

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА,
АХБОРОТЛАШТИРИШ ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ ҚЎМИТАСИ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ
УНИВЕРСИТЕТИ

“Телекоммуникация узатиш
tizimlari” кафедраси

КУРС ИШИ

Мавзу: Толали оптик узатиш тизимининг линия
трактини лойиҳалаштириши

Тайёрлади: 410-09 гуруҳ талабаси
Мухамедов А.

Текширди: ТУТ кафедраси катта
ўқитувчиси Миразимова Г.

Тошкент 2012 й.

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	3
1. Лойиҳалаштириш учун бошланғич маълумотлар.....	5
2. Толали оптик узатиш тизимининг тузилиши.....	5
3. Толали оптик алоқа тизимлари аппаратураларининг қисқача техник маълумоти.....	8
4. Толали оптик алоқа тизимларида қўлланиладиган оптик толалар ва кабеллар.....	11
5. Толали оптик алоқа тизимларининг актив ва passив элементлари.....	14
6. Толали оптик узатиш тизимларининг рақамли линия кодлари ҳақида қисқача маълумот.....	16
7. Толали оптик узатиш тизимлари линия тракти топологияси.....	19
8. Курс лойиҳасини бажариш бўйича ҳисоблашлар	24
8.1. Узатишнинг турли тезликлари учун фотодиод сезгирлиги ва узатиш тизимининг энергетик потенциалини аниқлаш.....	24
8.2. Линия тракти сўнишини ҳисобга олган ҳолда кучайтиргичлар орасидаги масофани ҳисоблаш.....	25
8.3. Линия тракти дисперсиясини ҳисобга олган ҳолда секция узунлигини узатиш тезлигига боғлиқлигини ҳисоблаш.....	26
8.4. Кучайтиргичлар сонини ҳисоблаш. Сўниш ва дисперсия учун ҳисобланган оралик масофаларни узатиш тезлигига боғлиқлик графикини чизиш.....	27
8.5. Оптик кучайтиргичларни қўллаган ҳолда мультиплексорлаш секцияси учун шовқиндан химояланганликни ҳисоблаш ва сатх диаграммасини чизиш.....	30
ХУЛОСА.....	32
Фойдаланилган адабиётлар.....	33

КИРИШ

Замонавий давр жамиятни ахборотлаштириш жараёнини кескин ривожланишга олиб кирмоқда. Бу жараён ахборот-коммуникациялар хизматларидан фойдаланувчиларни телекоммуникациялар тармоқларига юқори тезлик билан (кенг полосали) уланишга ундайди. Бундай талаб Интернетдан фойдаланувчиларнинг кескин ўсиб бориши ва мультимедия, видеоконференция, электр рақамли имзодан фойдаланиш, электрон тижорат, электрон хужжат айланиш ва бошқа бир қанча замонавий хизматларни ҳаётга кириб келишидан чиқиб келяпти.

Маълумки юқори тезликдаги сигналларни узатиш ва қабул қилиб олиш учун юқори даражада ўтказиш қобилиятига эга бўлган йўналтирувчи муҳит бўлиши керак. Бундай талабларга оптик алоқа воситаларига тенг келувчи воситалар ҳозирги кунда мавжуд эмас. Бундан ташқари оптик алоқа тизимлари орқали катта ҳажмдаги ахборотларни хоҳлаган масофаларга узатиш мумкин.

Шунинг учун оптик алоқа жамиятни ахборотлаштириш жараёнини ривожлантирувчи мукамал ва истиқболли алоқа воситаси ҳисобланади.

Фотон технологияси асосидаги оптик алоқа (ОА), яъни тўлиқ оптик тармоқлар АОН (All-optical Networks) телекоммуникация тармоқларини келажаги ҳисобланади. Тўлиқ оптик алоқа магистрал тармоқларни, шунингдек абонентларни тармоққа уланишини ҳам қамраб, миждозларни телекоммуникация тармоқларига кенг полосали уланишларни таъминлайди. Фотон технологияси асосидаги тўлиқ оптик алоқада коммутация, мультиплексорлаш ва регенерациялаш оптоэлектрон ёки электрооптик эмас, балки фақат оптик технология асосида амалга оширилади. Бу билан қурилмани техник иқтисодий кўрсаткичлари, ишончилиги ва узатиш тезлиги бир неча мартага ошади. Фотон технологиясини алоқа тармоқларига тадбиқ этишда оптик коммутаторлар, оптик регенераторлар,

кучайтиргичлар, фильтрлар, спектр бўйича зичлаштириш тизимлари қўлланилади.

1. Лойиҳалаштириш учун бошланғич маълумотлар

Қуйида бошланғич маълумотлар бўйича курс лойиҳаси бажарилади.

1. Ҳар хил узатиш тезлиги учун кўчкисимон фотодиоднинг сезувчанлиги ва шунга асосланиб тизимнинг энергетик потенциали аниқлаш;
2. Линия тракти сўнишини ҳисобга олган ҳолда кучайтиргичлар орасидаги масофани аниқлаш;
3. Линия тракти дисперсиясини ҳисобга олган ҳолда узатиш тезликлари учун секция узунлигини аниқлаш;
4. Ҳисоблаш натижаси бўйича дисперсия ва сўниш учун кучайтиргичлар орасидаги масофани узатиш тезлигига боғланишининг натижавий графигини тузиш;
5. Квант кучайтиргичларини қўллаган ҳолда, шовқиндан ҳимояланганликни аниқлаш ва секция учун сатх диаграммасини тузиш;

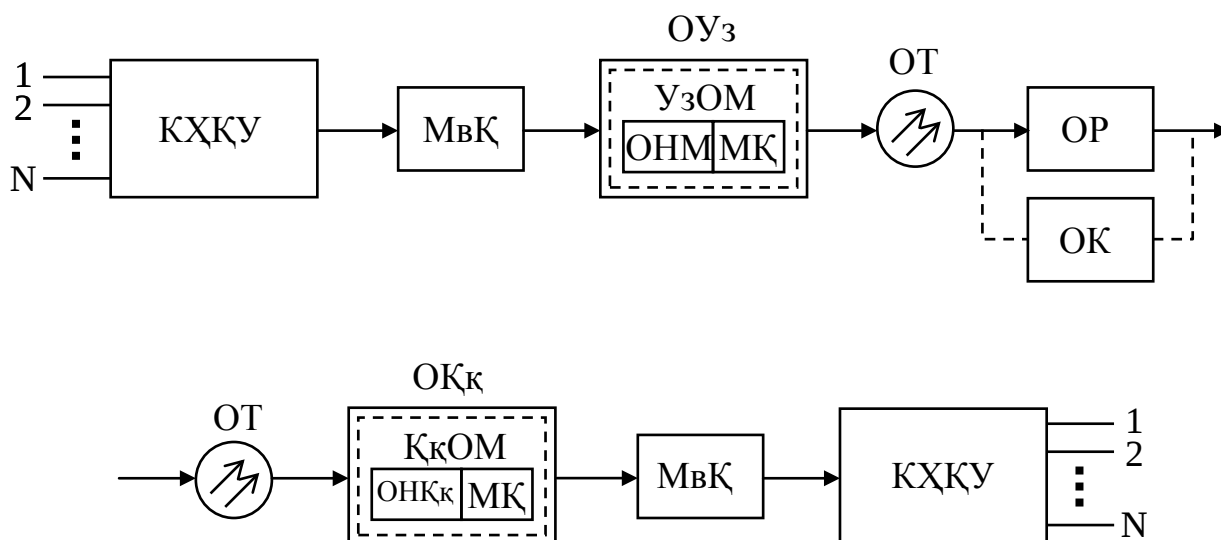
1.1-жадвал

Бошланғич маълумотлар

№	Параметрлар	Қиймат
1	Оптик толанинг сўниш коэффиценти α , дБ/км	0,21
2	Дисперсия D, пс/нм×км	2
3	Нурланиш тўлқин узунлиги λ , мкм	1,55
4	Оптик кабелнинг қурилиш узунлиги $L_{\text{кур}}$, км	4
5	1 бит информациядаги фотонлар сони n_0 , дона	2500

2. Толали оптик узатиш тизимининг тузилиши

Оптик алоқада ахборотларни ёруғлик ёки оптик сигналлар кўринишида узатиш ва қайта ишлаш амалга оширилади. Толали оптик алоқанинг тузилиш схемаси қуйидаги расмда тасвирланган:



2.1-расм. Толали оптик узатиш тизимининг тузилиш схемаси

Схема ОАТ нинг турлари ТОАва ООАтизимларига хос стандарт курилмалардан (элементлардан) ташкил топган.

