

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

Мадиева Дана Әділбекқызы

«Петропавловск және Костанай қалалары арасында талшықтық-оптикалық
байланысты жүргізу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

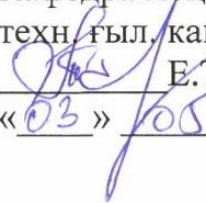
Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 Е.Таштай

«03» 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Петропавловск және Костанай қалалары арасында талшықтық-оптикалық байланысты жүргізу»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:

Пікір беруші

техн. ғыл. канд.,

АУЭС доценті



А.О.Касимов

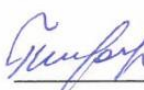
«21» 04 2019 ж.



Д.Мадиева

Ғылыми жетекші

ЭТ ж ҒТ каф. лекторы



М.Б.Тирижснор

«28» 04 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

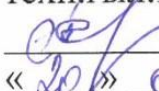
Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі,
техн. ғыл. канд.

 Е.Таштай
«20/» 01 2018 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Мадиева Дана Әділбекқызы

Тақырыбы «Петропавловск және Қостанай қалалары арасында талшықтық-оптикалық байланысты жүргізу»

Университет ректорының «16» қазан 2018 ж. № 1162-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі “25” сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Петропавловск-Қостанай қалаларының мәліметтері, 2) ST оптикалық тіркеуіштің негізгі құрылымы; EDFA оптикалық күшейткіштері; 3) Арналардың қосылу/бөліну және кросс-коммутация.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Петропавловск-Қостанай байланыс жолдарын оптикалық байланыспен қамту; ә) Оптикалық кабельдер түрлері ОКК-50-0,1, SDH технологиясының негізгі элементтері; б) Оптикалық байланыс жолдарын есептеу, Талшықты световод дисперсиясын есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары 11 слайдта көрсетілген: Арналардың қосылу/бөліну және кросс-коммутация мүмкіндіктері бар типтік WDM жүйесі. EDFA сұлбасы. Оптикалық қабылдағыш.

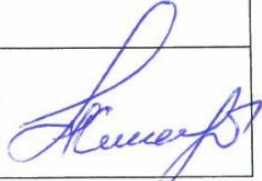
Ұсынылатын негізгі әдебиет 23 атау: Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 1988.- 444.; Головин О.В. Радиоприемные устройства.— М.:Горячая линия – Телеком, 2002. – 384. Скляров О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи. М: солон-р, 2001.-237.

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Талшықты оптикалық байланыс жүйелері сипаттамасы	20.01.2019 - 01.03.2019	орындалды
Жоба технологиясы	02.03.2019 - 02.04.2019	орындалды
Оптикалық кабельдерді таңдау және екіншілік параметрлерді есептеу	01.04.2019 – 15.04.2019	орындалды

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы Смайлов Н.К.	3 05. 19	

Ғылыми жетекшісі  М.Б.Тирижанова
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Д.Мадиева

Күні “24” 04 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫСҚА
РЕЦЕНЗИЯ

Мадиева Дана Әділбекқызы

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбына: «Петропавловск және Костанай қалалары арасында талшықтық-оптикалық байланысты жүргізу»

Орындалды:

а) графикалық бөлім

парақ;

б) түсініктеме

бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жобада талшықты-оптикалық беріліс жүйесін Петропавловск-Қостанай қалалары арасына енгізу мәселелері қарастырылған. Жобаның бірінші бөлімінде аймақтағы қазіргі кезде жұмыс істеп тұрған байланыс желісінің анализі жүргізіліп, талшықты-оптикалық беріліс жүйесінің артықшылықтары келтірілген. Екінші бөлімде қазіргі кездегі өте оңтайлы болып табылатын және басқа технологияларға қарағанда бірнеше артықшылықтарға ие SDH технологиясы қарастырылған. Жобада жаңа SDH негізіндегі, арналары спектральды бөлінген талшықты-оптикалық беріліс жүйесінің жабдығы ретінде жұмыс істейтін және SDH сигналдарын беруге арналған

Дипломдық жобаның есептеу бөлімінде жобаланатын беріліс жүйесінің негізгі параметрлері, атап айтқанда, талшық параметрлері, қажетті жылдамдық пен арналар саны, регенерациялық аймақ аралықтары және сенімділігі есептелген.

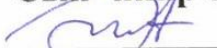
Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

Бұл дипломдық жоба жоғарға оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – желілерді құруды талдау және салыстыру технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Мадиева Дана 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Сын-пікір беруші

 А.О.Касимов

техн.ғыл.канд.,

АУЭС ТКС каф.доценті

« 24 » 04 2019 ж.

Ф ҚазҰТЗУ 704-24. Рецензия

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада талшықты-оптикалық беріліс жүйесін Петропавловск-Қостанай қалалары арасына енгізу мәселелері қарастырылған. Жобаның бірінші бөлімінде аймақтағы қазіргі кезде жұмыс істеп тұрған байланыс желісінің анализі жүргізіліп, талшықты-оптикалық беріліс жүйесінің артықшылықтары келтірілген. Екінші бөлімде қазіргі кездегі өте оңтайлы болып табылатын және басқа технологияларға қарағанда бірнеше артықшылықтарға ие SDH технологиясы қарастырылған. Жобада жаңа SDH негізіндегі, арналары спектральды бөлінген талшықты-оптикалық беріліс жүйесінің жабдығы ретінде жұмыс істейтін және SDH сигналдарын беруге арналған

Дипломдық жобаның есептеу бөлімінде жобаланатын беріліс жүйесінің негізгі параметрлері, атап айтқанда, талшық параметрлері, қажетті жылдамдық пен арналар саны, регенерациялық аймақ аралықтары және сенімділігі есептелген.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы проектирования волоконно-оптической системы передачи на участке Петропавловск-Костанай. В первой части проекта проведен анализ существующей сети связи и приведены преимущества волоконно-оптической системы связи. Во второй части рассмотрена технология проектирования SDH, которая на сегодняшний день является очень выгодным и обладает рядом преимуществ по сравнению с другими технологиями.

В расчетной части дипломного проекта выполнены расчет основных параметров, в частности параметры волокна, требуемая скорость распространения, число каналов связи, расчет длин регенерационных участков и надежности проектируемой системы передачи.

ANNOTATION

In the given graduate work are considered questions of designing of fiber-optical system of transfer on the Petropavlovsk-Kostanay. In the first part of the project the analysis of the existing communication network is carried out and are resulted advantages of a fiber-optical communication system. In the second part is considered the technology of designing SDH which is very favourable nowadays and has.

A number of advantages than other technologies. In the project installation equipments on the basis of SDH.

In the account part of the graduate work are executed calculation of main parametres, in particular the fibre parametres, demanded speed of distribution, number of communication channels, calculation of lengths of reclaiming sites and reliability of projected system of transfer.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Талшықты оптикалық байланыс жүйелері сипаттамасы	11
1.1. байланыс саласының қазіргі жағдайы	11
1.2 Талшықты-оптикалық беріліс жүйесіне қысқаша сипаттама	12
1.3 ТОБЖ-ның байланыс саласындағы ғылыми және техникалық дамуы	16
1.4. Мәселенің қойылымы	20
2. Жоба технологиясы	22
2.1. SDH технологиясы туралы жалпы түсінік	22
2.2 SDH технологиясының негізгі элементтері	25
2.3. Оптикалық кабель типін таңдау	26
2.4 Лазер диодтары	30
2.5 Арналардың қосылу/бөліну және кросс-коммутация мүмкіндігі	31
2.5.1 Оптикалық күшейткіштер	32
2.5.2 Таратқыштар	33
2.5.3 Фотоқабылдағыш. Оптикалық қабылдағыш	34
2.6 Nokia siemens networks серіптестігінің Surpass hit 7300 жүйесі	35
3 Оптикалық кабельдерді таңдау және екіншілік параметрлерді есептеу	39
3.1. Оптикалық талшық параметрлерін есептеу және кабель түрін таңдау	39
3.2 Талшықты световод дисперсиясын есептеу	40
3.3 Талшықта сәуле таратудың сәулелік талдауы	42
3.4 Жобаланатын ТОБЖ кабельдерін таңдау	43
3.5 ТОБЖ регенерация учаскесін есептеу	45
3.6 Талшықтық оптикалық кабелдегі SZ құрылымын есептеу	47
3.7 Талшықтық-оптикалық тарату жүйесінің сенімділігін есептеу	48
3.7.1 Жобаланатын ТОБЖ жылдамдығын анықтау	49
Қорытынды	51
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	52
КІРІСПЕ	

Талшықты-оптикалық байланыс жүйесі (ТОБЖ) қазіргі кездегі өте тез дамып келе жатқан байланыс жүйелерінің бір саласы. Қазіргі таңда байланыс саласы аналогтықтан сандыққа тез арада ауысуға тырысуда. Ал осы сандық ақпаратты таратуда осы ТОБЖ өте тиімді әдістердің бірі болып табылады. ТОБЖ өте үлкен ақпараттың көлемін тарата алады. Оптикалық талшық цифрлық таратуда кең қолданылады.

Қазіргі кездегі талшықты-оптикалық кабелдердің пайда болуына орай, сандық тарату жүйесін регенерациялау секциясын 100 км қашықтыққа дейін ұзартумен бірге сызықты трактта (СТ) үлкен жылдамдықпен тарату мүмкіндігі бар. Мұндай сызықтық тракттардың болуы 100 жұпты метал сымдағы сандық тракттарды озып кетеді, ол оның экономикалық тиімділігін көбейтеді. Көптеген регенераторды аяқталған немесе транзиттік станциялармен біріктіру мүмкіндігі туып отыр. Осыдан байқайтынымыз, СЦИ- ол тек тарату жүйесі емес, сонымен қатар бұл – басқаратын ұжымдағы желілік архитектурада принципіалды өзгеріс болып табылады. СЦИ-ны дамыту ол – сапалы цифрлық байланыс желісін дамытудағы жаңа бастама.

Бұл жобада базалық тарату жүйесі ретінде жобаланатын желі ішінде SDHтің бірінші деңгейлік иерархия аппаратурасы ұсынылған, синхрондық транспортты модуль аймағында ақпаратты өзгерту 155 Мбит/с жылдамдықта цифрлық сигналмен тарату іске асырылады.

Цифрлық тарату жүйелерін және АТС жобалайтын елде бұл аппаратура сериалы өндірушілерінен бастап сонымен қатар шетел техникасын және кабелдерін қолдаумен айналысады. Институт жобалау үлкен өлшемін субкезекке МПС ұйымның орындарын орындайды. Қазіргі кезде талшықты оптикалық байланыс сызығын жобалауды ҚТС пен қатар жобалау ұйымдары іске асырады. 10000 км талшықты оптикалық байланыс жүйесін жасауға жұмысшы құжаттама істелінген. Жалпы технологиялы телефон торабы бірінші ретті цифрлық жылдамдықпен байланыстыру сызықтары бойынша жұмыс жасайтын және сөздерді, видео және бейнені тарату үшін абонентті қондырғылардың қосылуымен қамтамасыздандыратын цифрлық АТС–терде салынууда. Байланыс сандық торабына ақырындап өтуге, бірінші ретті торап құрылысы екінші ретті торап реконструкциясынан озғанда цифрлық –аналогты түрленуді орындау керек. Бұл төрт жетекті ТЧ командаларды алуға снымен қатар оларды бар қондырғылармен қосуды қамтамасыз етеді.

ТОБЖ-тың қолданылуы өте кең– қалалық сонымен қатар ауылдық байланыс кабелдері мен борттық комплекстер (ұшақтар, ракеталар, кемелер) үлкен қашықтықтағы жоғары ақпараттық көлемдегі байланыстың жүйелеріне дейінгі сыйымдылықта болады. Отикалық талшықтық байланыстың негізінде принципіалды түрде жаңадан мәліметті тасымалдайтын жүйелер болуы мүмкін.

Талшықты оптикалық байланыс жүйесі базаларында көп мақсатты тағайындаулар бар бірлік интегралдық жүйе даму үстінде. Талшықтықоптикалық жүйенің қолданылуы, бейнелеу жоғары сапасын және абонентке қызмет көрсетудің мәліметтік мүмкіндіктерін кеңейуін қамтамасыздандыратын, кабельді теледидарда перспективті болып табылады.

Көпарналы ТОВЖ елдің магистральды және зоналық байланыстар желілерінде, сондай-ақ, қалалық АТС арасында байланыстың сымдарын орнатуда кеңінен пайдаланылады. Бұл деген – бір ОТ арқылы бір мезгілде бірнеше мәліметті сигналдарды, әртүрлі толқын ұзындығында тарала алады, яғни оптикалық кабель (ОК) арқылы көп көлемдегі мәліметтерді тасымалдауға болады. Әсіресе, су астылық оптикалық магистральдар тиімді, сонымен қатар үнемді болып келеді.

ТОВЖ-та сандық тасымалдау жүйесі өзінің физикалық принципі бойынша кең таралған.

Оптикалық кабель негізінде әртүрлі топологиядағы (сақиналық, жұлдызшалық және т.б.) локалды есептеуіш желі құрылады. Мұндай желі есептеуіш орталықтарын жоғары сападан тұратын сонымен қатар заңсыз қатынастан қорғайтын жоғары өткізу қабілеті бар бір мәліметтік жүйеге біріктіруге мүмкіндік тудырады.

ОК-дің жеңілділігі, азгабариттілігі, тұтанбау қабілеті оларды монтаждауда, ұшатын аппараттардың, кемелердің және тағы басқа мобильді құрылғылардың құралы ретінде пайдалы етті.

Қазіргі күнде пайдаланылатын ЦТЖ ТОВЖ-тың өткізу қабілеті абоненттердің күннен-күнге көбейіп келе жатқан қажеттіліктерін толықтай қанағаттандыра алмайды. Себебі жіберілетін мәліметтің көлемі үнемі артуда, сондықтан талшықты оптикалық байланыс жүйесі арқылы жіберілетін сигналдың жылдамдығын реконструкция әдісімен, ЦТЖ STM-4 қабылдау-тарату құралдарын STM -64-ке өзгерте алады.

1 Талшықтық оптикалық байланыс жүйелерінің сипаттамасы

1.1 Байланыс саласының қазіргі жағдайы

Қазақстанда байланыс саласы халық тығыздылығының әр түрлілігіне, өндірістік сонымен қатар мәдениет орталықтары орналасқанына байланысты республикамыздың әр облысында электрлі байланыстың көп түрін қолданады. Онда: сымды және радиорелейлік байланыс, қысқа толқынды және жасанды жерсеріктер көмегімен іске асатын байланыс және т.б. пайдаланылады. Байланыстың жаңа технологиясын, оптикалы-талшықтық тарату жүйесін енгізу жұмысы қарқынды жүргізілу үстінде.

Аудандағы жұмыс жасап тұратын өндірістік-технологиялы байланыс аналогты тарату жүйелеріне негізделген. Физикалық тарату ортасы – симметриялық кабел болып табылады.

Бұл жерден өтетін аналогтық тарату жүйесі 6 қызмет көрсетілетін күшейткіш пунктінен (ОУП) өтеді: елді-мекендер. Трассаның ұзындығы 270 кмді құрайды. Ұзындығы 10 км болатын Отырар ауданының 4 қызмет көрсетілмейтін күшейткіштік пункт (НУП) бар, ал тарату жүйесі В-12-3. Ұзындығы 12 км аралықта 5 қызмет көрсетілмейтін күшейткіштік пункт (НУП) бар. Аймақ арақашықтығы 16 км аралықта 6 НУП бар.

60-каналды аппаратура электрондық шамдарға негізделген. Магистральды желілерде қызмет көрсетілмейтін пунктте К-24-60 түрдегі шамды күшейткішпен күшейтіледі, ішкі зоналы желілерде транзисторлық күшейткішке негізделген К60-2м аппаратурасы арқылы күшейтіледі. В-12-3 аппаратура шала өткізгіш аспаптарға негізделген, ол 12/225·10³ Гц спектрінде істейді, тоналды жиілікте (ТЖ) 60-каналды (әр каналды жіберу жолағы 300-3400 Гц) қамтамасыздандырады.

К-60 станциясы келесі бес бағанадан тұрады: 60-каналға жеке дара жабдықтар бағанасы (СИП-60 сонымен қатар СТВ-ДС-60); топтық түрлендіретін бағана (СГП), СУГО, сызықтық күшейткіштер және тексеруші жиілік (СЛУКОП) бағанасы.

СТВ-ДС-60 бағанасы арқылы 2 ТЖ өткізетін арналарды ұйымдастыруға болады. Бұл бағана екі өткізу арнасына қолмен қызмет жасауға ғана керек. Арнаны жартылай автоматты сонымен қатар автоматтық қызмет көрсетуге СТВДС-60 бағанасын қолдану міндет жоқ.

