

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар
кафедрасы

Суйнбаев Коблан

Телекоммуникациядағы оптогалшықтық Брэгг торшаларын талдау

Дипломдық жобаға


ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация
мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
техн.ғыл.канд, профессор
 Е.Таштай
«13» 05 2019 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА


Тақырыбы: Телекоммуникациядағы оптогалшықтық Брэгг торшаларын
талдау

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы


Орындаған:



Суйнбаев Коблан

Рецензия беруші
ҚазҰАУ, ЭҮЖА каф.
доктор PhD.,
қауымдастырылған профессор
 Әлібек Н.Б.
« » 2019 ж.



Ғылыми жетекші
ЭТЖҒТ каф. техн.ғыл.маг.,
лекторы
 Төлен Г.Б.
«08» 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн.ғыл.канд-ы

 Е.Таштай

«01» 02 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Сүйінбаев Коблан

Тақырыбы: Телекоммуникациядағы оптоалшықтық Брэгг торшаларын талдау

Университет ректорының “ 16 ” 10 № 1162-б бұйрығымен бекітілген
Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі “ ” мамыр 2019 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері Оптикалық талшық құрылымының ерекшеліктері, Телекоммуникациялық жүйелердегі опто талшықтарды құрастыру және пайдалануын зерттеу

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Талшықты-оптикалық Брэгг торы (FBG)

б) Талшықты-оптикалық магистраль байланысының есептелуі

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)


Сызбалық материалдар __ слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 16 атау


дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Телекоммуникациялық жүйелерде оптикалық талшықты әзірлеу және пайдалану	8.02.2019	Мок
Брэгг талшықты-оптикалық желілеріне негізделген дисперсиялық өтемді үлгілеу әдістерін негіздеу	22.03.2019	Мок
Талшықты-оптикалық магистраль байланысының есептелуі	21.04.2019	Мок

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылаушы	ЭТЖҒТ каф. доктор PhD., сениор лектор Тайсариева К.Н.	02.02.19	

Ғылыми жетекшісі  Төлен Г.Б.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Суйинбаев Коблан

Күні "08" 05 2019 ж.

АҢДАТПА

Берілген бітіру жұмысында телекоммуникациядағы оптоалшықтың Брэгг торлары талдау қарастырылды. Брэгг талшықты-оптикалық тор (Fiberglass Брэгг Grating - FBG) - шыны талшықтың ішіндегі голографиялық торды сызықты ультракүлгін. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады. Тығыздаудың негізгі қасиеттері қысқаша баяндалған.

Қарастырылатын қалалардың арналар санының және берілген магистральда қайта өндіріштік аймақтардың есептеулері жүргізіледі.

АННОТАЦИЯ

В этом выпускном исследовании изучался анализ телескопа клеточного волокна Брэгга. Брэгговская волоконно-оптическая сетка (Fiberglass Bragg Grating - FBG) представляет собой линейную ультрафиолетовую голографическую сетку внутри стекловолокна. Для используемой технологии были выбраны и проанализированы системы распределения и оптический кабель. Основные свойства уплотнения суммированы.

Проведены расчеты количества каналов рассматриваемых городов и зон трансформации данной магистрали.

ANNOTATION

At the outbreak of research, the telescopic analysis of Bruges was discovered. The Bragg's Fiberglass Bragg Grating (FBG) represents a linear ultraviolet holographic cutter inside the glass fiber. For use in technology, the system has been analyzed and analyzed by the system of distributions and optical cables. Fundamental features are summed up.

Estimates of the number of channels considered and the transformation of the main streets.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Телекоммуникациялық жүйелерде оптикалық талшықты әзірлеу және пайдалану	10
1.1 Оптикалық талшық құрылымының ерекшеліктері	11
1.2 Оптикалық талшықтардың түрлері	15
1.3 Талшықты феноменнің әсері	17
2 Брэгг талшықты-оптикалық желілеріне негізделген дисперсиялық өтемді үлгілеу әдістерін негіздеу	22
2.1 Ерекше оптикалық талшықты құрылымдар	23
2.2 Талшықты-оптикалы Брэгг торы	29
2.3 Брэгг торларының қасиеттері	31
2.4 Тарату жүйесінің жабдықтары	33
2.5 DWDM мультиплексорлары	34
2.6 Оптикалық күшейткіштер	35
2.7 Оптикалық байланыс желілерді синхрондау	36
3 Талшықты-оптикалық магистраль байланысының есептелуі	40
3.1 Оптикалық тракт сипатының есептелуі	40
Қорытынды	51
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	52

КІРІСПЕ

Өзара әрекеттесудің арқасында кешенді ақпарат, компьютерлік және телекоммуникациялық технологиялардың сенімді және жоғары сапалы жұмысын қамтамасыз ету қажет. Оптикалық талшық - телекоммуникациялық деректерді орташа және қашықтыққа жеткізу үшін заманауи орта. Оның айрықша қасиеттеріне қарай, оның бөгеттің тұрақтылығына және оның тұрақтылығына, сондай-ақ оның салыстырмалы қолжетімділігіне байланысты оның жоғары беріктігі мен ұзақ уақытқа байланысты өмірінің бірнеше саласында қолдануға болады.

Дегенмен, оптикалық талшықтар жылдам және басқарылмаған деректерді беруде қиындықтарға ие. Оларға мыналар жатады: эрозия, жұту, желілік және сызықты емес шашырау және дисперсияға байланысты талшықтың өткізу қабілетін арттыру мүмкіндігін шектеу.

2018 жылы «Қазақтелеком» АҚ филиалдарын құру туралы шешім қабылданды, ол қазақстандық интернет-нарықта өз қызметін бастаған халықаралық ақпараттық тарату желілерін құру міндетін дамытып, оңтайландыруға тиіс. Алғашқы инфрақұрылымдық инвестициялар 8 млн. АҚШ долларын көрсетті. Ұлттық деректер желісі үш жылға қол жетімді болды және үлкен алаңға ие болды. Ол бірнеше еуропалық елдердің аумағына тең екендігін көрсетті. Жаһандық клиенттік база құрылды, ал елдің деректерді беру қызметі нарықта жетекші орынға ие болды. Корпоративтік клиенттерге және жеке пайдаланушыларға таратылған желі 18 ірі қаланы қамтыды және бүкіл ел бойынша деректерді беру қызметі кең ауқымды қамтамасыз етті. Желі радиотелефон байланысы арқылы оптикалық талшық пен бірыңғай басқару орталығы негізінде құрылды. Cisco Systems компаниясының негізгі жабдықтаушысы болды. Kazakhstan Online 2000 жылы CiscoPowered Network мәртебесін алды. Дәстүрлі қызметтермен қатар, Frame Relay интернетке Интернетке шығатын цифрлық арна мен деректер желісін құру мүмкіндігіне ие болды. Абоненттерді дамытудың стратегиялық бағыты ADSL технологиясы негізінде кеңжолақты Интернетке қолжетімділік болып табылады. Бұл техникалық телефон желісін пайдалану тек қана түсіруді ғана емес, жаңа қызметтерді де ашуға мүмкіндік береді. Жаңа технология телекоммуникациялық қызметтерді пайдалана отырып, Kazakhstan Online-ды технологиялық модернизациялау аясында үнемі жұмыс жасайды. Телеграф желісін деректер желісімен біріктіруді IP телеграф желісі түсіндіреді. Қол жеткізілген нәтижелерді жалғастыра отырып, «Қазақстан Интернет» компаниясы әрдайым қызметтер ауқымында үнемі таратылатын бірқатар коммуникацияларды алға жылжытуды жалғастырады. Жақында MPLS VPN-ті енгізуді жоспарлап отыр және қызмет көрсетудің кепілді сапасы QoS-ге Қазақстанның телекоммуникациялық инфрақұрылымы негізінде қызметтердің кең ауқымын кеңейтуге, сондай-ақ жоғары жылдамдықты технологияларды пайдаланудың кешенді әдісіне мүмкіндік береді. Ол ең қарапайым және ең күрделі типтен жасалады. Қазақстан

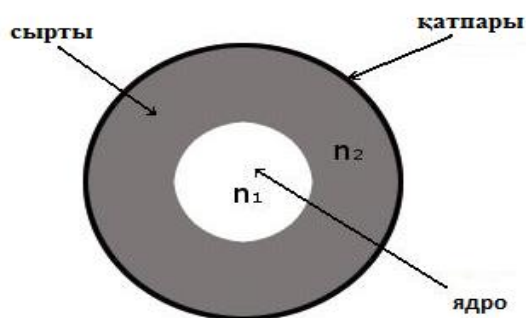
Республикасының сандық хабар тарату жүйесі - бұл аналогтық басым жүйелер, сигналдарды беру, жоғары технологиялы және үнемді дискреттік сигнализация, қарапайым математикалық өңдеу үшін арнаның мүмкіндіктерін пайдалану, олардың рационалды арнасының параметрлерінің байланыс желісі. төзімділік, кедергі жоғары деңгейге тұрақтылық бостандыққа әкелді. Интернеттегі сағаттар, әскерилер уақтылы байланыс қызметтері үшін қамтамасыз етеді және зерттеу ұйымына ұзақ уақыт күтеді. Дүниежүзілік Ғаламтордың Интернетте пайда болған сәттен бастап және интернеттегі ақпараттардың қолжетімділігіне қол жеткізген уақыттан бастап, жұртшылық өз мүмкіндіктерін іс-әрекетте пайдалана алады. Оптикалық талшықтар ақпараттың үлкен көлемін және байланысқа қатысты ақпараттың дәйектілігін көрсетті. Бөлінген арналардың өткізу жолағын әдейі бөлек арналарға бөлу үшін, уақыт бөлу мультиплексері уақытша анимация үшін TDM-ды пайдалануға тырысты. Дегенмен, анимацияны модуляциялау және дамытуға арналған жабдықтың күрделілігі артады, бұл технологияны деректерді беру жылдамдығына шектейді. Толқындардың ұзындығын одан әрі бөлу Multiplexing WDM - толқындарды көбейтудің баламалы тәсілі.

1 Телекоммуникациялық жүйелерде оптикалық талшықты әзірлеу және пайдалану

Қазақстанда телекоммуникация заманауи әлемде динамикалық және тұрақты. Бұл саланың болашақ дамуы «Қазақстан-2020» мемлекеттік бағдарламасы аясында жүзеге асырылуда, онда қазақстандық қоғамның заманауи инфрақұрылымының басты міндеті тұр. Бұл байланыс оптикалық-оптикалық байланыс жүйесінің (ТОБЖ) технологиясы мен сенімділігін пайдалану мәселесі болып табылады.

1.1 Оптикалық талшық құрылымының ерекшеліктері

Оптикалық талшықты көрінетін және инфрақызыл толқын жақсы ауысым болып табылады - жарық сәуле арналған УК жарық, алаңы болып табылады. Оптикалық талшықтар жиі сіңіру коэффициентін азайтуға және пластикалық, кремний сипатталады баллон талшықтар деп атайды, телекоммуникация саласындағы пайдаланылады. Талшықты материал мөлдір болуы маңызды. оптикалық талшықты талшықтар жүрек және жүйке, сыну көрсеткіші n_1 болып, сыну көрсеткіші n_2 керемет болды, және айырмашылық [1]. Негізінде жүректегі көптеген талшықтар бар. Олар коррозиядан (1.1 сурет) қорғайды акрилді тосқауыл бар.



1.1 Сурет–Көлденең қимадағы оптикалық талшықтың құрылымдық сұлбасы

1.1.1 Оптикалық құрылымдық тербелістер

Максималды талшықты бұрышы φ_{\max} -ден көп, ал алынған жарықтан белсенді жарық пайда болады және қолайлы. Егер $n_1 > n_2$ орындалса және талшықпен операцияға негізделген толық көрініс болса.

Сыну индексі мен сыну индексінен айырмашылығы, материал пайдаланылатын материал болып табылады. Сыну көрсеткіштерінің ең көп таралған қосымшаларының бірі - GeO₂ (герман диоксиді).

Сіз бір фосфорды, алюминийді, хлорды қолдануға болады. [1].

Талшықты линза - ішкі заңдарды толығымен бейнелейтін оптикалық заңның заңы [3]. Радиациядан шығатын шағылысқан жарықтан шығарылған мөлдір мөлдір жарықтың түрлері, ал екінші ортасы шығаратын радиациямен байланыста болды. Екінші ортада радиус бірінші айырмашылығы болып табылады және жарық 0 ° бұрышына тең және жарық ортаға жетпесе, жарықта шашыратылады. Бұрышы α - сәулелердің бұрышы және қалыпты диапазонға жетеді, мұндағы бұрыш δ - бұрыштың жойылу бұрышына жақындайды [2]. Екі ортада, деректерді өңдеуге жіберілетін синусының бұрышына түс бұрышы синтездің бұрышына беріледі, ол екінші екінші сынақты басқа ортаға екі орташа жарық көзінің жылдамдығымен салыстырады [2].

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{v_1}{v_2} = n_{2/1} \quad (1.1)$$

Мұнда $\sin\alpha$ - алғашы орта нормаль

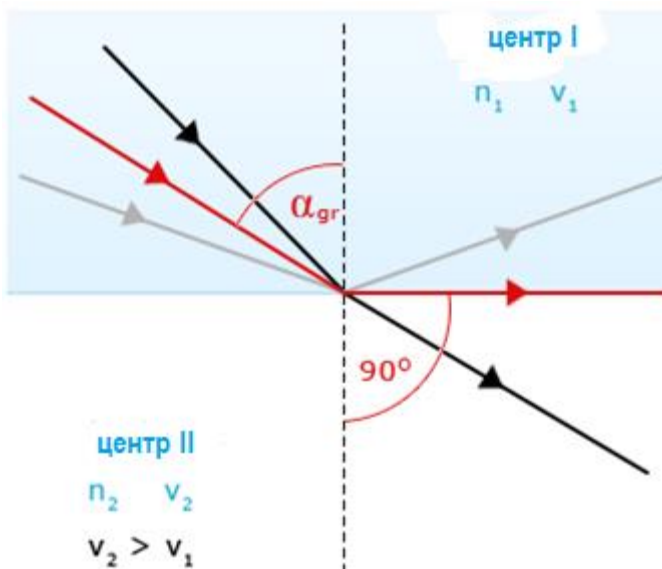
ажыралған сәулені шегіне бұрышына карайды;

$\sin\beta$ - екінші орташа ажыраалаған сәулег шегіне отырып бұрылды;

v_1 – 1- ші орта жарыққа жетеді;

v_2 - 2-ші орта жарық шоғына алыс;

$n_{2/1}$ - 3-ші орта біріншісіне қатысы сынуға [3].



1.2 Сурет –Екі орта арасында өтетін жарық сәуленің оптикалық бағыты[2]

Кез келген орта және де вакуумның шекарасымен сыну көрсеткішіне сынатын көрсеткіш деп атайды да n белгісі басқа i формулаға жатады:

$$n = \frac{v}{c}, \quad (1.2)$$

Мұнда c —вакуум жылдамдық;
 v —сол ортадың таралған жылдамдығына.