ОАтизимининг умумлашган тузилиш схемаси таркибига қуйидаги техник воситалар киради:

1) узатиш трактининг канал ҳосил қилувчи ускуна (КХҚУ), у стандарт ўтказиш полосали ёки узатиш тезликли аниқ типли канал ёки типли гуруҳли трактлар сонини шаклланишини таъминлайди;

2) трактнинг мувофиқлаштирувчи қурилмаси (МвҚ), у КХҚУ чиқишидаги кўп каналли сигнал параметрларини оптик узатгич параметрлари билан мувофиқлаштириш учун зарур;

3) оптик узатгич (ОУз), электр сигналларини оптик сигналга айлантиришни таъминлайди; ОУз таркибига қуйидагилар киради:

- оптик нурланиш манбаи (ОНМ), у оптик ташувчига эга бўлиб, оптик ташувчининг бир ёки бир неча параметрлари МвҚ дан тушган кўп каналли электр сигнали билан модуляцияланади;

- мослаштирувчи қурилма (МК), у оптик нурланишни оптик узатиш муҳитига минимал мумкин бўлган йўқотишлар билан киритиш вазифасини бажаради;

Оптик нурланиш манбаи ва мослаштирувчи қурилма узатувчи оптик модул (УЗОМ) деб аталадиган битта блокка киради;

4) оптик тола (ОТ) оптик тебранишларнинг тарқалишини чегараловчи ва ёруғлик энергияси оқимини берилган йўналишда йўналтирувчи, узатиш ва қабул қилиш трактларини боғлаб турувчи муҳит;

5) оптик ретранслятор (ОР), сигналнинг оптик узатиш муҳити бўйлаб тарқалгандаги сўнишини компенсация қилади ва турли бузилишларни коррекциялайди; оптик ретрансляторлар хизмат кўрсатадиган ва хизмат кўрсатмайдиган бўлиши мумкин, улар ретрансляция участкалари деб аталадиган маълум масофалар оралиғида ўрнатилади; оптик ретрансляторларда оптик сигнални электр сигналга айлантириш йўли билан электр сигнални қайта ишлаш (кучайтириш, коррекциялаш, регенерациялаш ва б.қ.) амалга оширилади, сўнг бу регенерацияланган электр сигнал қайтадан оптик сигналга айлантирилади; оптик ретрансляторларда шунингдек оптик сигналлар ҳам қайта ишланади, яъни оптик квант кучайтиргичлар ёрдамида кучайтирилади;

6) оптик қабул қилгич (ОҚК), оптик нурланишни қабул қилиш ва электр сигналга айлантиришни таъминлайди, оптик қабул қилгич мослаштирувчи қурилма (МК) ва оптик нурланиш қабул қилгичи (ОНҚК) дан иборат; мослаштирувчи қурилма оптик нурланишни узатувчи муҳитдан минимал йўқотишлар билан қабул қилиш учун керак; мослаштирувчи қурилма ва оптик нурланиш қабул қилгичи қабул қилувчи оптик модул (ҚКОМ) ни ташкил этади;

7) қабул қилиш қурилмасининг мувофиқлаштирувчи қурилмаси (МвҚ), у ҚКОМ чиқишида сигнални КХҚУга мос келувчи кўп каналли сигналга айлантиради;

8) қабул қилиш трактининг канал ҳосил қилувчи ускунаси (КХҚУ), тескари айлантириш, кўп каналли сигнални алоҳида типли канал ва тракт сигналларига ажратишни амалга оширади.

3. Толали оптик алоқа тизимлари аппаратураларининг қисқача техник маълумоти

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

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

Булар ҳақидаги маълумотлар 3.1- жадвалда келтирилган.

3.1-жадвал

SDH транспорт модулининг бешта сатхи, транспорт модули, узатиш
тезлиги ва товуш частотали каналлар сони

SDH транспорт модулининг сатхи	Транспорт модули	Узатиш тезлиги, Мбит/с	Товуш частотали каналлар сони
SDH нинг биринчи сатхи	STM – 1	155,52	1890
SDH нинг иккинчи сатхи	STM – 4	622,08	7560
SDH нинг учинчи сатхи	STM – 16	2488,32	30240
SDH нинг тўртинчи сатхи	STM – 64	9953,28	120960
SDH нинг бешинчи сатхи	STM – 256	39813,12	483840

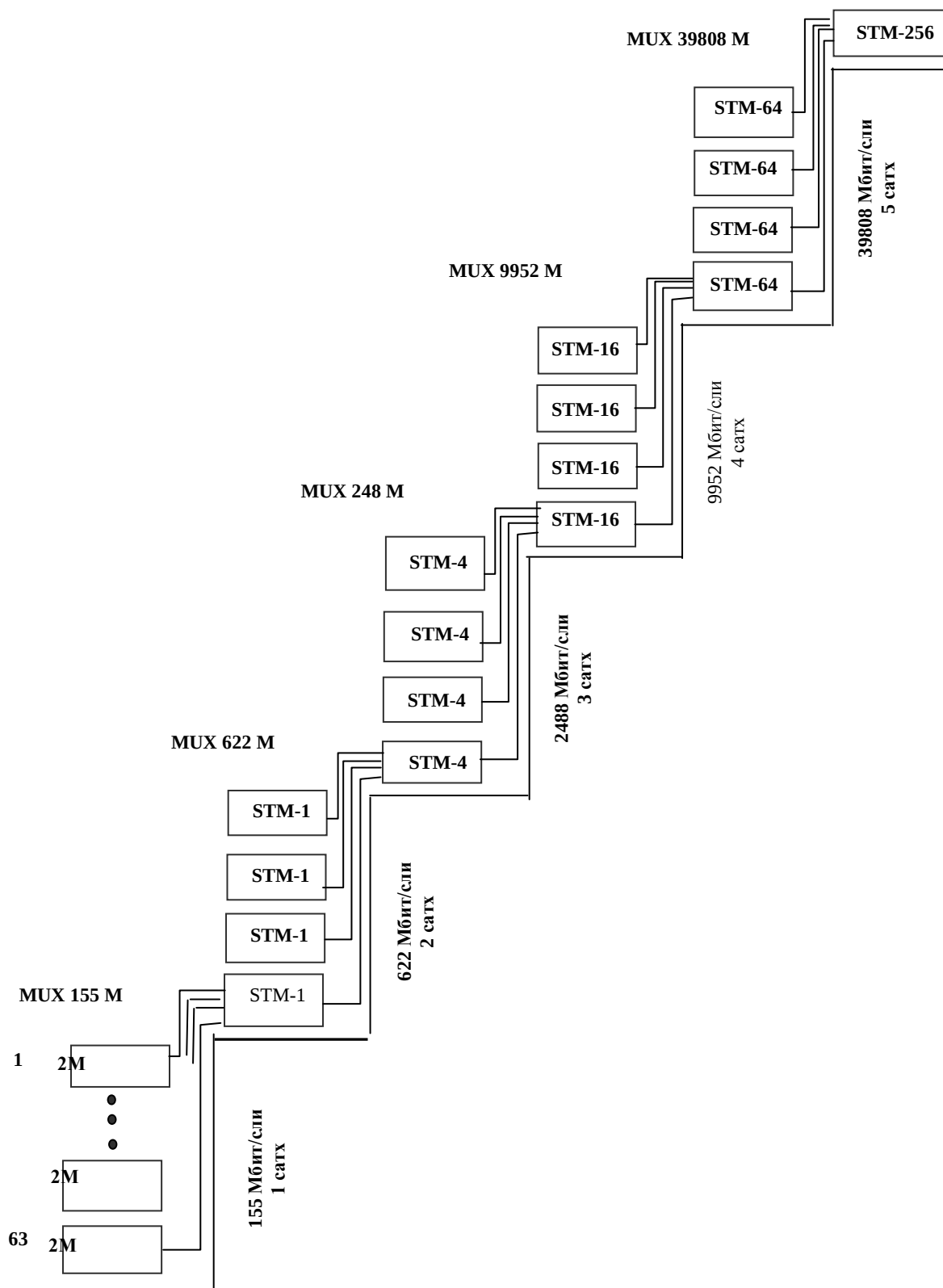
Биринчи босқич – **STM-1** (синхрон рақамли оптик линия трактда узатиш тезлиги 155,52 Мбит/с). бундай тезлик 2 Мбит/с тезликдаги 63 та рақамли сигналлар оқимини узатишни таъминлайди. Товуш частотали каналларнинг сони эса $63 \times 30 = 1890$ та товуш частотали каналларга тенг бўлади. (Икки мегабитли оқимни иккита хизмат каналлари асосан ісoбга oлинмайди);

Иккинчи босқич – **STM-4** (синхрон рақамли оптик линия трaктида узатиш тезлиги 622,08 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 трaктда узатиш тезлиги 2488,32 Мбит/с). Бу 4 та 622,08 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 трaктидаги узатиш тезлиги 9952,28 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 трaктда узатиш тезлиги 39813,12 Мбит/с). 4 та **STM-64** транспорт модуллари бирлашмаси. Товуш частотали каналлар сони қуйидагича аниқланади: $1890 \times 256 = 483840$ товуш частотали канал.