СИП-60 бағанасының жіберу пунктінде 12 телеграф каналдарды стандартты (60-108) ·10³ Гц біріншілік топ спектріне түрлендіруге және 5 біріншілік топты алуға, сондай-ақ қабылдағышта кері түрлендіруге арналған. Мұндай түрлендірулер жеке тасушы жиіліктер арқылы іске асады. Тасушы жиілік СУГО-генераторлы жабдықтың бағанасынан беріледі. СИП-60 бағанада біріншілік топ 84,14·10³ Гц топтық тексеретін жиілігі енгізіледі.

СГП аппаратура 2 нұсқада сызықтық спектрді алу үшін мүмкіндік жасайды. Олар негізгі және инверстік нұсқа болып есептеледі. Негізгі және инверстік нұсқа В-12-3 жүйесінің кабелдің біртөрттігінде бар өзара ауыспалы сөйлесуден қорғаныспен қамтамасыз етеді.

Генераторлы жабдыққа сай унификацияланған генераторлы жабдықтар СУГО пайдаланылады. СУГО барлық кабелді байланысты (симметриялық, коаксиалды, радиорелейлік байланыс жолында) тығыздайтын аппаратурада қолданылады.

СЛУК-ОУП станциясы үш жиілікті АРУ (басқарудың автоматикалы реттегіші) және екі жиілікті АРУ болып шығады. Магистраль арқылы АРУ жабдықталған күшейткіш былай орналастырылған: әрбір НУП-та жердегі АРУ, екі жиілікті АРУ әр ОУП (қызмет көрсететін пункт) 250-300 км сайын сонымен қатар әрбір ОУП-та үш жиілікті АРУ 500000-600000 м сайын.

ОУП қызмет көрсететін күшейтетін пункттерде екі жиілікті немесе үш жиілікті АРУ бар қызмет көрсететін күшейту станциясының бағаналарынан (СЛУК-ОУП) тұрады. Бұл пунктте сондай-ақ қосымша құрылғы орналастырылады: кіріс кабелді құрылғысы, алыстан қоректендіретін бағана, қызмет көрсетуші байланыстың унификацияланған коммутациялық-шақырушы аппаратура (УКВСС), телемеханикалық құрылғы, телебақылау құрылғысы.

НУП-тар 2 не 4 жүйеге негізделген аралық қызмет көрсетпейтін күшейткіш бағанасынан, кіріс-кабельді құрылғысынан сонымен қатар қолға алып жүретін телефондарды аппараттан тұрады. Қызметкерге арналған байланысының күшейткіші СПУН-В-12-3-ге кіреді. Телемеханика сондай-ақ телебақылау құрылғылары да СПУН-В-12-3 станцияларының құрамына енеді.

СЛУК (Сызықты күшейткіш және түзеткіш бағанасы) тексеруші жиіліктерді тарату РВЧС-160 сымы арқылы жүзеге асады, кабель ұзындығы 50 м аспауы керек.

В-12-3 станциялардың технологиялық байланысына жұмыс істеп тұрған беру жүйесінің бірқатар кемшілігі бар:

- Бөгеуілге қарсы тұруының төмен болуы және тарату жүйесінің бірінің үстіне бірі қосылатын бөгеуілдердің жүйесі;

- Байланыс кабелдердің параметрінің өзгеруінен (байланыс кабелінің ескіруі) аналогты сигнал өшулігінің көп болуы;

- Аналогтық жүйе бойынша компьютерлі мәліметтерді жіберу үшін байланыстың қызмет етуінің қымбаттауына әкелетін қосымша жабдықтарды орнату керек;

- Жүйені интегралды сандық желімен қосу үшін цифрлық-аналогты және аналогтық-цифрлы түрлендіргіштерді орнатуды қажет етеді.

1.2 Талшықтық-оптикалы тарату жүйесіне қысқаша сипаттама

Талшықтық-оптикалық байланыс жүйесінде (ТОБЖ) мәлімет жоғары жиілікті 200 ТГц, электромагниттік толқын арқылы таралады, ол 1500 км оптикалық спектрлердің жақын инфрақызыл диапазонына сай келеді. ТОБЖдегі ақпараттық сигналды таситын толқындатқыш болып оптикалы талшық (ОТ) есептелінеді, ал аз жоғалтумен үлкен ара қашықтыққа жарықтың сәулесін тарата алатын негізгі мүмкіндікке ие. ОТ-тағы жоғалтулар цифрлық жағынан өшулікпен анықталады. Ақпаратты жіберудің жылдамдығы және қашықтығы дисперсия мен өшуліктің әсерінен болатын оптикалық бұрмаланумен анықталады. Талшықтық оптикалық желі бұл талшықтық-оптиканың байланыс желілерінің түйіні арасындағы байланыстырғыш элементі бар ақпараттық желі. Талшықтық-оптикалық желі технологияларына талшықтық оптика сұрақтарынан бөлек, сондай-ақ элетронды тарату құрылғыларына қатысты, оның стандартизациясы жіберу хаттамалары, желі топологиясының сұрақтары және желі құрылымдарының жалпылама сұрақтарына қатысты болады. Қазіргі кезде оптикалық талшық мәліметті тарату үшін ең жіктелген физикалы орта болып есептелінеді, сонымен бірге негізгі ара қашықтықтарға ақпараттардың көп ағынын таратуда нағыз перспективтік орта болып саналады.

Талшықтық-оптикалық тарату жүйесінің төмендегідей артықшылықтарын атауға болады:

- оптикалы сигналдың кең жолағы, ол f_0 10 10 Гц тасушы аса жоғарғы жиілігімен шартталды. Бұл оптикалық байланыс желісі арқылы жылдамдығы 12 10 бит/с (1 Тбит/с) мәліметті таратуға болады дегенді білдіре алады. Басқаша айтқанда, бір талшықтың бойымен бір мезгілде 10 миллион телефон сөйлесуін және миллион видеосигналды таратуға болады.

Деректерді тарату жылдамдығы ақпаратты бірден екі бағытта беру әсерінен жоғарылауы мүмкін, себебі жарық толқындары 1 талшықта екі түрлі поляризация жарық сигналы алады, бұл оптикалық байланыс арналарының

жіберу мүмкіндігін 2 есе жоғарылатады. Қазіргі таңда оптикалық талшық арқылы берілетін мәліметтің тығыздығы бойынша шектелмеген;

- оптикалы талшықтықтағы жарық сигналдарының өте аз өшулігі (өзге орталармен салыстырған кезде). Ресейлік талшықтардың ең жақсы үлгісінің 1,55 мкм толқын ұзындықтарындағы өшулігі 0,22 дБ/км, ол сигналдар регенерациясыз ұзындығы 100000 м-ге дейін байланыс желісін құру үшін мүмкіндік береді. Салыстырсақ, 1,55 мкм толқынның ұзындығындағы ең күшті Sumitomo талшығы, ол 0,154 дБ/км өшулікке ие болады. АҚШ-тың оптикалық лабораторияларында одан «мөлдір», 2,5 мкм толқындар ұзындығындағы 0,02 дБ/км теориялы шегі бар фторцирконатты оптикалы талшықтар жасалуда. Лабораториялық зерттеу мұндай талшық негізінде тарату жылдамдығы 1 Гбит/с болғанда 4600 км-ге регенерацияның ауданы бар байланыс желісін құруға болатындығын көрсетті;

- ОТ кварцтан жасалынады, оның негізгі мыспен салыстырғанда арзан материал арқылы, кең таралған кремний екі оксиді құрайды;

- оптикалы талшықтың диаметрі мөлшермен 100 мкм құрайды, яғни өте жинақы әрі жеңіл, ол оларды авиацияда, приборлар жасауда, кабелдік техникада пайдалану үшін перспективті етеді;

- оптикалы талшықтар диэлектриктік болып табылатындықтан, тиісінше байланыс жүйесін құрғанда сегменттерінің гальваникалық шешілуге автоматты түрде қол жеткізеді. Оптикалық жүйеде олар бір бірлерінен толығымен электрлі изоляцияланған және жерге қосу арқылы потенциалдарды алумен байланысты көптеген мәселелер, олар электрлі кабелдерді байланыстырғанда пайда болады, өзінің мәнісін жоғалтуда. Аса төзімді пластиктерді пайдалана отырып, кабельдік заводта құрамында металы жоқ өзі таси алатын, аспалы және сонымен электрге қатысты қауіпті емес кабельдерді дайындауда. Осындай кабельдерді қазіргі уақытта электр тарату желісінің жеке сондай-ақ фазалы сымға орнатылған мачтасында монтирлеуге болады, мұның арқасында өзендер мен өзге де бөгеуілдер арқылы өтетін кабел салымына кететін біршама құралдарды үнемдеуге болады;

- оптикалы талшықтар негізіндегі байланыстың жүйелері электромагнитті бөгеуілдерге қарсы тұрады, ал сәулелендіргіш көмегімен өтетін деректер бекітілмеген қол жеткізуден қорғалды. Талшықты-оптикалық байланыстың желілерін бұзылмайтын әдіс арқылы естуге болмайды. ОТ-қа ықпал ететін барлық әсері желі бүтіндігінің мониторинг тәсілімен тірелуі мүмкін (Үзіліссіз бақылаудың).

- оптикалы талшықтың негізгі қасиетінің бірі – көп уақытқа сақталуы. Талшықтардың өмір сүру уақыты, олардың өзінің қасиетін анықталған шекте сақтауы, 25 жыл уақыттан асады, бұл талшықтық – оптикалық кабельді 1 рет

салып, керек болған кезде, арнаның жіберу мүмкіндігін қабылдағыш пен таратқыштарды тез жұмыс жасайтындарына ауыстыру әдісімен өсіру болады. Алайда, сонымен бірге талшықтық – оптикалық технологияның бірнеше кемшіліктері бар:

- байланыс желілерін құруда жоғары сенімділікті, электрлі сигналдарды жарыққа, жарықты электр сигналына түрлендіретін, белсенді элементтер талап етіледі. Оптикалық талшықты қаблдап таратқыш құрылғымен байланыстыруға оптикалық коннекторлар (байланыстырғыш) пайдаланылады, олар аз оптиканың жоғалу мен қосып өшірудің жоғары ресурсына ие болуы тиіс. Байланыс желілерінің мұндай элементтерін даярлау кезіндегі қателіктері микрон бөлікке тең болуы қажет, яғни, сәуле шығаратын толқынның ұзындығына сай болуы қажет. Сол себепті оптикалық байланыс желілерінің мұндай компонентін өндіру аса қымбат тұрады;

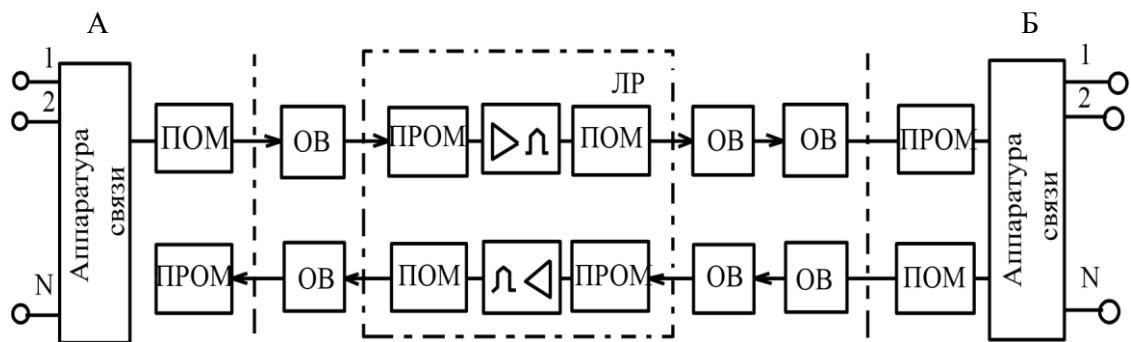
ТОБЖ-нің жоғарыда келтірілген артықшылығымен қоса оның біршама кемшіліктері де бар. Олар:

- оның көп элементінің жасалу технологиялары өте күрделі;
- талшықтың диаметрінің ауытқуы өте аз болуы керек, ал егер ол ауытқу шекті шамадан асатын болса, ол үлкен ақаулыққа алып келуі мүмкін;
- тасушы сигналдарды синхрондау жабдығы өте күрделі, себебі оның шамалы ауытқуының абсолютті шамасы модуляциялаушы сигналдардың жиіліктік ауытқуынан соғұрлым көп болады;
- оптикалы-талшықтың жиілігінің тұрақсыз болуы көп модалық туғызады. Соның әсерінен дисперсиялы бұзылу пайда болады;
- жоғары сапалы кварцты талшықтық-оптикалық кабелдер коаксиалды кабельдермен салыстырғанда қымбат болады;
- талшықтық-оптикалық кабелдердің майысып, иілуінен және онда пайда болатын микрожарылыстан сигналдың сапасы азаяды;
- құрылыстың ұзындығын қосып-жалғағанда өте үлкен зергерлік дәлділік талап етіледі;
- оптикалы талшықтарды монтаждауға қымбат технологиялы құрылғы керек.

Нәтижесінде, оптикалық кабел авариясы (үзілген кезде) болғанда, мыс кабелдермен жұмыс істегендегіге қарағанда, оны қайтадан қалпына келтіруге кететін шығын көп болады.

Талшықтық–оптикалық байланыстың желісін (ТОБЖ) пайдаланудың артықшылықтары, оптикалы талшықтың аталған кемшіліктеріне қарамастан көп болып келеді, сол себепті бұл беріліс жүйесі ақпаратты таратуда көп қолданылуда.

Регенерациялы пункттере негізінен түзету процесін (күшейту, регенерациялау орнына келтіру және т.б.) электрлі сигналға қолданған ыңғайлы болып келеді. Сондықтан ТОТЖ аралық станцияны кірісінде оптикалық сигналдарды электрлік сигналға айналдырады, ал шығысында оны қайта оптикалы сигналға айналдыратындай құрылады. Бірақ тек қана оптикалы аралық станцияны да пайдалануға болады. Олар оптикалы кванттық күшейткіш негізінде жасалады. Оптикалық сигналдар бару керек болған Б станцияға жеткеннен кейін қайтадан электрлі сигналға түрленіп, тұтынушыға таратылады. ТОВЖның құрылымдық сұлбасы 1.1-суретте бейнеленген.



Көбінесе ТОВЖ шеткі құрылғы ретінде сандық беріліс жүйесі пайдаланылады. Сол үшін ТОВЖ сандық болады. Сандық тарату жүйесінің аналогты жүйеге қарағанда өте көп артықшылығы болған соң талшықтыоптикалық кабелдер қазіргі кезде негізінен сандық беріліс жүйесінде пайдаланылады.

17

талшық арқылы бір толқынның ұзындығында іске асырылады. Кабелдің оптикалық талшығы арасындағы өзара әсер болмағандықтан әр түрлі жүйенің тарату сонымен қатар қабылдау трактысы бір кабелмен ұйымдасады, яғни ТОВЖ бір кабельді болып есептеледі. Бұл құрылым артықшылықтарына тарату мен қабылдау шеткі және аралық станциялар құрылғысының бір типтілігін жатқызуға болады. Ал айтарлық кемшілігіне оптикалық талшықтардың өткізу сыйымдылығын пайдаланудың өте аз коэффициентін жатқыза аламыз.

1.3 ТОВЖ-нің байланыс саласында ғылыми және техникалық дамуы

Байланыс саласының даму процесі халық шаруашылығында тиімді басқаруға, мемлекеттік аппаратта нақты жұмыс жасау үшін, халықтың барлық мәдени, тұрмыстық қажеттіліктерін өтеу үшін үлкен сонымен қатар мемлекеттік қорғанулығын көбейту үшін үлкен негізгі орын алады.

Оптикалық байланыс жаңа кезеңі 1958 жылы ойлап табылған лазер (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation - LASER), сондай-ақ оның негізінде 1961 жылы құрастырылған оптикалық квантты генератордың шығарылуынан басталады. Жарық сигналдарын басқа шағылыстырғышпен салыстырғанда лазер өзінің монохромдығымен және когеренттігімен белгілі. Сол себепті, ол өте кең өткізу жолағын алу үшін мүмкіндік жасайды.

1960 жылы лазерлік сигналдардың түрлі модуляциялау тәсілдері ұсынылды. Олар: жиілікті, фазалы, интенсивтігі және поляризациялығына байланысты болады. Сонымен қатар, бір неше лазерлік тарату жүйелері ұсынылды. Ол жарықтың бос аймақта қозғалу қағидасын қолданған.

1980 жылдары бір неше елде жоғалту мәні 10 дБ/км тең болатын оптикалық кабелдер шығарылды. Сонымен қатар сенімді шала өткізгіш жарықтың көздері және ЕТҚ детектор өндіріле бастады. Сондай-ақ, қарапайым телефонға қосылатын талшықтық-оптикалық байланыс жолын жаппай тәжірибеден өткізетін жұмыстар жүргізілді. Осыдан кейін, талшықтық-оптикалық тарату жүйесінің кезеңі және оған сай телекоммуникациялық, оптоэлектронды және компьютерлі технологиялар дәуірі басталды.

