини таҳлил қилиш

3.1. OptiX OSN 3500 Ethernet хизматлари

OptiX OSN 3500 эгилувчан хусусиятга эга бўлиб, кириш\чиқиш мультимплексор технологиясида ишлатилади, хизматларни умумлаштиради ва бир платформада маълумотлар базаси ва кенг полосали товуш узатишни таъминлайди. OptiX OSN 3500 хизматларни тўхтатмасдан эффектив хизматларни таъминлайди.



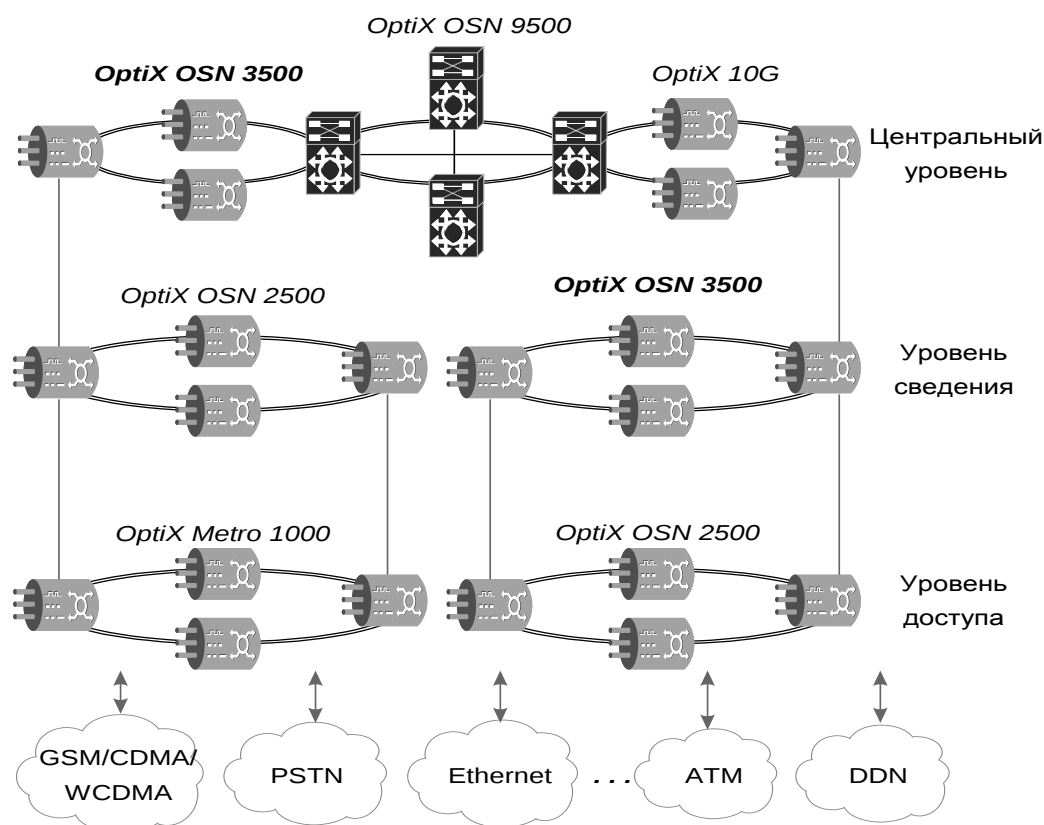
3.1-расм OptiX OSN 3500

OptiX OSN 3500 ҳамма характеристикаларга эга бўлиб, NG-SDH ўтишни таъминлаб беради. OptiX OSN 3500 юқори ва паст даражадаги каналларни катта хажми билан, кўпсонли интерфейс хизматлари билан характерланади. Узатиш тезлиги 2.5G дан 10G гача ортиши мумкин.

OptiX OSN 3500 MAN магистрал даражадаги тармоқларда қўлланиши мумкин. (MAN)

Иккинчи даражали Ethernet (L2) коммутация ва VPN технология тармоқлари ҳисобига Internet Protocol (IP) протокол қўллаб хизматлар кўрсатади ва ажратилган линиялар ўзаро ҳаракатини ишлатади.

OptiX OSN 9500, OptiX 10G, OptiX OSN 2500 ва OptiX Metro 1000/500 қурилмалари асосида тармоқларни тузиш клиентлар сарф харажатларини камайтиради, бу расм 1.2.



Расм. 3-1 Тармоқда OptiX OSN 3500 жихози ўрни

Характеристикалари

STM-16 тармоқ маълумот даражасида конфигурация қилиши мумкин ёки STM-64 даражасига.

Расм1.3 ва 1.4 да доступа OptiX OSN 3500 ни рухсат этилган хажми кўрсатилган STM-16 ва STM-64 даражадаги конфигурация тизимида.

Вентилятор						Вентилятор						Вентилятор					
С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
622 Мбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	2.5 Гбит/с	2.5 Гбит/с	10 Гбит/с	GXCS	GXCS	10 Гбит/с	2.5 Гбит/с	2.5 Гбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	С	С
																С	С
Прокладка кабелей																	

расм 3.3- STM-16 конфигурация даражасида хажмни рухсат этилиши

Вентиляторы						Вентиляторы						Вентиляторы					
С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	2.5 Гбит/с	2.5 Гбит/с	10 Гбит/с	10 Гбит/с	EXCS	EXCS	10 Гбит/с	10 Гбит/с	2.5 Гбит/с	2.5 Гбит/с	1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	С
																С	С
Прокладка кабелей																	

Расм. 3-2 STM-64 конфигурация даражасида хажмни рухсат этилиши

OptiX OSN 3500 730 мм (В) х 496 мм (Ш) х 295 мм (Г) полкаси ўлчамлари. У ETSI стативга ўрнатилади чуқирлиги 300 мм.

Ethernet хизматлари

OptiX OSN 3500 битта платформали SDH формасида Ethernetга рухсатни умумлаштиради, товушни узатишни амалга оширади. SDH технологияси бўйича Ethernet провайдер учун OptiX OSN 3500 хизматларини амалга ошириш имконини беради:

10M/100M Ethernet трфикда узатишни амалга оширади.

Поддерживать HDLC, LAPS и GFP протокол инкапсуляциясини сақлайди.

Вентилятор						Вентилятор						Вентилятор					
С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л
О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
622 Мбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	2.5 Гбит/с	2.5 Гбит/с	10 Гбит/с	GXCS	GXCS	10 Гбит/с	2.5 Гбит/с	2.5 Гбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	622 Мбит/с	С	С
																С	С
Прокладка кабелей																	

расм 3.5.- STM-16 конфигурация даражасида хажмни рухсат этилиши

Вентиляторы							Вентиляторы				Вентиляторы						
С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ	ЛОТ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	2.5 Гбит/с	2.5 Гбит/с	10 Гбит/с	10 Гбит/с	EXCS	EXCS	10 Гбит/с	10 Гбит/с	2.5 Гбит/с	2.5 Гбит/с	1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с	1.25 Гбит/с
Прокладка кабелей																	

Расм. 3-6 STM-64 конфигурация даражасида хажмни рухсат этилиши

OptiX OSN 3500 730 мм (В) х 496 мм (Ш) х 295 мм (Г) полкаси ўлчамлари. У ETSI стативга ўрнатилади чуқирлиги 300 мм.

Ethernet хизматлари

OptiX OSN 3500 битта платформали SDH формасида Ethernetга рухсатни умумлаштиради, товушни узатишни амалга оширади. SDH технологияси бўйича Ethernet провайдер учун OptiX OSN 3500 хизматларини амалга ошириш имконини беради:

10M/100M Ethernet трфикда узатишни амалга оширади.

Поддерживать HDLC, LAPS и GFP протокол инкапсуляциясини сақлайди.

3 даражага уланишга ёрдам беради, стандарт IEEE 802.1Q-tag, да Ethernet.

(LCAS) сиғим каналини схемасини тўғрилайди, полоса частотасини узатиш ва химоя қилиш динамик ишлашни таъминлайди.

2 VPN даражанли функцияни қўллайди, ва EPL (Ethernet ажратилган линияни) хизматларини амалга оширади, EVPL (Виртуаль ажратилган линия

Ethernet), EPLn/EPLAN (Частота локаль тармоқ Ethernet) ва EVPLn/EVPLAN (Виртуаль частота локаль тармоқ Ethernet).

Интерфейс

OptiX OSN 3500 хар хил интерфейсларни таъминлайди: SDH, PDH, Ethernet, интерфейс синхронлаш, авария интерфейс хабарлар. Барча интерфейслар жадвал 3.1 келтирилган.

жадвал 3.1 OptiX OSN 3500 жихози билан таъминладиган интерфейс ва кўшимча интерфейс хизматлари

SDH интерфейс SDH	Электрик интерфейс STM-1 Оптик интерфейс STM-1: I-1, S-1.1, L-1.1, L-1.2 ва Ve-1.2 Оптик интерфейс STM-4: I-4, S-4,1, L-4,1, L-4,2 ва Ve-4,2 Оптик интерфейс STM-16: I-16, S-16.1, L-16.1, L-16.2, L-16.2Je, V-16.2Je, U-16.2Je G.692 стандартга тўғри келувчи Оптик интерфейс STM-64: I-64.2, S-64.2b, L-64.2b, Le-64.2, Ls-64.2, V-64.2b ва G.692 стандартга тўғри келувчи
PDH интерфейс	Электрик интерфейс E1, T1, E3, DS3 и E4
Ethernet интерфейс	10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-SX, 1000Base-LX
Синхронизации интерфейси	2048 Кбит/с(75 Ом ва 120 Ом), 2048 кГц (75 Ом ва 120 Ом)
Авария хабарлари интерфейси	16 интерфейсов с двузначным значением входящих сигналов 4 интерфейса с двузначным значением исходящих сигналов Каскадный интерфейс входящей аварийной сигнализации статива 4 интерфейса исходящих аварийных сообщений статива
Интерфейс управления	4 кетма кет интерфейс (1~4) узатиш учун 64 Кбит/с (F1) берилганларни узатиш тракти интерфейси Тармоқни бошқариш тизими интерфейси (F&f) кетма кет бошқарувчи интерфейс
Интерфейс служебных линий	Бир хизмат телефони интерфейси Два интерфейса узла сети SDH передачи речи

Кросс-коммутации хажми

OptiX OSN 3500 кросс-коммутацияни уч хил ишини таъминлайди: кросс-коммутация ва синхронизация GXCS платаси, EXCSA/B такомиллашган кросс-коммутация ва синхронизация . Жадвал 3.2 дaтъ OptiX OSN 3500 жихози кросс-коммутацияси келтирилган OptiX OSN 3500.

Табл. 3-1 OptiX OSN 3500 жихози кросс-коммутация хажми

Кросс-коммутация ва синхронизация платаси	Юқори даражали кросс- коммутаци я хажми	Паст даражали кросс- коммутация ҳажми	Кросс-коммутация ҳажмини полка кенгайиши
GXCSA	35 G	5G	0G
EXCSA	60 G	5G дан 20G гача ўсади	0G
EXCSB	58, 75G	5G дан 20G гача ўсади	1.25G

Хизматларга рухсат

Турли хилдаги платалар конфигурацияси, OptiX OSN 3500 ни турли хизматларга рухсатини амалга оширади.1-3 жадвалда OptiX OSN 3500 ҳар хил хизматларга максимал рухсат бериши келтирилган.

3-3 жадвалда OptiX OSN 3500 хар хил хизматларга максимал рухсати

Хизмат турлари	Максималь портлар сони
Стандарт ёки каскад хизмат STM-64 даражага	4
Стандарт ёки каскад хизмат STM-16 даражага	8
Стандартная или каскадная услуга уровня STM-4	46
STM-1 даражага оптик узатиш хизмати	92
STM-1 даражага электр узатиш хизмати	78
E4 хизмати	32
E3/DS3 хизмати	48
E1/T1 хизмати	504
FE, GE хизмати	92
GE/FE хизмати	30

Жихозни химоялаш даражаси

Жадвал 3-4 да OptiX OSN 3500 жихозини химоялаш даражалари келтирилган.

Жадвал 3-4 да OptiX OSN 3500 жихозини химоялаш даражалари

Химояловчи объектлар	Химоя схемаси
E1/T1 қайта ишлаш платаси	1:N ($N \leq 8$) TPS
E3/DS3 қайта ишлаш платаси	1:N ($N \leq 3$) TPS
E4/STM-1 қайта ишлаш платаси	1:N ($N \leq 3$) TPS
Кросс-коммутации ва синхронизации платаси	1+1 фаол платани захиралаш режими
Блок SCC	1+1 фаол платани захиралаш режими
– 48В манба интерфейс платаси	1+1 фаол платани захиралаш режими
– 3,3В манба интерфейс платаси	1:N марказлашган захиралаш фаол режими
OptiX OSN 3500 хар хил турдаги TPS гурухларини бир вақтнинг ўзида ушлаб туради	

3.2.Тармоқни химоя қилиш ва тузиш услублари

Бизга маълумки OptiX OSN 3500 жихози ЕСС бошқариш каналларини қайта ишлашни таъминлаб беради ва мураккаб тармоқлар талабларига жавоб беради.

Бу жизозни хар хил даражаларда,жумладан STM-1/STM-4/STM-16/STM-64 қўллаш мумкин халқа топологияси учун.