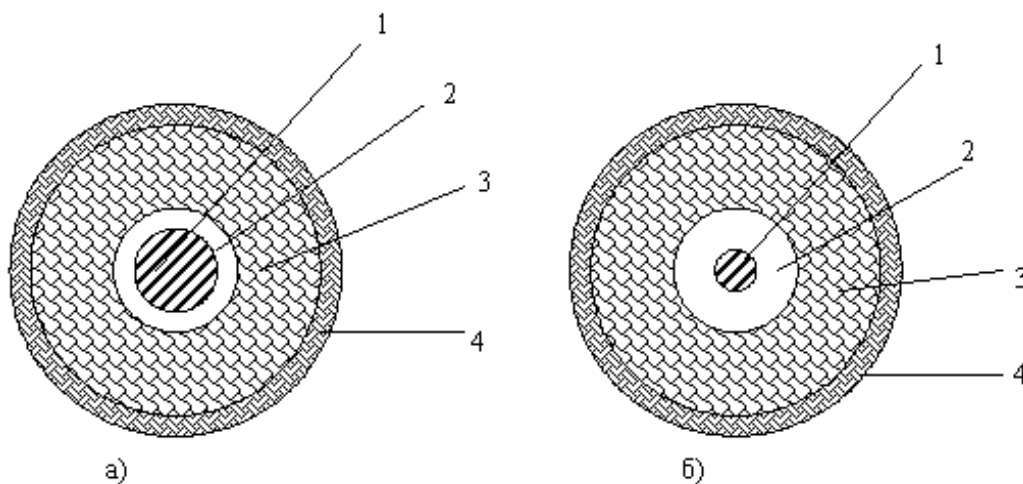


3.1-расм. Синхрон рақамли оқимнинг таркибий тузилиши

4. Толали оптик алоқа тизимларида қўлланиладиган оптик толалар ва кабеллар

Оптик тола ҳудди коаксиал жуфтлик тузилиши кўриниш сруктурасига эга бўлиб, ўз навбатида ўзак, қобиқ ва мухофазаловчи қопламдан иборат. Оптик толанинг ўзаги ва қобиғи шаффоф материалдан тайёрланиб, унинг синиш кўрсаткичлари ўзак учун – n_1 ва қобиқ учун – n_2 сонли қийматлардан иборат бўлиб, унда $n_1 > n_2$ шарт бажарилиши лозим. Оптик тола бўйлаб нурланишнинг тарқалиш жараёнининг поғонасимон синиш кўрсаткич профилига эга бўлган оптик толада кўриб чиқамиз. Бундай профилда n_1 – тола ўзагининг синиш кўрсаткичи бўлиб у ўзгармас қийматга эга. Синиш кўрсаткич профили оптик толанинг бутун узунликдаги радиусининг ўзгаришини характерлайди.

Магистрал, минтақавий, маҳаллий ва структурлаштирилган кабел тармоқларидаги алоқа линияларида асосан иккита турдаги кварцдан тайёрланган оптик толалар қўлланади, булар кўп модали ва бир модали (4.1 – расм).



4.1 – расм. Оптик толанинг тузилиш структураси:

а) кўп модали; б) бир модали:

1 – тола ўзаги; 2 – тола қобиғи; 3 – мухофазаловчи қопламнинг ички қатлами; 4 – мухофазаловчи қопламнинг ташқи қатлами.

Оптик кабеллар ишлатилиш шароитига қараб электр кабеллари сингари иккита асосий гуруҳга бўлинади:

- линия кабеллари — бино ташқарисида яъни бинодан ташқарида бўлган ерларда ётқизилувчи ва техник хизмат кўрсатувчи кабеллар;

- бино ичида ётқизилувчи — бино ичида ётқизилувчи ва хизмат кўрсатувчи кабеллар.

Оптик кабелнинг асосий конструктив элементлари қуйидагилардан иборат:

- оптик тола;
- оптик модул;
- оптик кабелнинг ўзаги;
- қаттиқловчи элементлар;
- гидрофоб материаллар;
- зирх қатлами;
- кабел қобиғи.

Толали оптик узатиш тизимларининг линия трактини лойиҳалаштиришда ITU-T нинг G.655 стандартига мос келувчи Corning Cable фирмаси томонидан ишлаб чиқилган, NZDSF туридаги LEAF маркали толадан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Ушбу толанинг параметрлари 4.1-жадвалда келтирилган.

LEAF маркали толанинг параметрлари

Шаффофликнинг ички ойнаси, нм		1530-1565
Сўниши, дБ/км	1310 нм	<0.5
	1383 нм (максимум ОН)	<1.0
	1550 нм	<0.25
	Ойнада 1285-1330 нм	Нп
	Ойнада 1525-1565/1575 нм	<0.3/0.25
	Ойнада 1565-1625 нм	<0.3/0.25
-60...+55/+85°C ҳарорат учун сўнишнинг ошиши		/<0.05
Мода майдонининг диаметри, мкм	1310 нм	Ни
	1550 нм	9.6±0.4
Тўлқин узунлиги (кабел/тола), нм		Нд
Нолинчи дисперсиянинг тўлқин узунлиги, нм		Нд
Нолинчи дисперсиядаги D қийшиқ эгилиш		Нд
Нолинчи дисперсия соҳаси, нм		>1530
Хроматик дисперсия, пс/нм*км	1310 нм	Нп
	1550 нм	См.ниже
1550 нм ойнадаги дисперсия ўзгариши, пс/нм*км		2-6
Қутбланган мода дисперсияси (PMD), пс/км		<0.2
Узоқ линиялар учун PMD		<0.08
Узатиш тезлиги бўйича PMD нинг чегараси, Гбит/с		40
Ўзак диаметри, мкм		Нд
Нурланиш майдонининг таъсир майдони, мкм ²		72
Сонли аппертура		Нд
Гурухли синиш кўрсаткичи	1310 нм	Нп
	1550 нм	1.469
Динамик чарчашнинг қаршилик омили		20
Қобиқ диаметри, мкм		125±1
Ўзак ва қобиқнинг концентрациясизланиши, мкм		<0.5
Толанинг хусусий сўниши, дБ		>4

Қоплама диаметри, мкм	245±5
-----------------------	-------

5. Толали оптик алоқа тизимларининг актив ва пассив элементлари

Актив элементлар ташқи энергия талаб этиб, сигналларни бир кўринишдан бошқа кўринишга ўзгартиришни ҳамда оптик кучайтиришни амалга оширувчи қурилмаларга айтилади.

Ёруғлик манбаи узатувчи оптоэлектрон модулнинг асосий элементи ҳисобланади, айнан шу элемент ёрдамида бу модул киришидаги электр сигналлари унинг чиқишида ёруғлик сигналларига ўзгартириб берилади.

Фотоқабулқилгич қабул қилувчи оптоэлектрон модулнинг асосий ва ажралмас қисми ҳисобланади, айнан шу элемент ёрдамида бу модул киришидаги ёруғлик сигналлари электр сигналларига айлантириб берилади.

Узоқ масофага мўлжалланган катта узунликдаги, чунончи, магистрал ва минтақавий, шунингдек, тармоқланган локал толали оптик алоқа тизимларида ёруғлик оқимининг толали узатишда ютилиш ва сочилиши туфайли муайян масофадан сўнг интенсивлиги сусайган оптик сигнални кучайтириш зарурияти туғилади. Бу масала **оптик кучайтиргичлар** ёрдамида ҳал этилади.

Ёруғлик нурланишини ташқи ва ички модуляциялаш жараёнини амалга оширувчи қурилмаларни – **оптик модуляторлар** деб аталади.

Замонавий толали оптик алоқа тизимларида ва бу тизимларни текшириш ва назорат қилиш учун ишлатиладиган ўлчов техникасида дискрет тузилишли турли хил пассив оптик элементлардан ҳам кенг фойдаланилади. Ёруғлик сигналини оптик толага киритиш ва ундан чиқариш қурилмалари, оптик улагичлар, тармоқлагичлар, аттенюаторлар, изоляторлар, фильтрлар, поляризаторлар ва бошқалар шулар жумласидандир.

Ёруғлик нурланишни оптик толага киритиш ва ундан чиқариш қурилмаларинурланиш қувватини ёруғлик манбаидан оптик толага ва оптик толадан фотоқабулқилгичга имкон қадар йўқотишларсиз узатиш учун

хизмат қилади. Уларнинг тузилиш хусусиятлари ёруғлик манбаи, фотоқабулқилгич ва оптик толанинг тафсивлари билан белгиланади.

Айрим ҳолларда, ўзгармас сатҳли ёки рақамли ёхуд аналог сигнал кўринишда мужассамлашган нурланиш қувватини бирмунча сусайтириш зарурати туғилади. Чунончи, катта сатҳли рақамли оптик сигнал қабул қилувчи оптоэлектрон модулнинг асосий элементи бўлган фотоқабулқилгичнинг тўйиниш режимига ўтишига олиб келиши мумкин. Аналог кўринишли оптик сигналларни узатиш чоғида қувват сатҳининг ҳаддан ташқари ортиб кетиши фотоқабулқилгич чиқишидаги электр сигнали шаклининг ночизикли бузилишларига ва тасвирнинг ёмонлашувига сабаб бўлади.

Ана шундай ҳолларда оптик нурланиш ёки оптик сигнал қувватини сусайтирувчи пассив элементлар - **аттенюаторлар**дан фойдаланилади.

Спектр бўйича зичлаштирилган (WDM) толали оптик алоқа тизимларида ҳар бир узатувчи модул лазер муайян частотали сигнални генерациялайди. Бу сигнал (канал)ларни толали оптик линия бўйича узатиш учун уларни ягона гуруҳий сигналга бирлаштириш керак. Бу вазифани бажарадиган қурилмани **оптик мультиплексор** (MUX) деб аталади. Оптик алоқа линиясининг бошқа учиди шунга ўхшаш қурилма гуруҳий сигнални ахборотдан фойдаланувчиларга етказиш мақсадида алоҳида сигнал (канал)ларга ажратиб беради ва бу қурилмани **оптик демультиплексор** деб аталади.