Қазіргі уақытта Ресейде ұзындығы 17 000 км болатын, 4 континентті (Австралия, Еуропа, Америка, Азия) және 3 мұхитты (Тынық, Атлант, және Үнді) қамти алатын ТрасСібір талшықтық-оптикалық байланыс жолын құру жұмыстары соңына жетті. АҚШ пен Еуропа арасындағы Атлант мұхитымен жүргізілген су асты магистрал бар, ұзындығы 16 000 км болатын Австралия - Жаңа Зеландия - Гавайи - Солтүстік Америка магистраль бар.

Оптикалы-талшықты сымдарды өндіру аса маңызды болып есептелінеді. Себебі, мыс және қорғасын ресурстары әлемдік өндірудің балансында шекті болып есептелінеді. Ортақ мыс ресурсының 50%-ы, қорғасынның 25%-ы кабелді өндіріске жұмсалады. Оптикалы кабелдер мыстан жасалған электрлі кабельдерден артықшылығы дефицит материалдар және металдарды қажет етпейді, арзан шыны және пластмассада жасалынады.

Қазіргі уақытта оптикалық кабель және оптикалық жүйе зертханалық тәжірибелер дәуірінен шығып практикалық енгізілу дәуіріне келді. Бірінші кезекте оптикалық кабелдер АТС-ді жалғайтын байланыстың жолдарын құруға және қала шетіне баратын байланыстың жолдарын құруға қолданылады. Олар метал сыйымдылықты мыс сымы бар кабельдер орнын басып жатыр.

Оптикалық кабел кең жолақты мәліметті жергілікті жүйеде теле бейнелеу, деректерді тарату желісі, бейне телефон сигналын тарату үшін пайдаланылады. Оптикалық кабел байланыс жүйесі зоналы сонымен қатар магистралды желілерде көп қолданылады.

Қазіргі таңда таратудың сандық әдістері және ақпаратты сандық өңдеу көп қолданып жатыр. Біріншілік сандық жүйелер деректерді төменгі жиілік телефонның кабельінен тасымалдауға арналған, ал жоғарғы реттілік сандық жүйелер жоғары жиілікті кабельмен, коаксиалды, оптикалы-талшықты байланыс жолдарымен және жер серіктік, радиорелейлік байланыс жолдарымен мәліметті тасымалдайды.

Оптикалық сәуле көзі. Таратушы оптоэлектронды модулдың негізгі элементі оптикалы сәуле көзі болып есептелінеді. Өртүрлі оптикалық сәуле көзі энергетикалық жұмыс деңгейінде инверсияның тығыздықтарына негізделген. Ол инверсияның орналасу деңгейі болып табылады.

Төменгі энергетикалы (E_1) деңгейден (E_2) жоғары атом ауысуында жиілікте шығара алады $(E_2 - E_1) = h = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж h , тұрақты жұқа тақтай. Жоғарғы деңгейден ауысуы төменгі жарық беретін (жарықтық диодтар) диод үшін (өздігінен) жоспарсыз болады, сонымен қатар тек (лазер жарық үйрететін диод суперлюминесцентты) жоспарсыз бола алады.

Кәдімгі жарықтар диодтың шығаруы когеренттік емес сонымен қатар жаман бағытты, спектр болатын люминесценттік (20—40) нм болып табылады. Жарықтар диод люминесценттік кәдімгі жарық диоды бар салыстыру бойларымен сәуле шығарушы бет биік жарықтыққа ие болады. Жарық көмегімен шығаратын толқындар ұзындығы шала өткізгіштің материалдық құрамына сай.

Бағытталған шағылу көзінің негізі ретінде шала өткізгішті инжекциялық лазерді алады. Ол өсу бойымен оптикалық сәулелердің ішкі модуляциясын іске асыруға оңай мүмкіндік жасайды. Шалаөткізгішті лазерлер 2 нм дан кем шығару спектрі. Сәулелену көзінің таңдауы таратудың жүйесін пайдалану облысымен

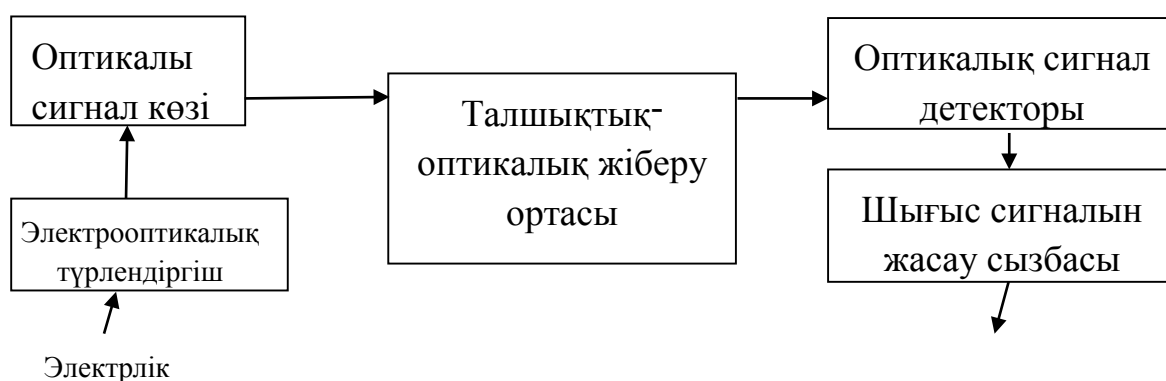
анықталады. Жарықтық диод 200 мбит/с дейін (шамамен 10 км) арақашықтықта және тарату жылдамдығының жұмысына кішігірім қолайлы жүйеде қолданылады. Жарық диод жоғары сипаттамалық сызықпен және үлкен қызмет жасау мерзімі, лазерлерге қарағанда шығаратын қуаттың әлсіз температуралық тәуелділігіне ие болады. Жарық диодтың кемшілігіне сәуле шығару қуаты оптикалы талшықпен келесі бөлімде қарастырылады.

Лазерлер сәулелену көздерін тарату көбінесе үлкен арақашықтықпен және биік жылдамдықпен жіберу жүйелерінде қолданылады. Ол оптикалы талшықпен қамтамасыздандырылады.

Оптикалы сигналдың қабылдағышы. Қабылдау оптоэлектронды модуль маңызды элементі, оптикалық сигналдың қабылдағышы болып есептелінеді. Қабылдағыштың сапасында көшкінді фотодиодтар, pin-фотодиод да қолданылады. Р кері жұмыс берген ауысу п, (жарлыланылған аумақ) зарядты тасушылар жоқ болатын аумақ бар болады. Осы аумақта фотонның жұтылуы сақтаушыны бу пайда болуымен бірге жүр зарядталатын - электрондар және жылжулар сыртқы кернеу көзі жасалынған дала әрекетпен электр тұрақтысы фотоқабылдағыштардың қарама-қарсы қысқышқа, сыртқы шынжырда токты құрастыра жылысқан тесік. Ток қолданылған жарықты шығаруын қуат фотодиодының шығуы, оның мәніне сигналдар пропорционал болып есептелінеді.

Сонымен қатар өте (нановат) аз, фототок жарық көмегімен қуаты (наноамперы) төмен, және (жылулық шуылдар, кванттық шуылдар) шу әсерін азайту үшін бұл жағдайда заряд тасымалдаушыларды көшкін көбейту әсері есебінен (көшкін фотодиодтар) фото қабылдағыштарда ішкі күшейтуді пайдаланады. Көшкін фотодиод алғашқы фототок пайдалы сигналмен салыстырғанда бұрын күшейтеді. Алайда оның қоректенуі сонымен қатар оның тұрақтылығы жоғарғы қуатты талап етеді.

Талшықтық-оптикалық тарату жүйелерінің моделі (2-сурет) ТОВЖ қарапайым көрінісі бар. ТОВЖ радиобайланыс сондай-ақ сымсыз жіберу жүйесіне ұқсас болғаны нақты көріп тұр.



Сурет 1.2 - ТОВЖ ықшамдалған моделі

1, 2, 5 және 10 км ұзындыққа ие (коннекторлар) бір кабельдік секция көрінетін (барабандар) катушкада әкелінеді. Жалғағыш оптикалық тіркеуіш көрсетілген көздер және детекторлармен кабельдің қосуына (екі жақтармен) кабельдердің соңында пайдаланылады. (ТОТЖ) ұзын сызықтарға бірнеше мұндай катушка талап ете алады. Құрылыстың ұзындықтарының ұласуы бір-бірі жолымен байланысады. Әдетте осымен байланысты болады, екі өте маңызды параметрде қаралады: кірген шығын және қайталама жоғалту. 1 дБ болу тиіс оптикалық тіркеуіштің ұқсас жоғалтуы кіргізілген шығындар, аз 0, 1 дБ болып келеді. 30 дБдан аз емес тиісті кабелдің аралығында импеданстың келісуін қайталама деңгейді анықтайды.

Қабылдағыш не сызықтық талшықтық-оптикалық жарық көмегімен шығаратын детектор болып есептелінеді, фотонның мәні бойынша саналады. Осы шаққа көпшілік қабылдағыштар ТОТЖ екі түрде пайдаланады: (ЛФД) PIN-диод сондай-ақ көшкін фотодиод. PIN-диод қарапайым және қоршаған орта өзгеруіне сезгіш, себебі ішкі күшейтуі болмайды. ЛФД - көп қосқан және тым сезгіш қоршаған орта өзгерісіне қосымша күшейтуі 10-20 дБ қамтамасыз етеді. ТОВЖ қабылдағышының соңы, BER бит бойымен қателік коэффициент деңгейдің берілгенімен негізі ретінде таңдайды [5].

Қабылдағыштардың соңы - факторды дБм және қатарға байланысты кері шама бейнеленген кірістің қуатының деңгейі: BER қабылдағыштың деңгей, кейбір мәнде, оның құрылымы, тарату жылдамдығы түрінде бола алады. Жүйенің жобалауында қабылдағыштардың кіре берісіндегі сигналдардың деңгейі мол болмау үшін қажет. Қысқа секцияларға міндетті түрде қабылдағышпен оптикалы аттенюаторды жиі пайдалануды талап етеді.

ТОВЖ негізгі кемшілігі - ТОВЖ қорғаныссыздығы болып табылады. Жауында жоғалтуы болуында. Радио жүйе және сымсыз жүйелердегі пайдаланатын жиіліктер жолағы тарату торабының ұзындығының сигналдардың жұтуына жоғалтуы жауын шақырған азаюына алып келген жоғарғы 10 ГГц жиілікке дейін жетеді; жиілік көп болған сайын (сенімді жіберу) ашықтықтың кезіне шектеулері көп. Ашықтықтың уақыты кабелді жүйелер және ТОВЖ үшін ықпал етпейді. ЭМС. Бұл көрсеткіштердің екі аспектісі бар: шығару және шығару сезгіштігі. Шығару жүйесі (RFI) электромагнитті бөгеуіл көзі болатынын білдіреді. Сезгіштік шығару электромагнитті бөгеуілдерден қорғаныссыздық жайында ашық сөйлейді. Сезгіштік және шығару ұрпағы да радио жүйе үшін шығару, жиі 2 оқиға мәселеге алып келеді. Сонымен қатар сымды жүйелер

электромагниттік сәулелену сияқты сезгіш болып келеді. ТОВЖ - керісінше, сезгіш емес электромагнитті бөгеуілдерге сәуле шығрмайды.

Оптикалы талшықтың құрылымы мен классификациясы. Өзекше және шағылу қабығы. Оптикалық талшық (ОТ) шағылу қабығының ОСЧ жасалынған өзекше тұратын желі - кварцті әйнек болып табылады. Оған тартып алу процессінде маңызды қорғайтын бет келтіреді.

Өзекше - бұл сыну көрсеткіштері және жарықпен сигнал үлкен қуатының бір бөлігі тарайтын қабықпен салыстырғанда артық талшықтың арасындағы облыс. Қабық - ол тұрақты көбіне даярлаған өзекше және сыну көрсеткішіне қарағанда әрқашан төмен өзекше талшықтың аймағына айналады.

Биік және аласа сыну көрсеткіші бар екі облыстың шекарасы өзектің облысында тұтқыр жарық өткізгішін құрады. Мысалы, қоршаған ауа арқылы шағылатын қабық қарапайым құрылымнан аса алады.

Кварц шағылатын қабықтың бар болуы өзекшеде, үштен екеуі оң зардаптарға алып келеді, сыну көрсеткіші кішкене (бірнеше пайыздан астам емес) кем болады:

- жарық энергияның жоғалуын кемітеді;
- дисперсияны кішірейтеді(берілетін импульстердің кеңеюін кішірейтеді), және біреуі теріс болады:
- энергия жартысын азайтады, ұсталған өзекше жарық шығаратын диодқа байланысты болады.

1.4 Мәселе қойылымы

Талшықтық оптикалық байланыс жолын жобалауға орай тарату жүйесінің оптикалық кабелдің маркасын, регенерациялы аймағының керек ұзындық есептеуін жүргізу қажет. Сонымен қатар, оптикалық кабелдің негізгі параметрінің есебін жүргізу керек. Нәтижесінде жобаланып отырған талшықтық оптикалық байланыс жолдарының сенімділігін бағалауымыз керек.

Кабелді байланыс технологияларының жетілу үрдісі арта түсуде. Оптикалы және квант-оптикалы технологияларының жылдам қарқынмен жетілуі арқасында қазіргі уақыттағы талшықтық-оптикалы тарату жүйесінің өткізу қабілеттілігі 11 Тбит/с дейін болуы мүмкін. Жаңа технология мен байланыс қызметінің (ғаламтор, электронды почта, IP-телефония, интерактивті сандық теледидар, технологиялы, әкімшілік, заңгерлік, қаржылық мәліметті тарату, дистанциондық медициналық қызмет ету, Ethernet және т.б. берілгенді компьютерлі желілер таратуды пайдалану) кең тарауы осы қызметті тұтынушы

санының жылдам өсуімен ұласады. Соған қарай, осы жағдайда барлық деңгейлерге шығу желісі кабелді сегменттің өткізу қабілеттілігінің айтарлықтай магистралды деңгейден абонентті деңгейге дейін жоғарылауы [3,4].

Жақында ғана пайдалануда болған каналдар саны тұтынушы талабын қанағаттандыру үшін жеткілікті болған, бірақ жергілікті есептеу желілерінің пайда болуы және оның санының артуына байланысты, мәліметті автоматты жинау және т.б. қызметтің пайда болуына орай, қолданыстағы жүйелер тұтынушылардың қажеттілігі мен мұқтаждығын қанағаттандыра алмады, дәлірек айтқанда ол әлемдік стандартқа сай бұрынғыдан сапалы байланыстарды қамтамасыздандыратын жаңа, жетілген жүйеге ауысуды қажет етеді.

Бұл дипломдық жобада келесідей міндеттерге жауап берілетін болады:

- тарататын жүйе тұтынушылардың уақыт талаптарына сай қажеттілігін қанағаттандыратындай сандық тарату жүйелеріне негізделуі керек;

- сым тарату жүйесінің жоғарғы өткізу қабілетіне сай болуы керек, яғни ол оптикалық кабел болуы керек;

- магистралды байланыс жүйесін пайдалануда мәселелер болмас үшін кабелді төсеу трассасы Отырар ауданының аймағынан өтуі тиіс;

- жобаланған ұйымдастырудың сұлбасы комбинацияланған болады, яғни нүкте-нүкте сонымен қатар реттелген сызықтық тізбек топологиялармен салынуы керек, бұл топология тұрғылықты мекендердің географиялық орналасуларының тура осы топологияға сәйкес келуіне байланысты.

Жұмыс жасап тұрған каналды жиілік бойынша бөлу (ЧРК) аналогтық тарату жүйелерін сандық ТОВЖ-ға ауыстыру, соңғысының аналогтық жіберу жүйесінен көп артықшылықтармен түсіндіріледі. ТОВЖ-ны пайдалану, ақпаратты таратудың жоғарғы сапалығын сонымен қатар сенімділігін қамтамасыздандырады. Сонымен қатар, МКСАШп 4х4х1,2 симметриялы кабельдің орнында ОКГ–0,22–6–ТУ16. К117–00–2001 түрдегі оптикалықталшықтық кабельді пайдалану, таратылатын ақпаратты атмосфералы әсер ету, электрленген теміржол әсерінен және т.б. қорғауды қамтамасыз етеді. Негізі оптикалық кабельдің типінің (яғни ОКГ, ОКБ, ОКЛ және т.б.) арасынан біраз артықшылықтармен ерекшеленген ОКГ оптикалы кабел таңдадым. Оптикалы кабелдің типіне тоқталуды, нақтырақ олардың құрылымдарын, артықшылығы мен кемшілігі деген сияқты сипатына тоқтауды, алдағы кезде қалдыруды жөн санадым.

Байланыс желісін құру үшін қазіргі кезде қолданып жүрген осы уақытқа сай және болашағы ашық технологияның бірі синхронды сандық иерархиялық (SDH) технология болғандықтан мен Петропавловск - Қостанай аймағындағы магистралды өткізгіш бойымен өндірісті-технологиялық байланыстарды жаңарту кезінде пайдалануды жөн көрдім.