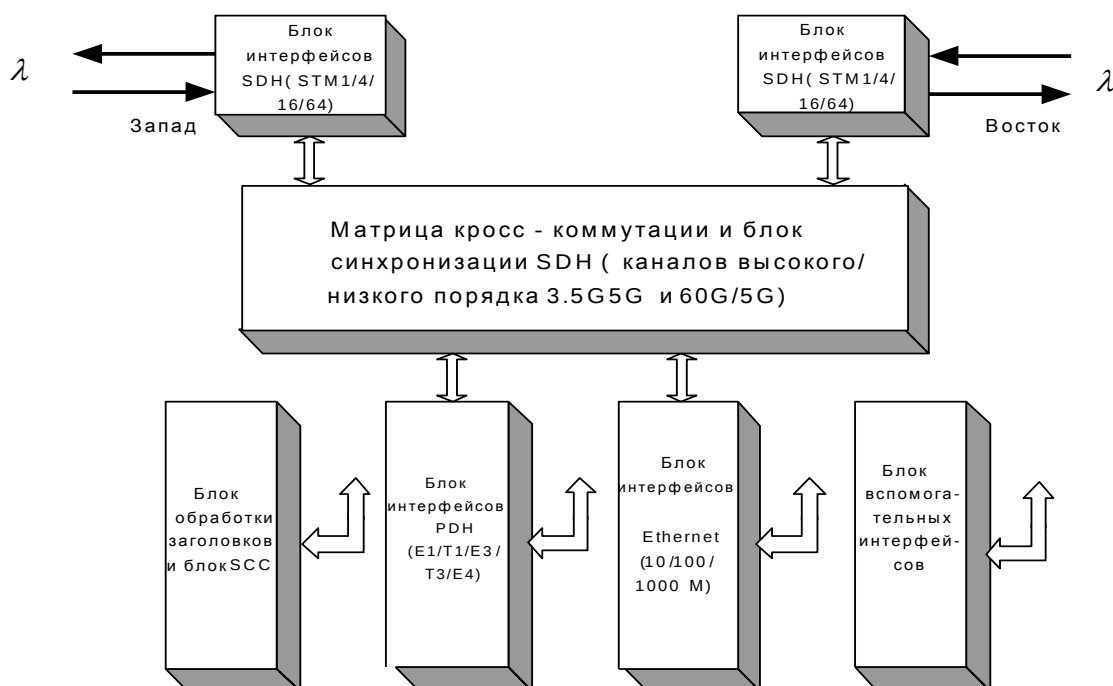
3-5 жадвалда OptiX OSN 3500 жихози томонидан химояланадиган MSP максимал халқалар сони келтирилган.

**3-5 жадвал OptiX OSN 3500 жихози томонидан химояланадиган
MSP максимал халқалар сони**

Химоя схемаси	OptiX OSN 3500 жихози томонидан химояланадиган MSP максимал халқалар сони
Оптик халқа MSP STM-64 4 оптик толали	1
Оптик халқа MSP STM-64 2 оптик толали	2
Оптик халқа MSP STM-16 4 оптик толали	2
Оптик халқа MSP STM-16 2 оптик толали	4

Плата турлари

SDH матрицали кросс-коммутация марказий даражасини қўллашда, OptiX OSN 3500 жихози қуйдаги интерфейс блокларидан ташкил топган, блок SCC,қўшимча блоклар. 2.1 расмда сруктура тизими кўрсатилган.



Расм. 3-7 OptiX OSN 3500 тизими конфигурацияси

OptiX OSN 3500 функциональ ва ёрдамчи платалари блоклари жадвал 3.6 да келтирилган.

Жадвал. 3-6 Тизимнинг функциональ ва ёрдамчи платалари блоклари

Блок		Плата		Функцияси
Интерфейслар блоки	SDH интерфейслар блоки	SDH қайта ишлаш блоки	SL64, SL16, SLQ4, SLD4, SL4, SLQ1, SL1, SEP1	Оптик сигналларни қайта ишлаш ва рухсат STM-1/STM- 4/STM-16/STM-64 ва каскад узатиш STM-4с/STM- 16с/STM-64с. Электр сигналларни қайта ишлаш ва рухсат STM-1 ва сигналлар билан таъминлаш STM-1 TPS
		Оптик кучайтиргич блоки	BA2, BPA	
		Умумий дисперсия компенсация блоки	DCU	
		SDH интерфейс платаси	EU08, OU08, EU04	

Блок		Плата		Функцияси
	Блок интерф ейсов PDH	PDH	SPQ4, PD3, PL3, PQ1, PQM	Электр сигналларни қайта ишлаш ва рухсат E1, E1/T1, E3/DS3 и E4 PDH ва таъминлаш TPS
		PDH қайта ишлаш платаси	MU04, D34S, C34S, D75S, D12S, D12B	
		PDH коммутация ва туташуш интерфейси	TSB8, TSB4	
	Блок интерф ейсов Ethernet	Плата интерфейса Gigabit Ethernet 2 плата интерфейси коммутатор порти билан	EGS2	Оптик сигналларни қайта ишлаш ва рухсат 1000Base-SX/LX GE
		Fast Ethernet с плата интерфейси коммутатор порти билан	EFS0	Электр сигналларни қайта ишлаш ва рухсат 10Base-T, 100Base-TX Ethernet
		Fast Ethernet 4 плата интерфейси коммутатор порти билан	EFS4	
		FE плата интерфейси вита жуфти билан	ETF8	
SDH матрица кросс- коммутацияси		GXCS, EXCS		Обеспечение кросс-коммутации сигналов SDH и

Блок	Плата	Функцияси
Синхронизация блоки		PDH кросс- коммутация сигналларини таъминлаш ва тизимни синхронизацияла ш
SCC блок	SCC	SDH сигналларини қайта ишлаш.
Бошланиш қайта ишлаш блоки		

Слотлар

3-7 расмда OptiX OSN 3500 жихозининг слотларини бўлиниши келтирилган.

С Л О Т 1 9	С Л О Т 2 0	С Л О Т 2 1	С Л О Т 2 2	С Л О Т 2 3	С Л О Т 2 4	С Л О Т 2 5	С Л О Т 2 6	С Л О Т 2 7	С Л О Т 2 8	С Л О Т 2 9	С Л О Т 3 0	С Л О Т 3 1	С Л О Т 3 2	С Л О Т 3 3	С Л О Т 3 4	С Л О Т 3 5	С Л О Т 3 6	С Л О Т 3 7	А У Х
Вентилятор								Вентилятор					Вентилятор						
С Л О Т 1	С Л О Т 2	С Л О Т 3	С Л О Т 4	С Л О Т 5	С Л О Т 6	С Л О Т 7	С Л О Т 8	С Л О Т 9	С Л О Т 10	С Л О Т 11	С Л О Т 12	С Л О Т 13	С Л О Т 14	С Л О Т 15	С Л О Т 16	С Л О Т 17	С Л О Т 18	С Л О Т 19	С Л О Т 20
								Х С С	Х С С									С С С	С С С
Прокладка кабелей																			

Расм. 3-7 OptiX OSN 3500 жихози слотларини жойлашиши

**Жадвал. 3-8 Қайта ишлаш платалари ва уларни ўрнатиш
разъемлари**

Плата	Тўлиқ номи	Бўш разъемлар (кросс- коммутаци я хажми 80G)	Бўш разъемлар (кросс- коммутац ия хажми 40G)	Монтаж	Интерфейса тури	Кон- нек- тор
SL64	Оптик интерфе йслар платаси STM-64	СЛОТ 7/8/11/12	СЛОТ 8/11	Олдинги панел тарафида н	I-64.2, S- 64.2b, L- 64.2b, Le- 64.2, Ls-64.2, V-64.2b	LC
SL16	Оптик интерфе йслар платаси STM-16	СЛОТ 5/6/7/8/11/12 /13/14	СЛОТ 6/7/8/11/12/ 13	Олдинги панел тарафида н	I-16, S-16.1, L-16.1, L- 16.2, L- 16.2Je, V- 16.2Je и U- 16.2Je	LC
SLQ4	4× Оптик интерфе йслар платаси 4*STM- 4	СЛОТ 5/6/7/8/11/12 /13/14	СЛОТ 6/7/8/11/12/ 13	Олдинги панел тарафида н	I-4, S-4.1, L- 4.1, L-4.2 и Le-4.2	LC
SLD4	2× Оптик интерфе йслар платаси 2*STM- 4	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/7/ 8/11/12/13/14 /15/16/17	СЛОТ 6/7/8/11/12/ 13	Олдинги панел тарафида н	I-4, S-4.1, L- 4.1, L-4.2 и Le-4.2	LC
SL4	Оптик интерфе йслар платаси STM-4	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/7/ 8/11/12/13/14 /15/16/17	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/ 7/8/11/12/1 3/14/15/16	Олдинги панел тарафида н	I-4, S-4.1, L- 4.1, L-4.2 и Le-4.2	LC

Плата	Тўлиқ номи	Бўш разъемлар (кросс-коммутация хажми 80G)	Бўш разъемлар (кросс-коммутация хажми 40G)	Монтаж	Интерфейсатури	Коннектор
SLQ1	4× Оптик интерфейслар платаси 4*STM-1	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/7/ 8/11/12/13/14 /15/16/17	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/ 7/8/11/12/1 3/14/15/16	Олдинги панел тарафидан	I-1, S-1.1, L-1.1, L-1.2 и V-1.2	LC
SL1	Оптик интерфейслар платаси STM-1	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/7/ 8/11/12/13/14 /15/16/17	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/ 7/8/11/12/1 3/14/15/16	Олдинги панел тарафидан	I-1, S-1.1, L-1.1, L-1.2 и V-1.2	LC
SEP1	STM-1 чизиқли кайта ишлаш платаси	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/1 3/14/15/16/17	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/ 13/14/15/16	Олдинги панел тарафидан	75 Ом STM-1 Электрик интерфейс	SMB
BA2/ BPA	оптик кучайти ргич платаси/ дастлабк и оптик кучайти ргич	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/7/ 8/11/12/13/14 /15/16/17	СЛОТ 1/2/3/4/5/6/ 7/8/11/12/1 3/14/15/16/ 17	Олдинги панел тарафидан	—	LC

3.3.SDH технологияси асосида ишловчи OSN- 3500 қурилмаси тармоқ топологиялари

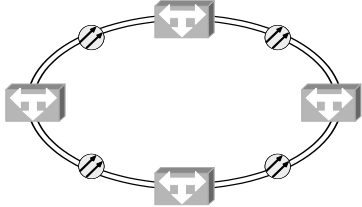
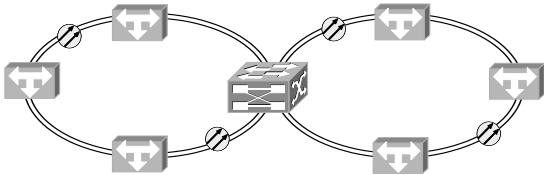
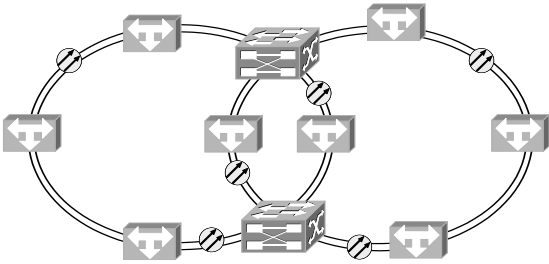
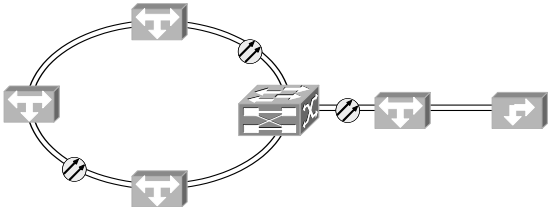
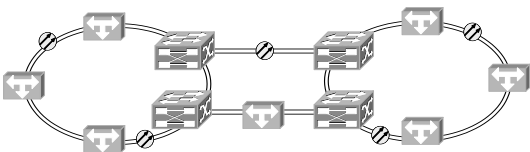
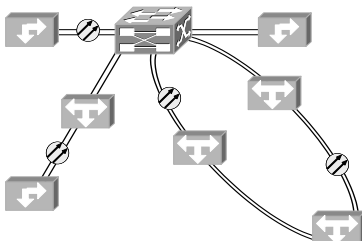
OptiX OSN 3500 жихози орқали тармоқ топологияларининг тузилишини асосий кўринишлари тахлил қилишдан аввал тармоқ топологиясини тахлил қилиб олайлик.

Тармоқ топологияси - бу алоқа каналлари бирлашувининг мантикий схемаси. Локал тармоқларида купинча асосий уч топологиядан бирдан фойдаланилади: Моноканалли, айланма ёки юлдузсимон. Бошқа купгина топологиялар шу учтасидан келиб чиқади. Тармоқ узелларининг каналга кириш кетма кетлигини аниклаш учун кириш услубининг узи зарур.

Айлана топология нисбатан кичикроқ кенгликда шуғулланувчи тармоқ учун жуда мос келади. Унда марказий узел йўқлиги боис тармоқнинг ишончлилигини оширади. Ахборотни ретрансляция қилиш узатиш воситаси сифатида ҳар қандай турдаги кабелдан фойдаланиш имконини беради. Бундай тармоқ узеллари хизмат кўрсатиш тартибининг кетма-кетлиги унинг тезкорлигини сусайтиради, узеллардан бирининг ишдан чиқиши айлана бутунлигини бузади ва ахборотни узатиш трактини сақлаш учун чоралар кўришни талаб қилади.

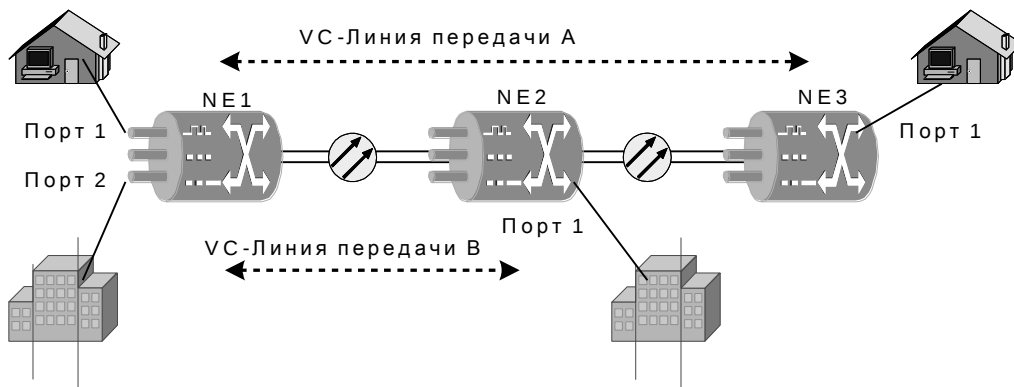
Шинали топология - энг оддий турлардан бири. У узатиш воситаси сифатида коаксиал кабелдан фойдаланиш билан боғлиқ. Маълумотлар тармоқ узатиш узелидан шина бўйича ҳар икки томонга тарқалади. Оралиқ узеллар келаётган ахборотларни трансляция қилмайди. Ахборот барча узелларга келиб тушади, лекин кимга жўнатилган бўлса, фақат ўшагина қабул қила олади.