Оптик коммутатор — бу маълум тўлқин узунлигидаги ёруғлик импульслари шаклида тақдим этилган сигналлар коммутаторидир.

Оптик коммутатор — толали оптик телекоммуникация тармоқларининг муҳим элементларидан бири бўлиб, у телекоммуникация тармоқларининг оптик сигналларни ўта юқори тезликларда узатиш қобилиятида ишлашига имкон беради ва сигналларнинг йўналишлари (маширутлаштирилиши) учун ўзгарувчан платформани таъминлайди.

6. Толали оптик узатиш тизимларининг рақамли линия кодлари хақида қисқача маълумот

Оптик сигналнинг хусусияти импульсларининг фақатгина бир кутблгидир. Уларни электр сигналларга ўзгартиргандан кейин ОТУТ учун мўлжалланган алоҳида кодларни қўллаш лозимлигига олиб келади.

Бундай кодларга бир қатор талаблар қўйилган: паст областлардаги сигнали энергетик спектрининг чегараланганлиги каби юқори частоталарда ҳам ёруғлик ўтказувчининг дисперсия бузилишини, шовқинларни символлараро ҳалақитларни камайтириш; линия кодларининг тузилиши линия тракти аппаратураларини соддалаштириш линия кодининг регенераторларда тактли синхронизация импульсларини шакллантириш учун рақамли сигналлардан тактли частотани соддагина ажратиб олишни таъминлаш;

-Линия кодининг тузилиши узатиш сифатини ва алоқани узмасдан линия тракти қурилмаларнинг созлигини назорат қилиши, оддий кодер ва декодерларни қўллаш, максимал шовқинбардошлиликни таъминлаши лозим.

Кўрсатилган талабларнинг тўлиқ хажмдаги йиғиндисига бирорта код ҳам қондира олмайди. Шунинг учун ҳар хил ОТУТ ларида ҳар хил кодлар қўлланилади. Ҳамма оптик кодларида бошланғич электрик комбинациялар,

оддий NRZ коди (no return to zero – нолга қайтмайдиган кўринишда қайта кодланади.

Бунда бошланғич коднинг ҳар бир m импульсига, линиянинг оптик кодини импульслари тўғри келади, бу ерда $n > m$ ва шунга боғлиқ ҳолда формула келиб чиқади. Бунда линия оптик сигналининг тактик частотаси:

$$f_n = \frac{n}{m} \cdot f_T \quad (6.1)$$

Бу ерда, f_T -бошланғич рақамли кетма-кетликларнинг тактли частотаси нисбатан осон қўлланиладиган, $f_n=2 \cdot f_T$ (6.1) га мос келувчи 1B2B синфдаги кодлар энг содда кодларга киради. Лекин оралик частотали чегаралаш шароитида 1B2B синфдаги кодларни қўллаш мақсадга мувофиқ эмас ва одатда, уларни тезлиги секундига бир неча ўнлаб Мбит лардан ошмайдиган тизимларда қўлланилади.

1B2B кодлардан энг яхшиси, қўлланиладигани СМІ кодларидир. СМІ коди, фильтр ёрдамида тактли частотани ажратиш имконига эга бўлган оддий кодлашга мос келади. Бундай имконият $1.5f_T$ максимум частота шартига боғлиқ.

Бундай кодларда 11 ва 00 блоки, бошланғич “1” билан навбатма-навбат кодланади, “0” эса бошланғич кетма-кетликнинг 01 блокини ўзгаришсиз кодлайди. 11 ва 00 навбатма-навбат ўзгаришининг мавжудлиги, бундан ташқари мосликни йўқлиги хатоликларни аниқлиш, бундай хатоликларни назорат қилиш тизимини блокировкаланган ҳолда хизмат ахбороти пайтида бу хусусиятларни қўллаш имконини беради.

Айрим тизимларда позицион-импульсли модуляция (ПИМ) га эга бўлган 2B4B синфдаги кодлар қўлланилади. Бу кодда, вақт бўйича ҳолати блокли комбинациянинг иккита бошланғич импульсига боғлиқ бўлган ёлғиз импульсларнинг рухсат этилган комбинациялари қўлланилади. Тўртта шундай имкониятга эга бўлган 0, 01, 10, 11 комбинациялар 1000, 0100, 0010, 0001 ПИМ ли кодларга мос келади.

ПИМ комбинацияларининг афзаллиги узатиладиган сигналларнинг куввати бўйича ютуғидир. Худди шу пайтда бу коднинг бир қатор: узатиладиган ораликнинг икки баробар ортиқлиги, код ўзгартиргичларнинг мураккаблиги, хатоли назорат қилиш муаммоси, синхронизация қийинлигининг ошиши каби камчиликлари мавжуд.

Юқори тезликли тизимларда $m>2$, $n>m$ бўлган блокли кодлар қўлланилади. Бунда узатиш тезлиги қанчалик юқори бўлса, узатиш оралиғини қисқартириш мақсадида, n m га шунча яқин.

Демак, бу кодлар қўлланилганда, хатоликларни аниқлаш мақсадида аниқ текшириш ўтказилади. Бошланғич иккиталик кетма-кетликларнинг m символдан, олинган янги комбинацияларнинг 2-модули бўйича йиғиндида нолга тенг бўлиши учун блокка яна битта “1” ва “0” назорат симболи қўшилади. $m+1$ символдан 2 модули бўйича йиғиндида “1” нинг пайдо бўлиши хатолик мавжудлигини билдиради. Киритилган қўшимча символ P ҳарфи билан белгиланади.

Бундан ташқари бўлган кодларга кодли комбинацияларнинг чегарасини аниқлаш учун яна бир қўшимча код киритилади. Умуман охириги берилган комбинациянинг символига нисбатан 180° га бурилган симболи киргизилади. Бу символ C билан белгиланади. Бундан ташқари C символини яна хизмат алоқаси ва синхронизация сигналлари учун қўллаш мумкин. Унда бу символ n ҳарфи билан белгиланади.

Бундай ҳолатда код $mB1P1R$ деб белгиланади. Бундай кодларга $10B1P1R$ киради(6.2-расм). Иккита қўшимча символнинг мавжудлиги $f_n=1,2f_T$ узатиш частотасига олиб келади.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

а) NRZ бошланғич коди

1	2	3	4	5	R	6	7	8	9	10	P
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---

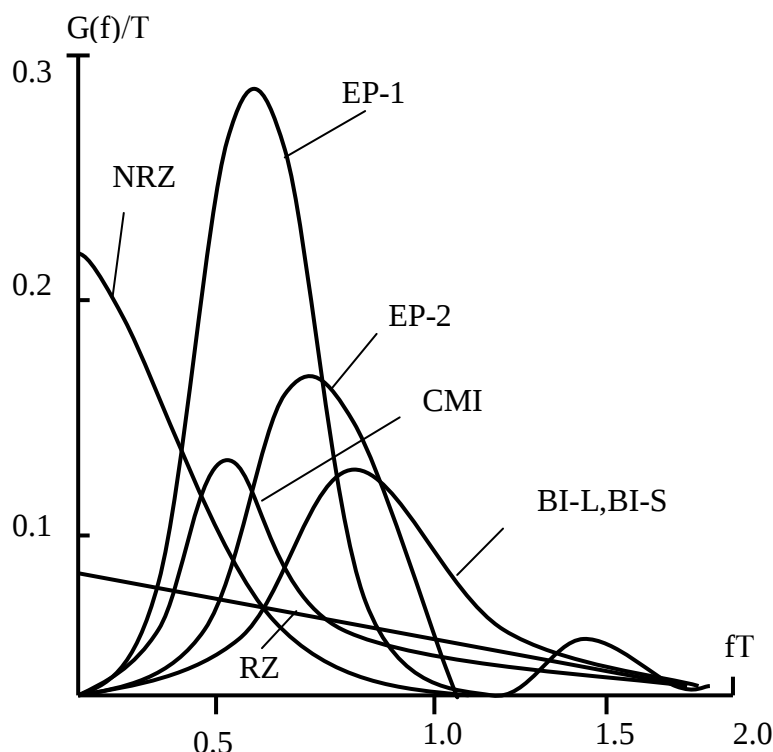
б) $10B1P1R$ линия коди

6.2-расм. $10B1P1R$ линия кодининг шаклланиш схемаси.

Линиядаги узатиш тезлиги ва бошланғич кодни нисбати худди шундай сақланса, символлар блокидаги ҳажмни ошириш ҳисобига R ва P ларни йиғиш имкониятини кенгайтириш мумкин. $40B4P4R$ худди шундай кодга мисолдир.

Кичик ортиқчаликка эга бўлган бундай оддий кодларни қўллаш сигнал спектрида паст частотали ташкил топувчиларнинг йўқолишига имкон бермайди. Шунинг учун айрим ҳолларда разрядларни солиштириш

принципи бўйича кодлашга асосланган анча мураккаб кодлаш усули қўлланилади. Бундай кодларда m символларидаги комбинацияларнинг бошланғич сони 2^m ни ташкил қилади. Узатишда 2^m комбинациялар сони талаб қилинган бўлса ҳам линияга бериладаиган комбинациялар сони 2^{m+1} га тенг.