Жезқазған жерінде байланысты жаңартуда (модернизациялау) талшықтыоптикалық байланыс жолдарын жобалау STM-4 деңгейіндегі сандық ағындарды қолданумен жұмыс істейтін SDH жабдығы негізінде жүзеге асады.

Жобаланып отырған байланыс пайдаланушылары Қостанай аймағындағы өтетін мекеннің халқы мен кәсіпорыны болып есептелінеді. Жобаланатын SDH тарату жүйесінің жабдығы аралас болып келеді: «реттелген сызықтық тізбек» және «нүкте-нүкте» топологияның негізінде жасалады және жұмыс істеп жатқан сызықтық-аппаратты цехта (САЦ) орын алады. Кабель іс жүзінде кабельді канализация жүйесінде төселеді.

2 Жобаның технологиясы

2.1 SDH технологиясы жайлы жалпы түсінік

Синхронды сандық иерархия пайдаланушыны қызмет көрсетудің үлкен спектріне қосуға арналған инфраструктурасы болып есептелінетін үлкен жолақты транспорттық желінің технологиясы. SDH желісі ақпараттық ағынды 10 Гбит/с дейін жылдамдықта таратуға мүмкіндік жасайды, қол жеткізетін жылдамдықтың, соның ішінде плезиохрондық сандық иерархиямен сай келетін үлкен диапазонын ұсынады сонымен қатар кез-келген трафиктің түріне (дыбыс, мәліметтер, видео) ашық. SDH сигналының құрамында бар қызметті ақпарат желілі құрылғыны және жалпы желіні орталық бойымен басқаруды қамтамасыз етеді, сондай-ақ желіге икемді әрі тез қызмет етуге мүмкіндік жасайды, пайдаланушыларға қажет ағындарды ұсынып, мүмкін істен шығудан (авариядан) желідегі мәліметтік ағынды қорғау механизмін жүзеге асырады [7,8].

Алайда SDH-тің негіздері жайлы айтпай тұрып, осы технология шықпай тұрып электрбайланыста орын тапқан сигналды тарату әдістері және жаңа

технологиялардың пайда болуларына себеп болған оның кемшілігін қарастырайық.

Ақпараттық сигналдарды тарату технологиялары телефондық желінің дамуымен параллель түрде жетілдірді. Қолданушының үнемі артқан саны және телефонды трафик өсуі бір кабел бойынша бір неше телефонды біріктіруді ұйымдастыруға мүмкіндік жасайтын жиілік бойынша бөлетін сигналды мультиплексирлеу жүйесінің пайда болуына әкелді. Оның мақсаты - бір бірін жабатын жиіліктік аралықтарда сигналдарды ығыстыруға әртүрлі жиілікті әрбір телефондық каналды модуляциялау.

Шала өткізгіштік технологияның дамуы 60-шы жылдардың басында сигналдарды аналогтық таратудан қарағанда айтарлықтай ерекшеліктері болған сандық тарату әдістеріне өтуге мүмкіндік жасады (регенерациялық учаскеде сандық сигналды шығынсыз толықтй қалпына келтіру мүмкіндігін айтатын болсақ жетеді). Дыбысты сигналды цифрлауға импульстік-кодтық модуляция (PCM-PulseCodeModulation) тәсілі қолданыла бастады. Осы әдіске сәйкес сигналдардың дискретті санағы 8 кГц жиілік алынды, ол 8 битті тізбекпен кодаланды (квантталды), бұл бізге $8 \text{ кГц} \cdot 8 \text{ бит} = 64000 \text{ бит/с}$ -қа тең сандық ағынды берді. Бұл сандық сигналдар DS0 (Digital Signal level zero) дәл осы сигнал құрылысы «кірпіш» болды, оның негізінде DS0 мәнімен өлшенетін сыйымдылығы бар қуатты сандық тарату жүйесі пайда болды. Сандық тарататын жүйеде бірнеше арнаны таратуға бір жолды қолдану уақыт бойынша бөлінген мультиплекстеу (TDM-TimeDivisionMultiplex) арқасында іске асады [9]. Бұл процесс сұлбалы түрде былай жүзеге асады: мультиплексордың кірісіне n сандық сигнал таратылады, мультиплексор бұл кіріс каналдардан кезек кезегімен бит немесе байтты тандап алады, содан кейін олардан кіріс сигналдың жылдамдығынан n есе артық жылдамдық болатындай шығыс сигналдарын құрайды. Егер де каскадты түрде бір неше мультиплексорды біріктірсек, онда сандық тарату жылдамдығының әртүрлі иерархиялық жинақтарын құрастыруға болады.

Бүгінгі кезде осындай иерархияның үшеуі бар: Солтүстік Америкалық, Жапондық және Еуропалық. Еуропада иерархиялардың біріншілік жылдамдық ретінде $2048 \cdot 103 \text{ бит/с}$ жылдамдық қабылданды (DS0 мәліметтік 30 сигналдарды кадрға керекті сигналмен және басқарушы мәліметпен бірге жинаған кезде нәтиже), ал АҚШта, Канадада және Жапонияда 30 каналдың орнына 24 канал комбинациясына түзілген $1544 \cdot 103 \text{ бит/с}$ –қа тең біріншілік жылдамдық пайдаланды. Бұл иерархия плезиохронды сандық иерархия (PDH-PlesiochronousDigitalHierarchy) деген атқа иеленді, себебі мультиплекстелетін ағын синхронды болмады, оның жылдамдықтары биттік тізбектің әрқайсысын түзетін тактілік генератордың рұқсат етілген тұрақсыздық шектерінде бірдей

бола алмады. Сондықтан осындай ағынды мультиплекстеу уақытында жылдамдықтарды қалыптастыру үшін битті қосу не алып тастауды іске асыру қажет.

PDH ағынында түзетуші биттің бар болуы –оларды құрайтын компонентін ағыннан тікелей бөлу мүмкін қылмады. Солай $140 \cdot 10^6$ бит/с (E4) ағыннан $2 \cdot 10^6$ бит/с (E1) ағынын бөлу үшін E4 ағынды төрт $34 \cdot 10^6$ бит/с (E3) ағынына, содан кейін E3-тің біреуін төрт $8 \cdot 10^6$ бит/с (E2) ағынға демультиплекстеу керек, тек сонан соң ғана бізге керек E1 ағынды шығаруға болады. Ал кіріс/шығыс ұйымдастыруға үш деңгейлі демультиплексирлеу, содан кейін үш деңгейлі мультиплексирлеу керек. PDH жүйелерін деректерді тарату желісінде пайдалану көптеген мультиплексорды керек етеді, ол өз орнында желіні қымбат етіп, оны қолдануды күрделендіретіні анық.

PDH кемшіліктеріне, сондай-ақ, желідегі ағын бақылау және басқару мақсаты үшін қызметті арналарды ұйымдастыруда мүмкіндіктердің әлсіздігін және мәліметтерді таратудың желілерінде пайдалану үшін маңызды орын алатын төмен сатыдағы мультиплекстелген ағынның маршрутизация құралының болмауын жатқыза аламыз.

PDH-ң кемшілігін жеңуге АҚШ-та синхрондық оптикалық желілер иерархиясы (SONET) өңдеуіне, Еуропада соған ұқсас оптикалы-талшықты байланыс жолында қолдану үшін ұсынылған синхрондық сандық иерархиясының өңдеуіне әкелді.

Өңдеу жұмысының мақсаты 2 жағдайда да төмендегідей мүмкіндіктерге жол ашатын иерархия тууына әкелді:

- алғашқы ағынды енгізу/шығару операциясын жинақтап/бөлшектеу қажеттілігінсіз жүзеге асыру;
- дамыған маршрутизацияларды және де кез келген топологиялар арқылы желіні басқаруды жүзеге асыруға мүмкіндік жасайтын кадрлар құрылымдарын өңдеу;
- жаңа иерархия кадрында PDH иерархияларының кадрын, сонымен қатар басқа да типті трафиктер (ATM, IP) кадрын жүктеу және де тасымалдау;
- жабдықтың сәйкестендірілуін оңайлату үшін стандартты интерфейсті өңдеу.

SDH желісінде мультиплекстегенде байт-интерливингі бар синхрондық тарату сұлбасын қолданады. SDH иерархиясының біріншілік деңгейі сигналдың негізгі форматы түрінде кадр мөлшері 2430 байт, стандартты қайталау периоды 125 мкс, $155,52 \cdot 10^6$ бит/с жылдамдықты тарататын синхрондық көліктік STM-1 модуль алынған. 4 ретті мультиплексирлеу SDH иерархияның келесі жылдамдығын береді: STM-4, STM-16, STM-64; ол келесі мәнге ие бола алады: $2488,32 \cdot 10^6$ бит/с; $622,08 \cdot 10^6$ бит/с; $9953,28 \cdot 10^6$ бит/с.

SDH-ң негізгі артықшылықтары:

- SDH жүйесінде торапты басқарудың көп мүмкіндіктері арқасында техникалық қызметті көрсетудің ұстанымын қысқартуды;
- торап өнімділігі мен сенімділігін азайтады, себебі аппаратура саны кемиді;
- барлық байланыс жүйесін тығыздамай енгізу/шығару арналарының тиімділігі құрылғының қажеттілігі азайту;
- циклдің негізгі құрылымы өткізгіш қабілетін ыңғайлы өсіру үшін қор береді $155,52 \cdot 10^4$ бит/с.

Синхрондық сандық иерархия – бұл қажетті түрде физикалы торап бойынша бейімделген жүктемені транспорттау мақсаты бойынша стандартталған цифрлық құрылымдардың жиыны. SDH әрекет жасаушы плезихронды сандық иерархия сигналын, сондай-ақ жаңа үлкен жолақты қызмет сигналын транспорттауға есептеледі. Транспорттық функцияны орындап, SDH әр түрлі ПЦИ және сигналды кодтаудың әр түрлі заңын қоданатын тораптың өзара әсер ету мәселелерін шешпеуін ерекше белгілейміз.

SDH деңгейі цикл құрылымдарын және топты сигналдарды торапты түйін интерфейстеріне беру жылдамдықтарын анықтайды (NetworkNodeInterface, NNI). Біріншілік деңгейге $155,52 \cdot 10^6$ бит/с тарату жылдамдығы орнатылды. Жоғары деңгейлер жылдамдығы берілген жылдамдықтарды жоғары деңгейге тең болатын бүтін санға көбейтумен алады. Қазіргі кезде SDH-ң 3 деңгейі бар: 1, 4 және 16. Оларға таратудың келесі жылдамдықтар сәйкес келеді. $155,52 \cdot 10^6$ бит/с (1890 канал), $622,08 \cdot 10^6$ бит/с (7680 канал), $248,832 \cdot 10^6$ бит/с (30720 канал), 16-дан жоғары деңгей тізімі зерттелді. Транспорттауға жататын сигнал алдын-ала C стандартты контейнерге орналастырылды. Барлық операция контейнерлермен оның мөлшеріне тәуелсіз болып жүргізіледі. Осының арқасында SDH торабы мөлдірлікке қол жетеді, ПЦИ-дің әр түрлі сигналын транспорттау мүмкіндігі, АТМ ұяшығының ағыны немесе қандай да бір жаңа сигнал.

Телекоммуникациялық технология әдетте көп деңгейлі моделді қолданады. SDH иерархия желі топологиясына тура қатыса алатын желілік тасушы (транспортты) деңгеймен көрсете алады.

Ең төмен деңгей – физикалық деңгей болып табылады, ол таратушы орта болып есептелінеді. Секциялы деңгей STM-N синхрондық модульдерінің жинақталуы және желі элементінің аралықтарымен тасымалдаумен қамтамасыздандырады. Ол регенерациялы және мультиплексорлы секцияға бөлінеді.

Бағыттаушы деңгей желі көмегімен ұсынылған (АТМ, PDH және т.б.) STMN пайдалы жүктемелерге қапталған сигналды тұтынушыға жеткізілуді қамтамасыз етеді. SDH терминологиясы осы сигналдар компоненттік не трибутарлы

сигналдар деп аталады, ал тұтынушыға желіге қосылуға арналған интерфейсті – трибутарлық интерфейс деп атайды.

SDH-ң әрбір деңгейіне ақпараттық сигналды тарату жазу механизм арқылы іске асады. Әр STM-N кадр секциялы SOH (Section OverHead) тақырыпқа ие болады, екі бөліктен құрылады: регенератордың секциясының тақырыбы RSOH (RegeneratorSectionOverHead) мен мультиплексорлы секция тақырыпшасы MSOH (MultiplexSectionOverHead).

STM-N кадріне трибутарлы сигналын қаптау және тасымалдауға, виртуалдық контейнер технологиясын қолдану ұсынылды. Виртуалдық контейнер пайдалы жүктемелер өрістен – контейнерлерден, онда трибутарлы сигналдар жазылады, және бағыттайтын тақырыптан POH (Path OverHead) құрылады. Бағыттайтын тақырыпша контейнерлер типін көрсетеді сонымен қатар контейнердің желілермен өтетіні жайлы статистикалық мәліметті жинайды.

SDH-те мультиплекстеу ерекшелігі – бағыттаушыны қолдалыну. Мысалы, секциялы тақырыпшаның 4-ші жолағында бар AU-4 әкімшілік блок бағыттаушысы VC-4 контейнер орнын бекітеді. Бұған бағыттаушының болуына қарай, VC-4 пайдалы жүктеме кез-келген жерінде басталып ортақ кезінде кадрдың шегін кесіп кетеді. Барлық TU-n VC-4-тің пайдалы жүктемелер өрісінде бар 9-байтты бағананың барлығында орналасады. TU-n бағыттауы бірінші бағанада (TU-12) бірінші байт не бірінші бағана үш байтқа дейін (TU-13) орын алады. Соның әсерінен VC-4 болатын трибутарлық блок барлық бағыттаушысы, бекіткен позицияда орналасады. Бағыттау тізбегін қолданып, синхронды тасымалдаушы модульде орналасқан кез-келген трибутарлық сигналдың орнын тез табуға болады сонымен қатар қажет болса, PDH сияқты бірнеше кезеңдердің демультиплекстеу процесін қолданбай ажыратуға болады.

2.2 SDH технологиясының негізгі элементі

SDH желісі төрт типті құрылымды модульдерден тұрады (желілік элемент): регенератор, терминалды мультиплексор, енгізу/шығару мультиплексоры және кросс-коннектор.

Регенератор, SDH кіріс сигналын қалпына қайта келтіру тәсілі көмегімен екі түйін арасында шекті ара қашықтықты ұзартады. Бұл арақашықтық, жіберу ортасында болатын сигналдардың өшулігіне және қабылдап -қайтадан тарату құрылғысының параметріне тәуелді болады. Бір модальы 1310 нм толқынның

ұзындығы бар оптикалы кабел үшін бұл арақашықтық 15-40 км, 1550 нм толқын ұзындығымен оптикалық кабел үшін 40-110 км болып табылады.

Терминалды мультиплексор (TM) PDH сонымен қатар STM трибутарлық сигналдарын агрегатты ағындар STM-N-ге мультиплексирлеу және демультимплексирлеуге арналған. Сонымен қатар ол бір трибутарлық интерфейстен, келесі интерфейске жергілікті алып-қосуды іске асырады.

2.3 Оптикалық кабель типін таңдау

Световод дегеніміз – диэлектриктік қабықпен қапталған дөңгелек не тік төртбұрышты диэлектрикті стержень. Басқаша оны өзекше деп атайды. Сонымен бірге, световодты чехол тәрізді талшықтық механикалық әсерден қорғай алатын екінші қабықшамен қапталады. Ол іштен және сырттан түсетін жарықтың сәулелерін жұтуға арналған. Онымен бірге, ол талшықтан шығатын кез келген жарықтың сәулелерінің қауіпті болатын интерференциясын жұтады.

Талшықтардың негізгі үш түрі бар: сатылы сыну көрсеткішті көпмодалы, градиенттік сыну көрсеткіші бар көпмодалы және бірмодалы.

Сатылы сыну көрсеткішті көпмодалы световод өзекше мен қабықша арасында сыну көрсеткішінің тез төмендеуімен анықталады.

Градиенттік сыну көрсеткішінің световоды жарықтың таралуы талшық осі бойынша үзіліссіз майысуымен анықталады.

Бірмодалы световодтар шекті жиіліктің жолағы еніне ие. Олар үлкен ақпараттың көлемін үлкен ара қашықтыққа таратуға жақсы келеді. Бұл световодта сыну көрсеткіші әртүрлі болуы мүмкін.

Сипаттамасы: $= 0,85$ мкм және $NA=0,1$ болғанда өшуліктің шекті мәні 1 дБ/км тең болады. Жиілігінің жолағы 40 ГГц·км тең болады және световодты дисперсия, материалды дисперсиямен шектеледі.