Егер вакуумдағы сыну индексі көрінсе, уақыттың ортасында жарық шығаратын орта аз жарық жылдамдығына дейін төмендетіледі және осы сыну индексінде үлкен болады. Егер ортасында вакуум пайда болса, онда бірінші орта мерзімді рефлексия көрсетіледі, ал екіншісі рефлексияға байланысты бұзылады:

$$n_{2/1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}. \quad (1.3)$$

Жоғары жылдамдықпен v_2 бірінші жылдамдықта v_2 , орта (рефракция) екінші формуласының жеңіл қызыл орташа β (сынақ) бұрышы бірдей α -рефлексия болды. Сол таңба α_{gr} бұрышын білдіретін 80 градусқа сыну бұрышы бар бірінші бұрыштан сынға ұшырайды (1.2-сурет)

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha_{gr}}{\sin 80^\circ} = \frac{\sin \alpha}{1} = \sin \alpha_{gr}, \quad (1.4)$$

яғни:

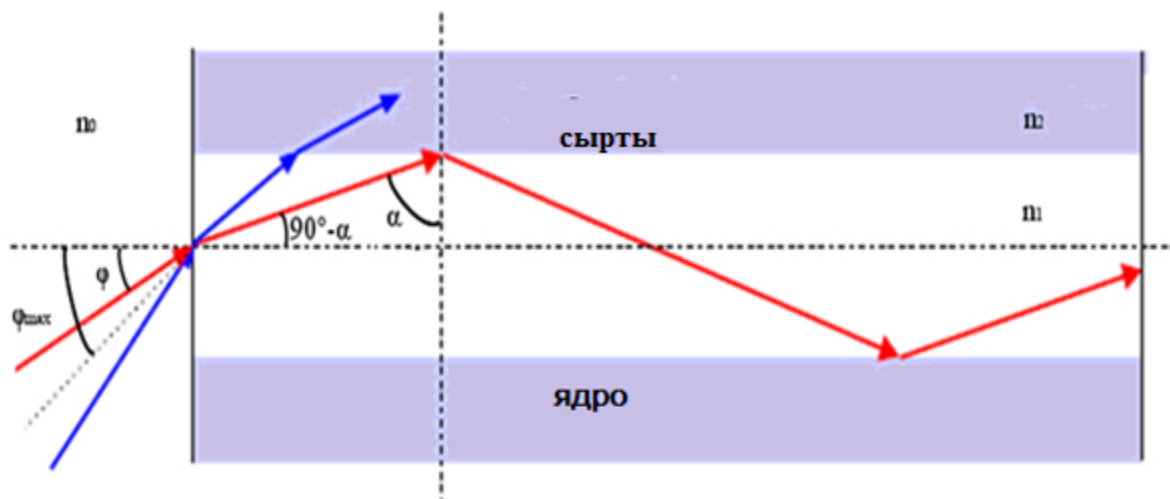
$$\sin \alpha_{gr} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (1.5)$$

және α_{gr} аумалы (критикалық) бұрышы келесідей:

$$\alpha_{gr} = \arcsin \frac{n_2}{n_1}. \quad (1.6)$$

Айналу бұрышы, α_{gr} бұрыштары жүректің қисық сызығына - көрсетілген шағылыстың жарық шағылыстырылған жарығын және сол қабықты емес. Бұл құбылыс бүкіл дүние жүзінде көрініс тапты және сигнализацияланған оптикалық талшық.

Егер талшық жарық шығаратын болса, ол әлдеқайда жоғары радиация шығарады. Жүрек бір шұңқырға 1 бөлек бөлінеді, өйткені жарыққа жарқыраған талшықты бұрыш ϕ көп әсер етеді және вакуум жүрек ортасында көрсетіледі. [3].



1.3 Сурет - Оптикалық талшыққа жіберілетін жарық шоғының бұрышы бойлық қимадағы шағылысу [2]

Егер φ_{max} максималды бұрышы болмаса, онда сол жақ жарықтық кіріс талшығының бұрышынан үлкенірек жарыққа өтеді. Оптикалық талшықтарға келетін болсақ, талшықтарға толы болғым келеді. Екінші жағынан, бұрыш φ кішірек бұрышқа сәйкес келеді және Snell заңы қабырғадан толығымен көрінетін етіп үлкен контур α (1.3 сур.) Сәйкес келеді. Бұл үлгіде Snellius бұрышы φ бұрышында орналасқан:

$$n_0 \sin \varphi = n_1 \sin(90^\circ - \alpha). \quad (1.7)$$

Осы φ кірісі бұрышына дау болады, сәулеге қабық келеді, дисперсия болса осы сөнеді. Максимал φ_{max} бұрышы α_{gr} байланыс сол Snellius заңы есептеледі. Талшық саны апертурасына NA аталған талшығына белгісі көп мәнісі φ_{max} бұрышы синусы келеді:

$$NA \equiv \sin \varphi_{max} = \frac{n_1}{n_0} \sin(90^\circ - \alpha_{gr}) = n_1 \cos \alpha_{gr} = n_1 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha_{gr}} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}. \quad (1.8)$$

Сандық апертураның мәні 0,2-ден 0,6-ға дейін тең. Мысалы, кварц талшығының градиенті $NA = 0.108$ ($\varphi_{max} = 25^\circ$) мультимодалалық талшықтың $NA = 0.12$ ($\varphi_{max} = 7.5^\circ$), сол сияқты ілмектердің кварц талшығының $NA = 0.142$ ($\varphi_{max} = 15^\circ$) сәні. NS, сол сияқты, күн дауының ең үлкен бұрышы оптикалық талшықтың көлеміне бай екенін көрсетеді. Егер бір мультимоды талшықтың бір жақты жағында кішкене қалса, соғұрлым ұзақ уақытқа дейін біраз жақпа жинақ болады [5].

Осындай чөмөданда талшықтың ядросы Aperturasina NA талшықты оптика деректердің нақты бөлінуімен сипатталады. Көптеген жолдарды қамтитын қосымша бөлу (сол, минималды сигналды тарату қажеттіліктері және атмосфералық икемділік ымыралы арасындағы ең көп таралу..

1.2 Оптикалық талшықтардың түрлері

Оптикалық талшық жарық сәуле қабатына ұшырауы мүмкін. Өзгертілген талшықтар бөлінген толқындық бұрышта бір электромагниттік өріс деп қарастырылады. Түрлендірілген оптика талшықтарда бақыланған іздердегі түрлі электромагниттік толқындар кезінде кедергінің соңында анықталады. Максвелл теңдеуінің модельдерінің бірі және орталықтағы электромагниттік өрістердің шектеулері математиканың тұжырымдамасы болып табылады, онда теңдеу бос. Толқындардың таралу теңдеулері соңғы шешімнен әлдеқайда көп, ал талшықтар бойымен шашыраған толқындар біртекті емес. Осылайша, бұл оның типіне байланысты тезірек, толқыннан ұзағырақ, орталық электромагниттік өріс кең таралған сәнді шешім.

Талшықтардың пішіні сандық формамен ұқсас [5]. Толқындардың орталығы λ_0 және V параметрлері бар өздерінің ядросының радиусы:

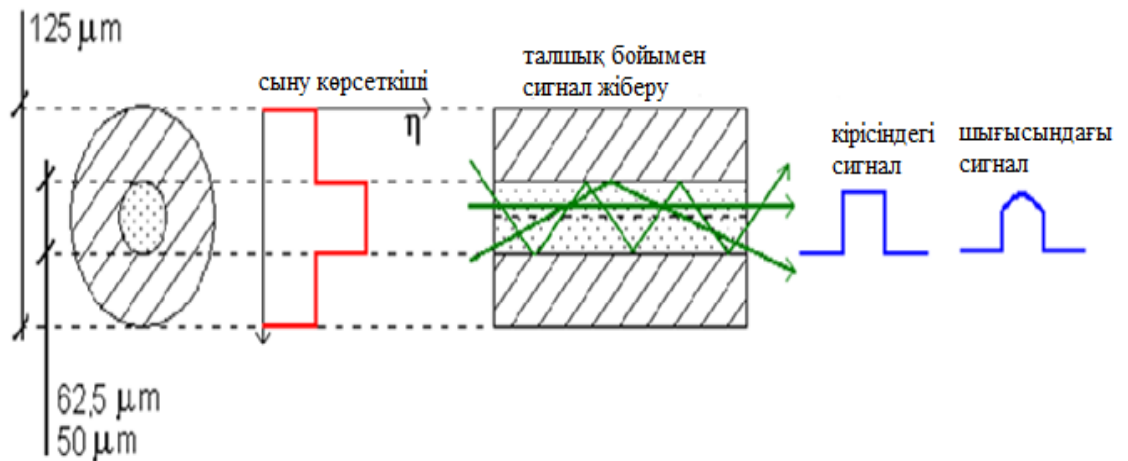
$$V = \frac{2\pi a}{\lambda_0} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \cong \frac{2\pi a}{\lambda_0} n_1 \sqrt{2\Delta}. \quad (1.9)$$

Таза талшықтар әлемдегі ең сәнді, олар бірінші сән режимінде, олардың саны үлкен. Мультистатикалық талшықтар бір мезгілде тұқым қоя алады. Жалпақ талшық талшықтары жекелеген талшықтардан талшық осіне дейін жұмыс істейді. Талшықты диаметрі көптеген микрометрден тұрады, ал көптеген модульдер Максвелл теңдеуімен шектелген және басқаларға қарағанда көп болуы мүмкін. Жасалынған толқын ұзындығы бір модуль деп аталады, ал оптикалық талшықтар бұл толқын ұзындығынан кем қатаң болады [6].

Көпфункционалды оптикалық талшықтар жарық пушініндегі талшықтарға байланысты өзгереді (1.4 сур.):

$$M \cong \frac{V^2}{2}. \quad (1.10)$$

Осылайша, әртүрлі модульдерде таратылым тұрақтылар көп болуы мүмкін. Кішкене ісік жүрекке байланысты болады. Ең алдымен, ол өте шектеулі режимде өте жылдам көрінеді және одан да аз болады. Таратылған тренд айнымалысы осы ортада тез бұзылады. Насихаттау кезінде хабар таратудың жарық импульсінде түрлі режимдер жоғалады [6].



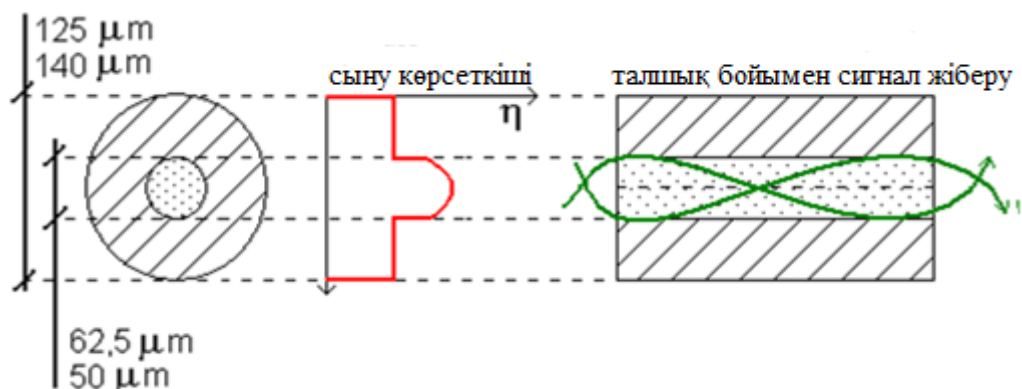
1.4 Сурет – Лодыжка талшығында моданы тарату әдісі [6]

Соңында импульстер салуға тураланып, сол таратылған сигнал логикалық өзгеріске болады. Осы болғанда, оптика талшық мол модалдық дисперсия аталады [6].

Модалдық дисперсия күшін кішкене жасау, талшық градиентінің болады (1.5-сурет), сонда өзекше сыну көрсеткіштері талшықтар өсінде қашық аз болады. Сонда сәуле жолдары өзекше қатарымен көбейіп жұмыс атқарады. Сыртынан сыну көрсеткіш аз болса, осы арада жақты көп кетеді.

$$M \cong \frac{v^2}{2}. \quad (1.11)$$

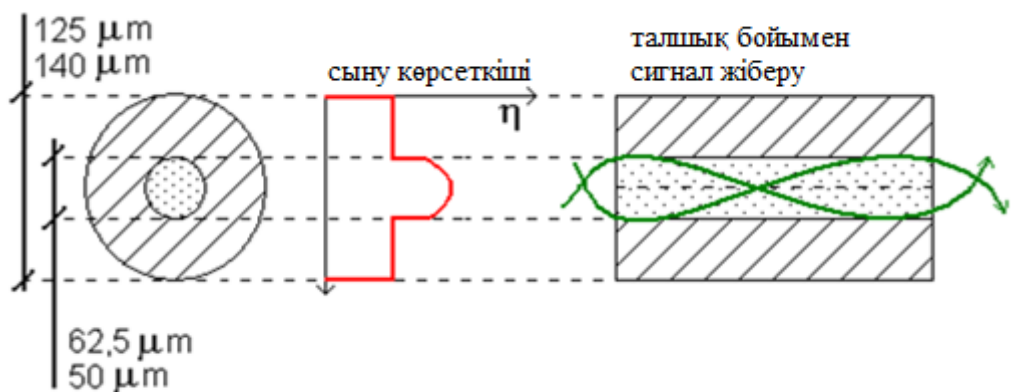
Бұндай оптикалы талшық сыну көрсеткіші көп ауысады, әртүрлі модалар таратылу жылдамдығы тең болып ол мода дисперсия азайады, көптеген жол таратылыды режимдер қажет геометриямен анықталады



1.5 Сурет –Талшық градиентінде моданы тарату әдісі [7]

Көпфункционалды талшықтардың айырмашылығы - монофиламен талшық (1.6 сурет), диаметрі - жарық толқындарына сәйкес келеді.

Микрондардың микроскоптың өлшемі. Импульстің диаметрі Максвеллдің диаметрі 20 диаметрден көп болуы мүмкін [1]. Оптикалық талшық оптикалық талшықты талшықты немесе талшықты талшықтарға параллельді, бұл оптикалық талшық осы түрлерге қарағанда оптикалық түрде ұзақ уақытқа созылады, себебі сигнал 50 км-ден астам созылады.

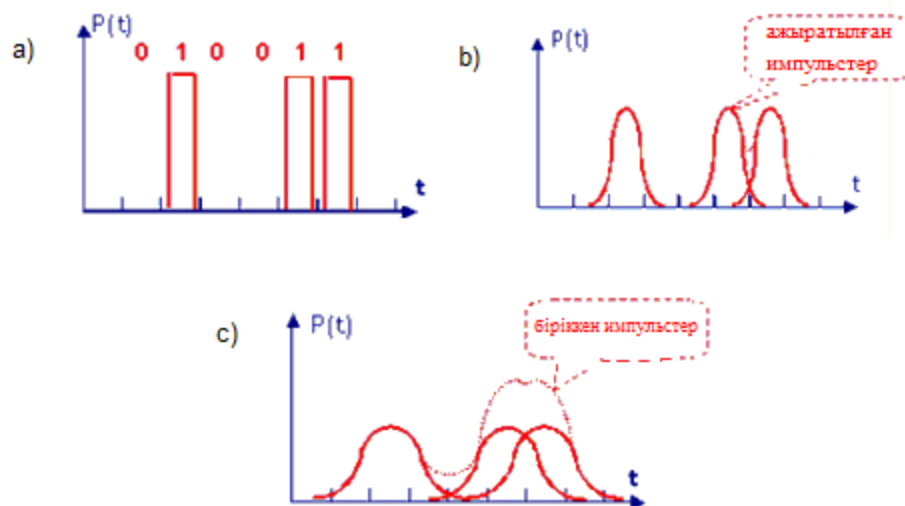


1.6 Сурет– Бір модальды талшықта тарату режимінің әдісі [7]

Шыны талшық технологиясы бір шыны шлемді басқаруға мүмкіндік береді. Параметрлік А іс жүзінде бірдей (формула 1.9) және ішектің және сыну индексі арасындағы айырмашылық сәл төмендейді [7].

1.3 Талшықты феноменнің әсері

Оптикалық талшықтар 1.7, 1.8 және 1.9 жарық сәулелерінде таратылады. Олардың сигнал өзгерістеріндегі жарық өзгереді. Егер шашырау болмаса, жарықта оптикалық талшықтардың шашырауы талшықты шашыратады. Импульстің жылдамдығы импульстің жылдамдығын импульстің бірінші бұрышына жылжытады, яғни импульстің жылдамдығы уақыт ұлғайып, амплитудасы азаяды. Бұл өзгерістер ұзақ уақыт бойы шынайы серпін бермейді. Бұрмаланған сигналдар өзгеруі мүмкін бұрмаланған белгі бірдей бұзылулар деп аталады. Бұл қателер болмаса, биттер көбейеді, ал деректер жылдамдығы төмен. Ақыр соңында, бұл құбылыстар хабарларды беру барысында өткізгіштердің жылдамдығын және санын азайтады [11].



1.7 Сурет оптикалық талшықтың дисперсиясының негізгі нәтижесі болып табылады, атап айтқанда: а) бөлінген сигнал; б) сигнал жіберіледі; с) қабылданған сигнал қабылданады [8]

Екі дисперсиялық опция бар: қалыпты дисперсия - жиілік толқындарының өзгеруі, ауытқулардың дисперсиясы және төменгі жиілік толқындары. Екінші жағынан, импульстік бұрмаланулардың арқасында талшықты дисперсиядағы айырмашылықты байқауға болады: модальды, хроматикалық (материал және толқын) және поляризация [8]. Модальді дисперсия. Қабатты дисперсиялар - қабаттардағы D_{mod} , онда талшықтардың тек бір түсі бар. Оптикалық талшықтар әртүрлі режимдерден көп сәулелену арқылы жасалады. Талшықпен бір мезгілде жұмыс істейтін бөлек жарықтандыру режимдері түрлі жолақ жылдамдығына сәйкес келеді. Осылайша, шығыс импульсінің өсуі уақыт бөлудің ең жылдам және баяу модулінен ерекшеленеді. Бұрмаланған сигнал бұрмалауы тарату тарату қашықтығына байланысты, сондай-ақ [13] артады. Модульдік дисперсиялық құрылғы / км, жылдам және баяу режимдер арасындағы айырмашылық, сигнал бұрмалануының шамасы талшықты-оптикалық түйін арқылы өтетін уақытпен анықталады:

$$D_{mod} = \frac{\Delta\tau}{L}. \quad (1.14)$$

Қолданылатын талшық түріне байланысты әртүрлі бұрмаланулар бар, бұл талшықтардың сыну көрсеткішіне, яғни көлденең секциядағы сыну көрсеткішін бөлуіне байланысты.