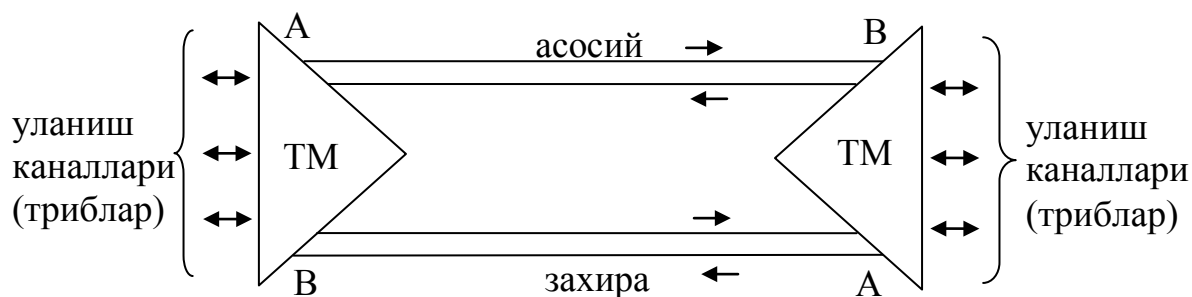
6.3-расм. Рақамли ТОАТнинг энергетик спектрининг узлуксиз қисми

ПИМ ва 5В6В кодларнинг афзаллиги NRZ кодлари билан солиштирилганда паст частотали ташкил топувчиларнинг йўқлигидир. Бундан ташқари, 5В6В кодлари бошқа кодлар билан солиштирилганда оралиғи юқоридан чегараланган. Бу кодер ва декодерларнинг анча мураккаблашувига олиб келади. 10В12В, 40В44В кодларининг NRZ кодларининг спектрига яқин.

7. Толали оптик узатиш тизимлари линия тракти топологияси

Иккита А ва В тугунларни боғловчи тармоқ сегменти ёки “нуқта-нуқта” топологияси, SDHнинг базавий топологиялари ичида энг

соддасидир. Бу топология терминал мультиплексорлар (ТМ) ёрдамида оптик агрегатларнинг чиқиш ва кириш линиялари ва каналларини захирасиз ва захира асосида қуриш имконини беради. Агар электрик ёки оптик агрегатларнинг чиқиш ёки кириш каналари ишдан чиқса, юз фоизли 1+1 туридаги захирани қўллаган ҳолда бир неча миллисекунд ичида автоматик тарзда захира каналга уланиши мумкин.

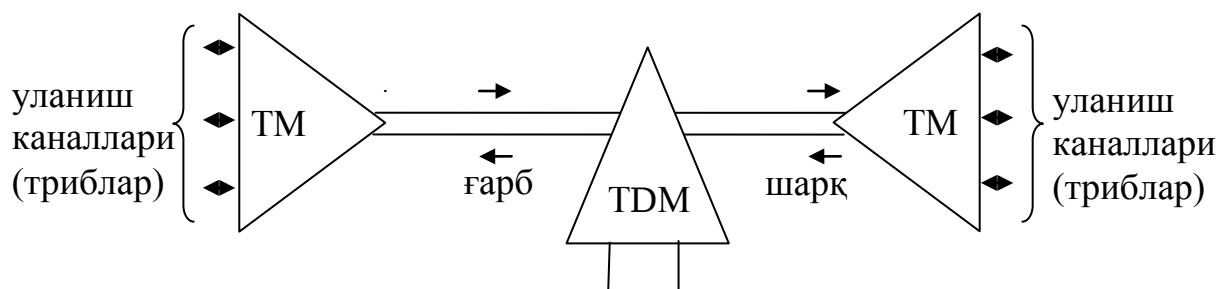


7.1-расм. ТМ асосидаги ”нуқта-нуқта” топологияси.

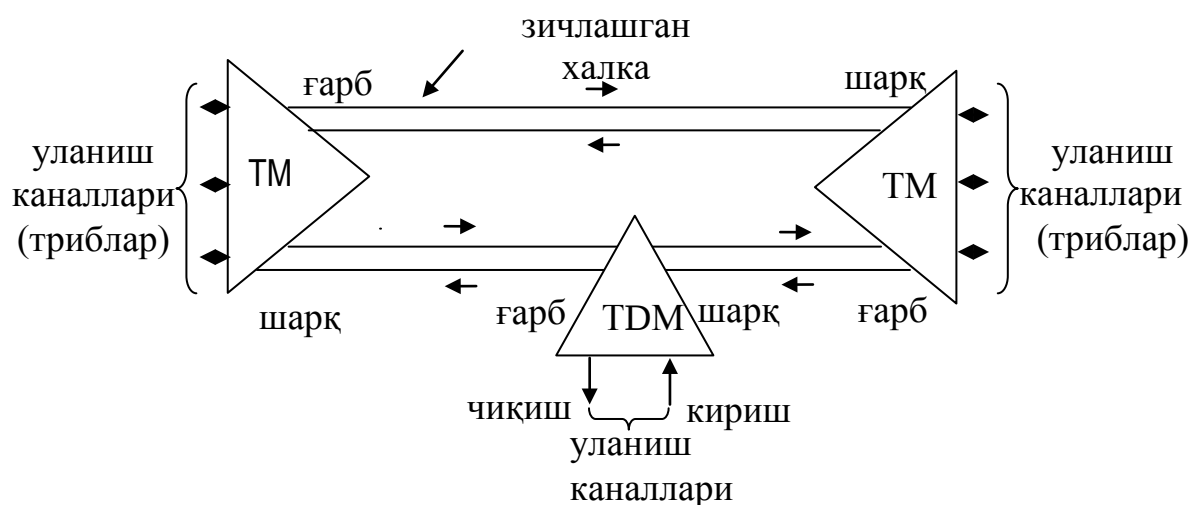
Бу топология содда бўлишидан қатъий назар, юқори тезликка эга бўлган магистрал линияларда кенг миқёсда қўлланилади (масалан, рақамли телефон трафикаларига хизмат кўрсатадиган океанлараро магистрал линияларида қўлланилиши мумкин). Шунингдек бу топология юқори иерархиядаги янги SDH тезликларига ўтишда, синов учун ҳам қўлланилади, (масалан, 622 Мбит/с (STM-4) дан 2.5 Гбит/с (STM-16) га ўтиш учун ёки 2.5 Гбит/с (STM-16) дан 10 Гбит/с (STM-64) га ўтишда). Худди шу топология радиал халқали топологиянинг бир қисми сифатида ҳам қўлланилади ва “кетма-кет линия занжири” топологиясининг асосини ташкил этади, бошқа томондан захирали “нуқта-нуқта” топологиясини ёйилган “ҳалқа” топологияси деб қараш мумкин.

“Кетма-кет линия занжири” топологияси. Бу топология тармоқдаги трафикларнинг фаоллиги юқори бўлмаганда, тармоқнинг бир неча жойида кириш ва чиқиш каналларини ташкил қилиш зарурати бўлганда мультиплек-сорларни қўллагандаги каби, ажратувчи/ бирлаштирувчи нуқталарда кириш/чиқишли мультиплексорларни қўллаганда ҳам

фойдаланиш мумкин. Бу топологияни, захирага эга бўлмаган кетма-кет линия занжири ёки 1+1 туридаги захирага эга бўлган мураккаб кетма-кет линия занжири кўринишига келтириш мумкин (7.2-расм).



7.2-расм. “Кетма-кет линия занжири” топологияси.



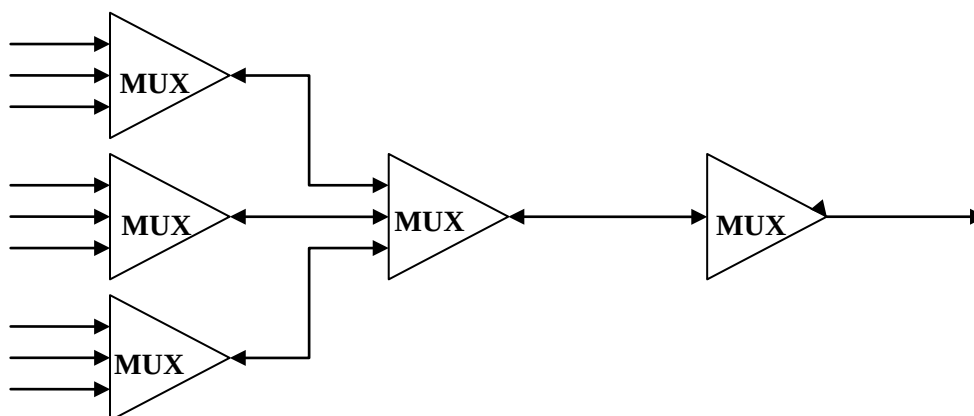
7.3-расм. 1+1 туридаги химояга эга бўлган “кетма-кет линия занжири” топологияси

Концентратор функциясини қўлловчи “юлузча” топологияси. Бундай топологияда коммутация маркази (масалан рақамли АТС) ёки марказий халқадаги SDH тугуни билан уланган олисдаги бир тармоқ тугуни, концентратор вазифасини бажаради. Бундай тугунда трафикнинг бир қисми фойдаланувчиларга, қолган қисми эса тармоқдаги бошқа тугунларга тақсимланади. Концентраторлар бундай вазифани бажариш учун фаол ва интеллектуал бўлиши керак, яъни кросс-коммутацияни амалга оширувчи

киргизувчи/чиқарувчи мультиплексор бўлиши керак. Айрим ҳолларда агар бундай схемаларнинг киришига тўлиқ бўлмаган STM-Ноқими (ёки бир поғона қуйидаги оқимлар) берилса, унинг чиқишида тўлиқ STM-Ноқими бўлса, бундай схемалар оптик концентратор дейилади. Аслида бундай топология маркази тугунда SDH мультиплексори қўлланилган “юлдузча” топологиясини эслатади (7.4-расм).