Жадвал. 3-9 Тармоқ топологияларининг асосий кўринишлари

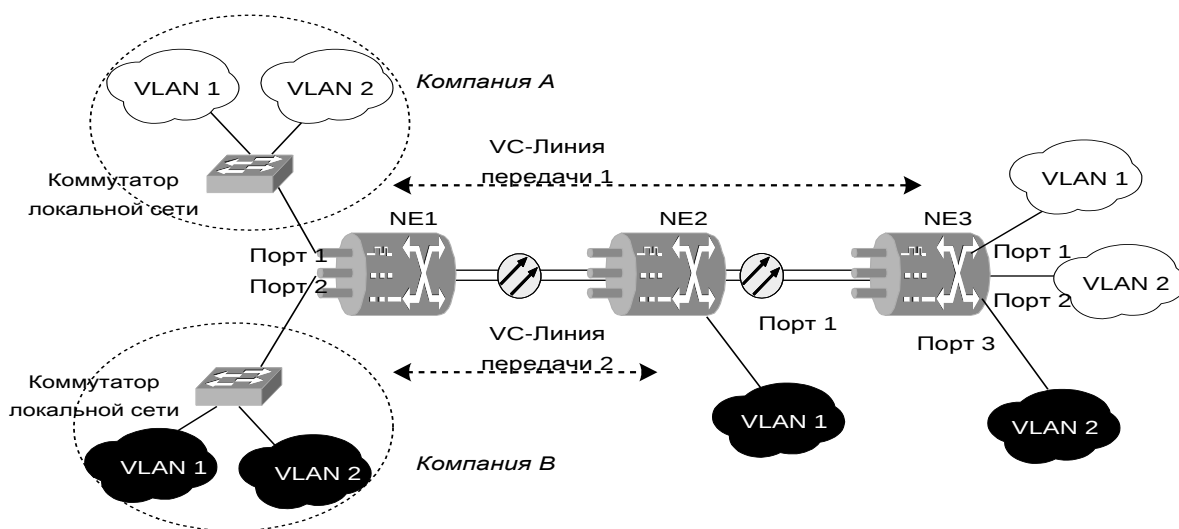
№	Тармоқ тузиш услуби	Топология
1	Занжир	
2	Халқа	
3	Бир нуқтада боғланган халқа	
4	Туташган халқа	
5	Занжирли халқа	
6	DNI	
7	Концентратор орқали занжирга боғланган халқа	

Ethernet хизмати кўрсатилиши

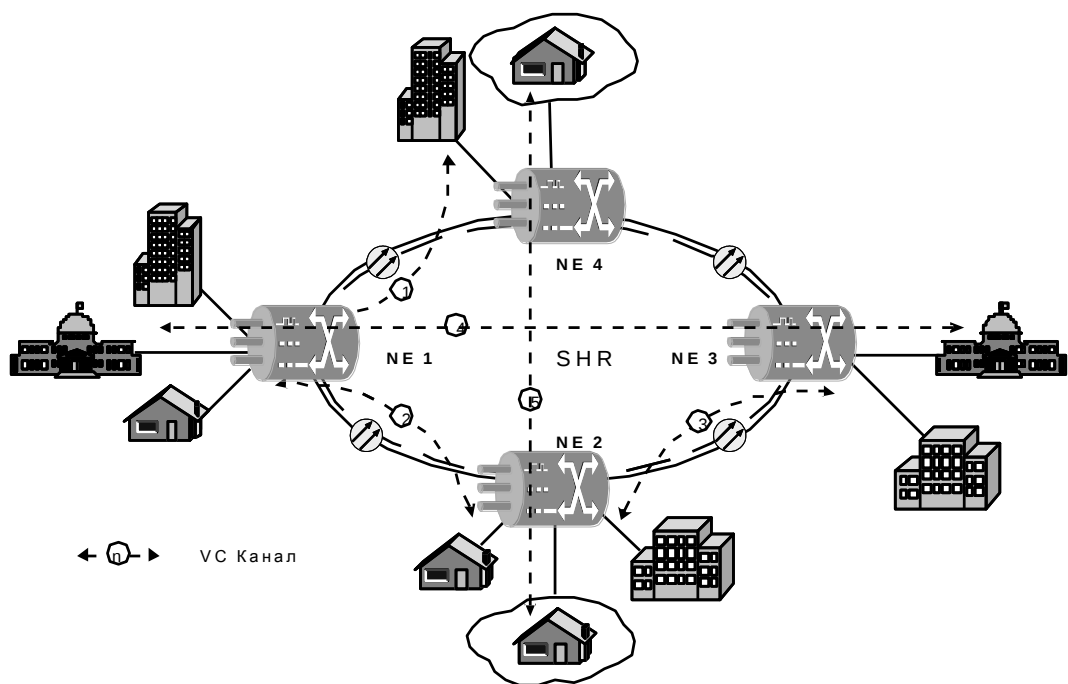
SDH платформасида OptiX OSN 3500 жихози товуш ва маълумотлар узатиш учун Ethernet хизмат кўрсатиш имконини беради.



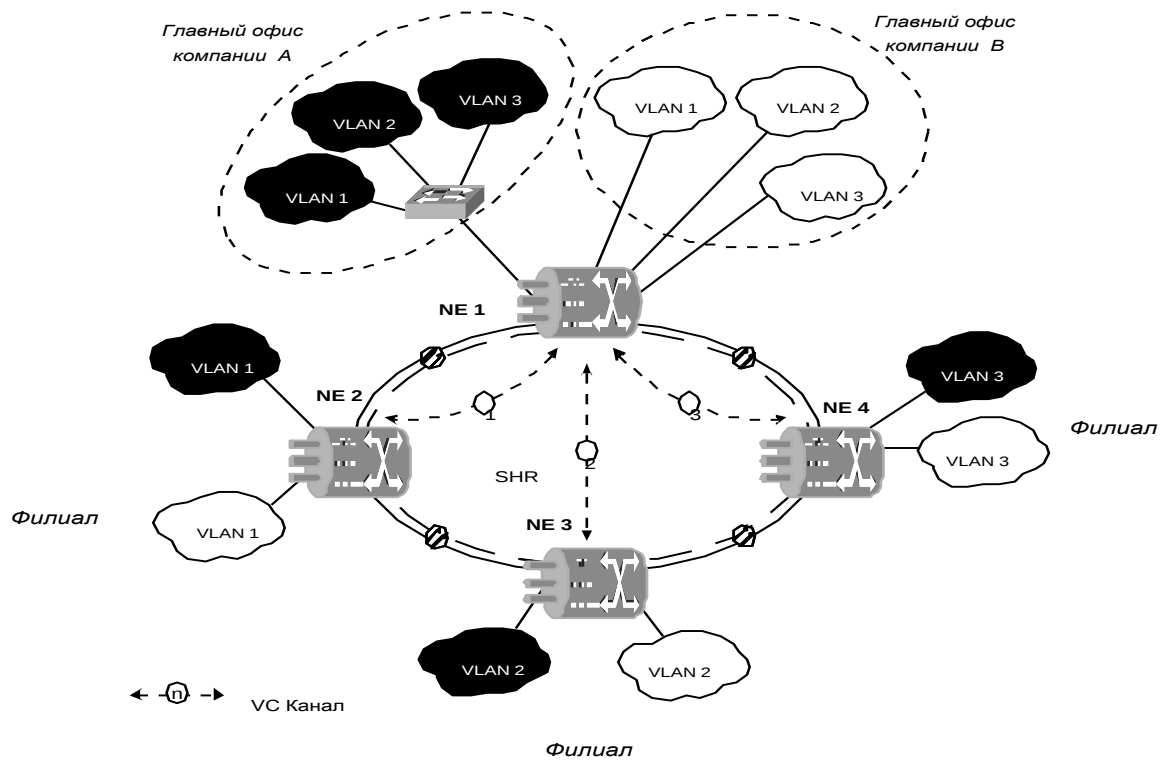
Расм. 3-30 Прозрачная передача услуг Ethernet хизмати "точка-точка" режимада жанжир топологияси учун



Расм. 3-11 Порт бўйича хизмат кўрсатиш классификацияси ва VLAN занжир топологияси



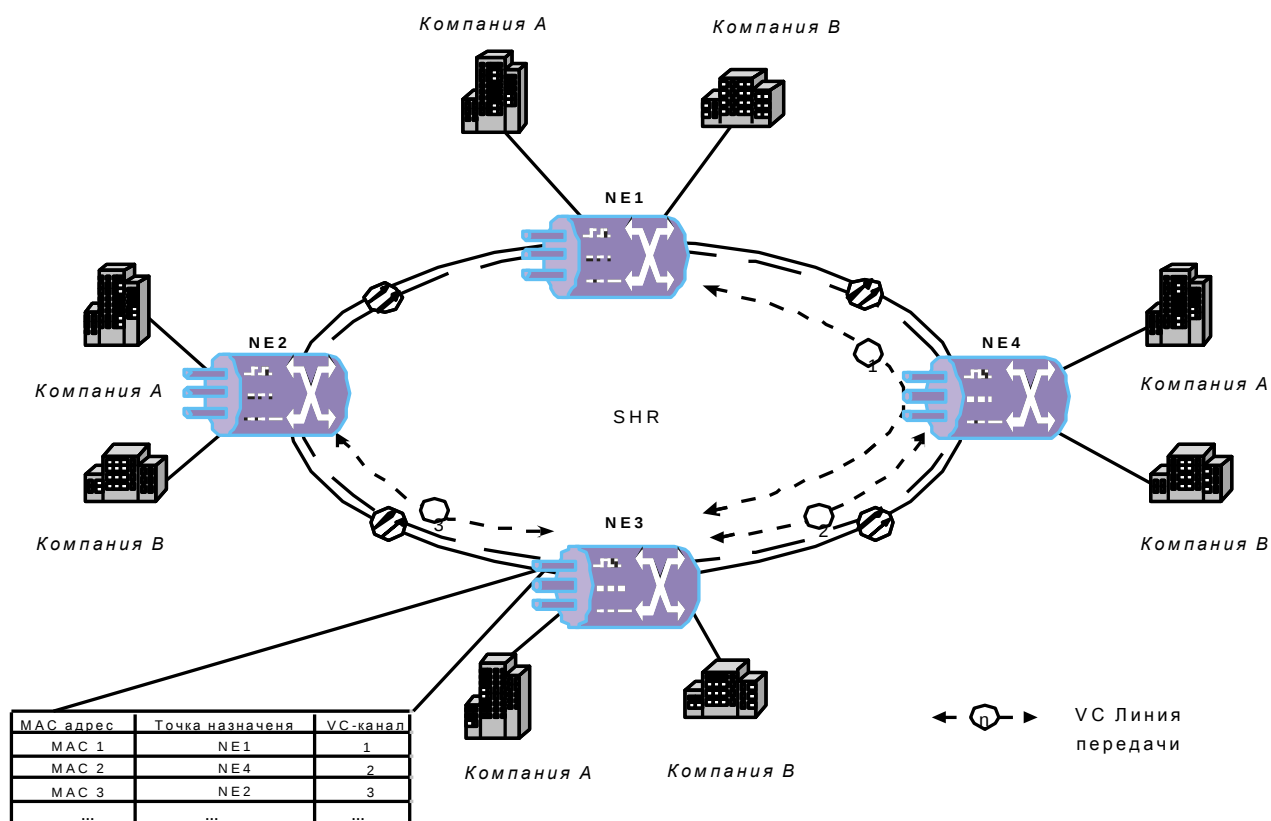
Расм. 3-12 Ethernet хизмати халқа топологиясида "точка-точка" режимида



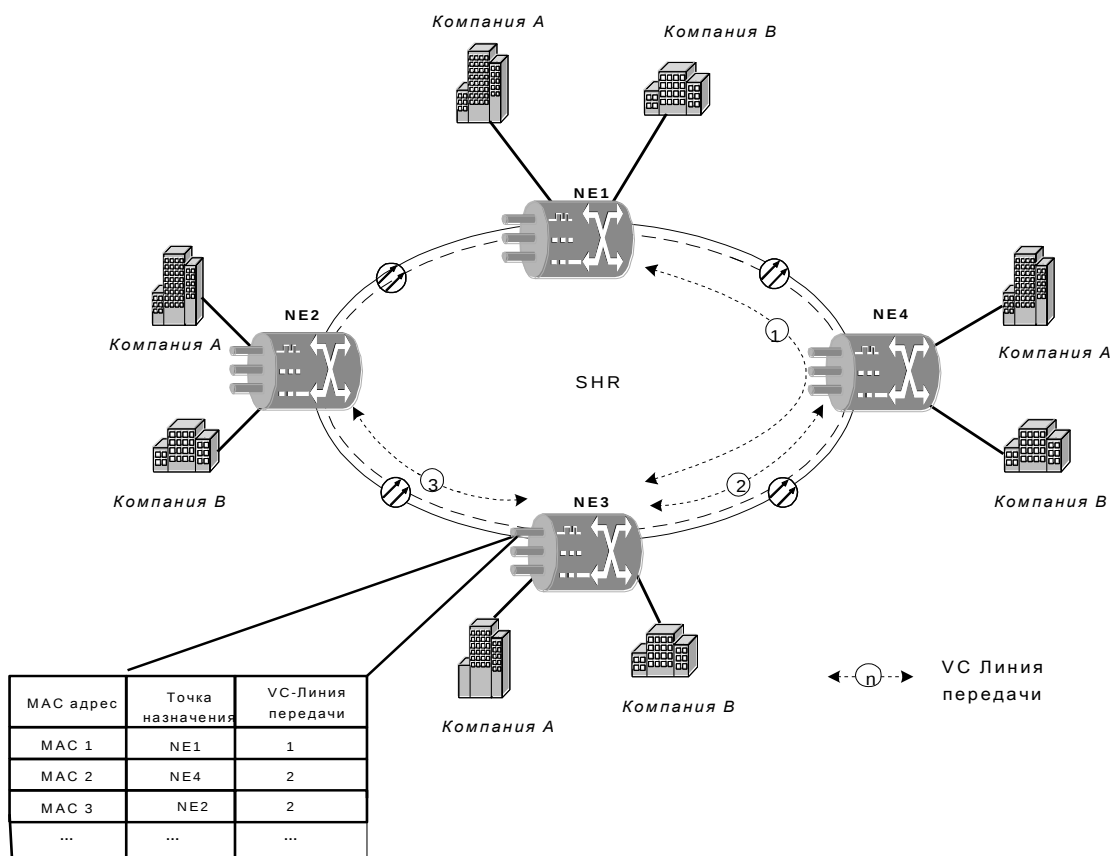
Расм. 3-13 Ethernet хизмати VLAN халқа топологиясида

OptiX OSN 3500 L2 даражадаги Ethernet берилганлари билан коммутация ўрнатади, у MAC адреси бўйича узатади.