Егер сигнал кабелі сыну көрсеткішінен өзгеше болса, сигнал бірнеше рет бұрмаланған. Уақыт аралығы $\Delta\tau$ мынадай қатынастар арқылы анықталады:

$$\Delta\tau = \frac{L}{2n_1c} NA^2, \quad (1.15)$$

онда L - талшықты ұзындығы;

$n_1(1)$ - талшықтың сыну көрсеткіші;

c - жарық жылдамдығы, ал NA - талшықтардың сандық диафрагмасы.

Индустрияға тән технологияларды пайдаланған кезде, осы құбылыстарды төмендететін әртүрлі нысандарды алуға болады. Сыну көрсеткішінің сыну индексі түріндегі сыну көрсеткіші ең көп дегенде ең төменгі деңгейге дейін өзгереді. Құрылым жылдамдығынан өзгеше болғандықтан, импульс аздап артады. Демек, бұл зеңбіректің бұл түрі серпілістің жылдамдығынан шағын дисперсиямен (шамамен 300 есе) сипатталады, ал таратылған сигнал сәл өзгереді [13].

Дегенмен, талшықтар осындай диаметрлерге секіргіш тәрізді пучок ретінде таратылатын екі жартылай күшті шоқтарды ұстай алады. Арқа жарық индикаторының ең жылдам және еркін режимі арасындағы уақыт айырмашылығы әлдеқайда аз және келесі түрде сипатталады:

$$\Delta\tau = \frac{L}{6n_1^3 c} NA^4, \quad (1.16)$$

Хроматикалық дисперсия. Дисперсия дисперсиясы онда таралатын орталық толқындардың ұзақтығына байланысты өзгереді. Жарық монохромды көз емес болғандықтан, әрбір импульс жиілік компоненттерінің жиінінен тұрады немесе қысқа радиацияның спектральды еніне ие. Жиілік компоненттері әртүрлі жылдамдықта таратылады. Егер топ жылдамдығы жиілікте (толқын ұзындығына және тарату уақытына байланысты) болса, біз хроматикалық дисперсияны айтады [11].

D_{chr} хроматикалық дисперсиясы толқын ұзындығының сыну индексінің тәуелділігіне, толқын ұзындығының дисперсиясына және толқын ұзындығының $v_g(\lambda)$ D_{fal} және дисперсия $D_{material}$, қабықтың және ядраның таралуына байланысты. Материалды дисперсия және шекті жалпы хроматикалық дисперсия:

$$D_{chr} = D_{mat} + D_{fal}. \quad (1.17)$$

Материалдың дисперсиясы оптикалық талшықтардан жасалған шыны шлемге байланысты. Материалдың дисперсиясы ядролық материалдың сыну көрсеткішінің толқын ұзындығының тәуелділігіне байланысты. Бұл дисперсия материалдың толқын ұзындығына (жиілігіне) қатысты оптикалық қасиеттерін білдіреді. Ал раковинаның және магистралдың сыну көрсеткіші пульсациямен байланысты. Бұл жағдайда сыну индексі топтың индексі ретінде анықталуы керек, себебі топтың жылдамдығы:

$$v_g = \frac{c}{N} \quad (1.18)$$

және жазық толқынның тәуелділігімен сипатталған фазалық жылдамдығының мәні:

$$v_f = \frac{c}{n'} \quad (1.19)$$

осындай дисперстік ортада әртүрлі тарап кетеді.

n және N екі факторы да жиілік функциясы болып табылады және олардың қатынастары келесі формулаға байланысты:

$$N = n + \omega \frac{dn}{d\omega} = n - \lambda \frac{dn}{d\lambda}. \quad (1.20)$$

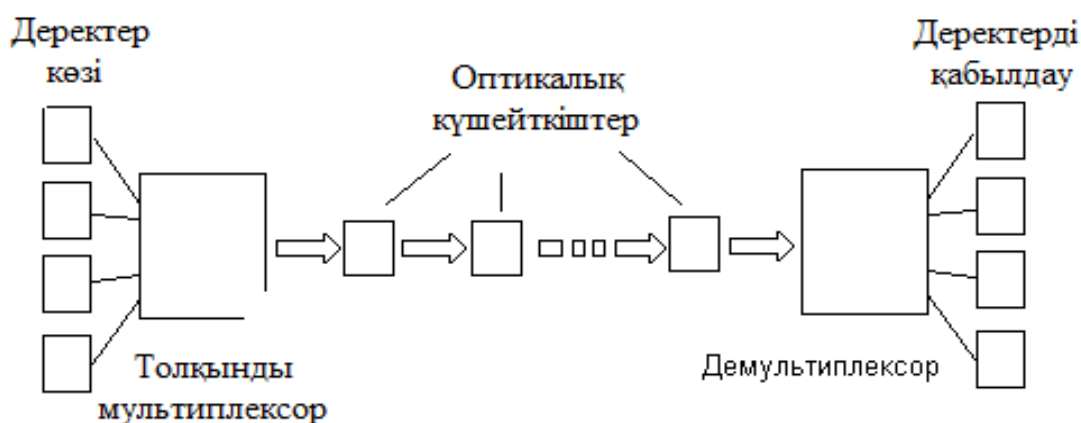
n және N сыну көрсеткішінің мөлдір шынының SiO_2 толқын ұзындығына тәуелділігі 1.11-суретте көрсетілген.

Құрылғыны сатып алу, орнату, қалпына келтіру, сынақтан өткізу және пайдалануды жабдықтаушы инженер жүзеге асырады.

Интернетке кеңжолақты қатынау қызметтерін жылжыту бойынша қызметтерді Орталық мамандары ұсынады. Стратегия: Заң телефон желісінде жұмыс істеген кезде қайта бағыттау, кәсіпкерлерді бөлу және Интернет желісіне кіру үшін белсенді қолданылады. Қосылу сапасын жақсартатын PD қызметтері үшін Клиенттен ПД-дан түскен кіріс «аймақтық интернет» жүктемесін төмендетеді, бұл клиенттік базадан коммутациялық кірістердің құнын ұлғайтуға мүмкіндік береді. Есептеу техникасы саласындағы қаражат есебінен шетелдік мамандардың есептеуі, қаражатты пайдалану арқылы ұлттық экономиканың 15-25 пайызын үнемдеуге мүмкіндік береді, өндірістік шығындарды 7-8 пайызға азайтады және басқару персоналының санын 10-15 пайызға азайтады. Бұл елдегі қажеттіліктерге және жергілікті телефон желісінің телефондық сапасына сәйкес келмейді. Егер біздің еліміз жергілікті телефон желілерінің жалпы қуаттылығы бойынша әлемнің дамыған елдерінің арасында жеткілікті болса. Ал, дамушы елдерге ғана емес, сонымен бірге дамыған елдерге де телефон байланысының тығыздығының негізгі көрсеткіші болып табылатын байланыстың дамуы.

Қол жетімді сыйымдылығы 3,5 Гбит / с. Басқа қалалардың уақытша анимациясын жасау оптикалық кабельдер арқылы таратылады. Сонымен қатар, кадрларды бір мезгілде түрлі жылдамдықпен беру кезінде WDM тарату жылдамдығы желіге қолданылады. Осындай жүйе талшықты құрылғылар арқылы тиісті ұзындықтарға бір уақытта жарық сигналдарының бірнеше түрлерін жібере алады. Бұл жылдамдық арнаны әр секундта қорғайтын және қол жетімді болса өте жоғары өнімділікпен қамтамасыз ететін қазіргі заманғы электрониканы пайдаланатын бірнеше гигабайттардың деректерін беру үшін пайдаланылуы мүмкін.

WDM әдісі 20 Гбит / с-тан 2,2 Тбит / с дейінгі диапазонында диаметрі 28 мм және 150 жарық диодты диапазонында 160 мкм өткізгіштігі бар.



1.8 Сурет - WDM мәліметтер ағынын үйлестіру

Бірінші WDM құрылғысы 1990-шы жылдары пайда болды. Екі арналы жүйелерде 1430 нм талшықтармен 1740 нм кең жолақты байланыс бар. Бұл өлшем (DWDM) талшықты мультиплекстеу ұзындығы болып табылады, олар WDM үшін өте дәл болып табылатын 1740 нм терезеге сәйкес келеді. Бұл талшықтарға каналдар үшін маңызды бойлық жолақтар салу мүмкіндігін береді. 2.6 нм қашықтықта көрші WDM құрылғылары (тығыз толқын ұзындығы бөлінісі бар мультиплексор) DWDM - тығыз толқынмен мультиплексирование жасаумен байланысты. WDM үшін толқын ұзындығына төзімді, тұрақты толқын ұзындығы лазер сәулелері көп арналы WDM жүйесін жасау үшін қажет. Лазерлер мұндай жүйелерде ең қымбат элемент болып табылады, сондықтан олардың дамуы баяу. Қазіргі уақытта 8 - 16 және 24 арналы жүйелер бар. Мультиплекстік арналарда 80-ге дейін бөлмелер болуы мүмкін.

2 Брэгг талшықты-оптикалық желілеріне негізделген дисперсиялық өтемді үлгілеу әдістерін негіздеу

Дисперсия құбылысы да ұзын талшықты-оптикалық кезектер мен қысқа қашықтықта сигналдарды таратуды қиындатады. Дегенмен, тиімді бақылау үшін дисперсиялық өтемақы әдістерін қолдану қажет, алайда дисперсияны оң дисперсиямен фибрилляция арқылы өтеуге болады, ал нәтижесінде дисперсия толқын ұзындығының белгілі толқын ұзындығының диапазонында нөлге жақын болады. Бұл әдісті пайдалану кабельдік технологияны жеңілдетеді және жеңілдетеді. Молярлы айырмашылықтар да түрлі талшықтарда байқалады. Градиент әсерін азайту үшін, сыну көрсеткішінің үзіндісін бөлуді көрсететін 1.3.4-де сипатталған талшықтарды қолданамыз. Тіпті осьтен алыс орналасқан болса да, жарық тез таралады, бұл жылдамдықтың таралуын және ықтимал айырмашылықтарды азайтуы керек. [4].

Пайдаланылатын деректер көлемін шектеу ақ дисперсияға және хроматтың поляризациясына әкеледі. Поляризация режимдерінің дисперсия құбылысын азайту үшін поляризация арасындағы жылдамдықтың айырмасын азайтуымыз керек.

Жарықтың таралуының негізгі режимі - ортогоналды поляризациясы бар екі режимнің сызықтық комбинациясы. Оптикалық талшықтардың поляризация режимі ортогоналды поляризацияның екі режимінің орнықтылығы әртүрлі болуы және олардың арқылы өтетін жолдың қиын болуы. Трансмиссиялық тұрақтылықтағы бұл айырмашылық талшықты жүректегі талшықтардың талшықтарының оптикалық анизотропты сіңуіне байланысты. Мұндай енгізу үшін эллиптикалық жүрек жиі барлық талшықтарда қолданылады. Дегенмен, талшықты-оптикалық сызықтар, мысалы, поляризациялық дисперсияны металл поляризаторлармен немесе бір поляризацияланған режимнен үзілген поляризатор арқылы өтеуге қабілетті болуы мүмкін, осылайша дисперсия дисперсия арқылы талшықтың көлденең қимасын тікелей өтей алады [4].

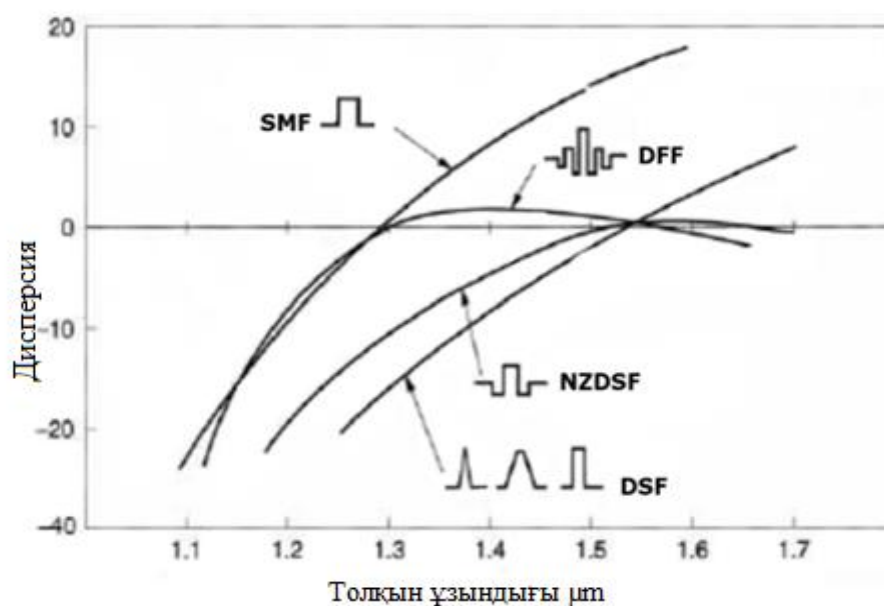
Оптикалық талшықтардағы сигналдың бұрмалануынан хроматикалық дисперсияға ықпалын тигізетіні негізгі мәселенің бірі болып тұр, сондықтан да болашақта осындай типті дисперсияның компенсациялаулар әдістері жиі талқыланады. Жаңа талшықты-оптикалық желі жумысланады ма немесе қолданыстағыны өңдеп жаңаландырады ма, сондай-ақ соған байланысты хроматикалық дисперсияның азайтудың бірнеше түрлі әдістерін пайдалануға болатынды. Ең қарапайым тәсілінің бірі дисперсияны басқарудағы жаңа желі орнатқан жөн. Бірақ барлық талшықты-оптикалық желілерді ауыстыру бір шама қымбатқа түсетінді, өйткені тарату ортасының және оның ұзақтығы үлкен шығындарға әкеп соғады. Хроматикалық дисперсияның әсерін жоюдың оңтайлылық тәсілі жарық дисперсиясының мен сүзгі жиілігінің түрлендірілген сипаттамалары бар арнайы құрылымды, жеке айтқанда, Брэгг торын да пайдаланған тиімді болады.

2.1 Ерекше оптикалық талшықты құрылымдар

Оптикалық талшықтарды өндіруді жетілдіру, сондай-ақ дайындық кезеңінде жарық сигналының таралуына әсер етуге мүмкіндік береді. Элементтерді шыныдан жасалған дисперсиялық қасиеттерге ие болу үшін, сонымен қатар индекстелген, негізінен жүректің сыну трансформациясы (ядро) әсер етеді. Есептің кейіпкері болғаннан кейін талдауға арналған талшықты дисперсияның оңтайлы қасиеттерін жасайды.

Дисперсиялық қасиеттердің нәтижесінде жарық толқындарының оң эмитенттері немесе хроматикалық дисперсияға арналған өтемақы бар талшықтардың ерекше құрылымын табамыз. Олар төмендегідей болуы мүмкін (2.1 сурет.):

- талшықты дисперсиялық дисперсия (дисперсиялы ауыстырылған талшық - DSF);
- шашыратылған талшықты (талшықты дисперсияның жарықтығы - DFF);
- дисперсиялық дисперсияның нөлге тең емес нөлдік дисперсиялық талшықтары (NZDSF);
- өтемдік талшық (мысалы: дисперсиялы өтемдік талшық - DCF).



SMF - стандарттық, DFF –жазық дисперсиялық сипаттылығы, DSF – ауытқыған нөлдік дисперсиясымен де, NZDSF- ауытқыған дисперсияның нөлдік емес мәнімен [4]

Сурет 2.1 - Дисперсиялық ақуыздардың жұлын-оптикалық құрылымы сонымен қатар жүрек түрін (ядро) құрайды.

Кескені бар вулкан (DSF) және пайыздық дисперсия (DFF). Сондай-ақ, ол дисперсиялы материал мен волноводтың жақсы көзі болып табылады, бірақ бұл сонымен қатар тек 1430 ғарыш станциясының екінші шегіне немесе шегіне ғана қолданылады (1.4.2 тарау). Сонымен қатар, поло да дәлдік ауқымында тұрақты ауқымға ие болады және жер шарынан кетеді. Айтпақшы, топ N толқындарының ұзындығын бұзса, онда бөлу жоғары ендік бойынша жүзеге асырылуы мүмкін:

$$D = \frac{d\tau_g}{d\lambda} = \frac{cdN}{d\lambda}, \quad (2.1)$$

жауабы $D = 0$ болған кезде.