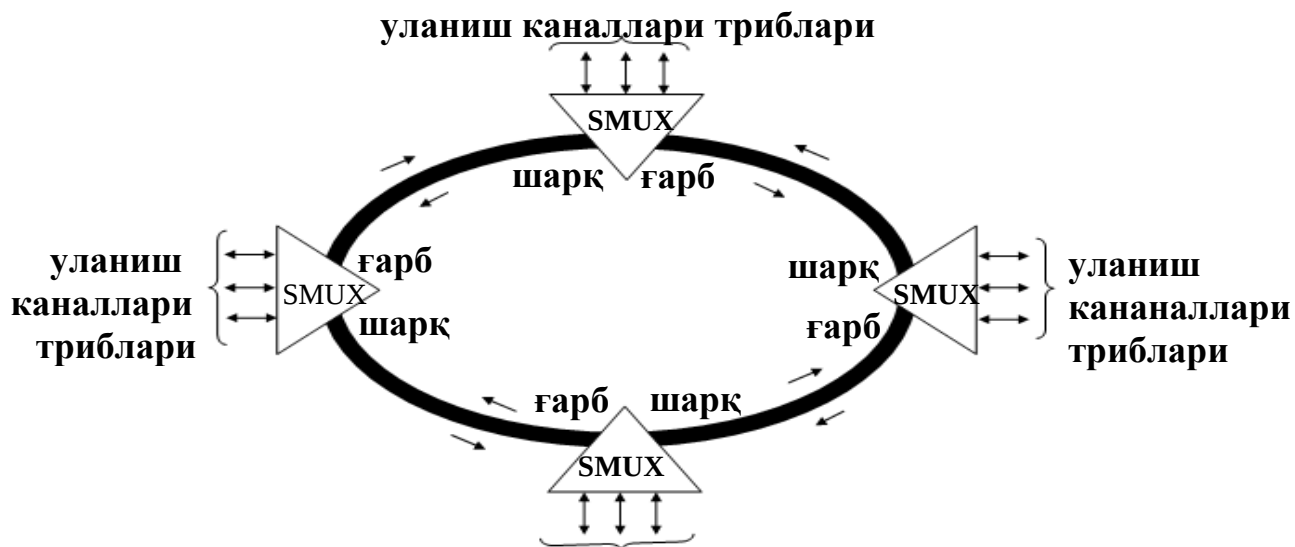
“Халқа” топологияси. Халқа топологиясининг энг ажойиб хусусиятларидан бири тармоқ ишдан чиққанида ўз-ўзини тиклаш қобилиятидир.

Бу топологиянинг асосий афзаллиги, 1+1 турдаги химояни осон амалга оширади. Бундай химояни осон амалга оширишнинг сабаби синхрон мультиплексорлардаги (SMUX) “шарқ-ғарб” деб номланадиган ва қарама-қарши йўналишдаги иккита халқа оқимини ҳосил қиладиган икки жуфт (асосий ва захира) чиқиш оптик агрегатларнинг мавжудлигидадир (7.5-расм).



7.4-расм. Концентратор функциясини бажарувчи юлдузча топологияси.

Демак, SDH тармоқларини лойихалаштиришда, транспорт тармоқларининг тузилиши юқорида кўриб чиқилган топологияли тармоқларнинг алоҳида бир элменти сифатида ташкил қилинади. Одатда халқа топологияси ёй “нуқта-нуқта” ёки “кетма-кет линия занжири” топологиялари билан биргаликда қўлланилади.



7.5-расм. “Халқа” топологияси

SDH тармоқларининг архитектурасида энг кўп қўлланиладиган “халқа-халқа” топологиялардир. Бундай уланишларда халқалар бир хил ёки SDH иерархиясининг турли сатхларида бўлиши мумкин.

Ячейкали топология. Ҳалқали топологияни кириш/чиқишли мультимплексорлар ташкил этса, ячейкали топологиянинг маркази ва унинг элементлари вазифасини операцион уловчи аппаратура (ОУА)лар ташкил этади.

ОУАлар ўзига тушган ахборатли киришларни, VC-3 , VC-4 виртуал контейнерларнинг маршрут сарловхаларини мос йўналиши бўйича тақсимлайди. Бундай вариантга эга бўлган топологиянинг афзаллиги шуки, ҳар бир йўналишда ўзининг юкламаси ва узатиш тезлиги назарда тутилади. Бундан ташқари, бирор ёки бир неча йўналишда узилиш рўй берган тақдирда ҳам мос келувчи пунктлар орасида алоқа узилмайди. Ячейкали тузилишга эга бўлган топологияда алоқа қанча катта бўлса, ячейкали аппаратураларда ишончлилиқ шунча юқори бўлади.

8. Курс лойиҳасини бажариш бўйича ҳисоблашлар

8.1. Узатишнинг турли тезликлари учун фотодиод сезгирлигини аниқлаш

Нурланиш частотаси қуйидагича аниқланади:

$$\nu = C/\lambda = 3 \cdot 10^8 / 1,55 \cdot 10^{-6} = 1,94 \cdot 10^{14} \text{ 1/с}, \quad C = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Кўчкисимон фотодиод сезгирлиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$P_r = 10 \lg \frac{h \cdot \bar{n}_o \cdot V \cdot B_o}{10^{-3}} = 10 \lg 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 2500 \cdot 1,94 \cdot 10^{14} \cdot 2 \cdot 10^6 / 10^{-3} = -61,92 = 62 \text{ дБ}$$

Бу ерда

h-Планк доимийси, $h = 6,6252 \cdot 10^{-34} \text{ Вт} \cdot \text{с}^2$

n_o-бир бит ахборотдаги керакли фотонлар сони

ν -нурланиш частотаси,

B_o-узатиш тезлиги

Узатиш тизимининг энергетик потенциалини фотодиоднинг сезувчанлигини орқали аниқлаш мумкин:

$$\mathcal{E}_n = P_s - P_r = 0 - (-62) = 62 \text{ дБ}$$

Э_n- энергетик потенциал.

P_s-сигнални узатиш сатхи $P_s = 0 \text{ дБ}$,

P_r – кўчкисимон фотодиоднинг сезувчанлиги

Энергетик потенциални узатиш тезлигига боғлиқлиги

B ₀ , бит/с	2·10 ⁶	8·10 ⁶	34·10 ⁶	155·10 ⁶	622·10 ⁶	2,5·10 ⁹	10·10 ⁹	40·10 ⁹
P _r , дБк	-62	-55,91	-49,63	-43,04	-37,01	-30,96	-24,94	-18,92
Э _n , дБк	62	55,91	49,63	43,04	37,01	30,96	24,94	18,92

8.2. Сўнишни ҳисобга олган ҳолда кучайтириш участкаси узунлигини узатиш тезлигига боғлиқлигини аниқлаш

Линия трактидаги сўнишни ҳисобга олган ҳолда кучайтиргичлар орасидаги масофани узатиш тезлигига боғлиқлигини аниқлаш. Кучайтиргич пунктлари орасидаги масофа куйидаги формуладан аниқлашнади:

$$L_0 = \frac{1}{\alpha + \frac{a_{\kappa.а.й.у}}{L_{\kappa ур}}} = [P_s - P_m - n_{\kappa.а.у} \cdot a_{\kappa.а.у} - 30 - 10 \cdot \lg(h \cdot n_0 \cdot V)] =$$

$$= 1 / (0,21 + (0,05/4)) * [0 - 6 - 2 \cdot 0,25 - 30 -$$

$$- 10 \cdot \lg(6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 2500 \cdot 1,94 \cdot 10^{14})] = 532 \text{ км},$$

бу ерда,

$n_{\kappa.а.й.у}$ - қисмларга ажралмайдиганадиган улагичлар сони (STM-64 учун);

$$n_{\kappa.а.й.у} = (L_{\text{ком}} / 2) - 1 = (249/2) - 1 = \text{та}$$

$a_{\kappa.а.й.у} = 0,005$ дБ - қисмларга ажралмайдиган улагичлардаги сўниш;

$P_s = 0$, дБқ – узатиш сатхи;

$P_m = 6$, дБқ – элементларнинг харорат ўзгариши натижасида элемент ҳаракатларини оғиши ҳисобга олинган қувват бўйича керакли бўлган заҳира;

$n_{\kappa.а.у} = 2$ – қисмларга ажраладиган улагичлар сони;