4-5 расмда кўрсатилишича А ва В компаниялар LAN тармоғи бўйича тўрта нуқтада боғланган.



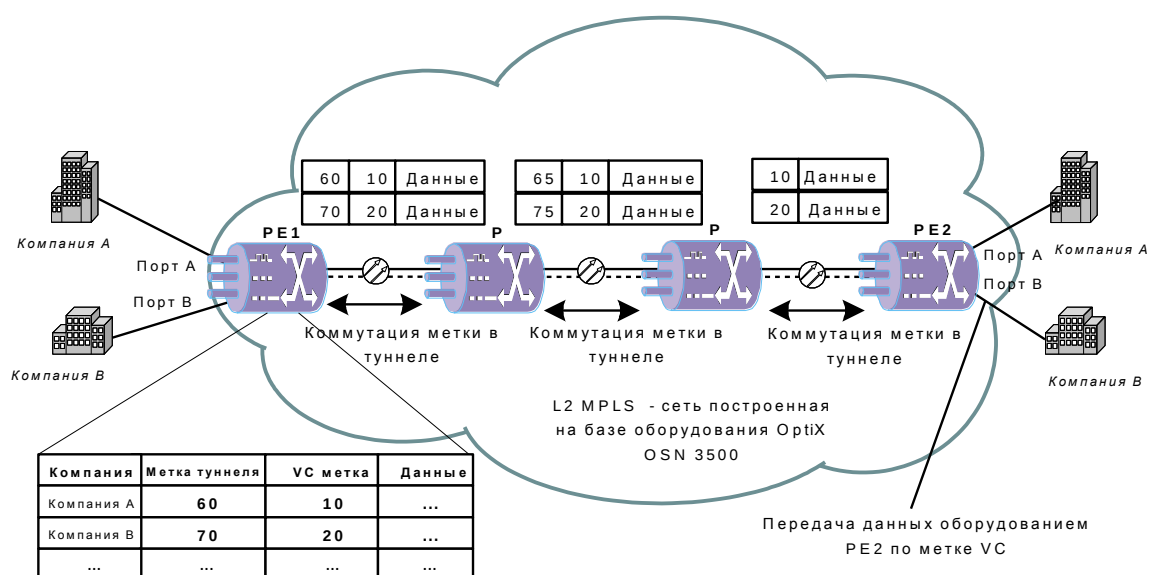
Расм. 3-14 L2 даражада Ethernet коммутация хизмати



Расм. 3-15 RSTP протоколли тармоқ структура топологияси

EPL/EVPL хизмати

OptiX OSN 3500 Martini режимида MPLS L2 VPN хосил қилади ва EPL/EVPL хизматини кўрсатади.



Расм. 3-16 EPL/EVPL хизмати

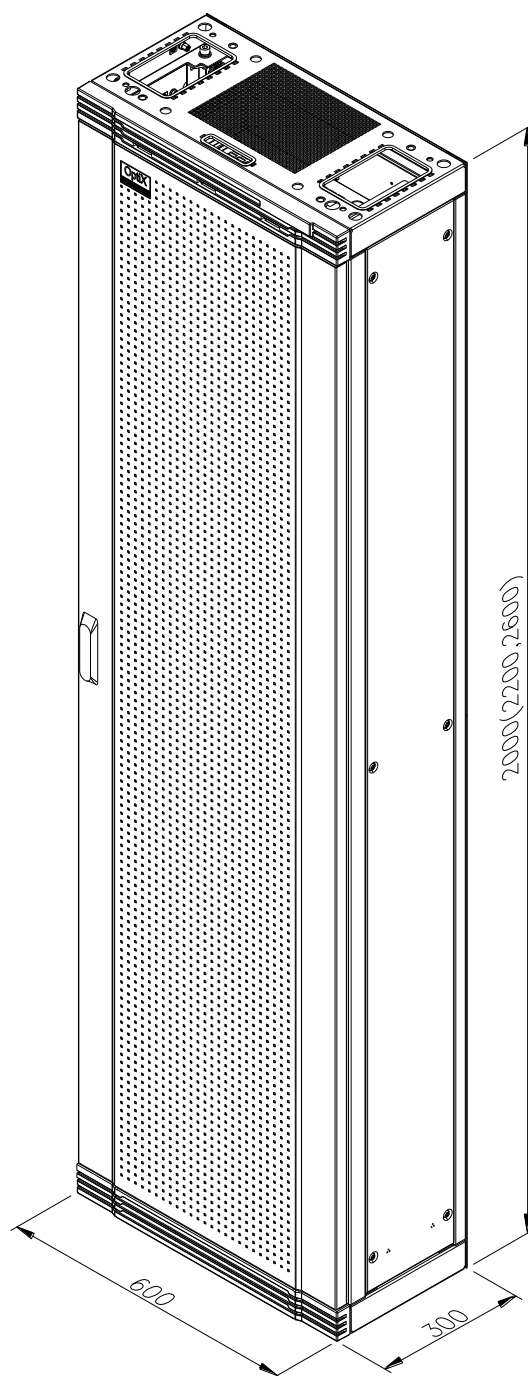
Жихозлари

Статив

OptiX OSN 3500 жихози ETSI монтаж қилинади 300 мм чуқурликда. Жадвалда OptiX OSN 3500 учун статив техник характеристикалари кўрсатилган.

Жадвал 3.10 OptiX OSN 3500 учун статив техник характеристикалари

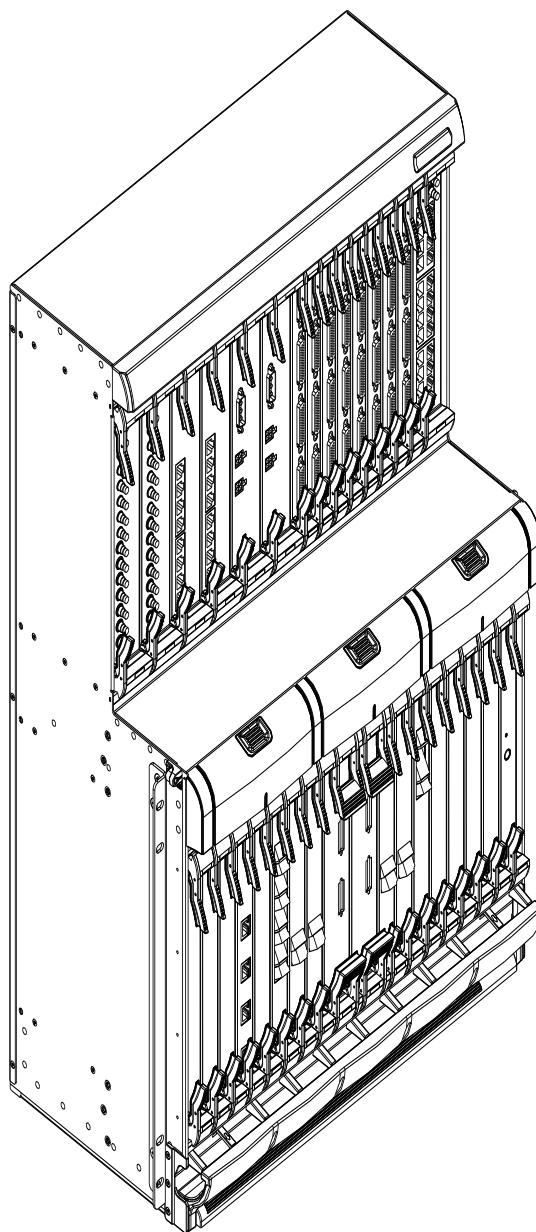
Тури	Ўлчамлари	Оғирлиги (кг)
Стандарт статив ETS300 119 чуқурлиги 300 мм	2600 мм (В) х 600 мм (Ш) х 300 мм (Г)	80
	2200 мм (В) х 600 мм (Ш) х 300 мм (Г)	70,4
	2000 мм (В) х 600 мм (Ш) х 300 мм (Г)	64



Расм.3-47 OptiX OSN 3500 жихозини монтаж қилиш учун статив

Полка

Полка ўлчамлари OptiX OSN 3500 730 мм (В) x 496 мм (Ш) x 295 мм (Г).



Расм. 3-18 OptiX OSN 3500 полкаси

3.4. OptiX OSN 3500 қурилмаси техник характеристикалари

Жадвалда 3.11 OptiX OSN 3500 жихози учун интерфейслар турлари келтирилган.

Интерфейс тури	Тезлик ва характеристикалари
Интерфейс Ethernet	10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-SX, 1000Base-LX
Электрик интерфейслар PDH/SDH	1544 Кбит/с, 2048 Кбит/с, 34368 Кбит/с, 44736 Кбит/с, 139264 Кбит/с, 155520 Кбит/с
Оптик интерфейс SDH	155520 Кбит/с, 622080 Кбит/с, 2488320 Кбит/с, 9953280 Кбит/с
Синхронизация Интерфейси	2048 Кбит/с, 2048 кГц

Жадвалда OptiX OSN 3500 жихози учун оптик интерфейс STM-1 характеристикалари келтирилган.

Номинал узатиш тезлиги	155520 Кбит/с				
Классификация коди	I-1	S-1.1	L-1.1	L-1.2	Ve-1.2
Ишчи тўлқин узунлик (нм)	1310	1310	1310	1550	1550
Манба	LED	MLM	SLM	SLM	SLM
S пунктига узатиш	G.957 стандарт га мос келади	G.957 стандарт га мос келади	G.957 стандарт га мос келади	G.957 стандарт га мос келади	G.957
Оптик канал S ва R пункт оралиғида					
R пунктда қабул					

Жадвалда 3.13 OptiX OSN 3500 жихози учун оптик интерфейс STM-16 характеристикалари келтирилган.

Номинал узатиш тезлиги	622080 Кбит/с				
Классификация коди	I-4	S-4.1	L-4.1	L-4.2	Ve-4.2
Ишчи тўлқин узунлик (нм)	1310	1310	1310	1550	1550
Манба	LED/MLM	MLM	MLM/SLM	SLM	SLM
S пунктига узатиш	В соответ- ствии с G.957	В соответ- ствии с G.957	В соответ- ствии с G.957	В соответ- ствии с G.957	Смотрите G.957*

Узатиш характеристикалари

Жадвалда 3.14 OptiX OSN 3500 жихозининг узатиш характеристикалари келтирилган.

Джиттер интерфейс STM-N даражага	Джиттер интерфейс PDH даражага	Бит хатоликлари
G.813/G.825 га асосан	G.823/G.783 га асосан	G.826 га асосан

Истеъмол қуввати

Жадвалда 3.15 OptiX OSN 3500 жихозининг платаларининг қувват истеъмол қилиш характеристикалари келтирилган..

Плата	Истеъмол қуввати (Вт)	Плата	Истеъмол қуввати (Вт)
SL64	32	BA2	20
SL16	20	BPA	20
SLQ4	16	DCU	0
SLD4	16	SPQ4	24
SL4	16	PD3	19
SLQ1	14	PL3	15
SLD1	14	D34S	2
SL1	14	PQM	22
SEP1	17	PQ1	19
EU08	11	D75S	5.5
OU08	6	D12S	9
EU04	6	TSB4	2.5
GXCS	27	TSB8	5
EXCS	62	EGS2	39
SCC	10	EFS0	33
AUX	19	ETF8	2
AFB	0	EFS4	33

Электромагнит мослашувчанлиги

OptiX OSN 3500 жихозининг электромагнит мослашувчанлик характеристикалари келтирилган.Жадвал 3.16

Характеристика	Стандарт	Натижа
Кондуктив нурланиш	EN55022 Class A	Ўтган
Нурланиш	EN55022 Class A	Ўтган
Электростатик разряд	IEC1000-4-2 (Air discharge:8 кВ;Contact discharge:6 кВ)	Ўтган
электромагнитных майдонларидан химоя	IEC1000-4-3 (10 В/м)	Ўтган
Электр узилишлардан химоя	IEC1000-4-4 (2 кВ)	Ўтган
Токлар сакрашидан химоя	IEC1000-4-6 (3В)	Ўтган

МЕҲНАТ МУҲОФАЗАСИ

Юқори частотали электромагнит тебранишларнинг организмга таъсири.

Электромагнит нурланишлар турли частоталарда, алоқа тармоғида кенг қўлланилади. Радиотехник қурилмаларда антеннага генераторлар, антенна қурилмалари, юқори частотали трансформаторлар, фидер трактлар, материалларни термик ишлов териш қурилмаларида – электромагнитлар, конденсаторлар электромагнит нурланиш манбаи саналади. Кўрсатилган қурилмалар ишида уларни ўраб турган фазода электромагнит майдонлар пайдо бўлади. Электромагнит майдонлар фойдали ҳаракати билан бир қаторда инсон танасига кириб, унга ноқулай, салбий таъсир кўрсатиши ва касбий касалликларга сабаб бўлиши мумкин. Улар асаб, эндокринологик ва юрак-қон томирлари тизими касалланишини чақириши мумкин, инсонда қон босими пасаяди, пульси секинлашади, рефлекслар тормозланади, қон таркиби ўгаради. Электромагнит майдонлар таъсири организмга иссиқ иқлим таъсирида ўз аксини бериши мумкин. Инсон танаси томонидан ичга ютилган электромагнит майдонлар қуввати танани ва айрим органларни қизишини юзага келтириб, касалликларга олиб келиши мумкин. Тананинг 10^0C дан зиёд исиб кетишига йўл қуйиб бўлмайди.