Материалдық дисперсияның алу үшін нөлдік дисперсияның да орнын 1540 нм толқын ұзындығын құрды, бірақ толқынжол мен дисперсиясы бұл шаманы да одан ұзын толқындар жағына да 50 нм-ге ығыстырады, мұндағы таратудың екіншісі терезесінің 1430 нм толқынды ұзындығы болады.

Нөлдік дисперсия үшін де $D \sim 0$ маңызы зор, ол дисперсиялық B_d көлбеуі деп аталады және келесідей болады

$$B_d = \frac{dD}{d\lambda} = \frac{d^2\tau_g}{d\lambda^2} \left[\frac{ps}{nm^2 km} \right]. \quad (2.2)$$

Әрине, λ_0 -дағы Taylor элементінің ядросының ядросынан біз:

$$\Delta t = \tau_g L = \left[D\Delta\lambda + \frac{1}{2} B_d (\Delta\lambda)^2 \right] L, \quad (2.3)$$

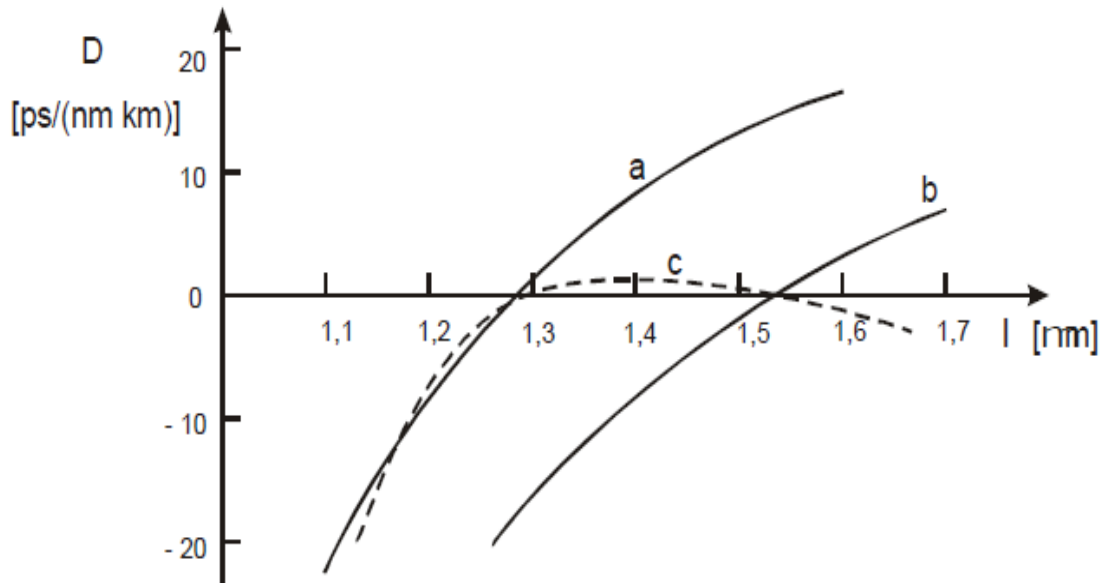
мұндағы Δt - ұзындығы L-ге шашырағаннан кейін де, хроматикалық дисперсияға байланысты импульсті уақытша кеңейту болып табылады, ал спектрлік ені импульстің ені болып табылады.

Нөлдік дисперсия коэффициентімен ең төменгі демпфирлік коэффициентіне сәйкес келетін оптикалық талшықты құру үшін толқын ұзындығы дисперсиясының үлесі ұлғайтылуы керек:

$$\frac{d\beta}{d\omega} = \frac{1}{c} \sqrt{B(n_1^2 - n_2^2) + n_2^2} \left(1 + \omega \frac{d\beta}{d\omega} \right). \quad (2.4)$$

Сондай-ақ, аорта мен мидың кірмелерінің арасындағы айырмашылықты арттыруға негізделген қарапайым әдісті көруге болады. Екінші жағынан, $d\beta / d\omega$ максималдығын арттыру үшін толқын ұзындығы мен толқын параметрлерін таңдаудың тағы бір жолы бар. Бұл оңтайландыру ротордың диаметрін төмендетуге әкеледі, сондықтан офсеттік дисперсия (DSF) ұсақ (5 мкм) дейін өзгереді, бірақ механикалық кернеулер (Δn) Rayleigh шашырауына және жоғары созылу кернеулеріне қарағанда жоғары. 1430 нм (оптикалық талшық) және 1740 нм - жазық диффузиялық дисперсия

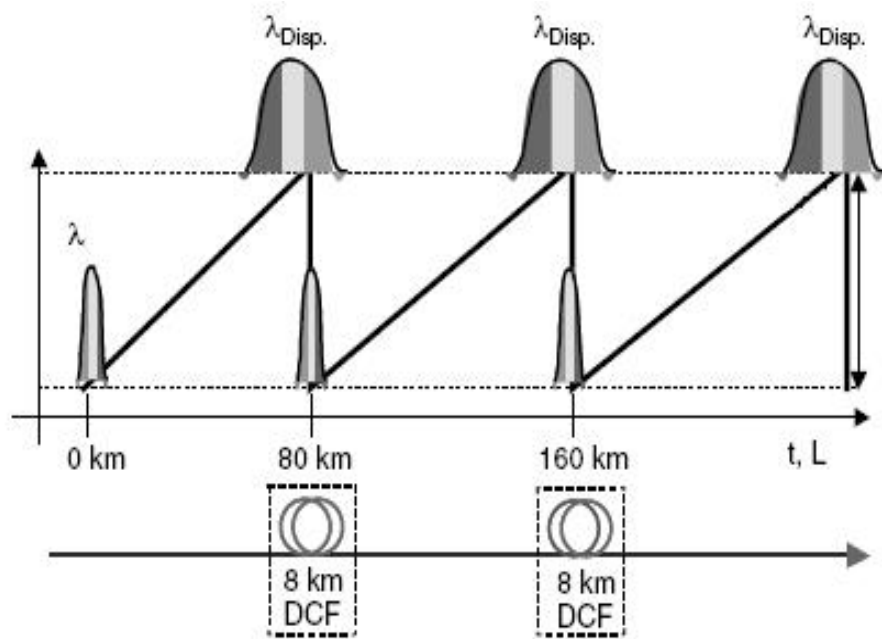
(DFF) оптикалық талшықтары бар оптикалық талшықтар үзіліс индикаторының пішіні мен материалын таңдау арқылы іске асады (2.2-сурет). DFF талшықтарында да екі нөлдік қатынасы бар оптикалық толқын ұзындығының болжауыштары бар. Екі талшық да әртүрлі және WSD нөлдік дисперсиясы қажет толқын ұзындығына байланысты өзгереді, ал екінші - екінші және үшінші қабатты терезелер үшін нөлге жақын келеді.



2.2 Сурет – толқын ұзындығының дисперсиялық тәуелділігі тәуелділігі Талшықты (a) (b) және дисперсиялық жазықтықтың стандартты ауытқуы үшін (c) [14]

Өтемақы талшықтары (DCF). DCF жарық көзі сонымен қатар салыстырмалы түрде үлкен толқын ұзындығының сыну көрсеткішінде жұмыс істейді. Ол сондай-ақ жаңа талшықты-оптикалық байланыс желісі пайдаланылғанда қолданылады, бірақ қазіргі уақытта телекоммуникация торабы жаңартылған кезде, әсіресе екінші терезеден (1310 нм) сыртқы оптикалық талшықты кабельдер желісіне ауысқан кезде қолданылады. DFF құрылымына сәйкес 1740 нм шамасында кері хроматикалық дисперсия бар. Өтемақы талшықтың ұзындығы бар матчты таңдағанда, оның каскадтық бөлімі бар нөлдік нөлдік дисперсия нәтижелерін алуға болады.

ДФФ талшығымен салыстырғанда, модульдер күшейткіш станциясына жиі белгілі бір қашықтықта орнатылады (2.3-сурет).



2.3 Сурет – Тарату желісінің бойынша DFC өтемдік (компенсация) талшықтарыніске қосу [7]

Егер стандартты талшықты дисперсия $D_{chr}(\lambda)$ және $D_{DFC}(\lambda)$ өтемі болса, олардың ұзындығы L және L_{DFC} , ал жарық көзінің спектральды ені $\Delta\lambda$ болады, біз келесі қатынастарды өтей аламыз:

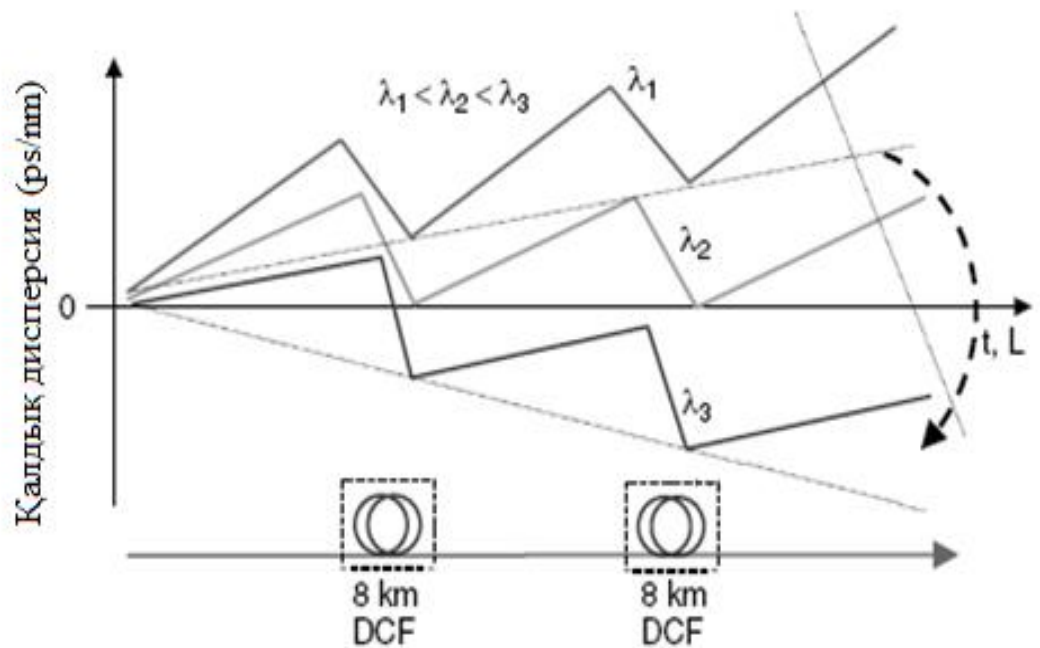
$$\Delta t = LD_{chr}(\lambda) \Delta\lambda + L_{DFC} D_{DFC}(\lambda) \Delta\lambda \quad (2.5)$$

Мысалы, кешігу уақыты $\Delta t \sim 0$ нөлге тең болады, сондықтан DFC L_{DFC} ұзындығын анықтай аламыз, ол үшін $D_{chr}(\lambda)$

$$L_{DFC} = (LD_{chr}(\lambda)) / (D_{DFC}(\lambda)). \quad (2.6)$$

L және L_{DFC} дәл сол сияқты төселген қабаттардың толығымен түсіруіне ұқсас және α және α_{DFC} сәйкес мәндері төмендегідей:

$$\Lambda = L\alpha + L_{DFC}\alpha_{DFC}. \quad (2.7)$$



2.4 Сурет– DCF талшығының жетілмегендігі [12]

Хроматикалық дисперсияның талап етілетін мәнін білу, оптикалық талшықтың және жарық көзінің параметрлерін және өтемақы құнын хроматикалық дисперсияны өтеу үшін қажетті DFC талшығының ұзындығымен анықтауға болады. ДТФ талшығының 1740 нм толқын ұзындығында таралған таратылуы хроматикалық дисперсияның әсерінсіз бөлінген талшықтар ретінде пайдаланылуы мүмкін, мысалы:

$$D_{DFC} = -100 \frac{ps}{nm \cdot km}, \quad (2.8)$$

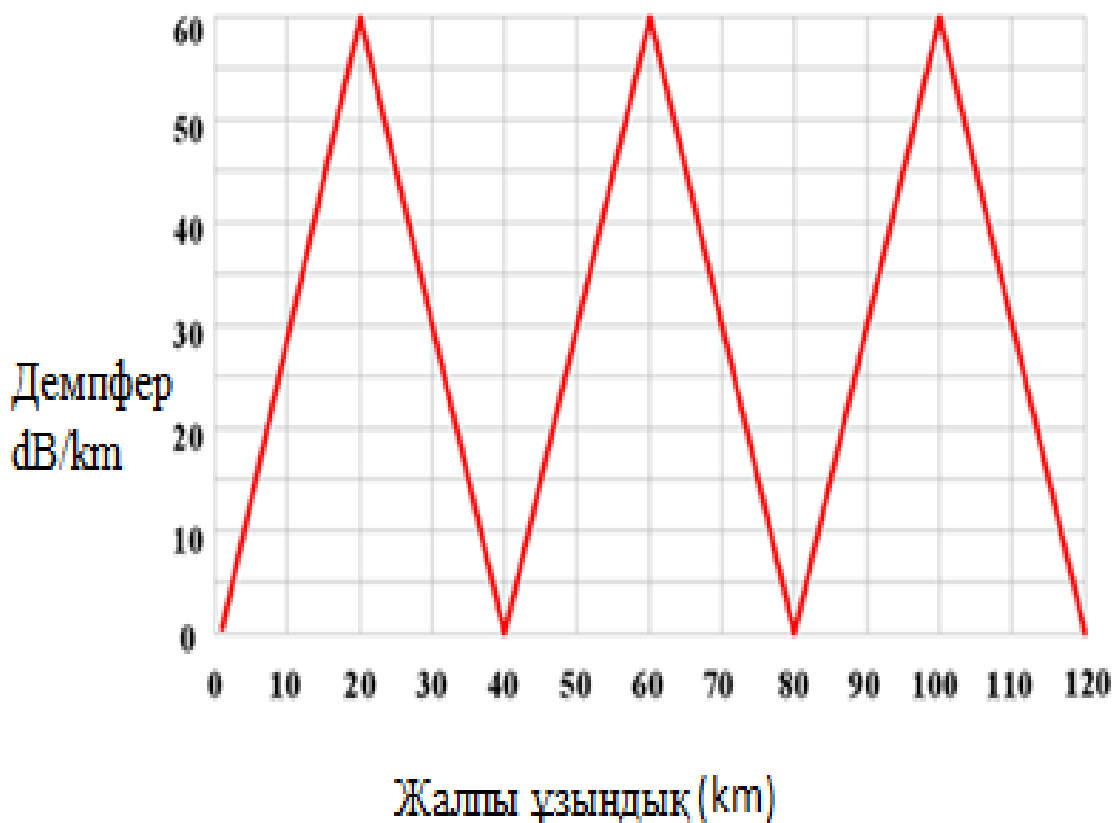
Басу:

$$\alpha_{DCF} = 1/2 \frac{dB}{km}. \quad (2.9)$$

Бұл шешім толқын ұзындығы әртүрлі ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$) түрлі дисперсия опцияларын, атап айтқанда, бір толқын ұзындығының (λ_2) (2.4 күріш) толық өтемақы түрін қарастырғандықтан, бір толқын ұзындығы жүйелеріне және DWDM-қуат жүйелеріне жарамды.