$a_{\kappa.а.у} = 0,25$ дБ – қисмларга ажраладиган улагичлардаги сўниш;

$$L_{\text{ком}} = L_0 - \frac{10}{\alpha + \frac{a_{\kappa.а.й.у}}{L_{\kappa ур}}} \cdot \lg B_0 = 593 - \frac{10}{(0,21 + (0,05/4))} \lg 2 \cdot 10^6 =$$

$$= 249 \text{ км}$$

Кучайтиргичлар орасидаги масофани узатиш тезлигига
боғлиқлиги

$B_0, \text{бит/с}$	$2 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^6$	$34 \cdot 10^6$	$155 \cdot 10^6$	$622 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^9$	$10 \cdot 10^9$	$40 \cdot 10^9$
$L_{\text{ком}}, \text{км}$	249	222,08	193,84	164,23	137,11	109,95	82,89	55,84

8.3. Линия тракти дисперсиясини ҳисобга олган ҳолда секция узунлигини узатиш тезлигига боғлиқлигини аниқлаш

Секция узунлиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$L_{\text{сек}} = \frac{2 \cdot C}{|D| \cdot \lambda^2 \cdot B_0^2} = 2 \cdot 3 \cdot 10^8 / (2 \cdot 10^{-6} \cdot (1,55 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (2 \cdot 10^6)^2) = 3 \cdot 10^{10}, \text{ км}$$

Секция узунлигини узатиш тезлигига боғлиқлиги

$B_0, \text{бит/с}$	$2 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^6$	$34 \cdot 10^6$	$155 \cdot 10^6$	$622 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^9$	$10 \cdot 10^9$	$40 \cdot 10^9$
$L_{\text{сек}}, \text{ км}$	$3 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^5$	19979	1248	78

8.4. Кучайтиргичлар сонини аниқлаш ва кучайтиргичлар орасидаги масофа ҳамда секция узунлигини узатиш тезлигига боғлиқлигини чизиш

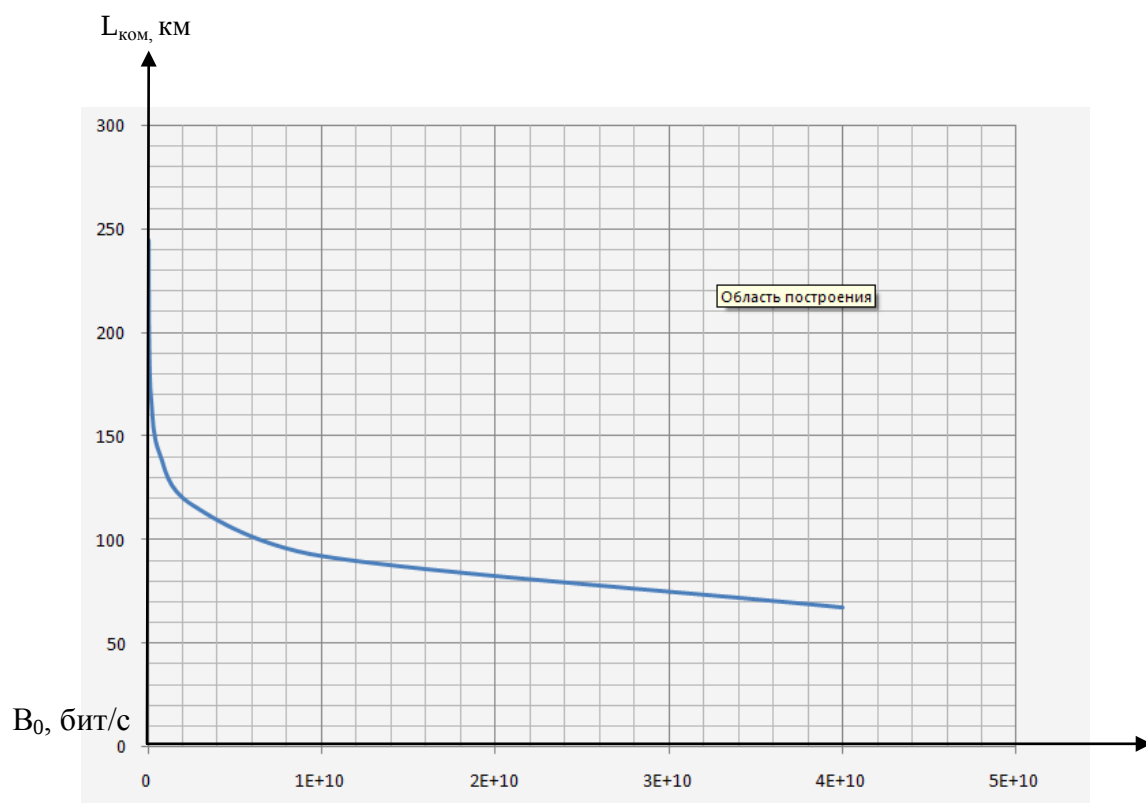
Жадвалдаги натижалар бўйича сўниш ва дисперсия учун кучайтиргичлар орасидаги масофа ва секция узунлигини узатиш тезлигига натижавий боғланиш графигини тузиш. Кучайтиргичлар сони қуйидаги формула орқали аниқланад $B_0, \text{ бит/с}$

$$N = \frac{L_{\text{сек}}}{L_{\text{ком}}} - 1 = (L_{\text{сек}} / L_{\text{ком}}) - 1, \text{ та}$$

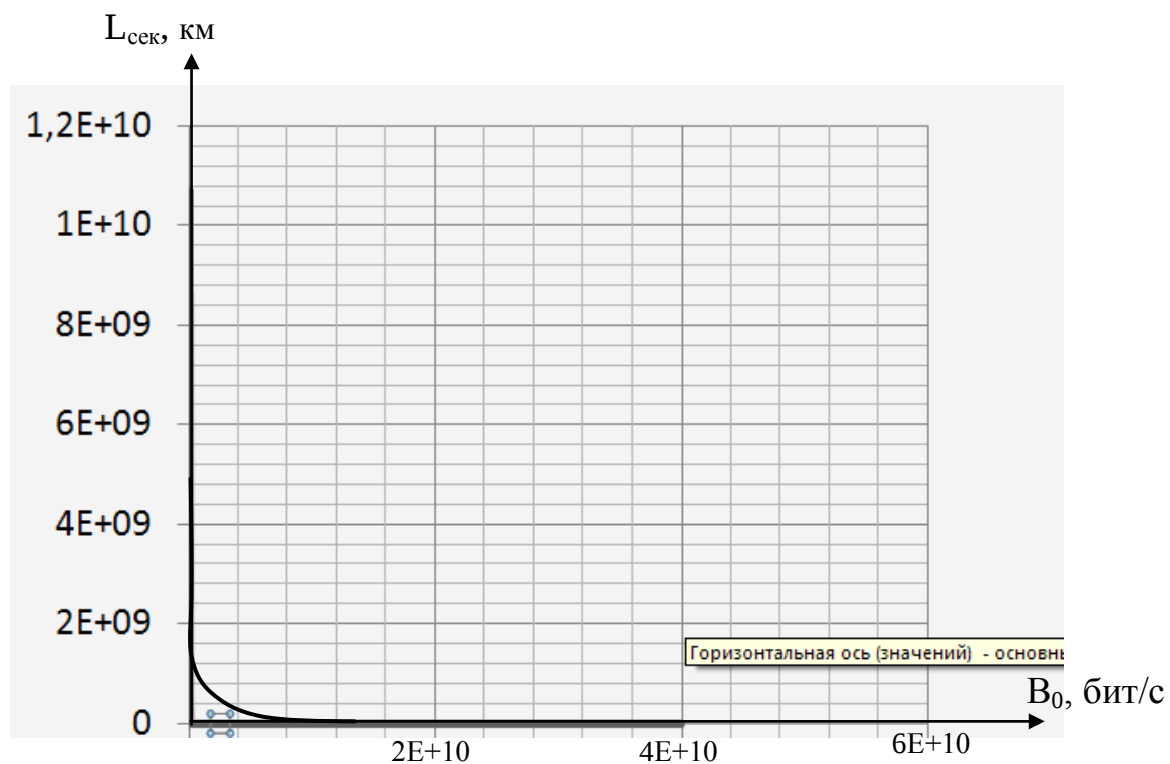
:

Кучайтиргичлар сонини узатиш тезлигига боғлиқлиги.