Оптикалы стыктардың кодқа байланысты классификацияға сәйкес оптикалы күшейткішті көп арналы ТОТЖ келесі түрлі бірмодалы талшықтыоптикалық кабельмен жұмыс жасай алады: - MCЭ-T G.625 рекомендацияға сай стандартты талшықтар (SMF-singleModeFiber); - MCЭ-T G.653 рекомендацияға сәйкес дисперсия толқын ұзындығы 1,55 мкм-ге жылжитын талшықтар (DSSMF-DispersionShiftedSingleModeFiber); - MCЭ-T G.655 рекомендацияға сәйкес дисперсияларының нөлдік жылжыту талшығы (NZ DSSMF-NonZeroDispersionShiftedSingleModeFiber). Толқынның ұзындығы 1,55 мкм болғандағы өшулікке байланысты талшықтардың үш түрі бірдей, алайда хроматикалық дисперсияның сипаттамасына байланысты басқаша болады.

Бірмодалы ТОВЖ үшін DSSMF пайдалану SMF-пен салыстырғанда кеңжолақтыға байланысты регенерация арасын үлкейтуге мүмкіндік жасайды. Өйткені DSSMF үшін нөлдік дисперсия толқынның ұзындығы 0 1,55 мкм жұмыс диапазоңдарының ортасына жылжыды. Бірақ оптикалық күшейткішті көп арналы TOTЖ үшін нәтиже теріс болып келеді.

Жарықтың шағылысуының оптикалы разъемдары. Оптикалық тіркеуіш және талшықтар (ұласу) ажыратылмайтын қосылыстар (кабель) талшықтардың секциясының қосуы үшін пайдаланады. Талшықты-оптикалық кабел 1-25 км ұзындықта оралған (TOT) сымы бар катушкада жұмыс істейді. Желілерді катушкалардың қашықтан байланысуының жүйелері, жұмыстың жүйесін жасауға байланысы бірге болуы тиіс болған (құрылыстың ұзындықтары) кабелдің сегменттерінен құралады. Осы мақсатпен оптикалы тіркеуіштер және талшықтың ұласуы қолданылады.

Өнеркәсіпті тәжірибе аралық секция үшін кабелдің екі талшығы және ұласу үшін оптикалық тіркеуішті қолдануын (мағынаны жақсарамыз) талап етеді. Осындай тәжірибенің себебі келесідей:

- оптикалы тіркеуішіне 0, 04 дБ деңгейде болатын шығын минималды кірілген үлкен шығынға иеленеді. Одан басқа, жақын болатын нақтылы тұрақтылықпен қамтамасыз етеді.

- Мысал үшін, бұл бірнеше күтетін немесе коммутациялы панелдер немесе жалғағыш кросстағы қосу/бөлу көп орын оптикалы тіркеуіштер қолдандырады. Көп оптикалы тіркеуіштер (қосу/бөлу) жеңіл бөлуді жүзеге асыру үшін жасалған.

Оптикалы тіркеуіштерді пайдалану мүмкіндігі талшықты не белсенді құрылғылармен де түйістіреді. Егер де біз құрылғыны алмастырғымыз келсе, жақын өскен оптикалы тіркеуіш ретінде бар болғанда жасау өте ыңғайлы.

Нарықта мамандандырылған оптикалы тіркеуіштің үлкен мөлшері бар болады. Қолжетімді екі өлшемді түрдегі тіркеуіш талшықтық-оптикалықты: үйреншікті мәннің тіркеуіші және ықшам оптикалы тіркеуіштер. Бірнеше талшықта жалғай алатын оптикалы тіркеуіш бар болады.

Бір оптикалы тіркеуіш шарттарындағы қосуы үшін жобаланады, басқа - зауыт шартында қосу үшін. Соңғы түрге жалғағыш бауларға оптикалық тіркеуіш жатады. Жалғағыш бау - құрылғыға әдетте қосылатын кабел түрдегі бірталшықты өлшемнің бойымен қысқа: жарықпен сигналдың жарық көзі не детекторы жатады. Осындай баудың басқа өндіруші орнатылған құрылғы оптикалы тіркеуіші болады. Егер де қосу туралы болатын болса-тіркеуішке бөлік осындай түрге иеленеді. Оның жалғастыратын талшықтың соңында орнатылатынын ескеруіміз керек [1,2].

Қалған материалдардың бір бөлігі тек оптикалық тіркеуіштерде шоғырландырады:

- ұш - ферул.
- жалғағыш розетка.
- топтаушы гайка.

Құрастыратын типті оптикалы тіркеуіш түрі 2.1- суреттен көре аламыз.

Әдетте оптикалы тіркеуіші бар нақты ұзына бойына концентрлі канал мен (ферул) керамиканың ұшында орналастырған қабықшадан тұрады. Талшық кесіндісі ұштың каналына қыстырылады және резеңке немесе жылу балқығыш желі арқылы тұрады. Металды қабық жұмсақ сығындаумен керамиканың ұшы бар жапсарды тегістеп сабақтастырылды. Ұштың таралған сыртының диаметрі - 2,5 мм, алайда оптикалы тіркеуіште аз қалыпты факторлар 1, 25 ммдің диаметрін пайдалана алады.



Сурет 2.1 – Оптикалы тіркеуіштің негізгі құрылымы

Басқа негізгі параметр – мода болып табылады. Ол тіркеуіш сипаттамасынан қосу/бөлу жатады. Бұл айтылған 600 тәжірибеде 200-ден 600ге дейін шайқалады [3,4].

ST оптикалы тіркеуіштің түрі. Бұл тіркеуіш түрін қосу/бөлу іске асыру үшін, тек айналымның ширегіне тіркеуіштерді бұруға талап ететін жылдам біріктірілетін байонет қосылуын қолданады. Ішіндегі кілт қосудың параметрінің жақсы қайталануын қамтамасыздандырады, себебі тіркеуіш әрқашан бірдей бөледі. ST бұл шаққа тіркеуіш түрдегі SC озық тіркеуішінен астам ауысады. ST тіркеуіш деңгейі 0, 5 дБ құрайды.

SC оптикалы тіркеуіш түрі. Көпмодалы талшық үшін, бірмодалы тіркеуіш түрін көп қолданылады. SC тоқталсақ «қолданушының оптикалы тіркеуіші». Ол қолданылған қолданбалы қосымшадан тұрады.

Желідегі де, секцияның үлкен ұзындығы бар желідегі де SC тіркеуіштер ортақ пайдалану тіркеуіштерінің классына жатады және объектінің ішіндегі аралық төсеммен пайдаланады. Оны қолдан бөлудің тетігі «пушпульді». Мұндай құрастыру тіркеуіштің қабықшасына, ортаға келтіретін ұш қосады. SC тіркеуішінің артықшылығы бірнеше тіркеуіштер тұратын секцияға бірігеді.

Секция осы кезде (бір талшық түзуде таралу үшін пайдаланады, ал басқа теріс қайтаруларда) думплексті қосуға қолданыла алады. Тіркеуіш кілттер теріс қосуды сақтап қалуға ие болады. Осындай тіркеуіш кіргізілген шығын 0, 4 дБ және одан да төменделерді құрайды.

FC оптикалы тіркеуіш түрінде. Бұл тіркеуіштердің түрі Nippon Telegraph and Telephone Company серіктестігі арқылы алғаш Жапонияда жасалынды. Ол бірмодалы талшыққа кең қолданылады соынмен қатар кіргізілетін деңгей 0 шамаға ие болады, 4 дБ.

FC тіркеуіш түрінде күйге келтіруге иеленді. Күйге келтіру кілті бірнеше оныншы децибелге дейін кіргізілетін деңгей үндестіруге мүмкіндік жасайды. Ең төмен позиция табылған кілттерден кейін жазады. Көпмодалы талшық үшін бірмодалы FC тіркеуіш түрі пайдаланады.

D4 оптикалық тіркеуіштің түрі. Бұл тіркеуіш түрі әсіресе бірмодалы талшықтар үшін көп қолданылады. FC тіркеуішіне оның көп қатынасы ұқсас болып келеді, бірақ кіші диаметр ұшы 2, 0 мм-ге иеленеді . Тіркеуіш D4 кіргізілген шығын 0, 4 дБ құрайды.

568SC түрінде оптикалы тіркеуіш. Әдетте осы тіркеуіштің түрі объекті ішіндегі аралық төсемдер үшін пайдаланады. Оның параметрі EIA/TIA-568 коммерциялы ғимараттарда кабелдік байланыс жолының аралық төсемнің регламентін белгілейтін стандарттарға сәйкес келеді.

Ол мән бойынша SC тіркеуіші дуплексті нұсқа түрінде болады. 568SC түрінде тіркеуіш SC байонет тіркеуішке қарағанда жеңілдеу, жүзеге асыруға мүмкіндік берген ілгектің тетігіне иеленеді. Симплекс немесе думплексті қосуларды ұйым үшін думплексті тіркеуішті де, симплекс одан басқа, бұл тіркеуіш пайдалануға жол беретін адаптер иеленеді. 568SC тіркеуіш енуін күтетін деңгейлер 0 шамасын құрайды, 3 дБ.

FDDI оптикалы тіркеуіш түрі. Бұл тіркеуіш түрі екі каналды құрылғы сияқты проектіленген, екі керамика ұшы және бүйір ілгекті тетікті пайдаланады. Кездейсоқ мықты қап тоғысқан аймақ ұшты қорға тығыз бөлу күштерсіз қамтамасыздандырады. Кілтті әр түрлері тіркеуіштің осы түрінде пайдалана алады, FDDI технологиялары әр түрлі талаптар қанағаттандырды. Кіргізілетін ысырапты күтілетін деңгей 0 мәнін құрайды, бірмодалы қосымша үшін 3 дБ сонымен қатар 0 шамасында, көпмодалы қосымша үшін 5 дБ. FDDI тіркеуіштің түрінде басқа қосымша үшін пайдалана алады. Ескерту керек FDDI технологиялары жергілікті жүйелер ANSI стандарты бар сәйкестік (125 Мбод) 100 мбит/с жылдамдықпен мәлімет пакетін тапсыруға қолданылады.

Ықшам тіркеуіштер. Мысалы, тіркеуіш сонымен қатар аз қалыпты-фактор болып табылатын ықшам тіркеуіш өлшемі мөлшермен SC, FC, ST, оның кәдімгі үйреншікті нұсқасына қарағанда 2 рет кішісіне иеленеді, яғни ұшының диаметрі

1,25 мм-ді құрайды, табанында коммутацилы панелдегі орамаларын үлкен тығыздықта 2 немесе 5 мм орама тығыз сұлбасын іске асыруға мүмкіндік жасайды.

Механикалы қосу - механикалық бірлескен опто талшықтың кіші бөлімшесі - 6 см және 1-ші диаметрі ұзындықпен жақын болып келеді, ол жақын өскен қара талшық және оның сенімді 2 шетін тұрақты механикалы қосу жолы арқылы тегістейді. Жақын өскен жамылғы не желімді байлам, немесе қолдануымен сол және басқа тез ұстап қалатын құрылғы арқылы бекітілген. Уақытша қосатын ұйым үшін жақын өскен ықтимал. Қосылыс 0,1-0,8 дБ механикалы шығын кіргізілген шығыннан жоғары болып келеді.

Жарықтың оптикалы көздері және жарық сәулеснің детекторы.

Талшық тегістеуі. Дәнекерлеу жанында талшықтың автоматты тегістеу блогы бар болады. Басында оператор ұласудың құрылғыларын тегістеудің блоктары талшық бекітуінің / не басқа тетігінде тазалалған және жинақталған талшықтар сыйғызады. Координаталардың бағытында ол ауысу X-Y, бұл талшықтан кейін жолы көріп тегістеледі. Көз мөлшермен тегістеу талшықтар өлкелінің көбеюі өткізілетін қол тегістеуінде мүмкін көрінетін қатені кішірейтуге талшықтардың арасындағы ең аз мүмкін саңылауларды сүйемелдеу талап етеді.

Ұласудың көп құрылғылары жергілікті енгізу сонымен қатар (LID) жарықпен шығару жүйесін қолданады. Бұл тағы қуатты деңгей бойымен тегістеу жүйесі, алайда дәнекерлеулер орны құрастырылған. Ол (нақты қашықтыққа) алшақ қуат деңгейдінің бақылау қажеттілігін шығарады. Дәнекерлеудің нүктесінен екі жақ бойымен орналасқан талшықты, бұл жүйелерде жеткілікті жарық көмегімен шығаруын (кіру нүктесіне) кіргізу және (шығу нүктесінде) қорытынды талшықтың қабығымен іске асыруға мүмкіндік жасау үшін, аз айналып цилиндрлік жіберулірді қолданады.

Дәнекерлеудің үрдісі. Дәнекерлеудің үрдісі үшін электр доғасы пайдаланады. Кейбір техника үшін доға тоғи бір не бірнеше қысқа қосуы, дәнекерлеу талшықтан кез-келген орынға ластаулар алып тасталғандай етіп пайдаланады.

Келесі адым алдын-ала дәнекерлеу болып келеді. Бұл процесс оның жалғастыратын талшықтарының жұмсартуына талшықтың жылытуында болады. Алдын ала дәнекерлеу физикалы түйіспені бір-біріне қарсы болу талшықтарының материалдарына мүмкіндік береді, берген дәнекерлеу соңғы адым процесі үшін температура жанында болған талшықтар болғандай етіп оңтайлы іске асырылады. Егер алдын ала дәнекерлеген кезеңде температура өте көп болса, онда өз кезегінде әйнектер геометрияны алып келетін талшықтың өзгеруі пайда болады. Егер бұл температура өте аз болатын болса, онда

талшықтың аяқтарының механикалы өзгеруі болады. Мұндай жағдайда сол талшықтарды дәнекерлеу соңғы кезеңінде күштей топтайтын кез болады.

Жалғасыға оңтайлы әзірлеу доға тоғі және оның ұзақтықтарын қою, саңылау ұзындығы алдын ала сонымен қатар кесімді дәнекерлеудің адымдары бөгеуін қосады. Бұл қоюлар дәнекерлеуді тізбектің нәтижесін негіздеуде (эксперименталді) анықтауы тиіс.

Дәнекерлеу сапасы бұл жоғарғы белгі соқтырған екі негізгі параметр қосады, ал тап: керу және дәнекерлеу орын кіргізілетін ысырапқа талшықтың беріктілігі. Ұласудың кейбір құрылғылары керуді іске асыруға мүмкіншілігі болды. Тәжірибелі техниканы мұндай сынау күшті керуді бағалауға қолмен іске асыратыны біледі.

2.4 Лазер диодтары

Егер жүйелі талаптар катал болатын болса, онда жарық көзі сапасында әдетте СИД-ты тандайды. Лазер диоды үлкен ұзындық не (жоғарғы 155 мбит/с) үлкен беру жылдамдығының жанында байланыс желісі үшін пайдаланады. ЛДтің бірнеше түрі бар болады: (төменде қарастырған бәрі модтар ұзын бойына

- LM)
- көпмодалы немесе резонатормен құрастыр (MLM); - бірмодалысы (SLM);
- жиі лазерлермен, кері байланыстармен таралған бірмода (DFB) деп аталады
- сыртқы модулятор арқылы DFB-лазеры;
- сәуле шығаратын беттік резонатор қуыс лазері (VCSEL).

Жиіліктік-модульденген импульс (чирп)

Импульс немесе чирп (шамасында 40 дБ) жоғары мәні бар DFB-лазер (моданың басу коэффициенті) MSR 1550 нм толқынның ұзындығында беруіне, тіпті жүйелер сипаттама қолдануда шектейді. Шалаөткізгішті лазердегі (тікелей модуляция) қарқын модуляциясы (шақырған өзгеріспен, индукциялалатын сақтаушы, сыну көрсеткішті есепке) фазалы модуляциямен спектрлі сызықтың кеңеюін басқаратын коэффициентпен бірге жүретіні сөзсіз. Фазалардың ығысуы, уақытқа байланысты оптикалы импульстері чирптар болып табылады. Оның спектрі мұндай оптикалы импульстар салған жиілік чирп нәтижесінде біршама кеңейеді. Бұл спектрлі кеңею талшықты импульстің пішініне әсер етеді, талшық дисперсиясын ескеріп, жүйедегі көрсеткіштің BER нашарлауына алып келеді.

Тек қана негізгі параметр тарату жүйесіндегі импульстің өсу уақыты болып есептелінеді. Ол ең жоғарғы беріліс жылдамдығы шегін табады. Сонымен қатар жүйе үшін табалдырықты деңгей анықтауы оның сипаттамаларына әсер етеді. Сол сияқты төмендегідей мүмкін болғанша орнату керек, бірақ лазерлердің шартын бұзбайтындай етіп. Бұл барынша үлкен болуы тиіс болған сигналдар, әлсіреу коэффициентіне әсерін тигізеді. Осы коэффициент табалдырықты деңгейде ең жоғары импульсті амплитудалық қатынас болады.