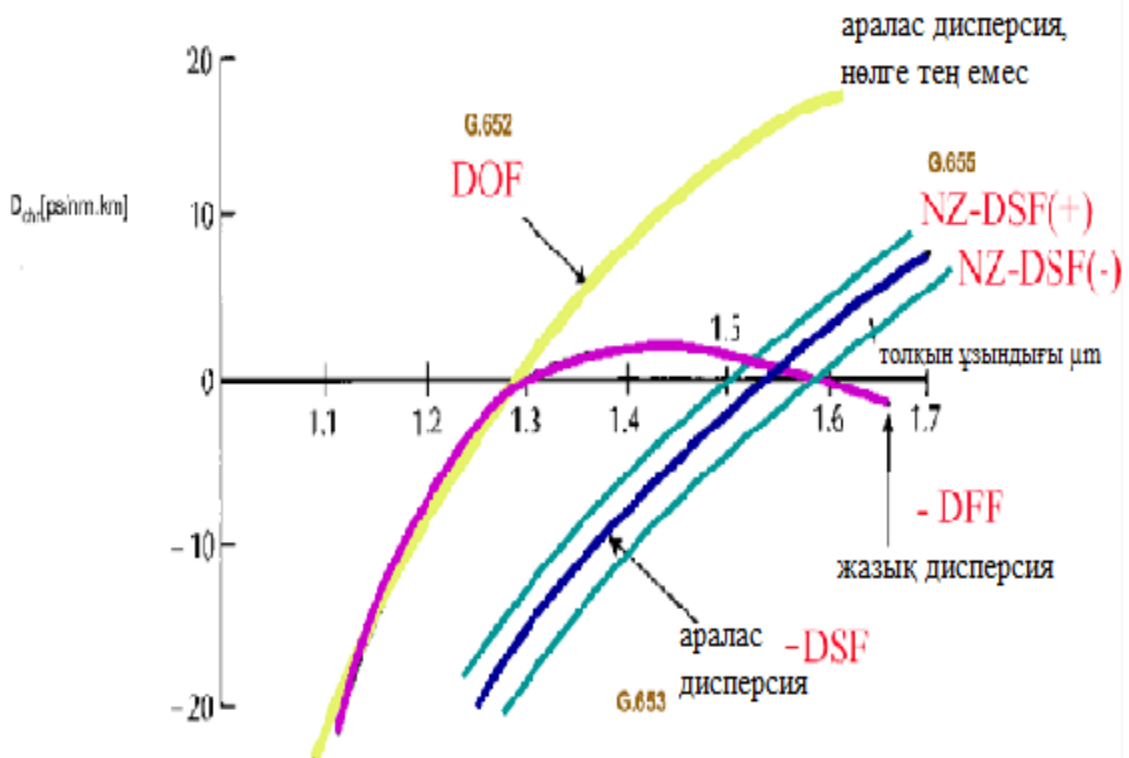
Нөлдік емес дисперсиялық дисперсиясы бар оптикалық талшық (NZDSF). SMF науасының стандарты толқын ұзындығы 1430 нм үшін оңтайландырылған. Оптикалық қосылыстардың дамуы толқын ұзындығын 1740 нм шамасында үшінші терезеге аздап тозуы және жоғары өткізу қабілеті бар түрлендіруді талап етеді. SMF хроматической шашыраңқы толқын ұзындығы болды, бұл нақты терезелер үшін нөлдік емес дисперсия DSF оптикалық талшығының нәтижесінде. DSF бірдей толқын ұзындығымен жақсы жұмыс істеді, бірақ ол 1740 нм дейінгі нақты толқын ұзындығы диапазонында жұмыс істеуге мәжбүр болған DWDM мультиплекстеу техникасын ұнатпады. Сызықты емес бөлу мәселесі, атап айтқанда, ИHD-ды бұрмалау қиын. Осы сызықты емес проблемаларды шешу үшін 1740 нм

немесе НЗДСФ талшығының тығыз орналасуының дисперсиясы бар нөлден тыс талшықтардың жаңа түрі енгізілді. Әрине, дисперсия сигналды бұрмалайды, бірақ оның әсерін төртбұрышты интерференциядан азайтады. Дегенмен нөлдік емес дисперсия дисперсияны едәуір жақсартады, соның нәтижесінде оптикалық талшықтар әр түрлі қашықтықта барлық арналарда (толқын ұзындығы) пайда болады (2.5-сурет).



Сурет 2.5 –NZDSF талшықтар каскады [21]

Нөлдік емес дисперсия NZDSF (-) дисперсиясын және NZDSF (+) талшықтарымен 1: 1 қатынасындағы нөлдік дисперсияларды және олардың дәйектілігі, сызықты емес әсерлерді хроматикалық дисперсияға жағымсыз әсерін шектейді (2.6-сурет). Сонымен қатар, EDFA күшейткіштерінің тиімділігі эрбий дисперсияларының дисперсиясында жұмыс сигналын өшіреді және нәтижесінде пайда болған дисперсиядағы NZDSF талшықтарының өтелуіне қолданылады.



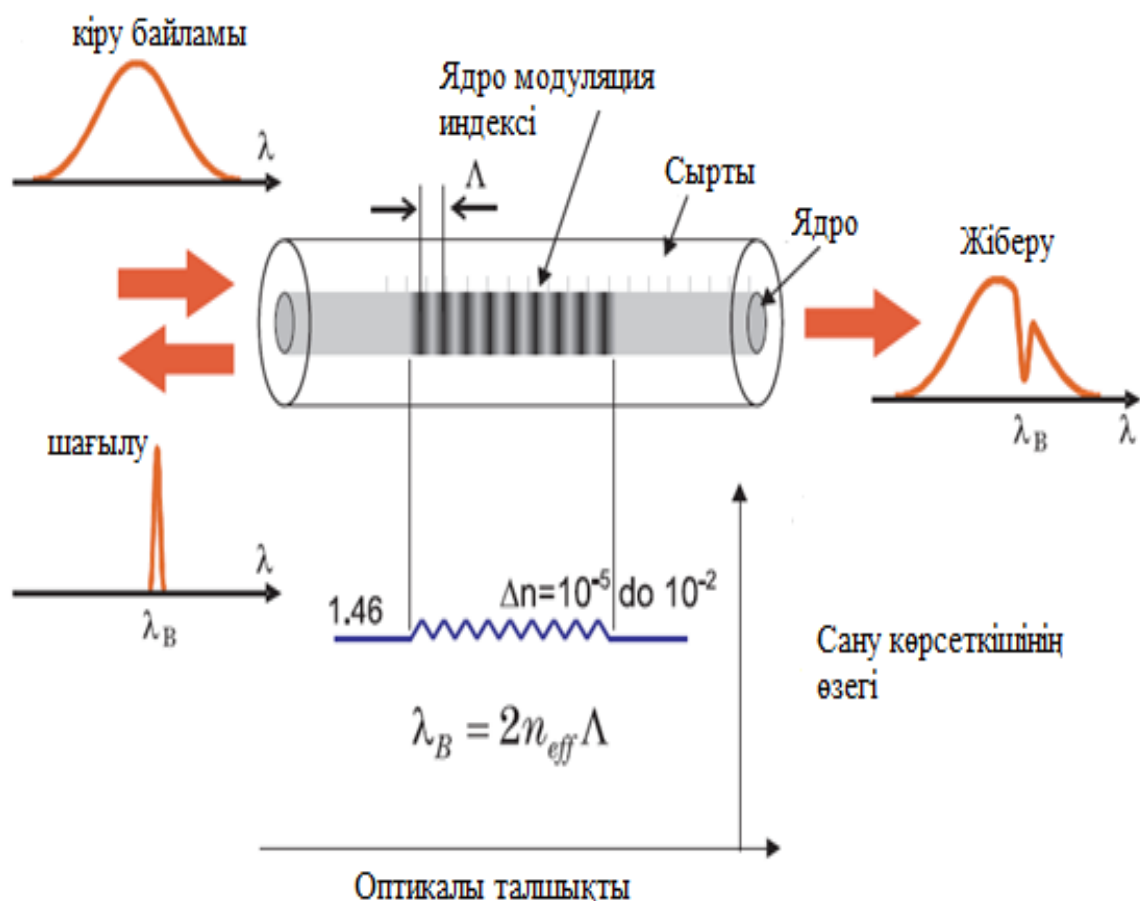
2.6 Сурет – Талшықтардың дисперсиялық сипаттамалары [21]

2.2 Талшықты-оптикалы Брэгг торы

Брэгг талшықты-оптикалық тор (Fiberglass Брэгг Grating - FBG) - шыны талшықтың ішіндегі голографиялық торды сызықты ультракүлгін (HF). Бұл талшықтарды осы торларға ауыстыру сыну көрсеткішінің бойлық бағытта қайталады. 1993 жылы германийді сутегі атмосферасына қосқанда, «Аткинс» және «Мизрахи» әйнек кварц әйнегі бар талшықтар екі есе жоғары болғанын көрсетті [13]. Төмен температурада, УК сәулесіне дейін 40-85 ° С температурасында және 35-800 ° С температурада атмосфера (әдетте 160 атмосферада) жүрекке (ядролық) сутегі молекулаларының диффузиясын тудырды. Ядроның тепе-теңдік деңгейінің 95% -дан астамы бөлме температурасында алынады. Осы әдісті пайдаланып, сыну коэффициентін 0.02 мәніне өзгертуге болады. Гидрогенизацияның артықшылықтарының бірі - микробтың болмағанына қарамастан, герман-кремний диоксидінен оптикалық талшыққа ие болу үшін кез келген торларды пайдалану мүмкіндігі. Сонымен қатар, кез-келген телекоммуникация терезелерінің жоғалуына әсер етпейтін сутегі шығаратын радиацияның әсері жоқ [4].

2.2.1 Брэгг торының қағидалары

Әдеттегідей, талшықты-оптикалық Брэгг торы бірдей сәулелену кезінде диффузиялық Брэгг торына бағытталған сәулелік радиацияны айналдыру арқылы жұмыс істейді. Нәтижесінде WBR талшықтардан жарықтың дифракциясын талшықтардан және сәнді қабығынан басқа талшықтарға ауыстырады [4].



2.7 Сурет – Брэгг торы жұмыс істеу принципі (ВБР) [33]

Брэгг торының оптикалық талшығының айналу бағыты бойынша шығаратын жарық біртіндеп ПП-ның кейінгі репликациясына байланысты бөлінеді. Әдеттегідей, Брэгг толқын ұзындығына λ_B көрсетілген шағылыстырылған жарықтың толқын ұзындығын көрсетпейді, көрсетілетін жолақтар саны төмендегі формула бойынша есептелгеннен аз:

$$\lambda_B = 2n_{eff}\Lambda, \quad (2.10)$$

мұндағы λ_B -Брэгг торынан керісінше бағытта шағылысқан жарықтың кірісі ағымының орта толқынының ұзындықтары;

n_{eff} - тиімді сыну көрсеткіші және Λ – тор периодтылығы (жолақтар периодтылығы) болып табылады.

Толқындардың λ_{Bragg} ұзындықтары үшін барлық жеңіл толқындар үшін бір-бірімен бір қадам және конструктивті тосқауыл бар. Браггтың толқын ұзындығы көрсетілетін WBR 100%, ал басқа толқын ұзындығы бар шамдар жоғалтпай жіберіледі.

2.3 Брэгг торларының қасиеттері

Брэгг талшықты торлы шамдар, жарық сәулелену және спектралды бөлу классикалық электродинамика теориясының толық сипатын ала алады. Талшықты-оптикалық шамдарды сәйкестендіру Максвелл теңдеуінің басымдылығымен сипатталады және шекара арқылы шешіледі. Осы есептің шешімдері сфералық өрістің электромагниттік өрістерін бөлуді қамтамасыз етеді. Брагг торының классикалық электродинамика теориясындағы көрінісі кері бағыттың бірдей режимдерін қосу арқылы түсіндіріледі. Егер осы тұрақтылықтың үлестірілуіндегі айырмашылық сомасы амплитудасының шамасына жақын немесе талшықтардың фазасына жақын орналасса немесе басқа модемнің арнайы модульдік интегралдануы мүмкін болса. Мұндай сұрақтар модтар теориясын қолдану туралы шешіммен байланысты [13].

Енді жарықшақтар дұрыс бағытта, Брагг келесі типтегі жағдайға таралады:

$$\lambda_B = \Lambda n_0, \quad (2.11)$$

мұндағы λ_B – Брэгг толқынның ұзындығы болып есептеледі;

Λ - тор периодтылығы;

n_0 - тиімді сыну көрсеткіштері.

Сезімталдылық индекстерінде синусоидалы өзгертін кеңістікте бағдаршалы жарық толқындарының толқыны болғанымен, келесі қатынастарды қорытындылай алады:

$$n(z) = n_0 + \Delta n \cos\left(2\pi \frac{z}{\Lambda}\right), \quad (2.12)$$

мұндағы Δn – Брэгг толқындық ұзындық;

Λ – тор периодтылығы және n_0 тиімді сынылу көрсеткіші болып есептеледі.

Бұл жағдайдады (2.12) төмендегі түрге де түрлендіреді:

$$R(L_G, \lambda) = \frac{\varepsilon^2 \sin^2(sL_G)}{\Delta k^2 \sin^2(k^2(sL_G)) + s^2 \cosh^2(sL_G)}, \quad (2.13)$$

мұнда:

$s = \sqrt{(\varepsilon^2 - \Delta k^2)}$ жаңадан құрылған жаһандық желілерге үлкен жүктеме жасайды және дәстүрлі телекоммуникацияның жаңа трафигі жасайды. Жазылған бейне файлдар сапалы қызмет көрсетуді талап етеді; Жылдам теру интернетте қол жетімді. Оператордың проблемаларын шешу және өткізу қабілеттілігін арттыру - қаржылық қиындықтарды болдырмау тәсілі.

DWDM технологиясы және WDM компьютерлік апараты банкомат немесе жергілікті жүйенің люмені арқылы жетілдіріледі. Бұл WDM қосқышын және DWDM пайдаланушыларын трафик басымдықтарын пайдалануға мүмкіндік береді. Мысалы, банкомат трафигіне IP жүйесі енгізілді [16].

WDM технологиясы - бұл дамуды жетілдіреді. Сонымен қатар, таяу болашақта қолданылатын баламалы анимация әдістерін қолдану аяқталуы мүмкін. Басқа әлеует - перспективалар. Трансформациялық сигналдық желілер әртүрлі тарату жылдамдықтарымен 1997 жылдың наурызында пайда болды. Тынық мұхиттық қоңырау осы жолды өзінің жеке желісінде, бір OC-54 (4.5 Гбит / с) және OC-174 (20 Гбит / с) талшықпен бір-бірден жүзеге асырды.

Электр сигналдары және WDM сигналдары оптикалық беруді өзгертпейді. WDM елді мекендер арасындағы кабельдік жүйелерде де қолданылады. Кабельдік теледидар теориялық негізде талшықты-оптикалық көліктік мүмкіндіктері бар, ал компаниялар, соның ішінде коммуналдық қызметтер кеңінен пайдаланылады. Дегенмен, осы технологияның ауқымы қысқа интервалмен байланысты болғандықтан, қашықтан пайдалану әлі де тиімсіз.

Дегенмен, WDM компоненттер мен байланыс үшін пайдаланылады. WDM және DWDM технологияларының ерекшеліктері бар. WDM технологиясы, әдеттегідей, қымбат интерфейссіз өткізу қабілеттілігін арттырады және жаңа оптикалық сымды қолдануға мүмкіндік береді. Бұл WDM негізіндегі оптикалық кабельдің негізі оны біршама жеңілдетеді. Толқын ұзындығы бойынша анимация технологиясы желі инфрақұрылымына тез таралады және тамаша өткізгіштігін қамтамасыз етеді. WDM ұйымы жаңа оптикалық кабельдер жасаудан және зиянсыз технологиялар туралы тұтынушылар түсініктерін қалыптастырудан әлдеқайда жылдамырақ. Анимацияға негізделген мультиплексорға арналған коммутатор - бұл бір желі технологиясын қолдайтын инфрақұрылымды жасау үшін пайдаланушыға және операторға өте жақсы шешім. Осылайша, сегменттер арасындағы байланыс жаһандық желімен және жергілікті байланыс желілерімен байланысты [19].

2.1 Кесте -Жүйе сипаттамасы

ТЖ каналдар санын құру	380
Біріншілік ағындарды біріктіру саны 1050 <i>кбит/с</i> жылдамдықта	18
Біріншілік ағындарды біріктіру саны 6540 <i>кбит/с</i> жылдамдықта	1-ден 5-ке дейін
Кіріс ағындарының жылдамдығы, <i>кбит/с</i>	1050, 6540
Топтық ағындар жылдамдығы, <i>кбит/с</i>	43368
Тактілі жиіліктің салыстырмалы тұрақсыздығы	3×10^{-5}
Өшудің қайта жабылуы ВОК, дБ	42
ОТГ-32Е кешенінің максималды саны, бір секцияда орналасуы, дана.	3
ОТГ-32Е секцияның габаритті өлшемі, мм	655×338×212
ОТГ-32Е комплект массасы, кг, кем емес	8
Қоректендіру кернеуі, В	-65, -56, -32
60 В қоректендіру кернеуі бойынша қажет қуат көзі, Вт	18 кем емес

2.4 Тарату жүйесінің жабдықтары

Компанияның жаңа бөлімшелері магистральдық цифрлық телефония құрылысы мен кең экранды мультиплекс жабдығы үшін DWDM технологиясын қолдау үшін магистральдық иерархия құрылысын қолдау үшін пайдаланылады.

SDI/SDH жабдығы байланыс желілерінің ажырамас бөлігі болып табылады. Стандартты телефон арна 124 Арна E1 1400 Кбит / с деректерді беру жылдамдығын қамтамасыз етеді және 40 стандартты арнаға сәйкес келеді. Бұл жабдық келесі томдарға арналған: STM-1 (63E1), STM-4 (4STM-1), STM-16 (4STM-4, 16STM-1), STM-64, STM- 256. STM-16/64 деңгейі компанияның байланыс желісін құру үшін пайдаланылатын болады [8].