Айниқса, мия, кўз, ичак, буйрак ва уруғдонлар электромагнит майдонларга таъсири йўналади. Электромагнит майдонларининг таъсири субъектив пайдо бўлиши жуда толиқиш, бош оғрик, жиззакиликда, серуйқулик, нафас сиқиши, кўриш қобилиятининг ёмонлашуви, тана хароратининг кўтарилишида ўз аксини топади.

Электромагнит майдонларининг инсон организмга таъсири электр ва магнит майдонларининг кучланиши, энергия оқимининг интенсивлиги, тебраниш частотаси, нурланишнинг тананинг маълум юзасида тўпланиши ва инсон организмнинг шахсий хусусиятларига боғлиқ бўлади.

Электромагнит майдонларининг инсон организмга таъсир кўрсатишининг асосий сабаби шуки, инсон танаси таркибидаги атом ва молекулалар бу майдон таъсирида мусбат ва манфий қутбларга бўлина бошлайди.

Қутбланган молекулалар электромагнит майдони тарқалаётган йўналишга қараб ҳаракатлана бошлайди.

Қон, ҳужайра ва ҳужайралар оралиғидаги суюқликлар таркибида ташқи майдон таъсиридан ионлашган тоқлар ҳосил қилади. Ўзгарувчан электр майдони инсон танаси ҳужайраларини ўзгарувчан диэлектрик қутбланиш, шунингдек ўтказувчи тоқлар ҳосил бўлиши ҳисобига қиздиради. Иссиқлик таъсири электромагнит майдонларининг энергия ютиши ҳисобига бўлади. Энергия ютилиши биологик ҳужайраларга махсус таъсир кўрсатиши билан кечади, бу таъсир инсон ички органлари ва ҳужайраларидаги нозик электр потенциаллари ишини бузиш ва суюқлик айланиш функцияларининг ўзгариши ҳисобига бўлади. Ўзгарувчан магнит майдони атом ва молекулаларнинг магнит қутблари йўналишларининг ўзгаришига олиб келади. Бу таъсир инсон организмга зарари жихатидан кучсиз бўлсада, лекин умуман организм учун бефарқ деб бўлмайди.

Электромагнит майдонлар таъсирида зарарланиш даражаси нурланиш суръати, ҳаракат частотаси даврига боғлиқ. Майдоннинг кучланиши қанча кўп бўлса ва унинг таъсир даври давомли бўлса, организмга кўрсатувчи таъсири шунча юқори бўлади.

Тебраниш частотасининг ортиши тана ўтказувчанлигини ва энергия ютиш нисбатини оширади, аммо кириб бориш чуқурлигини камайтиради. Узунлиги 10 см дан қисқа бўлган тўлқинларнинг асосий қисми тери ҳужайраларида ютилиши тажрибаларда тасдиқланган. 10—30 см диапазондаги нурланишлар тери ҳужайраларида кам ютилади (30—40 %) ва асосан уларнинг ютилиши инсоннинг ички органларига тўғри келади. Бундай нурланишлар ниҳоятда хавфли ҳисобланади.

Организмда ҳосил бўлган ортиқча иссиқлик маълум чегарагача инсон организмнинг терморегуляцияси ҳисобига йўқотилиши мумкин. Иссиқлик чегараси деб аталувчи маълум миқдордан бошлаб ($I > 10 \text{ мВт/см}^2$), инсон организмда ҳосил бўлаётган иссиқликни чиқариб ташлаш имкониятига эга

бўлмай қолади ва тана ҳарорати кўтарилади, бу эса, ўз навбатида, организмга катта зарар етказади.

Иссиқлик ютилиши инсон организмнинг сувга сероб қисмларида яхши кечади (қон, мускуллар, ўпка, жигар ва ҳ.к.). Аммо иссиқлик ажралиши қон томирлари суст ривожланган ва терморегуляция таъсири кам бўлган аъзолар учун жуда зарарлидир. Буларга кўз, бош мия, буйрак, овқат ҳазм қилиш органлари, ўт ва сийдик ҳалталари киради. Кўзнинг нурланиши кўз қорачиғининг хиралашишига (катарактага) олиб келади. Одатда кўз қорачиғининг хиралашиши бирданига ривожланмасдан, нурлангандан кейин бир неча кун ёки бир неча ҳафта кейин пайдо бўлади.

Электр токи таъсирига тушган кишига биринчи ёрдам кўрсатиш.

Электр токи таъсирига тушган кишига тиббиёт ходими келгунга қадар кўрсатиладиган ёрдамни икки қисмга бўлиб қаралади:

1) ток таъсиридан қутқариш ва 2) биринчи ёрдам кўрсатиш.

Ток таъсиридан қутқариш ўз навбатида бир неча хил бўлиши мумкин. Энг осон ва қулай усули бу электр қурилмасининг ўша қисмига келаётган токни ўчиришдир.

Агар бунинг иложи бўлмаса (масалан, ўчириш қурилмаси узоқда бўлса), унда ток кучланиши 1000 В дан кўп бўлмаган электр қурилмаларида электр симларини сопи ёғочли бўлган болталар билан кесиш ёки зарарланган кишининг кийими қуруқ бўлса, унинг кийимидан тортиб ток таъсиридан қутқариб қолиш мумкин. Агар электр токинг кучланиши 1000 В дан ортиқ бўлса, унда диэлектрик қўлқоп ва электр изоляцияси мустаҳкам бўлган электр асбобларидан фойдаланиш керак.

Электр таъсирига тушган кишига биринчи ёрдам кўрсатиш унинг ҳолатига қараб белгиланади. Агар таъсирланиш киши ҳушини йўқотмаган бўлса, унинг тинчлигини таъминлаб, врач келишини кутиш ёки тезда даволаш муассасасига олиб бориш зарур. Агар ток таъсирида ҳушини йўқотган, аммо нафас олишни ва юрак тизими ишлаётган бўлса, уни қуруқ ва қулай жойга ётқизиш, камари ва ёқасини бўшатиш ва соф ҳаво келиниши

таъминлаш зарур. Нашатир спирти ҳидлатиш, юзига сув пуркаш, танасини ва кўлларини ишқалаш яхши натижа беради. Агар жароҳатланган кишининг нафас олиши қийинлашса, қалтираш ҳолати бўлса, аммо юрак уриш ритми нисбатан яхши бўлса, унда бу кишига сунъий нафас олдириш зарур.

Электр хавфсизлигини таъминлаш.

Саноат корхоналарида ўрнатилган ҳар қандай дастгоҳ, ёрдамчи машина-механизмлар, шкафлар, бошқариш пультаи хамда электр двигателлари ва бошқа жиҳозларнинг ҳаммаси, агар уларни ишлатиш учун фойдаланиладиган электр қуввати 42 В дан юқори кучланишга эга бўлса, албатта ерга уланган бўлиши шарт. Бунинг учун ҳар қандай цехларда ерга улаш воситалари қулай, осон ва енгил бажариладиган бўлиши керак. Бу воситалар ерга етарли даражада пухта уланган ёки нолга уланган бўлиши шарт. Бу воситаларда ерга улаш симларини осонгина маҳкамлаш мумкин бўлган винтсимон қурилма ёки қисқич бўлиши керак. Ерга улаш воситалари уланадиган жойлар зангламайдиган, бироқ ток ўтказадиган воситалар билан ишлов берилиши шарт. Ерга улаш воситаларига қотириладиган гайкалар албатта пружинали шайба билан таъминланган бўлиши керак. Ерга улаш воситасига уланишн керак бўлган симларнинг винтлар ёрдамида сиқиб турилиши керак бўлган юзалари ва винт резбасининг катталиги қуйидаги жадвалда келтирилган.

Дастгоҳ ишлатилганда фойдаланиладиган ТОК кучи, А	Ерга улашда фойдаланиладиган винт резбасининг капалиги, мм	Ерга улаш воситасига сиқиб туриш керак бўлган юза, мм
16 гача	М4	12
10 дан 25 гача	М5	14
25 дан 100 гача	М6	16
100 дан 250 гача	М8	20
250 дан 630 гача	М 10	25
630 дан ортиқ	М12	28

4.1-жадвал

Электр ускуналари бажарадиган ишларда, сарфланадиган қувват ва кучланишларидан қатъи назар, қуйидагича ранглардаги муҳофаза қобилигига эга бўлган симлардан фойдаланилади:

Ўзгармас ва ўзгарувчи кучланишдаги электр тармоғидаги симлар қора (қора қўнғир) рангда;

бошқариш, сигнал, ўлчаш учун ёки маҳаллий ёритиш учун фойдаланиладиган ўзгарувчан ток — қизил (тўқсарик, оч қизил) ранг, худди шунинг ўзи доимий ток билан ишласа — кўк (бинафша) рангда; ерга улаш тармоқлари — икки хил рангда — яшил-сарик (асосан яшил). Нолга улашда фойдаланиладиган тармоқлар — ҳаворанг (оқ, кулранг)да.

Сунъий ёритиш нормалари.

Сунъий ёритишнинг санитария нормалари СНиП 11-4-79 билан белгиланган. Бу ҳужжат саноат ва қишлоқ хўжалик корхоналарига тааллуқли бўлиб, ишлаб чиқариш хоналари ва иш бажариш юзаларини, шунингдек турар жой биноларини ёритишнинг талаб этиладиган даражасини белгилайди. Ёритилиш нормалари соҳалараро ва умумий характерга эга. Уларнинг асосида ва ишлаб чиқариш хусусиятларини ҳисобга олиш билан ҳар хил турдаги саноат корхоналари учун соҳа нормалари ишлаб чиқилади.

Санитария нормалари люминисцент ва юқори босимдаги симобли лампалар асосида белгиланади, лекин уларда чўғланма лампалар ишлатиладиган қурилмаларга ҳам талаблар назарда тутилган.

Нормалар ёритилганликнинг талаб қилинган минимал даражаларини кўриш билан ишланадиган иш шароитларига энг кичик объектни фарқлаш, объектнинг контрастлик ва фон даражаси, фоннинг тавсифи (рангсиз, ўртача, қорамтир)га қараб белгиланади. Керакли ёритиш даражаси объект фони қанчалик қорамтир, деталь қанчалик кичкина ва объект контрастлигининг фондан фарқи кам бўлса, ёритилиш даражаси шунчалик юқори бўлади. Биринчи бешта разряд — кўз билан бажариладиган ишнинг энг юқори аниқликдан кам аниқликкача — ҳам комбинацияли (мураккаб), ҳам умумий тизимдаги ёритишдан фойдаланишдан келиб чиқади. Комбинацияли ёритиш

тизимини қўллаганда фақат умумий ёритишга нисбатан талаб этиладиган ёритиш даражаси юқори бўлади. Масалан, энг юқори аниқликда бажариладиган ишда контрастлик кам ва қорамтир фонда комбинацияли ёритиш тизимидан фойдаланганда ёритилганлик даражаси камида 5000 лк, фақат умумий ёритилганлик тизимида эса камида 1500 лк бўлиши керак.

Нормаларда 1-Ув разрядли ишлар учун одатда мураккаб ёритишни қўллаш лозимлиги кўрсатилган. Умумий ёритиш тизимидан фойдаланишга жойлардаги ёритишнинг имконияти бўлмаган ҳоллардагина йўл қўйилади. Бунда умумий ёритиш асосан люминисцент лампалар билан амалга оширилади.

Эвакуация йўллари.

Ҳар бир саноат корхонаси учун мўлжалланган бино лойиҳаланаётганда албатта ёнғин вақтида кишиларни у ердан ўз вақтида чиқариб юбориш имкониятини яратадиган эвакуация йўллари ташкил қилинади. Эвакуация йўллари ҳар қандай саноат корхонаси учун албатта энг камида 2 та бўлиши керак. Ёнғин бўлган тақдирда ишчилар саноат корхонаси хонасидан энг қисқа йўл орқали белгиланган маълум вақт ичида чиқиб кетишлари зарур.

СНиП II-2-80 га асосан саноат корхоналаридан ташқарига чиқиб кетиш йўллари, коридорлари ва қаватлардан тушиш йўллари ҳисоблаб чиқилади.

Эвакуация йўлларининг эни 1 м дан, эшикларнинг эни 0,8, бўйи 2 м дан кам бўлмаслиги керак. Эвакуация йўллари бўлган коридорлар, зинапоялар одамлар сонига қараб ҳисобланади.

Саноат корхоналарини лойиҳалашда одамларни эвакуация қилишга мўлжалланган зинапоялар ва уларни жойлаштириш мўлжалланган катаклар учун маълум тартибда талаблар қўйилади.

Масалан, зинапоя ўрнатилган катакларда тутун тўпланмайдиган бўлиши, яъни тутунни чиқариб юбориш учун ташқи томони очиқ ёки ҳавони чиқариб юборишни таъминловчи техник воситаларга эга бўлиш керак. Ёки зина катаклари ичкари томонда ёнғин чиқиши мумкин бўлган бинодан ажратилган бўлиб, ташқи томондан ёритиладиган бўлиши мумкин. Бутунлай катак билан

тўсилмагаи зинапоялардан ҳам фойдаланиш имконияти бор, бу зинапоялар ташқи очик томонда бўлса, эвакуация имконияни янада ортади. Ҳар хил баландликдаги бинолар учун ёнғинга қарши нарвонлар ўрнатилиши керак.

Эвакуация йўлларининг ҳисоби, шу жойдаги барча ишчиларнинг чиқиб кетиши учун керак бўладиган вақтни белгилаш билан амалга оширилади. Бу СНиП II-2-80 асосида, биноларнинг қандай иш бажаришга ва бино конструкцияларининг ўтга чидамлилигини ҳисобга олган ҳолда, вақт чегаралари аниқланади.

Хоналарда ишчи ўринларини ташкил этиш.

КТ ва ТТ ишлари олиб бориладиган хоналарда ишчи ўринларининг ташкил этилиши СанҚ ва М №001-94 га асосланган ҳолда олиб борилиши керак. Ишчи мебелининг конструкцияси ишчининг бўйи ва гавдасига мос бўлиши лозим. Тез-тез ишлатиб туриладиган меҳнат предметлари ва бошқариш органлари ишчи учун қулай бўлиши керак.