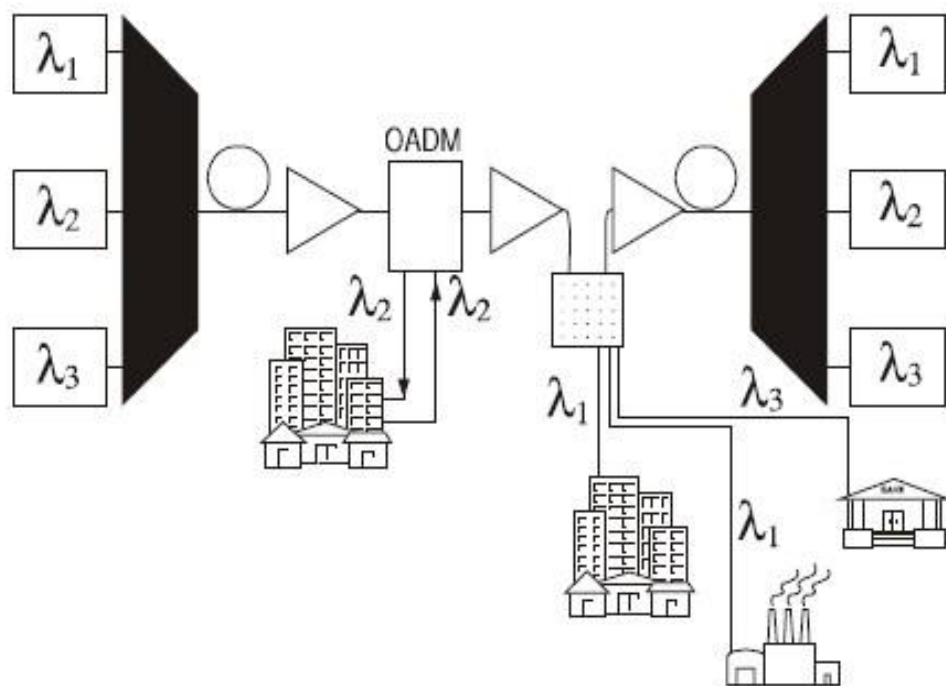
Оптикалық қабылдағыш

Оптоталшық қабылдағыштар ықшамдалған блок-сұлба көрсетіледі. PIN-диод не APD бұл суреттің сол жағында орналасқан. Үлкен қабылдағыш бір бөлігі электрдің жүйесін құрайды.

Оның (PIN-диод не APD) фотодиод оптоталшықтар қабылдағыштың әртүрлі компоненті көрсетілген. Бастапқы күшейткіш - қабылдағыштар сипаттамасын анықтайтын негізгі элемент. Фотодиод қабылданған сигналдардың шығуы ұшыраған шу әрекетінен бұрмалану және әлсіз сигналдың нүктесі болады. Бұл сигналдар бастапқы күшейткішке кіретін болып есептелінеді. Бастапқы күшейткіш рөлі - одан әрі өңдеуі үшін сигналдарды күшейту.

2.5 Арнаның қосу/бөлу және кросс-коммутация мүмкіндігі

DWDM жүйелері көбінесе дәстүрлік TDM жүйелеріне ұқсас болып келеді. Бір немесе бірнеше оптикалы таратқыштармен генерацияланатын әртүрлі толқын ұзындықтағы сигналдар, кейіннен оптикалық талшықтар бойымен таралатын, көп арналы құрама оптикалық сигналға мультиплексормен біріктіріледі. Төмендегі суреттен арналардың типті WDM жүйесін көре аламыз (2.2-сурет).



Сурет 2.2 - Арнаның қосылу/бөлу және кросс-коммутация мүмкіндігі бар типтік WDM жүйесі

2.1-суретте DWDM жүйелері бойынша сигналдардың талшық бойымен таралуы болғанда қандай кезеңен өтетіндігі, яғни әртүрлі толқын ұзындықтардың (арнаның) аралық жолда қосу/бөлу немесе кросс-коммутация мүмкіндігі көрсетілген.

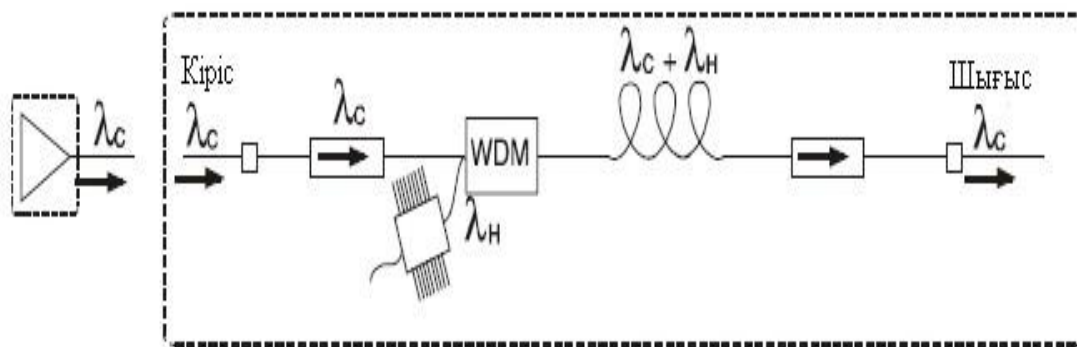
Таратудың үлкен қашықтықтарында байланыс сызығында бір немесе бірнеше оптикалы қайталағыш қондырылады. Демультимплексор құрама сигналды қабылдайды, әртүрлі толқын ұзындығындағы бастапқы арнаны одан бөліп алады сонымен қатар оларды сәйкес фотоқабылдағышқа жібереді. Аралық түйінде кейбір арна енгізу/шығару мультиплексорлары немесе кросс-коммутация құрылғылары көмегімен құрама сигналға қосылуы немесе бөлінуі мүмкін.

DWDM жүйенің TDM жүйесінен ең басты айырмашылығы – DWDM-да тарату бірнеше толқын ұзындығында жүргізіледі.

2.5.1 Оптикалық күшейткіштер

Эрбиймен легирленген талшықтардағы күшейткіш EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier) соңғы уақытта телекоммуникациялық өнеркәсіпте жоғары жетістіктер әкелді. EDFA күшейткіші оптикалық сигналдарды электрлі сигналға

және керісінше түрлендіруге, үздіксіз күшейту мүмкіндігі бар, шуылдың деңгейі аз болады, ал толқын ұзындығының жұмыс жасау диапазоны кварцты оптикалық талшық мөлдірлік терезелеріне тура сай келеді. Байланыс сызығының осындай қасиеті бар күшейткішінің және DWDM жүйелері негізіндегі желі пайда болуына сай экономикалы түрде тиімді бола алды. EDFA күшейткішінің сұлбасы (1.7сурет)



Сурет 2.3 - EDFA сұлбасы

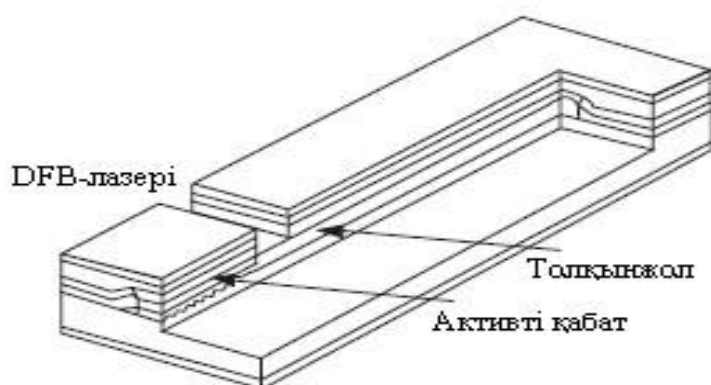
EDFA күшейткіш эрбиймен легирленген талшықтар кесіндісінен тұрады (2.2-сурет). Осындай талшықта белгілі толқындар ұзындығы бар сигналдар сыртқы қанығу сәулелену энергиясымен күшейтіледі. Қарапайым EDFA құрылымында күшейту шамамен 1525 нм-ден бастап 1565 нм дейін толқынның ұзындығының аз диапазонында орындалды. Осы 40 нм-ге DWDM жүйесі бірнеше мыңдаған арналары сыйып кетеді.

DWDM жүйесінің компонентіне қойылатын негізгі талаптар – байланыс сызығының оптикалы жолының жалпы интервалында барлық арналарды бірдей өңдеуі керек. Ол үшін оптикалы таратқыштарды, мультиплексорды, демультиплексорды, күшейткішті және талшықты дұрыс таңдауымыз керек.

2.5.2 Таратқыштар

Қазіргі уақытта таратқыш құрылымы гибриді болып табылады. Сәулеленуді модульдеуші лазер және интегралды микросұлба, модуляцияның жоғарғы жиілігін және жоғарғы сенімділікті алуға мүмкіндік жасайтын, ортақ бір модульге біріктіріледі. Осындай модуль шығыс желілі сигнал интенсивтігі кіріс сандық электр сигналымен модульденетін электрондық-оптикалық түрлендіргіш

болып есептелінеді. Таратудың төменгі жылдамдықтарында басқаратын ток (ішкі модуляциясы бар лазер), ал жоғарғы жылдамдықтарда – оптикалы сигналдың өзі (сыртқы модуляциялы лазерлер) модулденеді. Бір арна таратқыш әдетте, талшықтардағы шығыс қуат 0 дБм (1 мВт) аз емес кері байланысы бар DFB (DistributedFeedBack) лазерінен сонымен қатар модуляторлардан тұрады. Кейде лазермен қоса лазерлердің қуатын ақырынап төмендететін, реттелетін аттенюатор қондырады. DWDM жүйесінде Фабри-Перо резонаторлары бар DFBлазері анағұрлым көп қолданылады. DFB-лазер кристалдың қарапайым түрі 2.3суретте бейнеленген.



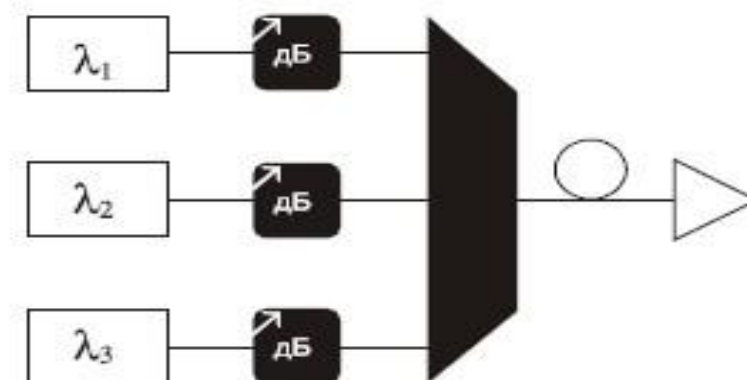
Сурет 2.4 - DFB-лазері кристалының қарапайым түрі

Суретте көрсетелгендей оптикалы кері байланыстың әсерінен лазерлі сәулеленудің толқын ұзындығын анық таңдауға мүмкіндік жасайтын дифракциялық тор лазер кристалдарының активті бөлігінде орындалды. DFBлазерлері бар оптикалық таратқыштардың модулі термоэлектрлі салқындатқыш құрылғыдан, температураның датчигінен, оптикалы оқшаулағыштан және бақылау фотодиодтарынан тұрады. DFB-лазерлерінің тиімділігі жоғары болып келеді: шығыс қуат 0 дБм қанығу тогы 40 мА кезінде қамтамасыз етеді.

DWDM желісінің жұмысы көбінесе сигнал көзінің тұрақтылығына сай болады. Қабылдағыштар, сүзгілер, антенналар және толқынды тармақтағыштар өз функциясын дәл орындауы үшін сигнал жиілігі өте жоғары дәлділікпен алынуы керек. Ол толқынның ұзындығын тұрақтандырғыш арқылы жүзеге асырылады.

2.5.3 Фотоқабылдағыш. Оптикалық қабылдағыш

Оптикалы фотоқабылдағыш кіріс оптикалық сигналды электрлі сигналға түрлендіреді және демодуляциялауды да осылай орындайды. Фотоқабылдағыштар таратқышпен және номиналдық толқындар ұзындығы аймағында сезгіштіктің спектралды аумағы бойынша сәулелену модуляциясы уақыттық сипаттамасымен толығымен сәйкестендірілуі қажет. Сонымен бірге, фотоқабылдағыштардың дабылда басқа да оптикалық компонент өткенде пайда болатын қатеге төзімділігі болуы керек. Оптикалық сигнал фотоқабылдағышқа талшықтардан келіп түседі. Фотоқабылдағыштардан алынған электрлік сигналды мүмкіндігінше аз шуыл енгізіп, қажетті деңгейге дейін күшейту қажет. Сонымен қатар электрондық фильтрлеу қажет болады. Осы операцияның барлығы әдетте талшықтардан оптикалық сигнал келіп түсетін дара гибриді модуль арқылы іске асады. Модуль шығысында кейіннен сәйкесінше демодуляциялатын, сүзілген электрлік сигналды құрады. Аттеннаторлар орналасуы 1.9-суретте бейнеленген.



Сурет 2.4 – Аттенюаторлар таратқыш пен мультиплексордың арасында орналасқан

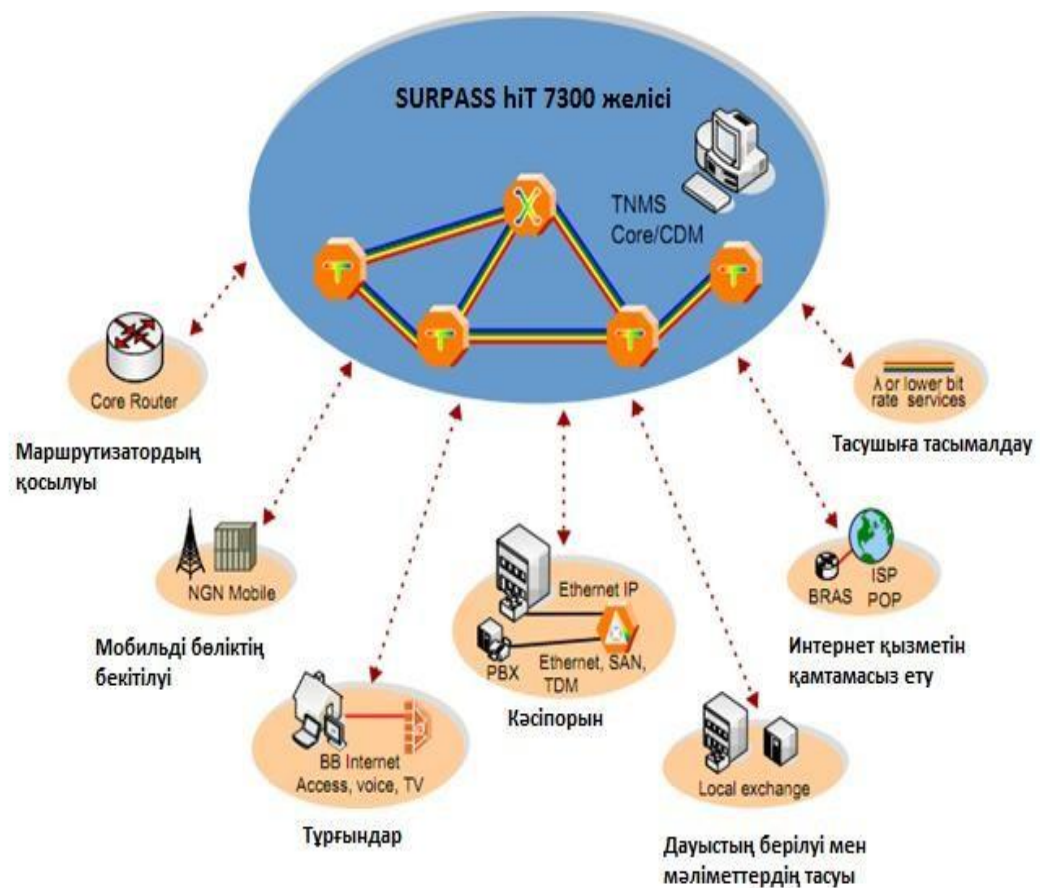
2.4 - суретте байланыс сызығында оптикалық таратқыштардан кейін, шығыс қуатын мультиплексор мен EDFA күшейткішінің мүмкіндігіне сәйкес деңгейіне дейін төмендеуіне мүмкіндік жасайтын, аттенюаторларды орналастырады.

2.6 Nokia siemens networks серіктестігінің Surpass hit 7300 жүйесі

SURPASS hiT7300 жүйесі қуаттық көп мақсатты транспондерлік платформалары бар, яғни тығыз спектрлі тығыздалуының концепцияларына

өткізілген, транспондерлік әр түрлі қашықтықта жоғары өнімді жүйенің таралуы болып табылады. SURPASS hiT7300 жүйе өңірлік әрі магистральді желіде өзінің сыйымдылығы есебінде қызмет етудің барлық түрлерін жоғарғы тиімділікпен тасиды.