DWDM технологиясының басты артықшылығы мынада, бұл арнаның өткізу қабілеттілігін болдырмауға және деректерді беру жылдамдығын айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. DWDM технологиясы негізінде магистральдық желіні түрлендіргіштер (мультиплексорлар) және тіршілік ету ортасының әртүрлі деңгейлері үшін қосқыштар арқылы жаңартуға болады.

DWDM мультиплексоры бірнеше талшықты бір арнаға біріктіру үшін талшықтың өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді.

DWDM мультиплексорлары - үлкен дабылдарды тудыруы мүмкін нәзік құрылғы. DWDM мультиплексері болғаннан кейін оптикалық күшейткіштерді анықтау қажет.

2.5 DWDM мультиплексорлары

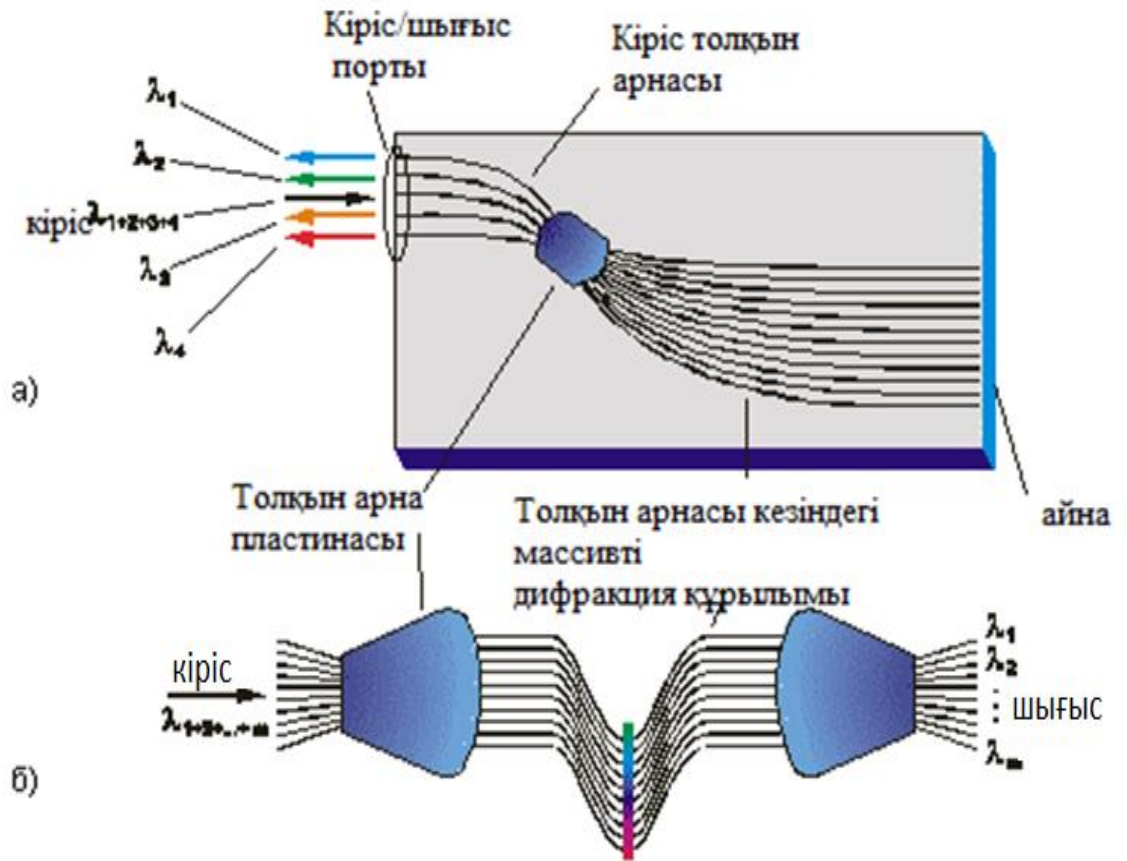
DWDM мультиплексоры (WDM мультиплексорынан басқа) екі мүмкіндіктері бар:

Мөлдірлік 1740 нм-нің бір терезесінің мөлдірлігін EDFA арқылы көбейтеді (1720-1750 нм);

Қашықтық 2.2 / 2.6 / 0.6 немесе 0.5 нм мультиплекс арналарының арасындағы қашықтық аз.

Бұған қоса, барлық арналар бір мезгілде мультиплексиленген және DWDM құрылғыларымен бірге жана WDM жүйелерінде аналогтарды қолдануға болады. DWDM мультиплексорлары бірнеше арналы бірнеше арналарды бір мезгілде қолдана алады. Демумльтиплексордың бекітілген ұзындығы толқын ұзындығы болғандықтан, құрылғы толқын ұзындығының өтуін орындайды. DWDM мультиплексорлары бір мезгілде жұмыс істейді, себебі арналар мен арналар арасында үлкен жұмыс жүктемелері қажет, ал DWDM мультиплексорлары мультиплексормен салыстырғанда мультиплексормен салыстырғанда - WDM (1430 нм, 1740 нм ашықтық терезесі немесе толқын ұзындығы 1740 нм) салыстырғанда әлдеқайда тиімді [11].

2.9-суретте аумақты көрсету үшін типтік DWDM мультиплексоры терезесі көрсетілген. Демумльтиплексинг режимінде оның жұмысын тексеріңіз. Кіріс мультиплекстік сигнал портқа кіреді. Бұл сигнал толқынды арна арқылы өтеді - толқынды (AWG дифракциясы) сүтқоректілердің құрылымдық толқыны ретінде жіктеледі. Алдыңғы толқын арналарының әрқайсысы мультиплекстік сигнал алды. Қосымша сәулелерді айналардан көруге болады, ал жарық ағындары толқынды арнаға жинақталады және кедергі арналарының ең көп санына бөлінеді. Толқындық арнаның максималды қарсылығы полюстерге ұқсас және құрылым AWG толқындық арналарының ұзақтығына жеткен кезде есептеледі. Анимация - керісінше.



а) шағылысқан элементімен; б) екі толқын пластинкасымен
 2.9 Сурет -DWDM мультиплексор сұлбасы

2.9-суретте мультиплексордың құрылысы көрсетілген. Осындай фокустау үшін құрылғы интерференция принципін қолданады, яғни интерфейсте қосымша тақтай қолданылады.

DWDM мультиплексорлары қарапайым құрылғы, дабыл үшін үлкен шуыл жасайды. Мысалы, қалпына келтіру режимінде (Сурет 2.1а) құрылғы 15-25 дБ жоғалтпай, қашықтан өтетін бөгеттерде (Oki Electric Industry материалдары үшін) спектральды дабылдың 40 дБ және 2 нм бар. Көптеген DWDM мультиплексері жоғары оптикалық күшейткіштің жұмысын анықтау үшін жиі талап етеді [11].

2.6 Оптикалық күшейткіштер

2.9-суретте мультиплексордың құрылысы көрсетілген. Осындай фокустау үшін құрылғы интерференция принципін қолданады, яғни интерфейсте қосымша тақтай қолданылады.

DWDM мультиплексорлары қарапайым құрылғы, дабыл үшін үлкен шуыл жасайды. Мысалы, қалпына келтіру режимінде (Сурет 2.1а) құрылғы

15-25 дБ жоғалтпай, қашықтан өтетін бөгеттерде (Oki Electric Industry материалдары үшін) спектральды дабылдың 40 дБ және 2 нм бар. Көптеген DWDM мультимплексері жоғары оптикалық күшейткіштің жұмысын анықтау үшін жиі талап етеді [11].

2.7 Оптикалық байланыс желілерді синхрондау

Желі компоненттері - халықаралық стандарттарға негізделген желілік синхрондау және желіні басқару: ISO / OSI, IEEE, ITU-T (MSE-T) және басқалар.

Өз кезегінде кез-келген цифрлық жүйе сандық деректерді өңдеу кезінде синхрондау үшін ішкі және сыртқы болуы тиіс автономды генераторды қажет етеді. Сандық жүйелерде бір уақытта жүйенің санын жеңілдететін үлкен қиындық бар, яғни әртүрлі тақталар мен жүйелер үшін функционалды жүйесін енгізу (тарату және коммутация). Мысалы, тіпті хабар тарату жүйесінде (жоғары синхрондау циклы, дәл синхронизм, циклдік синхрондау), ресиверді үндестіріп, дабылды аласыз. Егер таратқыштың өндірушісін ресивердің өнімділігін синхрондаған болсаңыз, әртүрлі тірекке орнатылатын құрылғылар басынан аяғына дейін әр түрлі болуы мүмкін. Егер сандық таратқыш желісінің генераторының жиілігі тұрақтаса, ол импульсті фазада сақтайтын ақпаратты беретін түрлі физикалық факторларға әсер етеді. Бұл факторларға мыналар жатады: шу және қабылдағыштың дәлдігі, дәйекті синхрондау; сигналдың жол ұзындығы, атмосфераның температурасының ауытқуы, физикалық ортадағы (сымды және сымсыз тізбектер) сигнал беру жылдамдығының шектеулі болуы және өзгеруі; ақпараттық қауіпсіздік жүйесін бұзу; Доплер ұялы шеткерледі; (автоматты сақтау) жолдарда; (қайталағыштар) регенераторларда пайда болатын сандар бойынша сигнал фазасын жүйелі қалпына келтіру.

Желілік генератор элементі (SEM) сыртқы синхрондау синхрондау генераторы (қарапайым кварц), PDH, SDH, ATM мультимплексорлары және тағы басқалар. PG шегі сыртқы жолда орналасқан, бірақ оның жұмыс мерзімі 10-6 аспауы керек.

Бұл генераторларда желі синхрондауының (TSS) келесі иерархиялық деңгейі бар:

TSS иерархиясының 1-деңгейі - CES (эталонның негізгі көзі) TCC құрамына кірмейді, мысалы, спутниктік немесе басқа GPS навигациялық спутнигі.

2 деңгейлі иерархия TCC - CF - өздігінен жүретін телекоммуникация станциясы (ITS) немесе автоматты телефон станциясы (ATC) немесе транзиттік немесе соңғы автоматты коммутациялық желіге [10] жіберетін цифрлық ATC.

Layer 3 иерархиясы - TSS - SGS, SDH мультиплексорлары, SDH қосқыштары, перифериялық сандық АТС. Тактикалық синхрондаудың көзі - белгілі желі конфигурациясы және түрлі TSS желілері.

Жалғыз PEG тарату - орталықтандырылған синхрондау желісі. Нәтижесінде синхрондау сигналын үндестіруді синхрондау кейбір қайталама дәлдікпен синхрондалады.

Мұндай сағаттық сызық PEG-де болмаған кезде, жалған-хронометр байланысқа қажетті сандар үшін қосымша жұмыс режимін ұсынады [10].

Барлық резервтік синхрондау желілік синхронизация мүмкіндігін толықтай сақтайтын негізгі желі режимінде (WPC немесе SGI) жалған экономикалық желіде де жасалуы мүмкін. Бұл жағдайда өндіруші қосымша синхрондау желісінің ұстап тұру режиміне кіреді. Ол дрейфтің артқы жағындағы еркін режимге кіреді, ол жадының басында, генератордың жиілігінде (ағылшын тілінде еркін сөйлейді) жазылады. Бұл үндестіру режимі генерациялайтын жиіліктерді ажырататын синхрондалмаған және генерациялау процесі болып табылады, бірақ байланыс желісіндегі ақпарат жүктемесін бұзады.

TSS синхрондау желісі - синхрондалған дербес синхрондау жабдығы - SASE синхронизатор генераторларының жиынтығы (PEG, BAS, GPU) және бір-бірімен өзара әрекеттесетін жүйелер жиынтығы. Сызықтық синхрондау барысында мынадай ТС ескерту сигналдары қолданылады: HDB-3 үштік кодын кодтау кезінде 2048 кбит / с сандық сигнал; 2048 кГц жиіліктегі гармоникалық бір жиілікті сигнализация; 10 МГц гармоникалық бір жиілік сигналы немесе басқа 5 МГц сигналдары. Блоктарды синхрондау торлы синхрондау блоктары (SBA) немесе SASE (Құрылғыны біріктірілген уақытты жеткізу) құрылыстың тұжырымдамасына сәйкес біріктірілген BITS желілерін орындайды. Интеграцияны синхрондауды қолдау үшін байланыс желілерін, қатынау желілерін, репликация желілерін құруда ТЖС-ні кешенді қолдау. Синхрондау жолы жабық болуы керек.

Синхрондау желісінің генераторы (TSS сызығы) екі түрге бөлінеді: атомдық және кварц [3].

Атом генераторы үш атомдық этоксидті пайдаланады: рубидиум, цезий және сутегі. Рубидиум 6834682608 Гц, цезий жиілігі 9192631770 Гц жиілікте микротолқынды тербелістерді сіңіреді, 1420405751.768 Гц жиілігінде сутегі. Олар PEG ретінде пайдаланылады.

Рубидиум эфолондары генератор жиілігінің тұрақтылығын 1-ден 10-11 дейін ... 10-12, 1 күн - 10-нан 12-ге дейін ... 10-дан 13 айға дейін және 10-11 аралығындағы уақытты қамтамасыз етеді. Etihola rubidium түзетуді талап етеді және ескірген деп саналады. Рубин генераторы GPS желісімен байланысу үшін де қолданылады.

Кесари секциясының генераторлары эхолонның озық стандарттарын көрсетеді. Халықаралық келісімдерге сәйкес дегидратация генераторы бір минуттағы жиіліктің ұзақтығын анықтайды. Бұл ұзақтыққа 9192631770, цезий атомы 133 цезий атомдарының өте жұқа деңгейлерінің 133 көрсететін интервалы, 133 өтімділікке сәйкес келеді. Генератордың жиіліктік

тұрақтылығы 1-ден 10-11-ге дейін ... 10 - 13, 1 күн үшін - 10-дан 13-ге дейін. 10-нан 14-ке дейін, жыл сайын 10-нан 13-ке дейін. Бұл автолон түзетуді талап етпейді.

Этолонның гидролизі - бұл қысқа уақытқа (бірнеше сағат) жоғары тұрақтылықты қамтамасыз ететін сутегі лазер, оның тұрақтылығы 10-дан 15-ке дейін болады. Сонымен қатар, ол тіпті дрейф уақыты үшін цезий-этанолды алмастырмайды.

Кварц генераторы үш түрге бөлінеді: коммерциялық кварц, кварц осцилляторы және температурадан өтетін кварц осцилляторы және суық кварц кристалдарының көзі (пеште өтемақы алатын кварцтық осциллятор). Олар GEO, BZG түрінде белсенді.

Қарапайым кристалды осциллятор 1-ден 10-ға дейінгі 9, күніне 10-нан 7-ге дейін, жылына 10-дан 6-ға дейін тұрақтылық интервалына ие.

CS генераторы 1-ден 10-9 аралығында, 10-нан 8-ге дейін аралықта, 10-нан 7-ге дейін ... 10-8 жыл.

ACS генераторы 1-ден 10-ға дейін - 10 ... 10 - 10, 10 - 7 ... 10 - 9, 10 - 9 ... 10 - 11 аралығында тұрақтылық интервалына ие.

Сигналдардың бастапқы шығарылымы алдыңғы мысалда дұрыс шешім қабылдауға жол бермейді. Шын мәнінде, NE 2 құрылғысы енді тек қана басымдылықтағы кіріс синхрондау LP-ді тек қана сілтеме ретінде қарастыра алады - бұл мезгіл-мезгіл пайда болатын DUS сигналдарын ескертеді.

Сәтсіздікке байланысты келесі оқиғалар тізбегі орын алады.

Ақаулықты анықтау арқылы NE 2 құрылғысы «LOS» белгісін өзі құрайды және ішкі осциллятордан CLK үндестіруіне ауысады. Оқиғалар туралы көрші сайттарға хабарлау үшін NE 2 SMC тегі бар барлық шығыс шеңберлерін қолдайды. NE 1 желі синхрондау күйіне әсер етпейді, себебі ол тікелей синхрондалады және G1-ді STRATUM генераторынан 1 қолдайды.

Алайда NE 3 стандартты синхрондау сапасына бейімделгісі келмейді. Стандартты сынақтан басқа LP кірісінен төмен басымдықты жою мүмкіндігін тексереді. Бұл мүмкіндік LP NE 3 төменгі басымдықтағы ST 1 (STRATUM 1) мәртебесіне байланысты. Сондықтан NE 3 жаңа синхрондау көзіне ауысады және құрылғыға терең енуді ынталандыратын сол жақ ST 1 синхрондау күйін береді.