$B_0, \text{бит/с}$	$2 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^6$	$34 \cdot 10^6$	$155 \cdot 10^6$	$622 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^9$	$10 \cdot 10^9$	$40 \cdot 10^9$
Тизим	E_1	E_2	E_3	STM-1	STM-4	STM-16	STM-64	STM-256
$L_{\text{ком}}, \text{ км}$	249	222,08	193,84	164,23	137,11	110	83	56
$L_{\text{сек}}, \text{ км}$	$3 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^5$	19979	1248	78
N, та	$1 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^6$	557258	31647	2353	181	14	0

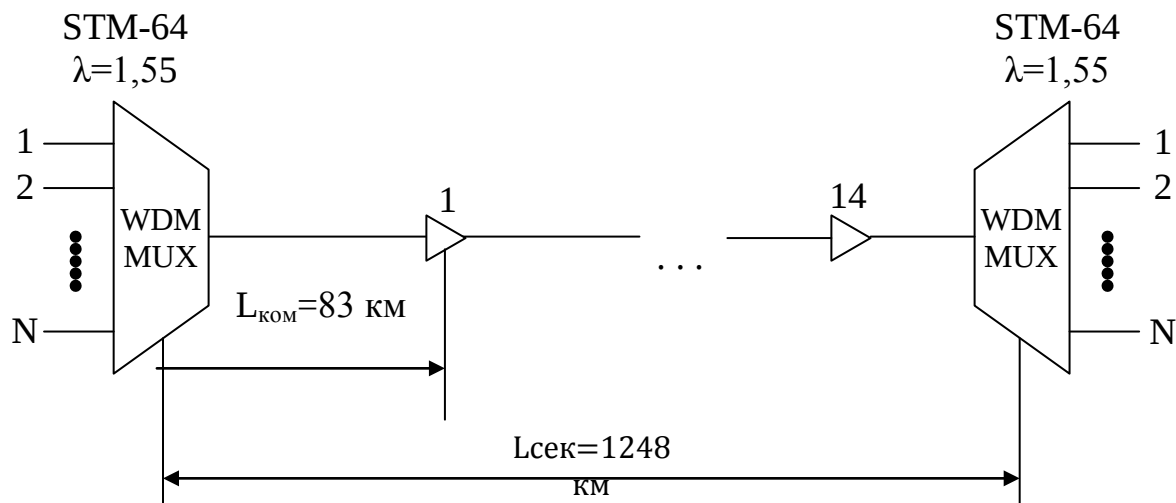


8.1-расм. Кучайтиргичлар орасидаги масофа узунлигининг узатиш тезлигига боғлиқлик графиги



8.2-расм. Секция узунлигининг узатиш тезлигига боғлиқлик графиги

Кучайтиргичлар сонидан оптимал вариантыни танлаб, узатиш тизими танланади.



8.2-расм. ОТУТ линия трактининг тузилиш схемаси.

8.5. Оптик кучайтиргичларни қўллаган ҳолда мультиплексорлаш секцияси учун шовқиндан химояланганликни ҳисоблаш ва сатх диаграммасини чизиш

Линия трактидаги шовқин сатхи фақатгина квант оптик кучайтиргичларини шовқин сатхи билан аниқланади:

$$\begin{aligned}
 n_{\text{хат}} &= 10 \lg \frac{h\nu}{P_0} + 10 \lg \Delta\nu + 10 \lg G + 10 \lg N \cdot F = \\
 &= 10 \lg [(6,62 \cdot 10^{-34} * 1,94 * 10^{14}) / 10^{-3}] + 10 \lg B_0 + 10 \lg G + 10 \lg NF = \\
 &= 10 \lg [(6,62 \cdot 10^{-34} * 1,94 * 10^{14}) / 10^{-3}] + 10 \lg 10 * 10^9 + 10 \lg 17 + 5,5 = -39,7 \text{ дБ},
 \end{aligned}$$

бу ерда,

$h\nu$ -фотон энергияси,

$P_0=1\text{ мВт}=10^{-3}$

$\Delta\nu$ -лазернинг модуляцияланадиган спектрига тенг бўлган нурланиш спектри

$\Delta\nu\approx B_0(\text{Гц})$

NF-квант ОКнинг шовқин омили $10\lg NF=5,5$ дБқ

G-квант кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти

$P_m=6$ дБқ

$$G=0,1+P_m+\alpha\cdot L_{\text{КОМ}}=0,1+6+0,2\cdot L_{\text{КОМ}}, =6,1+0,2\cdot 83 = \quad \text{дБқ}$$

Шовқиндан ҳимояланганлик қуйидаги формула билан аниқланади:

$$A_{\text{ХИМ}}=P_s - n_{\text{ХАТ}} - 10\lg K = 0 - (-35) - 10\lg K, \text{ дБқ}$$

$P_s=0$ дБқ

K-оптик квант кучайтиргичнинг тартиб рақами

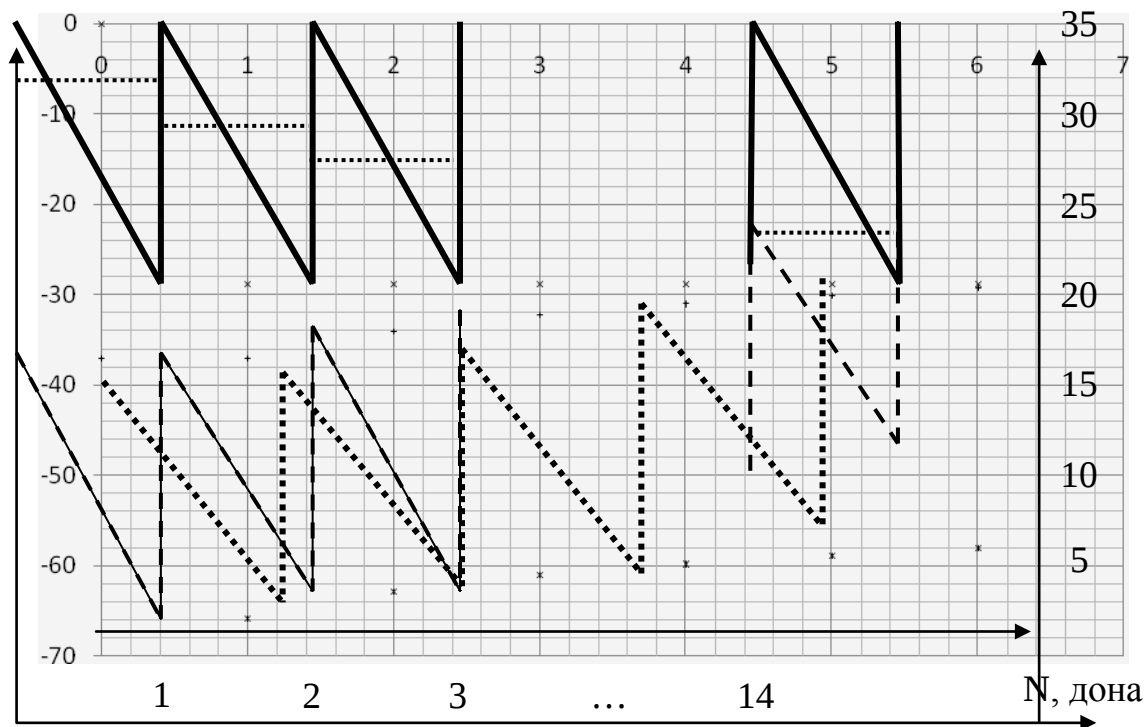
Кучайтиргичлар сони 14 та бўлгани учун $A_{\text{ХИМ}}$ шунча марта ҳисобланади:

8.5-жадвал

Шовқиндан ҳимояланганлик ҳисобининг натижалари

K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$10\lg K$	0	3	5	6	7	7,8	8,4	9	9,5	10	10,4
$A_{\text{ХИМ}}$	39,7	36,7	34,7	33,7	32,7	31,9	31,3	30,7	30,2	29,7	29,3

K	...	14
$10\lg K$		11,5
$A_{\text{ХИМ}}$		28,2



8.3 -расм. Хисобланган қийматлар бўйича линия трактидаги шовқинларнинг сатхи, шовқиндан химояланганлик ва оптик қувват сатх диаграммаси.

— оптик кучайтиргичларини шовқин сатхи ($n_{\text{хат}}$, дБ).

- - - сигнални узатиш сатхи. (P_s , дБ).

Шовқиндан химояланганлик ($A_{\text{хим}}$, дБ).

ХУЛОСА

Ушбу курс лойиҳасида ОТУТ ларда қўлланиладиган аппаратура ва жиҳозлар билан танишиб чиқдик. Линиянинг ўлчами ва параметрлари узатиш тезлигига боғлиқлиги маълум бўлди. Ушбу параметрлар ва ҳисоб-китобларга кўра линияга керак бўлган жиҳозлар ва қурилмалар сонини аниқлаб олдик: мультиплексор ва демультимплексор, кабеллар танлаб олинди. Юқоридаги ҳисоблашлар натижасида линиятрактида STM-256 иерархияси танлаб олинди. Бу тизимни узатиш тезлиги $10 \cdot 10^9$ Мбит/с га тенг. Бу узатиш тизими учун кучайтиргичлар сони $N=14$ та. Шовкин сатҳи эса $-39,7$ дБ га тенг. Секция узунлиги 1248 км ва кучайтиргичлар орасидаги масофа 83 км га тенг бўлди. Шовқиндан ҳимояланганлик талаб даражасида бўлганлиги учун регенератор жойлаштириш керак эмас.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Р.Р.Убайдуллаев. Волоконно-оптические сети. ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998 г.
2. Н.Н.Слепов. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. Радио и связь, 2000 г
3. А.Б.Иванов. Волоконная оптика, компоненты, системы передачи, измерения SyrusSystems, 1999 г.
4. Оптик алоқа асослари: ўқув қўлланма/ Г.Х. Миразимова, т.ф.н., доцент Р.И. Исаев масъул мухаррирлиги остида.- ТАТУ, 2006.
5. Оптик толали узатиш тизимларининг линия трактини лойихалаштириш: услубий кўрсатма/ Берганов И.Р., Раджапова Р.Н.- ТАТУ