Тығыз спектрді тығыздалуы бар жоғары сыйымдылықты жүйенің таралуын SURPASS hiT 7300 жүйе ең максималды (ULH) қашықтыққа бір жарық өткізгіш арқылы 40 оптикалы арнаға дейін таралуды қамтамасыз етеді. SURPASS hiT7300 жүйесінің транспондерлік құрылғысы клиентті сигналдар мен DWDM транспорттық желі арасында мультисервистік шлюз ретінде пайдаланады. Бұл комбинация оптикалы желілерді құру үшін арналған, блокты үйлестіруді құруды қамтамасыздандыратын транспондерлі құрылғылармен DWDM құрылғысынан шыққан.



Сурет 2.5 - SURPASS hiT 7300 жүйенің желілік ортадағы жалпы шолуы

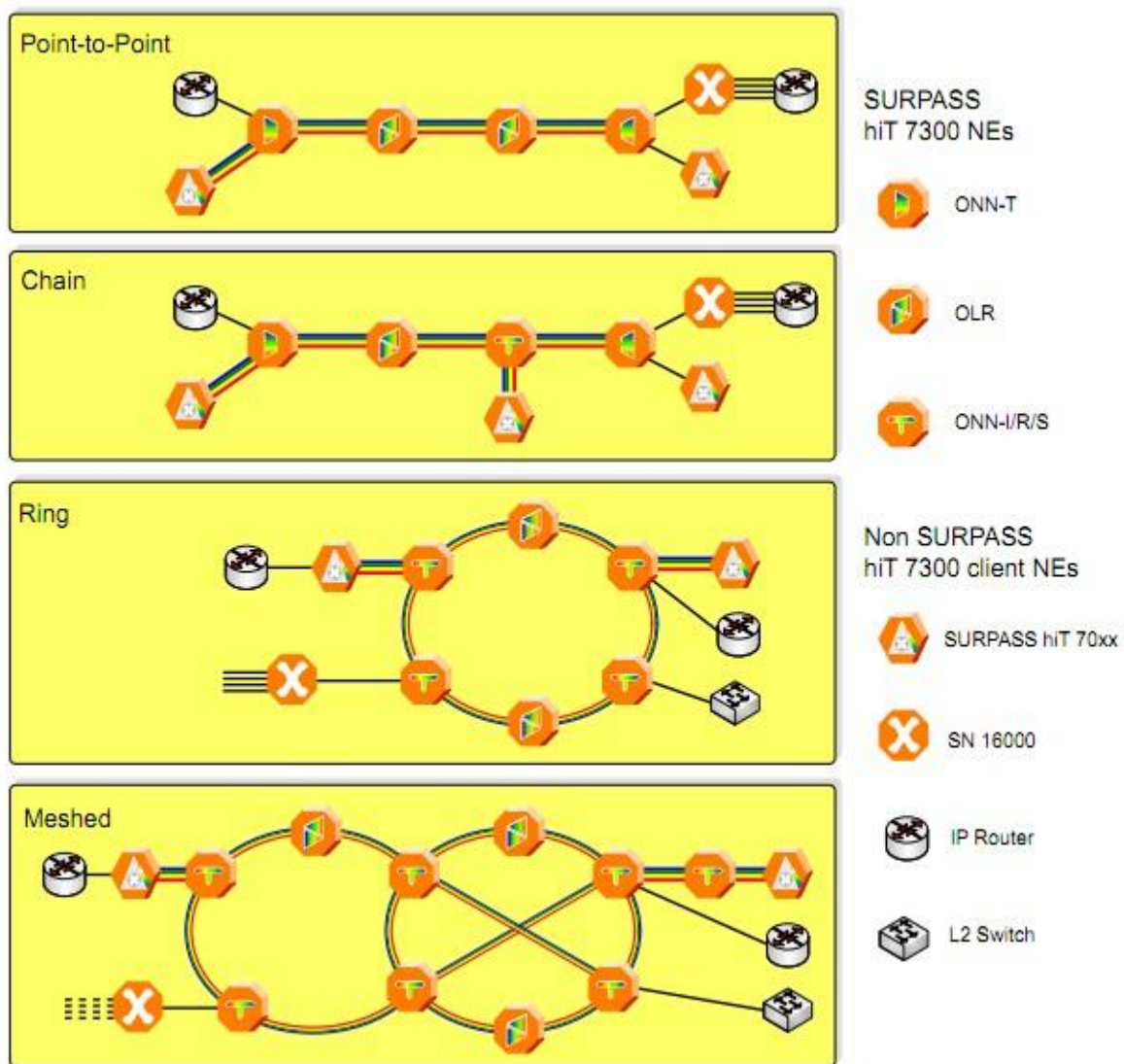
Ерекшелігі:

SURPASS hiT 7300 жүйесі төмендегідей мүмкіндіктерге ие:

–берілістің ең жоғарғы өткізу қабілеті 1,6 Тбит/с (40 x 40 Гбит/с) әрбір жарық өткізгішке арналар арасы 100 ГГц аралығында;

- қолдану бойынша (2000 км дейін) еселенген диапазонмен желінің ұйымдасуы;
- күшейткіштердің оптикалық жоғарғы өндірістілігі; – күшейтудің рамандік қосымшалылығы;
- лазер тартылу модулінің сыртқы қосымшалылығы;
- жоғарғы сапаның (SFEC) тікелей қатесін жөндеу;
- арналар қуатының деңгейін реттеуге байланыстың желілік басқаруы тиімді бағдарламалық қамсыздануы;
- қайта трансляторлардың болмауы және ең максималды аралықтардың болуы;
- 1 арнадағы қадаммен, С диапазонында 1-ден 40-қа дейінгі құру модульді қағидасы;
- өрескел спектралді тығыздалу (CWDM) мультиплексорлардың пассивті оптикалық жүйелерін экономикалық тұрғыда іске асыра алады;
- 1+1 типті арнаның оптикалық резервтелуіне сигналдар үзілісінен қорғауға (оптикалық арна бойынша) немесе 2,5 Гбит/с сонымен қатар 10 Гбит/с трафик үшін құрылғының қабылдамауы;
- жоғарғы ықшамдылыққа;
- өзімен бірге, оптикалық құрылғы бар дамыған басқару үшін;
- қуат пен күшею коэффициенті флуктуациясын реттеуге қуаттың шығыс деңгейі және күшеюдің динамикалы басқаруына;
- қуат деңгейінің өлшеуін реттеу үшін тесіп өткені бақылау бұрмалауына; – құрылғы құру Еуропа институты электрбайланыс стандарттарына (ETSI) Америка ұлттық институты стандартының (ANSI) бабына сәйкес.
- барлық желі элементі үшін (NE) сөренің жалпылама түрі;
- толық қолжетімді мультиплексордың және (OADM) басым шығысы бар функциясымен мультиплексорлардың иілгіш оптикалық пайдалануы, сонымен қатар трафиктердің кіріс/шығыс функциясының жүз пайыздық қолдау бар қашықты пішін келісімді (конфигурирлейтін) OADM пайдалануы;
- талшықтық Брегг (FBG) торы негізінде өрескел ақысының қолданылуымен дисперсия өтемақысы сонымен қатар дисперсияның (DCF) өтем ақысы бар талшықтар, сонымен бірге DCF модулдерінің қосымша дара өтемақысы.
- Пайдаланылатын трафиктерге барлық ұсынылған талаптар қамтамасыз етуге берілетін қызметке қарағанда икемділігі:
- Ethernet;
- SONET/SDH;
- талшықтық оптикалық канал (FC)/FICON; – OTH;

- дисперсиялы транспондерге тұрақтылығы;
- өрескел платаның алмастыруы қажеттілігінсіз толқындар (канал) ұзындығын өлшейтін келтірілген лазерлі транспондер;
- Келесі компоненттің көмегімен іске асырылатын желіні басқару: – желіні басқару базалық жүйенің байланыс/кросс-доменді администратор (TNMS Core/CDM);
- пайдаланушының байланыс желісінің басқару жүйесінің терминалдары (TNMS CT);
- пайдаланушыларың Web терминалы (ACT);
- шығын оптимизациясын қосқанда географиялық картада желі жеңілдетілген сонымен қатар жан жақтандырылған жоба үшін SURPASS TransNet жоспарлаған бағдарлама пайдаланады; – қолданылу нұсқалары.
- SURPASS hiT7300 жүйе кез келген желілердің топологиясында қолданыла алады, мыналарды қосқанда:
 - мөлдір оптикалы екі нүктелі топология
 - тізбектелген топология;
 - сақиналық топологиялар; – ұялы желі.



Сурет 2.6 -SURPASS hiT 7300 OLR және ONN желілік элементтің қолданылуымен іске асырылған тармақтар топологиясы

3 Оптикалық кабелдерді таңдау және екіншілік параметрлерді есептеу

3.1 Оптикалық талшық параметрлерін есептеу және кабель түрін таңдау

Сызықтық құрылғыларды жіберу ортасы ретінде бірмодалы талшықтар пайдаланады. Сатылы сыну көрсеткішімен оптикалы талшық параметрінің есебін жүргіземіз.

Сатылы профилді талшықты световодта бір модалы режим болуға нормаланған жиіліктер $V > 2,405$ -ға кіші немесе тең болу керек. V шамасы мына формула арқылы анықталады:

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \approx \frac{2\pi a}{\lambda} \text{NA}, \quad (3.1)$$

мұндағы a – световод
жүрекшесінің диаметрі; λ - шағылысатын
толқынның ұзындығы;
NA- талшықтық световодтың санды апертурасы;
 $\lambda = 1,55$.

Санды апертураның физикалық мәні сәуле конусы световодтың осінде жататындығын көрсетеді. Световодтың тореціне түсетін сәулелер световодқа бағытталады. Санды апертура световодтың негізгі сипаттамасы болып табылады. Оны мынадай формула арқылы анықтайды:

$$\text{NA} = n_0 \sin \theta_n = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \approx n_1 \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}, \quad (3.2)$$

мұндағы n_0 - световодқа сыртқы ортада сыну көрсеткіші;

θ_n - световодтың апертуралық бұрышы;

n_1, n_2 - жүрекше мен қабықшаның сыну көрсеткішінің салыстырмалы айырымы.

$$\theta_n = \arcsin \left(\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2} \right)^{1/2} \quad (3.3)$$

ITU-T ұсыныс бойынша бір модальды световодтарға шамасы $\rho_n = 0,0036$, NA мәні мына шама шегінде болады $0,1 - 0,12$ ге дейін.

Бір модальды талшықты жасағанда көп таралған жүрекшегің сыну көрсеткіші $n_1=1,468$ тәуелді болады.

Сандық апертураны былай анықтаймыз:

$$NA \approx 1,468 \sqrt{1 - 0,0036^2} \approx 0,12.$$

ITU-T ұсынысы бойынша бір модальды талшық жүрекшенің диаметрі 10 және 12 мкм мөлшерінде, ал қабықшаның диаметрі 125 мкм. Ең көп таралған диаметр 10 мкм тең болады. Нормаланған жиіліктің мәнін мына формуламен табамыз $\rho=1,55$ мкм.

$$V \approx \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 3,14}{1,55 \cdot 10^{-6}} \approx 0,12 \approx 0,24 \Gamma_{\text{ц}}$$

Сатылы талшықтық-оптикалық световодта мынай параметрлер: $n_1=1,468$, $NA=0,12$, $\rho_n=0,0036$, $\rho=1,55$, $a=10$ мкм және $b = 125$ мкм жұмыс толқын ұзындығында бір модальды режим бар.

3.2 Талшықты световодтағы дисперсияны анықтау

Кез келген оптикалы талшық дисперсияның параметрімен сипатталады. Дисперсия – сәулеленудің тарауының топтық жылдамдық сәулеленудің параметріне тәуелділігі, световод арқылы таралған импульс кеңеюі. Талшықты световодтың 3 түрі бар: мода аралық, толқынды және материалды дисперсия. Модалық дисперсиялар световодта бірнеше моданың таралуынан болады. Бір модальды световодтарда мода аралық дисперсия бола алмайды.

Материалдық дисперсиялар жүрекше материалы сыну көрсеткіштің толқындық ұзындыққа тәуелділігі болып есептелінеді.

Толқынды дисперсия толқынның ұзындығына тәуелділігімен анықталады, яғни сәулеленудің көзі толқын ұзындығының бойымен сәулеленбейді.

Материалды дисперсиялар келесі формуламен есептелінеді:

$$\rho_{\text{MAT}} = \rho \rho \rho M, \tag{3.4}$$

мұндағы M – еріген кварцтің үлестік материалды дисперсиясының коэффициенті ($M = 0,3098$);

$\Delta\lambda$ - лазердың спектралды ені ($\Delta\lambda = 0,5\text{нм}$);

$$t_{MAT} = 0,5 \cdot 10^9 \cdot 0,3098 = 0,1549 \cdot 10^9.$$

Сатылы световодтар үшін толқынды дисперсия мынадай формуламен анықталады:

$$\Delta\beta = \frac{\Delta n_2}{c} \cdot \frac{2\pi \Delta\lambda}{\lambda^2}, \quad (3.5)$$

мұндағы c – вакуумдегі жарықтың жылдамдығы ($3 \cdot 10^5 \text{ км/с}$).

$$\Delta\beta = \frac{0,5 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 1,468 \cdot 0,0036}{1,55 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^5} = 1,137 \cdot 10^{-11}.$$

Бір модаль талшықтық-оптикалық световодтың қосынды - дисперсиялары толқындық және материалды дисперсияның қосындысы болып табылады

$$\Delta\beta = \Delta\beta_{\text{мат}} + \Delta\beta_{\text{дис}}, \quad (3.6)$$

$$\Delta\beta = 0,1549 \cdot 10^9 + 1,137 \cdot 10^{-11} = 1,663 \cdot 10^{-10}.$$

Жалпы дисперсияның көмегімен световодтың өткізу жолағының енін табуға болады ΔF :

$$\Delta F = \frac{1}{\Delta\beta}, \quad (3.7)$$

$$\Delta F = \frac{1}{1,663 \cdot 10^{-10}} = 6,013 \cdot 10^9 \text{ Гк}.$$

Регенерациялық учаскенің ұзындығын екі фактор арқылы анықтайды: регенерация учаскесі өшулігі және световоддың дисперсиясы.

Световодтың дисперсиялық сипаттамасы бойынша регенерациялық учаскенің ұзындығын табамыз.

$$\frac{\Delta F}{\Delta F_x} \cdot \frac{\ell_x}{\ell}, \quad \sqrt{\frac{\Delta F}{\Delta F_x}} \quad (3.8)$$

мұндағы ΔF - 1 км световодтың өткізу жолағының ені;

ΔF_x – регенерациялық учаскесінің соңында өткізу жолағының ені;

ℓ - ұзындық ($\ell = 6$ км); ℓ_x – регенерациялық учаске ұзындығы ;

Ары қарай есептеуге $\Delta F_x = 155$ МГц.

Регенерация учаскесінің ұзындығын анықтау:

$$\ell_x = \frac{\Delta F^2}{\Delta F_x^2} \cdot \ell = \frac{6,013 \cdot 10^9}{155^2 \cdot 10^6} \cdot 6 = 232 \text{ км} \quad (3.9)$$

ОТ кабелін қолданғанда регенерациялық учаске ұзындығы дисперсиямен шектеледі.

3.3 Талшықтағы сәулеленуді таратуды сәулелік талдау

Талшықтың осі бойынша таралған сәулелер меридионды деп аталады. Оның таралуының критикалы режимі мына шартқа сай:

$$\sin \alpha_c = n_2 / n_1, \quad (3.10)$$

$$\sin \alpha_c = 1,4410 / 1,4675 = 0,98$$

$$\alpha_c = \arcsin \alpha_c = \arcsin 0,98 = 78,5^\circ$$

Толықтай ішкі шағылу «жүрекше-қабықша» бөлігі шегінде:

$$\alpha_c \leq \alpha \leq \alpha/2. \quad (3.11)$$

(3.6) шартты қанағаттандыратын сәуле зигзаг т.рдегі траекториясымен жүрекше бойымен таратады. Талшықты меридионалды қиылысу көп:

$$0 \leq \alpha_1 \leq \alpha/2 - \alpha_c. \quad (3.12)$$

Сол үшін n_0 сыну көрсеткіштері бар мөлдір орталардан тұратын талшықтың торецінде α_0 бұрыш сәуле меридионалды жазықтыққа түссе, онда α_0 :

$$\alpha_0 \leq \arcsin(n_1^2 - n_2^2 / n_0)^{1/2}. \quad (3.13)$$

(3.14) теңдеуді Снеллиус заңына сәйкес алуға болады:

$$\sin \alpha_{0c} / \sin \alpha_{1c} = n_1 / n_0 \Rightarrow n_0 = n_1 \sin \alpha_{1c} / \sin \alpha_0. \quad (3.14)$$

(3.5) шарты және қатынасы $\alpha_{1c} + \alpha_c = \alpha/2$:

$$\sin \alpha_{1c} = 90 - 78,5 = 11,5^\circ,$$

$$\alpha_{1c} = 0,199,$$

$$n_0 = 1,4675 \times 0,199 / 0,27 = 1,082,$$

$$\alpha_0 \leq \arcsin(1,4675^2 - 1,4410^2 / 1,082)^{1/2} = 29^\circ.$$

Егер бұрынғыдай жарық ауа ортасында кіріс тореціне түссе, онда $n_0 = 1$ және де:

$$\sin \alpha_{0c} = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} = N_a = 0,27, \quad (3.15)$$

$$\alpha_{0c} = 15,7^\circ.$$

(3.11) мәні бұл кезге дейін анық – талшықтың санды апертурасын анықтайды.