NE 2 оның синхрондау көзінің сапасының төмен болуын қаламайды (CLK генераторынан) және дұрыс LP кірісінің жақсы синтез сапасын күтеді. Күтілуде, бұл түбіртек ST 1-ге енгізілген айыппұлдарға әкеледі. Енді NE 2 жаңа сағат көзіне ауысады және сәйкесінше сигнал шығарады. Мәселе шешілді: синхрондау қалпына келтірілді, әр құрылғы STRATUM деңгейінің 1 синтезін алады. [4]

Синхрондауды сипаттайтын басқа төрт таңбалы мәртебелік белгілердің арасында STU (STRATUM қадағалаусыз белгісіз - «STRATUM-белгісі» белгісі) жасалуы керек. Бұл ескертуде оның синхрондаудың 00002-ден қайда екендігі анық емес, бұл өте маңызды.

Шындығында сигнал көзі әрдайым табылуы мүмкін. Дегенмен, мәселе күйді бөлісу протоколы соңғы уақытта жасалып, барлық желілік құрылғылар

оны түсінбейді. Басқаша айтқанда, сіз кадрларды жасай аласыз және бұл құрылғылар күй жолағын ешқандай кодпен толтыра алмайды. Демек, өріс бос емес болып қалды (коды мазмұн кестесінде) және нөлдік код STU-нің желідегі көршілерімен белгісі ретінде қарастырылады, сондықтан түсініксіз.

Осылайша, жаңа құрылғыларды ескі деректер желісіне ешқандай жүктемесіз кірістіруге болады. Құрылғылар саны артып келе жатқанда, онлайн аралдар пайда болады, содан кейін барлық мұздықтар мен континенттер жалпы синхрондау мәселесін автоматты түрде және ұжымдық түрде шешеді.

3 Талшықты-оптикалық магистраль байланысының есептелуі

3.1 Оптикалық тракт сипатының есептелуі

Оптикалық кабельдің ерекше элементі жұқа шыны талшықтарының цилиндрлік оптикалық талшықтарын атқарады. Талшықты талшықтардың қос құрылымы бар және ядродан тұрады. n_1 және n_2 деп аталатын біркелкі емес рефрактерлік көрсеткіштері бар қабық.

Айқындықтың сипаттамалары көлденең секцияда серпінді индикаторлар бейініне ие болуы мүмкін. Егер талшықтың ядросы радиус радиусы бойынша тұрақты мәндерге ие болса, онда осындай оптикалық талшықтардың (қатаң талшық) сыну көрсеткішінің бұзылу индексі бар оптикалық талшықтар деп аталады. Егер сыну индексі перифериялық ортадан біртіндеп өзгерсе, онда мұндай жарық бағыттаушылары градиент деп аталады. Жалпы айтқанда, екі түрлі жарық өткізгіштер бар, бірақ градиент талшықтары көптеген жақсы қасиеттерге ие.

Индексті бұзу үшін өткізгіштердің $n(r)$ осі оптикалық талшықтың (3.6) сипаттамасының көрсеткіші болып табылады, ол тамаша функциялары бар талшықтар бойымен көлденең радиуста болуы мүмкін.

$$n(r) = n_1 \left[1 - 2 \cdot \Delta \cdot \left(\frac{\alpha}{r} \right)^u \right]^{\frac{1}{2}}$$

(3.1)

мұндағы n_1 - ең үлкен өзекті сыну көрсеткіштерінің мәні;

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad - \quad \text{сыну көрсеткіштерінің салыстырмалы}$$

айырымының мәні;

r - өзектілік радиусы, мкм;

α - ағымдағы радиус, мкм;

өзгерістерді анықтайтын $n(r)$ u - дәрежелерінің көрсеткіші,

Параболалық профильмен жарық өткізгіштері жиірек қолданылады ($u = 2$);

n_2 - қабықшаның сыну көрсеткіші.

Талшықтың негізгі сипаттамасы болып табылатын НА (3.2) жарықтың сыртқы жарықпен қол жеткізуге болатын синусын ең көп бұрышын сипаттай алады, сондықтан жарықтың ядросы ядро Q_c ядросына өтеді:

$$NA = n \cdot \sin \alpha_m = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

(3.2)

Бұл мағынада, нәтижесінде Лазердің сәулеленуін енгізу әсерлерге бағынады, бірақ егер ол бағынбайтын болса, бөлінген әдістер дисперсиялық жарық бағыттаушына, Жарық диодты СИД-ға байланысты болады.

Шамадан тыс сандық тесік, бұл жағдайда, протекторлардың кеңеюімен жасалады. Үлкен дисперсиялық дисперсия жағдайында талшықты дисперсия тән. Осы себепті, бұл залал мен микро қозғалыстың болуы ықтимал. 0,2-ден жоғары диафрагманың мәні жоғары талшықты-оптикалық жоғарғы диафрагма деп аталады, ал егер 0,2-ден аз болса, талшық төменгі тесік деп аталады. Жоғары артериялы талшықтарды инъекцияға қатысты салыстырмалы төмен мәндері тұтқырлығы төмен, бірақ төмен өткізгіштігі бар. Олар жақын маңдағы сигналдарды тасымалдау үшін пайдаланылады. Жоғары өткізгіштікке ие магистральдық жолдарда талшықтардың төменгі диафрагмасы кеңінен таралған.

Тиісінше, белгілі толқын ұзындығының толқын ұзындығы келесі жарық режимінің өткізу қабілетінен төмен болады және перпендикулярлы түрде көрсетіледі. Жеңіл сымдарда толқындық режим бекітіліп, сәуленің энергиясы жарықпен беріледі. Бұл жағдай сыну көрсеткішіне және толқынның сыну жиілігіне сәйкес келеді. Толқын ұзындығы (3.3) формула бойынша анықталады. Аңыраудың жиілігін есептеу (3.4) формулаға сәйкес жүзеге асырылады.

$$\lambda_0 = \frac{d}{n_1} \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2},$$

(3.3)

мұндағы λ_0 – толқынның сыну ұзындығы, мкм;
 d - жарық өткізгішінің өзегінің диаметрі, мкм.

$$f_0 = \frac{c}{d} \cdot \frac{1}{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$$

(3.4)

мұндағы f_0 – сыну жиілігі, Гц;
 c – вакуум жарығының жылдамдығы, м/с.

Құлаудың бұрышынан сәуле аз ғана тығыздықпен ортаға өткен кезде белгілі толқын бейнеленіп көрсетілетін болады және де басқа ортаға өте алмайды. Осы көрсетілген құлаудың бұрышы, толықтай ішкі шағылысудың бұрышы деген атқа ие болады. Осы бұрыш мына ара қатынастан (3.5): анықталатын болады:

$$\theta_b = \arcsin \frac{n_2}{n_1},$$

(3.5)

мұндағы θ_b - ішкі толықтай шағылысуының бұрышы;

Тиісінше белгіленген жиіліктің V (3.6) тиісті талшығының бойыменен берілетін сәулелердің санын есептеу үшін алынатын болады. Егер артығыменен мөлшерленіп қойған жиіліктің шамасы, толқынның түрлері бойынша сол артықталған талшықтың бойыменен беріле бастайды:

$$V = \frac{2\pi r}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}, \quad (3.6)$$

мұндағы λ - жарамды толқынның ұзындығы, мкм.

Талшықтың арнайы сатылық профилі үшін берілуге тиіс сандар жалпы N санының формуласының бойымен (3.7) айқындалады, ал градиент болса мына формуланың бойымен (3.8) есептелінеді:

$$N = V^2 = \left(\frac{2\pi r}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \right)^2; \quad (3.7)$$

$$N = \frac{V^2}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi r}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \right)^2, \quad (3.8)$$

Режимдер саны жарық алу үшін жарық алу мүмкіндігінің мәнін анықтайды. Және салыстырмалы режимдерде көбірек жарықтың арқасында қуат сол талшыққа енгізілуі мүмкін. Бұл сандардың көбеюіне байланысты өткізу қабілеті төмендейді. Егер режимдердің саны осы жағдайдан аз болса, байланыс сапасы жақсы арналардың санын көбейте алады.

Ол шалғайдағы шалғайдағы жерлерге арналған арналарды ұйымдастыру мүмкіндігіне ие. Бұл арналарда дисперсияға тікелей байланысты елеулі шектеулер болуы мүмкін.

Оптикалық және талшықты қосылыстарда дисперсия құбылысы олардың қозғалыстарының мөлшеріне жарық кеңейту арқылы жүзеге асырылады. Ақпаратты тарату жылдамдығы белгіленетін ротациялық жылдамдықтар белгіленеді және қалпына келтіру ұзақтығы шектеледі. Сонымен қатар, ол ауытқулардың бірнеше түрлерін ажыратады:

- Көпфункционалды талшықтар пәнаралық дисперсияларға бөлінеді. Өздерінің жылдамдығына тәуелді талшықтар көптеген режимдерге байланысты болады. Алайда дисперсия аралық талшықтардағы жалғыз талшықты талшықтарды қолдануды көрсетпейді.

- Бір сәуле сәулесінің қозғалысы толқындық арнаны және материалдың дисперсиясын анықтайды. Егер материалды дисперсия ядроның n_1 сыну көрсеткішіне тәуелділігінен туындаса, талшық бойында шығарылатын жарық диффузия жылдамдығы толқын ұзындығының жылдамдығымен түсіндіріледі. Толқынды арна дисперсиялық жиіліктің және жарық жылдамдығының тәуелділігімен анықталады. Спектрдің үлкен масштабында абсолютті мәнің арқасында кері дисперсияның екі түрі анықталды. Тиісінше, олар бір-бірін жібере алмайды. Бұл құбылыс әдебиетте толқын

арнасы, сондай-ақ материалдық дисперсиялар және хроматикалық дисперсиялар деп аталады.

- Полярлық дисперсияның сыртқы пішіні жүрек тәрізді цилиндрге ұқсас болады. Сонымен қатар, ортогоналды поляризациясы бар толқындар өзара жарықтар арқылы түрлі жылдамдықтарда таралады.

Дисперсияның дисперсиясын анықтауға арналған формула формула бойынша анықталады (барлық жарық түрлеріне арналған) (3.9):

$$\tau = \sqrt{\tau_{\text{мод}}^2 + (\tau_{\text{мат}} + \tau_{\text{вв}})^2}, \quad (3.9)$$

мұндағы τ - дисперсия жиынтығы, нс/км;

$\tau_{\text{мод}}$ - модааралық дисперсия, нс/км;

$\tau_{\text{мат}}$ – материалдық дисперсия, нс/км;

$\tau_{\text{вв}}$ – толқын арнасы дисперсиясы, нс/км.

Сатылы жарықтың өткізгіштігі үшін арналған мода аралық дисперсиясы, ол мынадай формуламен есептеліп анықталады (3.10):

$$\tau_{\text{мод}} = \frac{\Delta \cdot n_1}{c}. \quad (3.10)$$

Материалды дисперсия мына формуланың бойымен анықталады (3.11)

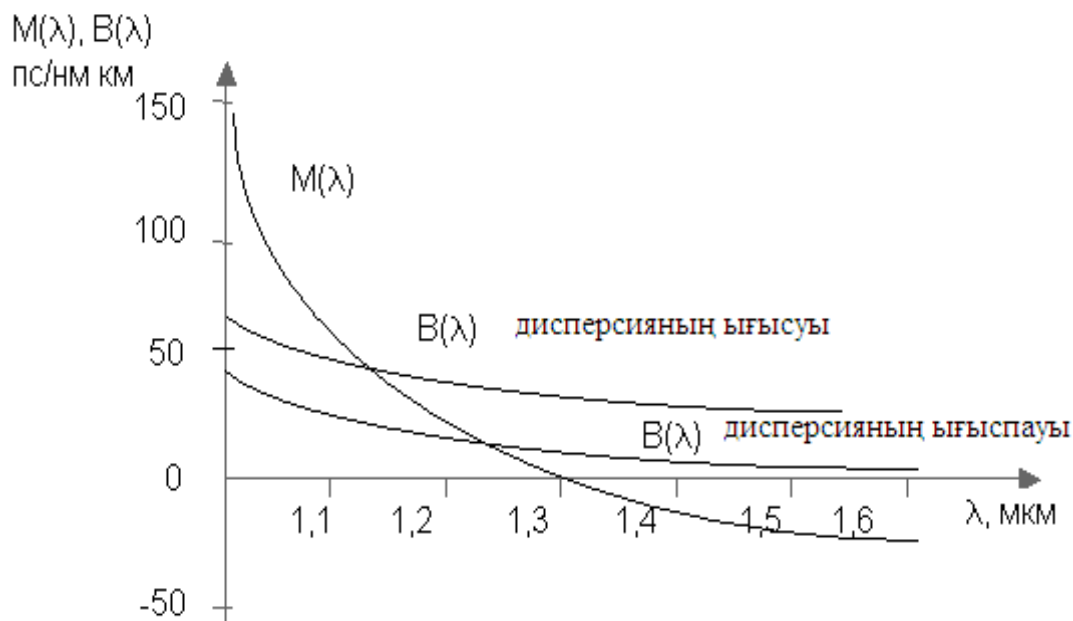
$$\tau_{\text{мат}} = \Delta\lambda \cdot M \quad (3.11)$$

мұндағы $\Delta\lambda$ - тасымалдаушы модульдың сәуле шығарушы спектрі, мкм;

M - меншікті материалдық дисперсияның еселігі, нс/(км-мкм).

Меншікті материалдық дисперсиясының еселігі бойымен анықталады (3.12)

$$M = \frac{\lambda}{c} \cdot \frac{d^2 n}{d\lambda^2} = \frac{1}{c} \cdot \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{A_i l_i \cdot (3 \cdot \lambda^2 + l_i^2)}{(\lambda^2 + l_i^2)^3} - (P)^2}{n}, \quad (3.12)$$



3.1 Сурет - Меншікті материалдық дисперсиясының еселігі

мұндағы l_i – экспериментал бойымен анықталатын коэффициенттер, мкм;

A_i – эксперименталды анықталатын өлшемі жоқ коэффициенттер;

P - мәні (3.14) бойынша анықталады;

n - сыну көрсеткіші, (3.13) бойынша анықталады.

$$n = \sqrt{1 + \sum_{i=1}^3 A_i \cdot \frac{\lambda^2}{\lambda^2 - l_i^2}}.$$

(3.13)

$$P = \frac{dn}{d\lambda} = -\lambda \cdot \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{A_i \cdot l_i^2}{(\lambda^2 - l_i^2)^2}}{n}.$$

(3.14)

Арнаның толқындық дисперсиясы (3.15) формуласының көмегімен анықталады:

$$\tau_{\text{ВВ}} = \Delta\lambda \cdot B,$$

мұндағы B - меншікті толқынның арнасы дисперсиясының еселігі, нс/(км- мкм).

Меншікті толқын арнасы дисперсиясыменен есеп айырысатын болады(3.16).

$$B = \frac{2 \cdot n^2 \cdot \Delta}{c \cdot \lambda}.$$

(3.16)

Жарық пучкасының көтерілу уақытымен сипатталатын импульсті кеңейтудің максималды артуы арасында анықталған қашықтықта L пучка үшін кіріс уақытының формуласын (3.17) есептеуге мүмкіндік аз болады:

$$\tau_{и} = \tau \cdot L$$

(3.17)

мұндағы $\tau_{и}$ – импульстерінің ұлғаюы, нс;
 L – арнаның толқын ұзындығы, км.

ОВ DF (3.18) оптикалық талшыққа және бір шақырымға дейінгі сызықты жолаққа қатысты өткізгіштігін өлшеу арқылы анықталатын және сәйкесінше оптикалық кабель арқылы өлшенетін ақпараттың көлемі:

$$\Delta F = \frac{1}{\tau},$$

(3.18)

мұндағы ΔF - жарық өткізгіш өткізгіштік қабілеті.

Регенеративті ұзындықты анықтайтын талшықты өлшеу параметрлері бар. Кондукторлық жарықтандыру коэффициенті өзінің шартты және кабельдік шығындарымен есептеледі. Ішкі ысыраптар диэлектриктермен энергияны сіңіру шығындарынан сақталады және жарықтың өте кішкене бөлшектеріндегі энергия шығынын анықтайды.