Иш столининг баландлиги 580—760 мм оралиғида сақланиши лозим, агар бунга имкон бўлмаса, столнинг баландлиги 720 мм бўлиши керак; стол устининг энг қулай ишчи ўлчами 1600х900 мм ҳисобланади. Иш столининг тагида баландлиги бўйича 600 мм, эни бўйича 500 мм ва чуқурлиги бўйича 650 мм дан кам бўлмаган оёқ ҳаракати учун эркин бўшлиқ бўлиши керак. Иш столининг устида ҳужжатларни жойлаштиришга махсус жой мўлжалланмоғи керак, кўз билан иш столининг оралиғи, кўздан клавиатурагача бўлган масофадек бўлиши лозим, бу кўришдаги толиқишни анча камайтиради.

Иш стули (кресло) кўтариладиган - буриладиган, ўтириладиган ва суяниладиган қисми баландлиги бўйича созланиши, шунингдек, унинг контрукцияси суянчиқ бурилиш бурчагининг ўзгаришини таъминловчи мослама билан жиҳозланган бўлиши керак. Кресло тирсак қўйгичга эга бўлиши, ҳар бир параметрлари енгил созланиши ва мустақил бўлмоғи лозим.

Ўтириладиган қисм юзасининг баландлиги 400—500 мм оралиғида сақланиши, эни 400 мм, чуқурлиги 380 мм дан кам бўлмаслиги лозим. Унинг горизонтал текисликдаги эгилиши 400 мм Суянчиқнинг қиялик бурчаги

ўтириладиган қисм текислигига нисбатан 90—110° оралиғида ўзгариши керак. Иш стулининг устки қисмидаги қоплама материали кирланишдан осон тозаланиши, ярим юмшоқ, сирпанмайдиган, электролизатцияланмайдиган ва қопламаси ҳаво ўтказувчан бўлиши мақсадга мувофиқ.

Ишчи ўринда оёқ учун таглик инобатга олиниши лозим. Унинг узунлиги 400 мм, эни 350 мм ни ташкил этиши керак. Тагликнинг баландлиги 0—150 мм ва қиялик бурчаги 0—20° оралиғида бўлиши, юзаси тарам-тарам қопламали бўлиши керак.

Ёнғиннинг келиб чиқиш сабаблари ва унинг олдини олиш.

Хўжаликда иситиш печларини қуриш ёки ишлатиш қоидаларининг бузилиши, ишлаб чиқаришда ёки ишлатиш қоидаларининг бузилиши, керосинда ишлайдиган ёритиш ёки қиздириш асбобларини нотўғри ўрнатиш ёки улардан фойдаланиш қоидаларини бузиш, яшин ёки статик электр разрядлар машиналар ва ишлаб чиқариш жихозларининг носозлиги ҳамда уларни ишлатиш қоидаларига риоя қилмаслик (ички ёнув двигателларидан чиқадиган учқунлар, электр қурилмаларидаги қисқа туташувчилар ёки уларнинг ерга уланиб қолиши, электр симларида нагрузканинг йул кўйилмайдиган даражада ортиб кетиши, контактларни ёмон бўлган жойларининг қизиб кетиши ва улардан учқун чиқиши, буғ қозонларининг портлаши), қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг ёки ёнилғининг ўз-ўзидан ёниб кетиши ёнғинга сабаб бўлади.

Ёнғиннинг олдини олишда ташкилий ва техникавий тадбирлар қўлланилади. Кўнгилли ўт ўчирувчи дружиналари ёки ёнғиндан муҳофазалаш дружиналари тузиш омма орасида тушинтириш ишлари олиб бориш ташкилий тадбирлар қўлланилади. Кўнгилли ўт ўчирувчи дружиналари тузиш омма орасида тушинтириш ишлари олиб бориш ташкилий тадбирлар жумласига киради. Техникавий тадбирларнинг қўлами кенг бўлиб уларга қуйидагиларни мисол қилиб келтириш мумкин: ёнғин ёки портлаш жихатидан хавфли хоналарга алоҳида конструкцияли электр жихозлар ўрнатиш, носоз печлар, машиналар электр жихозлардан,

шунингдек, осон алангаланадиган суюқликлар сақланадиган ёки ишлатиладиган жойларда оловдан фойдаланишни тақиқлаб қўйиш, яшин кайтаргичлар ўрнатиш, чиққан ёнғиннинг тарқалишига йўл қўймаслик чораларини кўриш (объектларни ўтга чидамли материаллардан қуриш, бинолар орасидаги ёнғинга қарши ораликларга риоя қилиш) , ёнаётган бинолардан одамлар, хайвонлар ва қимматбаҳо хўжалик буюмларини муваффақиятли равишда кўчиришга имкон берадиган чораларини кўриш (керакли микдорда эшиклар, зарур кенгликда коридорлар қуриш, уларни тўсиб қўйишни ман этиш), ёнғинни ўчиришни осонлаштирадиган тадбирларни кўриш (ёнғини ўчириш нарвонлари, ёнғинни кузатиш миноралари, сув хавзалари ва биноларга келиш йўллари қуриш, ёнғин алоқаси ҳамда сигнализатциясини ўрнатиш).

Табиий шамоллаштириш ҳисоби (аэрация).

$$H_1 = 2.9 \text{ м;}$$

$$H_2 = 10 \text{ м;}$$

$$Q_{\text{орт.исс}} = 500000 \text{ ккал/соат;}$$

Аэрацион тешиклар (Фрамуг) ўқи 1 ва 2 пол сатхидан H_1 ва H_2 баландликда жойлашган. Хона ташқарисидаги ҳаво температураси $t_{\text{ташк}} = 22$ °С ҳонадан чиқиб кетаётган ҳавоникки эса $t_{\text{чик}} = 30$ °С, иш зонасида $t_{\text{иш.з}} = 24$ °С. Ташқаридаги ҳавонинг ҳажмий оғирлиги $V_{\text{таш}} = 1.173 \text{ кг/м}^3$ чиқиб кетаётган ҳавоникки эса чиқиб кетаётган $V_{\text{чик}} = 1,141 \text{ кг/м}^3$. Аэрация ёрдамида ортиқча иссиқликни чиқариб ташланади $Q_{\text{орт.иссик}}$.

Очилаётган фрамугларнинг талаб қилинган юзаси аниқлансин, агар улар юзаларининг нисбати $f_1: f_2 = 1,25$.

Масалани ечиш:

1. Зарурий табиий ҳаво алмашинуви қуйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$L_{\text{кк}} = L_{\text{к.чик}} = \frac{Q_{\text{орт.иссик}}}{0.24 \cdot (t_{\text{чик}} - t_{\text{таш}}) \cdot V_{\text{таш}}} = \frac{500000}{0.24 (30 - 22) \cdot 1.173} = 222009 \text{ .1}$$

L_{KK} ва $L_{\text{К,чик}}$ - ҳаво оқимининг тегишли равишда ҳонага кириб келиши ва чиқиб кетиш катталиклари.

0,24 - Ҳаво иссиқлик сифими ккал/кг °С.

2. Ҳаво чиқариш фрамуглар ўқлари майдон тепалигида жойлашган баландлиги ортиқча босимда қўйидаги формула ёрдамида ҳисобланади.

$$h_2 = \frac{H}{(f_2 / f_1)^2 (V_{\text{чик}} / V_{\text{ташк}}) + 1} = \frac{7.1}{(0.8)^2 \cdot (1.141 / 1.173) + 1} = 4.376$$

H - кирувчи ва чиқаруви ўқлар орасидаги масофа

$$H = H_2 - H_1 = 10 - 2.9 = 7.1 \text{ м}$$

3. Ҳаво сифими кириш ва чиқиш фрамуг ўқлари орасидаги масофа

$$h_1 = H - h_2 = 7.1 - 4.376 = 2.724 \text{ м}$$

4. Ҳавонинг цехдаги ўртача температураси :

$$t_{\text{ўрт.тем}} = \frac{t_{\text{ши.з}} + t_{\text{чик.ж}}}{2} = \frac{24 + 30}{2} = 27 \text{ } ^\circ\text{C}$$

5. Ҳавонинг ҳажмий оғирлиги $V_{\text{ўртех}} = 1,154 \text{ кг/м}^3$

6. Фрамугларнинг ўқ юзаси ичкидаги ортиқча босимини топамиз

$$P_{\text{орт}} = h_2 (V_{\text{ташк}} - V_{\text{ўртех}}) = 4.376 (1.173 - 1.154) = 0.083 \text{ кг/м}^3$$

7. Юқори фрамугдаги ҳаво ҳаракатининг тезлиги қуйидаги тенглик ёрдамида

аниқланади:

$$V_2 = \sqrt{\frac{0.079 \cdot 2 \cdot g}{V_{\text{чик}}}} = \sqrt{\frac{0.079 \cdot 2 \cdot 9.8}{1.141}} = \sqrt{1.357} = 1.164$$

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ эркин тушиш тезлиги,

8. Юқори фрамугларнинг керакли юзаси қуйидаги тенгликдан аниқланади. t

$$L_{\text{ХК}} = 0.65 \cdot V_2 \cdot V_{\text{чик}} \cdot 3600 = 0.65 \cdot 1.164 \cdot 1.141 \cdot 3600 = 3107.81$$

$$f^2 = \frac{L_{\text{KK}}}{L_{\text{ХК}}} = \frac{222009.1}{3107.81} = 71.4 \text{ м}^2.$$

0,65 - аэрацион фрамуглардан ўтаётган ҳаво ҳаракатидаги маҳалий қаршилиги ва ҳисобга олинган динамик босимининг коэффициентини

9. Пастки фрамуглар юзаси.

$$f_1 = f_2 \cdot 1.25 = 1.25 \cdot 71.4 = 89.3 \text{ м}^2 \text{ ни ташкил этади.}$$

Хулоса

Битирув малакавий ишда SDH технологияси асосида ишловчи OSN 3500 қурилмасини батафсил таҳлил қилиб берилган.

SDH технологияси таҳлили ва афзалликлари таҳлил қилиниб, рақамли узатиш тизимларининг плезиахрон (PDH) иерархияси. E1, E2, E3, E4 оқимларини ҳосил қилиш, синхрон рақамли иерархиянинг рақамли узатиш тизимлари, STM-1 модулининг шаклланиши, синхрон рақамли иерархия транспорт тармоғи ва ускуналарининг характеристикалари кўриб чиқилди.

WDM технологиясининг транспорт технологиялари билан ўзаро таъсир модели ёритилиб, WDM тизимларининг тузилиш схемаси, WDM тизимлари оптик интерфейсларининг таснифлари, WDM тизимларининг частотавий режаси, WDM технологиясининг таснифланиши, DWDM технологияси, DWDM технологиясининг қўлланилиши, DWDM технологиясининг тузилиши асосланди.

SDH технологияси асосида ишловчи OSN- 3500 қурилмасини таҳлил тўлиқ қилиниб, OptiX OSN 3500 Ethernet хизматлари, тармоқни химоя қилиш ва тузиш услублари, SDH технологияси асосида ишловчи OSN- 3500 қурилмаси тармоқ топологиялари, OptiX OSN 3500 қурилмаси техник характеристикалари атрофлича таҳлил қилиниб берилди.

Меҳнат муҳофазаси масалалари ёритилди.

Адабиётлар

1. Каримов И.А. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. – Т.:Ўзбекистон, 2009. - 56 б.
2. “Телекоммуникация узатиш тизимлари” фанидан маърузалар матни доц. Исаев Р.И. ТАТУ – 2010.
3. OptiX OSN 3500 STM-64/STM-16 ,Интеллектуальная платформа оптической передачи, Техническое руководство - Описание системы.
4. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: 0-75 Учебник для вузов В. В. Крухмалев, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченов и др.; Под ред. В. Н. Гордиенко и В. В. Крухмалева. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 510 с: ил.
5. Андрэ Жирар. «Руководство по технологии и тестированию систем WDM». М.: EXFO, 2001. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько. / Общая редакция А.В. Шмалько. 252 с.
6. Оптические системы передачи: Учебник для вузов/Б.В. Скворцов, В.И. Иванов, В.В. Крухмалев и др.; Под ред. В.И. Иванова.-М.: Радио и связь, 1994.
7. Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. - 2-е изд., перераб. и доп. / Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. - М.: ООО "Волоконно-оптическая техника", 2005. - 576 с/
8. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно–оптические сети-М.: Эко– Трендз, 2000.
9. ITU-T Rec. G.692 - Optical interfaces for multi-channel systems with optical amplifiers (10.98). Corrigendum 1, 2 (01.00, 06.02)
10. Андрэ Жирар. «Руководство по технологии и тестированию систем WDM». М.: EXFO, 2001. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько./Общая редакция А.В. Шмалько. 252 с.

11. Бьярие Мюнх. «Как обеспечить качественную передачи речи» ч I. «Сети и системы связи». №3 (53), 2000 г, стр.8-10.
12. Бьярие Мюнх. «Как обеспечить качественную передачи речи» ч II. «Сети и системы связи». №4 ,(54) 2000г, стр. 3-7.
13. Журнал сетевых решений LAN. Олифер Виктор, Олифер Наталья. MPLS на службе VPN. №6, 2002г, стр. 18.
14. Журнал сетевых решений LAN. Рэнди Жанг. «Сетевые услуги нового поколения». №5, 2001г, стр. 16.
15. Виктор и Наталья Олифер «Искусство оптимизации трафика». Журнал сетевых решений LAN, №8, 2002г, №6, стр 21.
16. Ю.В. Жанов. «Технология MPLS в IP сетях». Технология и средства связи. №3, 2001г, стр 32.
17. О.М. Аленов. «Многопротокольная коммутация меток». Вестник связи, №8, 2002г, стр 2-4.
18. «Сеть будущего в Узбекистане». Газета «Хабар», №33, 2004г.
19. Техничко-экономическое предложение по построению корпоративной сети передачи данных и пакетной телефонии государственного комитета Республики Узбекистан по статистике на базе технологии MPLS/VPN сети NGN СП “EAST Telecom”.
20. Ренди Жанг. Сетевые услуги нового поколения. Журнал сетевых решений LAN. №6, 2001г, стр. 32-36.
21. А.В. Коган. IP-телефония: соотношение цены и качества. Технология и средства связи. №3, 2001г, стр. 16.
22. Гауэр Дж. Оптические системы связи: Пер. с англ. –М.:Радио и связь, 1989. -504с.
23. Прохоров Д.В.Атмосферные оптические линии связи. Технологии и средства связи, 2004, №1. с.1-8.
24. Николаев А.Ю. Расчет надежности работы атмосферной оптической линий связи. Информстат – Средства связи, 2001,4(17), с. 26-27.

25. Иваненко О.Н., Прохоров Д.В., Садовников М.А. и др. Атмосферные оптические линии связи. Опыт разработки и эксплуатации аппаратуры.
<http://www.gos.ru//>
26. Уймин А.А., Галушко А.С. Атмосферная оптическая линия связи в Екатеринбурге.
http://laseritc.ru/files/files/ Atmosph_line in Ekat.pdf
27. Компания «DELTA SOLUTIONS INC» (Южная Корея) Лазерная связь – новый экономичный способ беспроводной связи.
<http://www.deltasolution.co.kr>.
28. Островский Л.Л.-ЖТФ, 1963, т. 33, с. 905; ЖЭТФ, 1966, т. 51, с. 1189.
29. Whitham G.B.. Proc. Roy. Soc.. 283, 238 (1965); J. Fluid Mech., 27, 399 (1967).
30. Haseganxt A., Brhikman W.F., IEEE J. Quantum Electron., QE-16, 694 (1980).
31. Anderson D.R., Datta S., Gimshor R.L., J. Appl Phys., 54, 5608 (1983).
32. Lamb G.L.. Jr., Elements of Soliton Theory, Wiley, New York, 1980.
[Имеется перевод: Лэм Дж.Л. Введение в теорию солитонов. М.; Мир, 1983.]
33. Anderson D., Lisak M., Opt. Lett., 9, 468 (1984).
34. ShuklaP.K., Rasmussen J. J., Opt. Lett., 11, 171 (1986).
35. Tajk., Hasegawa A.,Tomita A.,Phys. Rev. Lett., 56, 135 (1986).
36. Potasek M.J., Agrawal CP. Phys. Rev.. A36, 3862 (1987).
37. Islam M.N., Dijaili S.P., Gordon J. P., Opt. Lett., 13, 518 (1988).
38. Захаров В.Е., Шабат А.Б. ЖЭТФ, 1971, г. 61, с. 118.
39. Hasegawa A., Tappert F., Appl. Phys. Lett., 23, 142 (1973).
40. Gardner C.S., et al Phys. Rev. Lett., 19, 1095 (1967); Commun. Pure Appl. Math., 27, 97 (1974).
41. Ablowitz M.J., Segur Solitons and the Inverse Scattering Transform, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, 1981. [Имеется

перевод: Абловиц М., Сегур Х. Солитоны и метод обратной задачи-М.: Мир, 1987.]

42. Hasegawa A., Tappert F., Appl. Phys. Lett., 23, 142 (1973).
43. Mollenauer L.F., et al., Opt. Lett., 8, 289 (1983).
44. Hasegawa A., Tappert F., Appl. Phys. Lett., 23, 171 (1973).
45. Mollenauer L. F., Stolen R.H.. Opt. Lett., 9, 13 (1984).
46. Mollenauer L.F., Stolen R.H., Gordon J, P., Phys. Rev. Lett., 45, 1095 (1980).
47. Hasegawa A.. Kodama Y., Proc. IEEE, 69 1145 (1981). [Имеется перевод: Хасэгава А.. Кодами Ю.- ГИИЭР. 1981, т. 69 (9), с. 57.]; Opt. Lett., 7, 285 11982).
48. Hasegawa A.. Appl. Opt., 23, 3302 (1984).
49. Mollenauer L.F.. Gordon J.P., Islam M.N., IEEE J. Quantum Electron., QE-22, 157 (1986).
50. Chu PL., Desem C Electron. Lett., 21, 1133 (1985).
51. Gordon J. P., Opt.. Lett., 8, 596 (1983).
52. Mollenauer L.F.Smith K.. Opt. Lett., 13, 675 (1988).
53. Optical Switching. Tarek S. El-Dawab. Springer.2006
54. Optical Switching Networks. Martin Maier. Cambridge University. Press 2008
55. Р.Р. Убайдуллаев. Волоконно-оптические сети. М.: Эко-Трендз 2001г., 267с.
56. Three All-Optical Networks Types. IBM, 1995,
<http://www/research.ibm.com/wdm/motive/roadmap.html>
57. J.Hudgings & J.Nee. “WDM All-Optical Networks EE228A Project Report”, EE228A Project Report, 1996,
<http://www-bsac.eecs.berkeley.edu/~jnee/ee228a>

ИЛОВАЛАР

SuperWDM технология

Для увеличения длины усилительных участков и длины регенерационной секции компания Huawei Technologies предлагает использовать технологию SuperWDM.

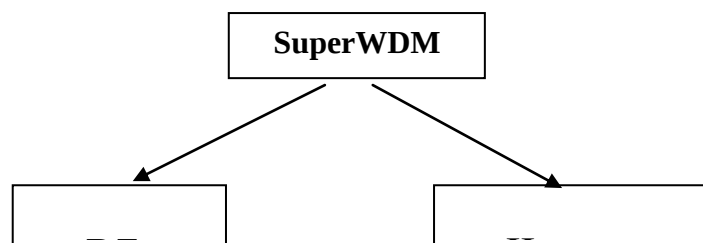


Рис. 2.6.1. Технология SuperWDM

Данная технология использует RZ (Return to Zero) кодирование и нелинейное компенсирование дисперсионного расплывания импульсов за счет использования Чирпинг эффекта (частотная модуляция совместно с нелинейными эффектами).

Рассмотрим преимущества RZ кодирования перед NRZ (Non Return to Zero).

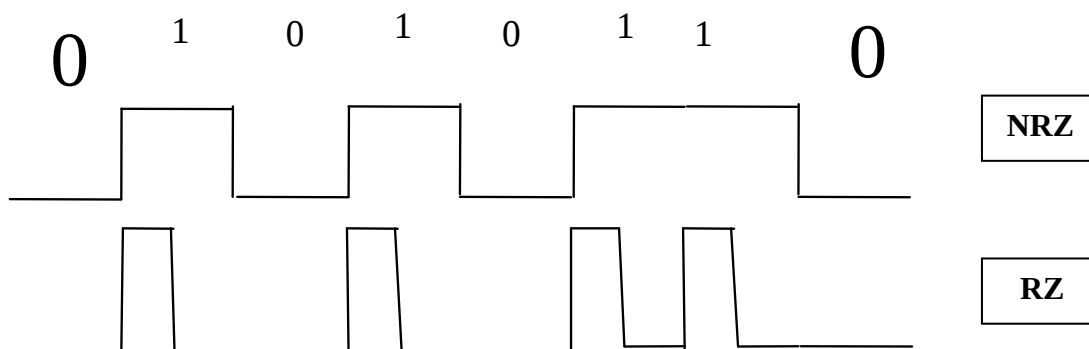


Рис. 2.6.2. NRZ и RZ кодирование сигнала

На рисунке 2.6.2 показана форма сигнала с использованием двух способов кодирования – NRZ и RZ. Средняя мощность на оптический канал фиксирована. При использовании RZ кодирования для передачи бита «1» используется импульс с длительностью в 2 раза меньшей, чем в случае NRZ. При сохранении средней мощности на оптический канал

амплитуда бита «1» увеличивается в 2 раза или на 3 дБ. Это означает, что длина усилительного участка может быть увеличена на длину эквивалентную 3 дБ.

Изменение формы импульса приводит и к изменению спектральных характеристик.

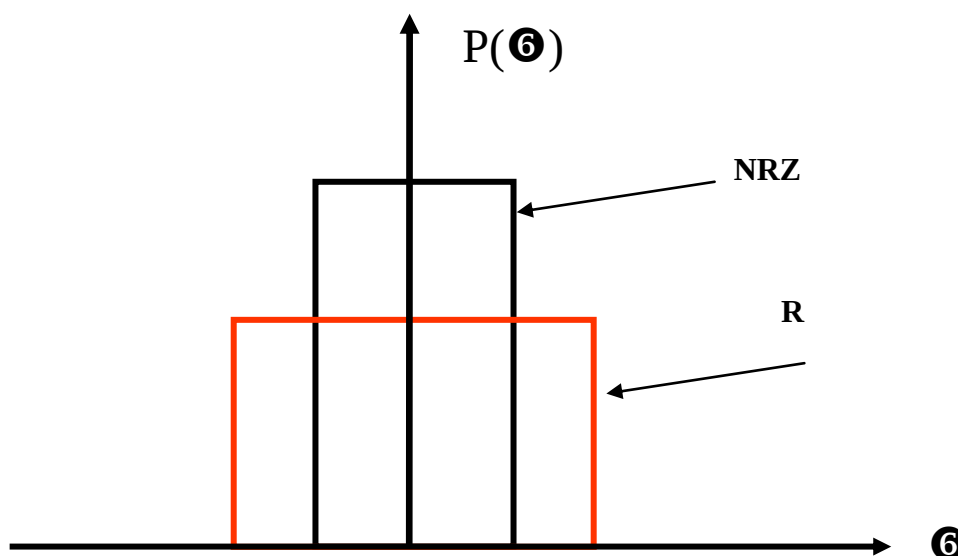


Рис. 2.6.3. Спектр сигнала при NRZ и RZ кодировании

На рисунке 2.6.3 схематически показан спектр излучения $P(\lambda)$ оптического сигнала для двух случаев – с использованием NRZ кодировки и RZ. Поскольку средняя мощность на оптический канал фиксирована, энергия излучения в импульсах с разной кодировкой (площадь двух фигур) должна совпадать. Значит спектральная мощность импульса с кодированием RZ меньше чем при использовании NRZ, что, в конечном счете, приводит к уменьшению нелинейных эффектов в оптоволокне.

Технология SuperWDM включает в себя использование Чирпинг эффекта, который позволяет достичь ряд преимуществ за счет использования частотной модуляции и нелинейных эффектов при распространении оптического сигнала в оптоволокне. В качестве нелинейного эффекта используется SPM – Self-Phase Modulation (фазовая модуляция), которая позволяет компенсировать дисперсионное распывание при распространении оптического сигнала в оптоволокне.

Классический эффект дисперсионного распывания оптического сигнала поясняется на рисунке 2.6.4.

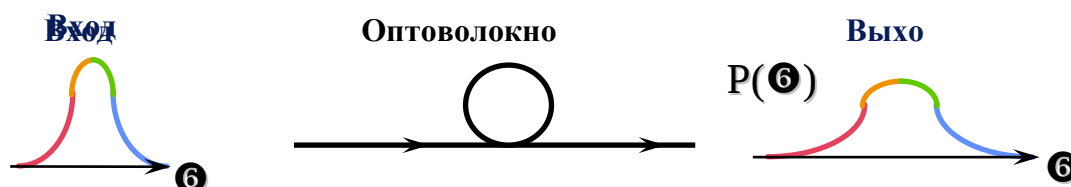


Рис. 2.6.4. Эффект хроматической дисперсии

Показан спектр оптического сигнала на входе в оптоволокно и на выходе. Эффект хроматической дисперсии связан с тем что фазовая скорость электромагнитной волны зависит от частоты **6**. В волокне с положительной дисперсией $D > 0$ с увеличением частоты фазовая скорость увеличивается, что и приводит к дисперсионному расплыванию сигнала. Для компенсации дисперсионного расплывания сигнала используется оптический кабель с отрицательной дисперсией $D < 0$. Отличительной особенностью кабеля с отрицательной дисперсией является большая величина вносимого затухания. Для подавления дисперсионного расплывания сигнала можно использовать нелинейный эффект фазовой модуляции SPM. Распространение электромагнитных волн определяется свойствами среды, в нашем случае это показатель преломления оптоволокна n_0 . В линейном случае показатель преломления постоянен и не зависит от интенсивности падающей электромагнитной волны. В нелинейном случае показатель преломления состоит из двух частей – из линейной части n_0 и нелинейной части $n_2 I$, которая зависит от интенсивности падающей волны I .

$$n = n_0 + n_2 \quad 2.6.1$$

$$n_2 \propto I \quad 2.6.2$$

Классическое дисперсионное расплывание определяется линейной частью показателя преломления. Нелинейная часть показателя приводит к нелинейным эффектам, которые являются следствием изменения фазы волны под действием самой же волны.

$$E = E_0 \cos(\omega t - kz), \quad 2.6.3$$

z - направление распространения волны,

$$n = k (c/\omega) \quad 2.6.4$$

Тогда

$$E = E_0 \cos(\omega t - k_0 z - k_2 z), \quad 2.6.5$$

где

$$k = k_0 + k_2, \quad 2.6.6$$

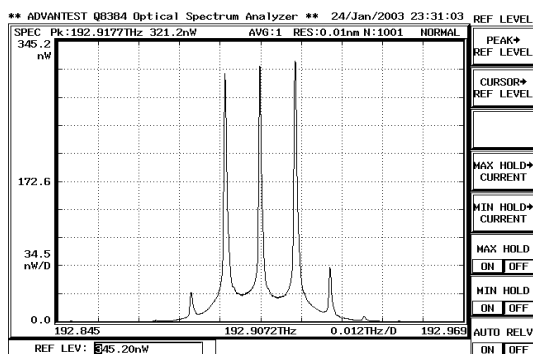
$$k_2 \propto I \propto E_0^2 \quad 2.6.7$$

Нелинейный эффект SPM описывается членом $k_2 z$ и заключается в том, что падающая волна большой интенсивности меняет свойства среды, в которой она же сама и распространяется. Этот эффект приводит к изменению фазовой скорости волны $V_f = \omega / k$

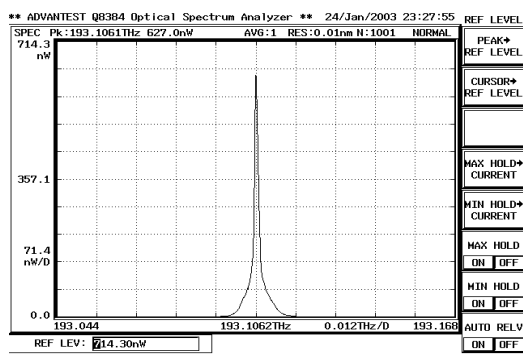
$$V_f = V_{f0} + V_{f2} \quad 2.6.8$$

Линейная часть фазовой скорости V_{f0} увеличивается с увеличением частоты (что приводит к дисперсионному расплыванию). Нелинейная часть фазовой скорости V_{f2} уменьшается с увеличением частоты, т.е. компенсирует дисперсионное расплывание.