Диафрагманың диэлектрлік поляризациясы көбінесе талшық материалының сызықтық трансформациясы және $(\text{tg}\delta)$ қасиеттеріндегі люминесценцияға байланысты. Тоқтату шегінің есебі (3.19) формуласымен анықталады:

$$\alpha_{п} = \frac{\pi \cdot n}{\lambda} \cdot \text{tg}\delta \cdot 8,69,$$

(3.19)

мұндағы $\alpha_{п}$ – жұтылудың өшуінің формуласы, дБ/км;
 $\text{tg}\delta$ - тангенстің бұрышы жарық өткізгіштігіндегі диэлектрліктік толқындар

Толқындардың толқын ұзындығы сыну көрсеткіштерінің жылу флуктуациялары және талшықты жарықтың материалдың біртектілігі бар өткізгіштігі арқылы анықталады. Сызықтық толқын таратылған кезде, толқындардың қуаты пропорционалды болуы мүмкін. Бұл жағдайда энергия

ағымы екі есе өзгереді. Шашырау - релелік шашырау деп аталады, бұл бұзылулар индексіндегі ауытқуларға әкеледі және келесі формула бойынша есептеледі (3.20):

$$\alpha_p = \frac{K_p}{\lambda^4},$$

(3.20)

мұндағы α_p – шашыраудың жоғалтулары, дБ/км;
 K_p - шашыраудың коэффициенті, (дБ/км)·мкм⁴, (кварц үшін $K_p=0,16$ (дБ/км)·мкм⁴).

Өзіндік жиынтықтық жоғалтулар $\alpha_{\text{общ}}$ талшықта пайда болғанда (3.21) формуласымен есептелетін болады:

$$\alpha_{\text{общ}} = \alpha_{\text{п}} + \alpha_{\text{р}}.$$

(3.21)

Қосымша өшуліктің макро бүгілістерінің жоғалтуларының көмегімен анықталатын болады(3.22):

$$\Delta\alpha_1 = 10 \lg \left| \frac{n_1^2 - n_2^3}{n_1^2 - \frac{(R+1)^2}{(R-1)^2} \cdot n_2^2} \right|,$$

(3.22)

мұндағы $\Delta\alpha_1$ – макро бүгілістерінің жоғалтулары, дБ;

$R = \frac{R_{\text{из}}}{D_c}$ - сандық коэффициент;

$R_{\text{из}}$ – талшықтың бүгілістік радиусы, мкм;

D_c - өзектілік диаметрі, мкм.

Құрылымдық - микроскопиялық талшықтарды сақтау және сақтаумен технологиялық шектеулі кабельдік байланыс. Микроскопиялық радиусты салыстырамыз немесе микро-бос орынның жоғалуын есептеп, талшықтардың диаметрін (3.23) пайдаланып қосымша сәндіруді орындаңыз:

$$\Delta\alpha_2 = \frac{h^2 \cdot r^4}{D_{\text{св}}^6 \cdot \Delta^4} \cdot 10^3,$$

(3.23)

мұндағы $\Delta\alpha_2$ – микро бүгілістің жоғалтулары, дБ;

h – микро бүгілістің биіктігі (радиус), мкм;

$D_{\text{св}}$ – жарықтың өткізгіштігінің диаметрі, мкм.

Алайда оқу жағдайларында негізгі кедергі шекті мәндермен және жалпақ толқындық конверттен (3.24) және (3.25) пайдаланылады:

$$Z_{в1} = \frac{Z_0}{n_1};$$

(3.24)

$$Z_{в2} = \frac{Z_0}{n_2};$$

(3.25)

мұндағы $Z_{в1}$ және $Z_{в2}$ - өзектік толқынның кедергісі және талшықтың қабықшасы бойымен, Ом;

Z_0 – идеалдық ортадағы толқындық кедергісі. Ом.

Z_{v1} және Z_{v2} талшықтарының толқындық қарсыласуының ерекше жағдайлары арасында өздерінің техникалық сипаттамалары бар.

Жазықтық толқыны белгілі бір фаза жылдамдығында таралады. Фазалық жылдамдықтың өзгеруінің ені (3.26) мыналар арқылы анықталады:

$$V_1 = \frac{c}{n_1},$$

(3.26)

мұндағы n_1 - өзектің сынуының көрсеткіші немесе қабықшасына сәйкесінше болады.

Жоғарыда көрсетілген формулалар пайдаланылады, біз оптикалық кабельдің барлық параметрлерін қарастырамыз. Кабель фаза профилін жасау үшін Lucent Technologies оптикалық талшықтарын пайдаланады.

$$\lambda_0 = \frac{8}{1,455} \sqrt{1,455^2 - 1,45^2} = 0,659 \text{ мкм};$$

$$f_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{8 \cdot 10^6} \frac{1}{\sqrt{1,455^2 - 1,45^2}} = 3,125 \cdot 10^{14} \text{ Гц};$$

$$\theta_b = \arcsin \frac{1,45}{1,455} = 85^\circ.$$

Аралық дисперсия арқылы жарықтың өткізгіштігін анықтаңыз:

$$\tau_{\text{омд}} = \frac{0,0034 \cdot 1,455}{3 \cdot 10^8} = 16,49 \frac{\text{нс}}{\text{км}}.$$

Макробүгілістегі өшулер(3.22) бойынша есептеп, $R_{\text{пз}}$ бүгіліс радиусын 75 мм бойынша аламыз:

$$R = \frac{75 \cdot 10^3}{8} = 9,375 \cdot 10^3 \text{ мкм};$$

$$\Delta\alpha_1 = 10 \lg \left| \frac{1,455^2 - 1,45^2}{1,455^2 - \frac{(9,375 \cdot 10^3 + 1)^2}{(9,375 \cdot 10^3 - 1)^2} \cdot 1,45^2} \right| = 0,136 \text{ дБ}.$$

Микробүгілістегі жағдайлар бойынша өшулікті анықтаймыз (3.23) микробүгілістегі h биіктік үшін 2 мкм тең:

$$\Delta\alpha_0 = \frac{2^2 \cdot 4^4}{125^6 \cdot 0,0034^3} \cdot 10^3 = 6,83 \cdot 10^{-6} \text{ дБ}.$$

Формулалар (3.24) және (3.25) бойынша талшықтың бөлшектер мен қабықшалардың толқындық кедергісін есептеп шығарамыз:

$$Z_{\text{в1}} = \frac{376,7}{1,455} = 258,9 \text{ Ом};$$

$$Z_{\text{в2}} = \frac{376,7}{1,45} = 258,9 \text{ Ом}.$$

Талшық кедергісі ZВ1 және ZВ2 аралығындағы аралығымен: (3.26) толқынның таралу жылдамдығын және талшықты қабықты есептеп шығарамыз:

$$V_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{1,455} = 2,062 \cdot 10^8 \text{ м/с},$$

$$V_2 = \frac{3 \cdot 10^8}{1,45} = 2,069 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

(3.26) және де (3.27) бойынша жиілігін және ОВ бойынша таңдалып алған тарату модасының сандарын есептеп көрсету:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot 4}{1,55} \cdot \sqrt{1,455^2 - 1,45^2} = 1,95;$$

$$N = V^2 = \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 4}{1,55} \cdot \sqrt{1,455^2 - 1,45^2} \right)^2 = 3,8.$$

Бірінші жақындаған кезде (3.11) - (3.16) формуласы материалдық шығындарды бағалайды және толқындық арнаның дисперсиясын келесі параметрлер бойынша көрсетеміз: DL сәулелену спектрінің көзі кіріс лазер диод үшін 0,001-0,002 мкм және оқу диоды үшін 0,02 жарық - 0,025 микрон. Есептеулерде лазерлік диод есепке алынады. Оптикалық талшықтардың әртүрлі және құрылымдық құрылымдарының маңыздылығы үшін эксперименталды түрде анықталады. Германның жалтыратылмаған болаты талшық үшін 3.1-кестеде көрсетілген.

3.1 Кесте - A_i және l_i коэффициент мағынасы

Коэффициент түрі	Коэффициент мәні, i		
I	1	2	3
A_i	0,7028554	0,4146307	0,8974540
l_i , мкм	0,0727723	0,1143085	9,896161

$$n = \sqrt{1 + 0,703 \cdot \frac{1,55^2}{1,55^2 - 0,073^2} + 0,415 \cdot \frac{1,55^2}{1,55^2 - 0,114^2} + 0,898 \cdot \frac{1,55^2}{1,55^2 - 9,896^2}} = 1,449$$

$$P = -1,55 \cdot \frac{\frac{0,703 \cdot 0,073^2}{(1,55^2 - 0,073^2)} + \frac{0,415 \cdot 0,114^2}{(1,55^2 - 0,114^2)} + \frac{0,898 \cdot 9,896^2}{(1,55^2 - 9,896^2)}}{1,449} = -0,012.$$

$$M = \frac{\frac{0,703 \cdot 0,073^2 \cdot (3 \cdot 1,55^2 + 0,073)}{(1,55^2 - 0,073^2)^3} + \frac{0,415 \cdot 0,114^2 \cdot (3 \cdot 1,55^2 + 0,114)}{(1,55^2 - 0,114^2)^3}}{0,984 \cdot 3 \cdot 10^6} + \frac{\frac{0,898 \cdot 9,896^2 \cdot (3 \cdot 1,55^2 + 9,896)}{(1,55^2 - 9,896^2)^3} - (-6,45 \cdot 10^3)^2}{0,984 \cdot 3 \cdot 10^6} = -0,0136 \text{ нс}/(\text{мкм} \cdot \text{км}).$$

$$\tau_{\text{mat}} = -0,435 \cdot 0,002 = -2,72 \cdot 10^{-5} \text{ нс}/\text{км}.$$

$$B = \frac{2 \cdot 1,455^2 \cdot 0,0034}{3 \cdot 10^5 \cdot 1,55} = 30,96 \text{ нс}/(\text{мкм} \cdot \text{км}).$$

$$\tau_{\text{ВВ}} = 0,002 \cdot 30,95 = 0,062 \text{ нс/км.}$$

ОВ дисперсиясының жиынтығын талшықтың бойыменен өзі ғана емес, бірнеше модалар тарататыны (мүмкін) (3.9) формуласы бойынша есептейтін боламыз:

$$\tau = \sqrt{16,49^2 + (-8,7 \cdot 10^4 + 0,0619)^2} = 16,49 \text{ нс/км.}$$

ОМ ОВ бойыменен бір ғана мода берілетінін ескеретін болсақ, мода аралық дисперсиясы болмайды. Онда ОВ дисперсияның жиынтығы мынаған тең бола алады:

$$\tau = -8,7 \cdot 10^{-4} + 0,0619 = 0,062 \text{ нс/км.}$$

L импульсты кеңейтуінің қашықтығы 100 км-ге тең болады, егер де (3.17) формуласымен есептейтін болсақ:

$$\tau_{\text{и}} = 0,061 \cdot 100 = 6,2 \text{ нс.}$$

Толқынның дисперсиясын анықтағаннан соң, (3.18) формуласы бойынша толқынның өткізгіштік қасиетін ΔF бір километр ұзындықта есептейтін боламыз:

$$\Delta F = \frac{1}{0,061 \cdot 10^{-9}} = 1,61 \cdot 10^{10} \text{ бит/с.}$$

Тангенс бұрышы мәнін есепке ала отырып диэлектрлік жоғалтулар қатары 10^{-10} тең болады, жоғалтулар өшулігінің кеңдігін есептейміз (3.19):

$$\alpha_n = \frac{\pi \cdot 1,455}{1,55 \cdot 10^6} \cdot 10^{10} \cdot 8,69 = 2,561 \text{ дБ/км.}$$

Жұтылу өшулігін мына формула бойынша есептейміз (3.20):

$$\alpha_p = \frac{0,8}{1,55^4} = 0,139 \text{ дБ/км.}$$

Талшықтың ортақ өшулігін мына формула бойынша есептейміз (3.21):

$$\alpha_{\text{ЖАЛПЫ}} = 2,563 + 0,139 = 2,701 \text{ дБ/км}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Берілген бітіру жұмысында телекоммуникациядағы оптоалшықтың Брэгг торлары талдау қарастырылды. Брэгг талшықты-оптикалық тор (Fiberglass Брэгг Grating - FBG) - шыны талшықтың ішіндегі голографиялық торды сызықты ультракүлгін. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады. Тығыздаудың негізгі қасиеттері қысқаша баяндалған. Оптикалық кабельдің ерекше элементі жұқа шыны талшықтарының цилиндрлік оптикалық талшықтарын атқарады. Талшықты талшықтардың қос құрылымы бар және ядродан тұрады. n_1 және n_2 деп аталатын біркелкі емес рефрактерлік көрсеткіштері бар қабық болады.

Брэгг талшықты-оптикалық желілеріне негізделген дисперсиялық өтемді үлгілеу әдістерін негізделіп жәнеде Брэгг торларының қасиеттері қарастырылды.

Сонымен қатар, талшықты-оптикалық магистраль байланысының есептелді. Жұмыста толқын дисперсиясы, талшықтың ортақ өшулігі де есептелінді.

Қорыта келе, телекоммуникациядағы оптоалшықтық Брэгг торлары Қазақстанда телекоммуникация заманауи әлемде динамикалық және тұрақты дамудың, «Қазақстан-2020» мемлекеттік бағдарламасы аясында жүзеге асырылады, онда қазақстандық қоғамның заманауи инфрақұрылымының басты міндетінің бірі болып саналады. Бұл байланыс оптикалық байланыс жүйесінің (ТОБЖ) технологиясы мен сенімділігін пайдалану мәселесі болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Проф. Доктора физ-мат наук Тимирова И.А. Современные проблемы волоконно-оптических линии связи/ Под ред. Том 1. Волоконно-оптические кабели. – М.: Издательство НТЛ, 1999.
2. Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Современные проблемы волоконно – оптических линии связи. Том 2. Источники излучения и передающие оптоэлектронные модули. – Томск: Издательство НТЛ, 2001.
3. DWDM в Казахстане. <http://www.alcatel.ru/products/networks/all/wdm/a1626lm/>.
4. Бутусов М.М., Верник С.М., Галкин С.Л. и др.; Под ред. Гомзика В.Н. Волоконно-оптические системы передачи: Учебник для вузов. – М.: РИИ, 1992.
5. Андрушко Л.М. и др. Волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие для вузов– М.: Радио и связь, 1985.
6. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. – М.: Радио и связь, 1998.
7. История DWDM. <http://si.ibs.ru/content/si/119/1195-article.asp>.
8. Оборудование DWDM. <http://www.c-tt.ru/content/?fl=486&sn=312>
9. Анализ рынка DWDM. http://www.ccc.ru/magazine/depot/03_04/read.html?0302.htm.
10. Баева Н.Н. Многоканальная электросвязь и РРЛ: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1988.
11. Методическое указание к выполнению курсовой работы по теме «Расчет основных параметров сети при проектировании оптической линии связи».
12. Хакимжанов Т.Е. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. – Алматы, 2006.
13. Рахманов Б.Н., Чистов Е.Д. Безопасность при эксплуатации лазерных установок- М:Машиностроение, 91г.- 112с
14. СНиП РК 2.04-05-2002. Естественное и искусственное освещение. Комитет по делам строительства Министерства индустрии и торговли РК. – Астана, 2002
15. Нұрманов М.Ш., Құрманов А.Т., Жанқозин Ә.Ж. Электроника және микросхемотехника. Оқулық. Алматы.: ҚР ҒАМ баспасы, 2000. 233 бет.
16. Нұрманов М.Ш. Микросхемотехника негіздері. - Астана.: «Фолиант» баспасы, 2008. – 244 бет.

СЫН – ПІКІР
дипломдық жоба

Суйнбаев Коблан

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: **Телекоммуникациядағы оптоталшықтық Брэгг торшаларын талдау**

Орындалды:

а) графикалық бөлімі 52 бет;

б) түсіндірме жазбасы 52 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Дипломдық жобада Суйнбаев Коблан Телекоммуникациядағы оптоталшықтық Брэгг торшаларын талдауды қарастырған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде берілістері телекоммуникациялық жүйелерде оптикалық талшықты әзірлеу және пайдалану, оптикалық талшық құрылымының жалпы ерекшеліктері сонымен қатар, оптикалық талшықтардың түрлері қарастырылды.

Екінші бөлімде Брэгг талшықты-оптикалық желілеріне негізделген дисперсиялық өтемді үлгілеу әдістерін негіздеу, талшықты-оптикалы Брэгг торы оның қағидалары және тарату жүйесінің жабдықтары берілген.

Үшінші бөлімде жоба бойынша техникалық есептеулер бөлімі қарастырылған. Талшықты-оптикалық магистраль байланысының есептелуі көрсетілген.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

Жұмыс бағасы

Жалпы, дипломдық жұмыс "95/A/ өте жақсы" деген бағаға, ал студент Суйнбаев Коблан 5B071900 - РЭТ мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензия беруші

ҚазҰАУ, ЭҰЖА каф.

доктор PhD.,

қауымдастырылған профессор

 Әлібек Н.Б.

«  » 2019 ж.