На рисунке 2.6.5 показан спектр оптического сигнала, который используется в технологии SuperWDM и спектр сигнала с NRZ кодированием. Ширина спектра с CRZ кодированием в 3 раза выше по сравнению с NRZ кодированием.



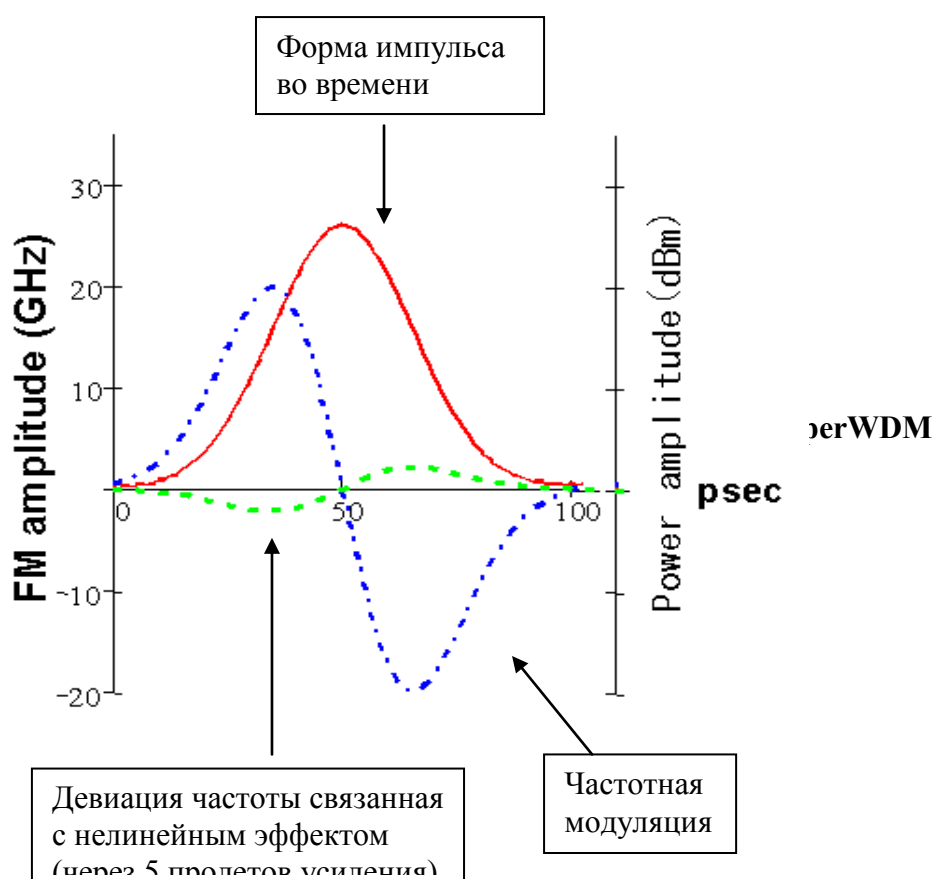
SuperWDM
Спектр сигнала



NRZ
Спектр сигнала

Рис. 2.6.5. Спектр SuperWDM и NRZ сигналов

Особый спектр при использовании SuperWDM технологии достигается за счет специальной частотной модуляции сигнала **6**(t). Используется CRZ (Chirped Return to Zero) кодирование (Рис.2.6.6).



Нелинейные эффекты в большей степени проявляются в области пиков, где спектральная мощность имеет наибольшее значение. За счет нелинейных эффектов относительное положение пиков спектральной мощности остается неизменным по мере распространения сигнала по оптоволокну. Нелинейные эффекты также приводят к нелинейному изменению частоты. Изменение частоты происходит в противофазе с частотной модуляцией. Нелинейное изменение частоты увеличивается по мере увеличения расстояния, проходимого сигналом. На больших расстояниях частотная модуляция полностью компенсируется нелинейным эффектом изменения частоты. Это позволяет компенсировать уширение спектра, связанное с частотной модуляцией. В классическом случае, когда частотная модуляция не используется, нелинейный эффект изменения частоты присутствует. Он приводит к дополнительному уширению спектра. Для компенсации этого нелинейного эффекта и используется частотная модуляция.

Таким образом, при распространении оптического сигнала необходимо принимать во внимание следующие эффекты.

- Классический линейный эффект дисперсионного расплывания импульса.
- Нелинейный эффект SPM компенсации дисперсионного расплывания импульса, связанный с фазовой скоростью
- Нелинейный эффект изменения частоты по мере распространения сигнала и связанное с этим уширение спектра.
- Специально вводимую частотную модуляцию оптического импульса.

Взаимодействие этих эффектов определяет изменение формы оптического импульса по мере распространения в оптоволокну. На Рис. 2.6.7 показана тестовая DWDM сеть, на которой проводились измерения. Сеть состоит из 12 усилительных участков. Длина каждого участка составляет 80 км. В каждом усилителе используется модуль компенсации дисперсии DCM. Спектр сигнала состоит из пиков и пьедестала. Нелинейные эффекты наиболее ярко выражены в области максимальной спектральной мощности. Чтобы компенсировать дисперсионное расплывание пьедестала, используются модули компенсации дисперсии. Изменение спектра по мере распространения сигнала в оптоволокну показано на Рис. 2.6.8.

Использование SuperWDM технологии позволяет снизить требования к шумам на сети и поляризационной модовой дисперсии PMD. В классической DWDM технологии величина PMD не должна превышать в конце регенерационной секции величину 10 пс. Технология SuperWDM увеличивает порог по PMD до 30-60 пс.

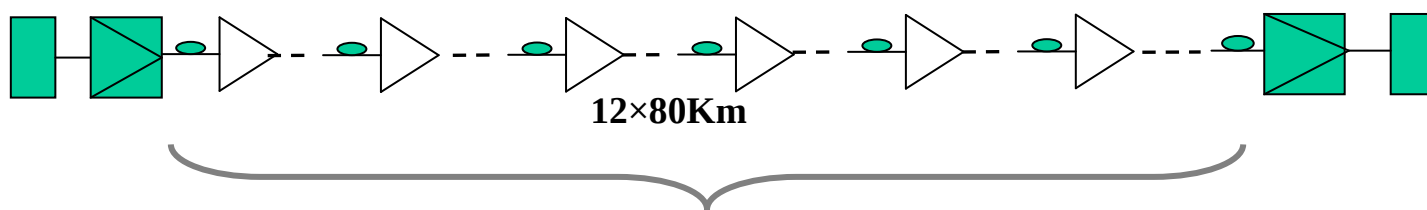
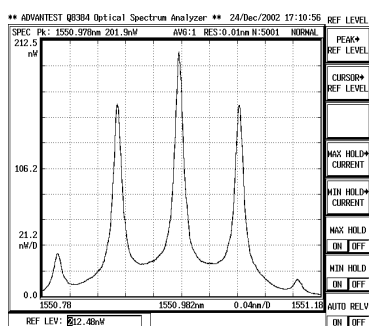
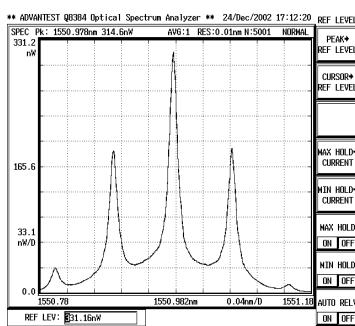


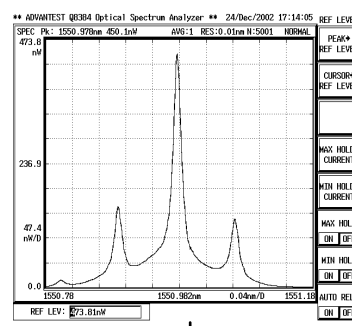
Рис. 2.6.7. Конфигурация тестируемой сети



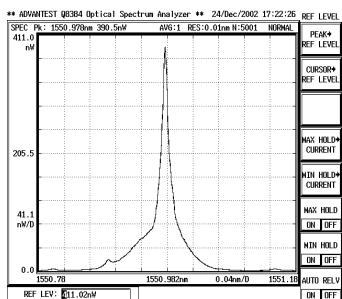
Спектр в начале пути



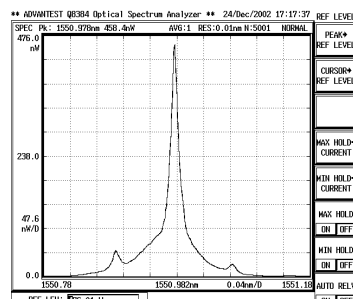
Спектр на выходе 3 усилителя



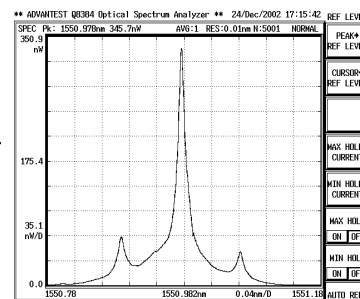
Спектр на выходе 5 усилителя



Спектр в конце пути



Спектр на выходе 9 усилителя



Спектр на выходе 7 усилителя

Рис. 2.6.8. Изменение спектра оптического сигнала по мере распространения в оптоволокне

В расчетах дополнительный энергетический эффект при использовании CRZ кодирования учитывается путем уменьшения порогового значения сигнал/шум (OSNR) на 3 дБ. Если в случае NRZ кодирования для оптического канала 10 Гбит/с с использованием FEC технологии бралась величина OSNR= 20 дБ, то в случае CRZ кодирования для расчетов используется OSNR= 17 дБ (6 дБ запас). Т.е. использование CRZ кодирования позволяет снизить на 3 дБ требования к OSNR при неизменных требованиях к параметру BER (вероятность возникновения ошибок) на стороне пользователя.

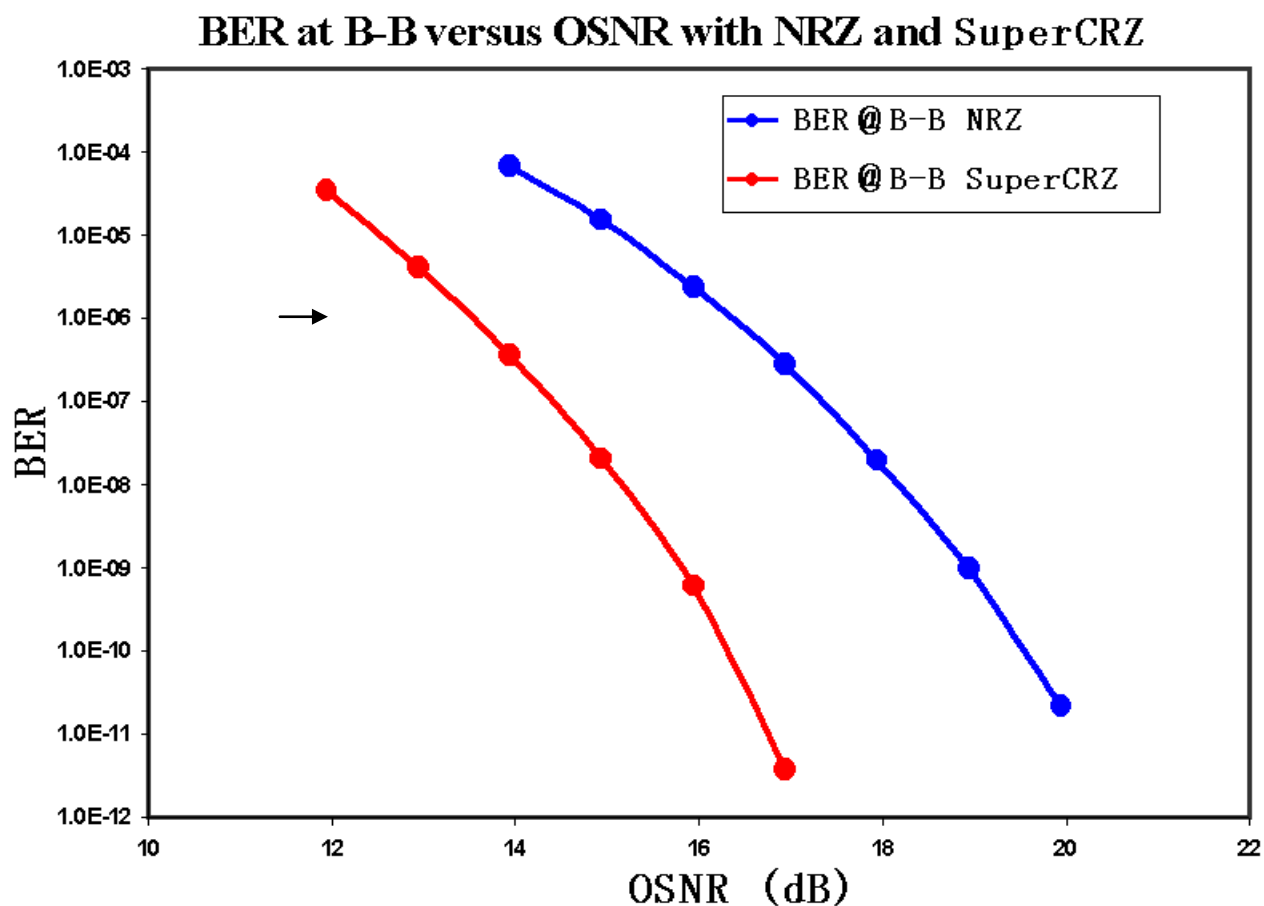


Рис. 2.6.9. BER в зависимости от OSNR (сигнал 10 Гбит/с без FEC)

На рисунке 2.6.9 приводится сравнение технологии CRZ с NRZ для оптического канала 10 Гбит/с без FEC функции. Видно, что выигрыш по OSNR составляет 3 дБ.

Ниже приводятся span options для технологии SuperWDM, рассчитанные исходя из OSNR=17 дБ.

25×22dB

9×28dB

1×40dB

Если длина регенерационной секции превышает 1000 км, необходимо использовать эквалайзеры.