Жүргізілген есептеу қорытындысында бірмодалы талшыққа АҚ «Москабель-Фуджикура» шығарға кабелдерді алдым. Осы кабель тегістелген дисперсия бір модалы талшықтан жасалынады. Бұл кабельдің оптикалы сипаттамасы төменгі кестеде көрсетілген.

Кесте 3.1 - ОМЗКГМ-10-01-0,22–(20,0) кабелінің параметрі

№	Параметр	Шама
1	Модалық өріс диаметрі	10,5 мкм ± 1 мкм
2	Жабындысы бар талшықтың диаметрі	125 мкм ± 2 мкм
3	nl топтық коэффициенттің тиімділігі	1,4675
4	Сандық апертура	0,13
5	Критикалы толқын ұзындығы	<1250нм
6	Өшулік	0,22 дБ/км

3.4 Жобаланатын ТОТЖ үшін кабелдің түрін тандау

Бір модалы талшыққа жүргізілген есептердің қорытындысында
 Ұсынылған кабелді толығымен G652 МККТТ ұсынысына сәйкес келеді.
 Мұнан басқа МЭК спецификациясына, IEC 794-2, ТЕС 793-1 ұсынысына сәйкес.

Кабелдің сипаттамасы:

-12 бір модалы талшық;

- толқын жұмысының ұзындығы 1550 нм және 1310 нм;
- метал емес орталық элементі;
- SZ типтік өрілген оптикалық модулдер;
- бос орындар және оптикалық модулдер толықтай

толтырылған.;

- полиэтиленді сыртқы қабықша.

Кабелдің типі: ОМЗКГМ - 10 - 01 - 0,22 - 4...30 [144] - (20,0) [7,0]

Кабель 12-талшықты. Талшықты талдау:

- 1+1 (резерв) сұлбасы бойынша STM- 1 таратуға төрт талшық колданылады
- төрт талшық «суық» резерв болып табылады.

- екі талшық қолданылады 155 Мбит/с (STM- 1) жылдамдықпен РУТ аудандық байланыста оптикалы сигналдарды тарату үшін пайдаланады [16, 17].

- екі талшық резервке қажет болады.

Кабел ОМЗКГМ - 10 - 01 - 0,22 - 12 [144] - (20,0).



Сурет 3.1 - ОМЗКГМ - 10 - 01 - 0,22 - 4...30 [144] - (20,0) кабелінің сыртқы түрі [7,0]

Кесте 3.4 - ОМЗКГМ кабелінің техникалық параметрі

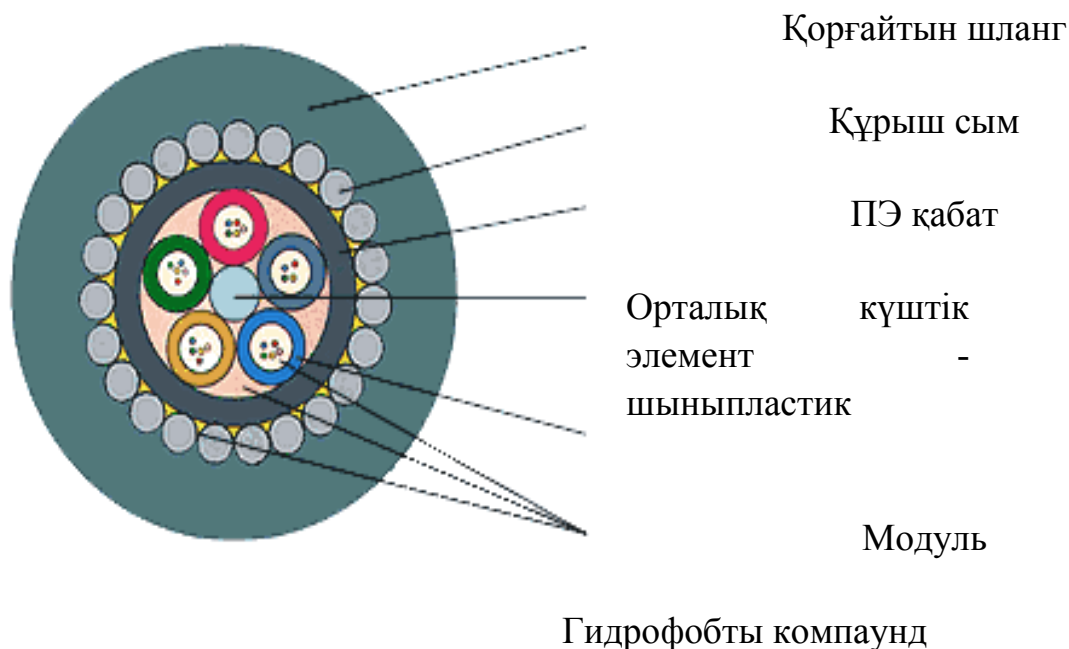
Міндеті	Топырақтың барлық түріне төсемелеу үшін, мұздау деформациясына ұшырайтыннан басқа, кабельдік канализация, труба, блок, коллекторлар, көпірлер, шахталарда, терең емес батпақтарда және кеме жүзбейтін өзендерде
Оптикалық талшықтың түрі:	Бірмодалы нөлдік емес ығысқан дисперсиялы
Оптикалық талшықтың саны	12
Сыртқы диаметрі	16,7 мм
Салмағы	480 кг/км
Рұқсат етілген күші	7,0 ... 20,0 кН
Рұқсат етілген күші	0,9 кН/см аз емес
Ең аз иілу радиусы	335 мм
Эксплуатация температурасы	- 40 ... + 60 градус (Цельсия)
Салу ұзындығы	10000 м ге дейін

Сыну көрсеткіші бар талшықтық оптикалық кабельдер жүрекшесі SiO_2 (кремний екі тотығынан) GeO_2 қоспа бар (германий екі тотығы) [18, 19].

Талшықтық оптикалық кабелдің жабу материалдары ВОК SiO₂ (кремний екі тотығы). Негізгі жабындысы - UV акрелат. Ол 2 қабатта пайдаланады. Ішкі қабат сыртқы қабатқа қарағанда жұмсақ. Шыны талшықты микро иілуден сонымен қатар жұмыс істеуден шығудан қорғайды. Негізгі қабаттың өлшемі 250мкм ± 15мкм.

Негізгі қабаттың механикалық құрылғы көмегімен жылдам алынады. Ешқандай химиялы құрам қажеттілігі болмайды.

Талшық оптикалы модульде орналасады, ол буферлі труба деп аталады. Буферде 1 немесе бірнеше талшықтар болады; талшық трубада кеңінен орналасқан. Орамға сай сыртқы созылымы 0,3-0,5%. Бұл кабелде созылмалы күш түсетін болса, үлкен диапозондағы созылым талшықтарға әсер етеді.



Сурет 3.2 - OM3/OM4 кабелінің конструкциясы

Жолдағы минималды өшулік болу үшін кабелдің ұзындығын таңдау керек 6 км.

3.5 ТОВЖ регенерация учаскесін есептеу

Өшулік бойынша регенерациялық учаскесінің 2 шамасын есептеу қажет: $L_{a \max}$ – ең үлкен жобалаудың ұзындығы; $L_{a \min}$ – регенерациялық учаскенің минималды жобалау ұзындығы.

Регенерациялау ұзындығы шамасын бағалауға келесі теңдеулер керек:

$$L_{amsx} \approx \frac{A^{\max} A_{ok}}{MA_{nc}} / n L_{cmp} A_{pc} \quad (3.16)$$

$$L_{amin} \approx \frac{A^{\min}}{A_{ok} - A_{nc}} / L_{cmp} \quad (3.17)$$

мұндағы $A_{\max}$, $A_{\min}$ (дБ) – ТОТЖ өшуліктің максимум және минимум мәні.
 A_{ok} (дБ/км) – кабелдің оптикалық талшығындағы километрлі өшулік;

A_{nc} (дБ) – регенерациялық учаскесіндегі жобалаудың ұзындығы қосылатын жердің орташа өшулігі;

$L_{стр}$ (км) – регенерациялық учаскедегі кабель ұзындығының орташа мәні;

A_{pc} (дБ) – разъемді оптикалы қосқыштардың қуаттық өшулігі; n – регенерациялық учаскедегі оптикалы қосқыштар саны. Өшулік бойынша регенерацияның учаскесі мүкін болатын ұзындықты табамыз, жолда қосымша өшуліктер болмау қажет. Онда регенерациялық учаскесінің ұзындығы таратудың энергетикалы қорымен және километрлі өшулікпен табылады:

$$L_{py} \approx \frac{A}{L_k}, \quad (3.18)$$

мұндағы A - жүйенің энергетикалы қоры; L_k – кабелдің километрлі өшулігі.

Тарату жүйесінің энергетикалы қоры тарату және қабылдау кезінде ең максималды деңгеймен есептелінеді:

$$A = 39 + 6 = 45, \text{дБм} \quad (3.19)$$

ОМЗКГМ кабелі километрлі өшулігі 0,22 дБ/км болады. Онда формула былай болады (3.18):

$$L_{py} = \frac{45}{0.22} = 204,5 \text{ км}$$

Сатылы профилді талшықтық-оптикалық кабелді пайдалану кезінде регенерациялы учаскенің ұзындығы 232 км.

Бұл кезде регенерация ұзындығы кабел өшулігімен табылады, қосылатын жерінде сәулелену: световод - световод, световод – таратқыш, световод – қабылдағыш және сол сияқты қосымша жоғалту:

$$L_{py} = \frac{A \cdot L_{\text{вв}} \cdot L_{\text{выв}} \cdot L_{\text{ст}}}{L_k \cdot L_m \cdot L} \quad (3.20)$$

мұндағы А – жүйенің энергетикалы қоры;

L_{вв} – световод қосылған жерінде жоғалту - таратқыш;

L_{выв} - жоғалтулар световод - қабылдағыш;

L_{ст} – қосымша жоғалтумен шартталған өшулік;

L_м - световодтар қосылған жердегі өшулік- световод;

L_к – кабелдің километрлік өшулігі; L

– кабелді салу ұзындығы.

Кабель 2 км, 4км, 6 км, 10 км ұзындықта. Регенерацияның мүмкін болатын ұзындықтарын есептейміз, L = 6 км, L_{вв}= 0,05 дБ, A = 45 дБм, L_{выв} = 0,05 дБ, L_м = 0,05 дБ, , L_{ст} = 5 дБ, L_к=0,22дБ/км:

$$L_{py} = \frac{45 \cdot 0,05 \cdot 0,05 \cdot 5}{0,22 \cdot 0,05 \cdot 6} = 219 \text{ км}, \quad (3.21)$$

Регенерацияның ұзындығындағы соңғы мәнді осылай аламыз (232 км) және өшулікті анықтаймыз (219 км). Регенерацияның ұзындығы 219 км тең.

3.6 Талшықтық оптикалық кабелдегі SZ құрылымын есептеу

360° айналымда өрістің қадамы S айналымының қадамы болып табылады. Қосылатын элементтер мен көлденең қиманың арасында бұрыш α . Кабелдің элементі мен осі ортасы R ораманың радиусы деп аталады.

Осы кабел үшін орама қадамы 170мм тең және ораманың радиусы $R=4,3$ мм, онда ұзындық Z есептейміз:

$$Z = \sqrt{1 + \frac{S^2}{4R^2}} \cdot \sqrt{100\% - \frac{1}{2} \cdot 4.3^2 \cdot 100\%} \cdot 1.25\% \quad (3.22)$$

$$\frac{S}{2R} = \frac{170}{4.3}$$

Сол үшін әр 100 метр сайын элемент қойылады 1,25м Ораманың бұрышын есептейміз:

$$\alpha = \arctg \frac{S}{2R} = \arctg \frac{170}{28 \cdot 4.3} = 80.97\% \quad (3.23)$$

Қисық радиусын табамыз:

$$R^2 = \frac{S^2}{4} + R^2 \quad (3.24)$$

Иілумен бірге сымды созу сонымен қатар сығу қажет. L/L ВОК ұзындықтарының салыстырмалы өзгерісін, яғни рұқсат етілген созылуды E_k немесе сығылуды E_{tk} осылай анықтаймыз:

$$E = \sqrt{1 + \frac{4R^2 - R^2}{S^2}} \quad (3.25)$$

мұнда «+» белгісі - Етк кабелді сығу үшін

«-» белгісі - Ек кабелді созу үшін арналған

Сонымен қабықша номиналдық ішкі диаметрі $\Pi_i = 2\text{мм}$, 12мм сатылы сыну көрсеткіші арқылы болады:

$$\Pi_R = (2,0\text{мм} - 1,0\text{мм})/2 = 0,4\text{мм}$$

Онда кабелдің рұқсат етілген созылымын есептейміз:

$$E_k \approx \Pi_1 \sqrt{\frac{1 \cdot 4 \cdot 170^2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 0 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 0 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2}{0.001064}} \approx 0.1064\% \quad (3.26)$$

3.7 Талшықтық-оптикалық тарату жүйесінің сенімділігін есептеу

Сенімділік – магистральдың сонымен қатар жалпы қолдану аяларының ең маңызды заманауи сипаттамасы болып табылады. Соның ішінде сенімділікпен жоғары талаптар көп өткізу мүмкіндігі бар кабелді магистральға талап етеді. Оптикалы байланыс арнасы және тракт техникалық эксплуатациясы маңызды міндетке жатады.

Талшықтық-оптикалық сымда отказды жөндейтін процес қалпына келтіру уақыттарымен сипатталады t_B . Тұрақты жұмыс жасау уақыты $T_{B,P} = 7,72 \cdot 10^4$ сағ және $T_{B,P} \gg t_B$ Қабыл алмау ағынының интенсивтілігі былай анықталады:

$$\Pi = 1/T_{B,P} = 1/7,72 \cdot 10^4 = 13 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}. \quad (3.27)$$

ТОТЖ жұмысының жағдайын қалпына келтіру процесі t_B кездейсоқ уақытында болды. Ол жүйенің өнімділігі деген параметр арқылы Пуассон заңымен есептелінеді:

$$\Pi = 1/t_B = 1/0,5 = 2 \text{ч}^{-1} \quad (3.28)$$

$L = 170$ км ұзындықта ТОВЖ үшін қабыл алмау интенсивтілігін табамыз:

$$\square = \square / L = 13 \square 10^{-6} / 170 = 76 \square 10^{-9} \text{ч}^{-1} / \text{км}. \quad (3.29)$$

ТОТЖ маңызды параметрі m ақаудың тығыздығы 100 км жолға былай табылады:

$$m = \square \square 100 \square 8760, \quad (3.30)$$

мұндағы 8760- жылдағы сағаттар саны;
100- m мәні есептелінетін трассаның ұзындығы

$$m = 76 \square 10^{-9} \square 100 \square 8760 = 6,6 \square 10^{-2}$$

Құрылғы жағдайының көрсеткішін табамыз [20, 21]:

ТЖ құрылғысы үздіксіз пайдалану апаратурасынан тұрады. Дайындық коэффициенті:

$$K_{\Gamma} = \square / (\square + \square) = 2 / (2 + 22,1 \square 10^{-9}) = 0,999999989, \quad (3.31)$$

Ол эксплуатациялық режимде құрылғы жұмыс жағдайының ықтималдығын сипаттайды. Тұрып қалудың коэффициенті:

$$K_{\Pi} = 1 - K_{\Gamma} = 1 - 0,999999989 = 11 \square 10^{-9} \quad (3.32)$$

Техникалық қолданыстың коэффициенті:

$$K_{\text{ТИ}} = T_0 / (T_0 + T_{\text{Б.Р}} + T_{\text{В}}), \quad (3.33)$$

мұндағы T_0 – қабыл алмаудың орташа мәні, 10^9 сағат;

$T_{\text{Б.Р}}$ - техникалы қызмет етудің орташа уақыты, $7,72 \square 10^4$ сағат;

$T_{\text{В}}$ - құрылғыны қалпына келтірудің орташа уақыты, 0,5 сағат

$$K_{\text{ТИ}} = \frac{10^9}{10 \square 7,72 \square 10 \square 0,5} = 0,999922805.$$

3.7.1 Жобаланатын ТОВЖ жылдамдығын анықтау

Жүйенің жылдамдығы ОК дисперсиялық қасиеттерімен және олардың элементінің инерттілігімен анықталады. Рұқсат етілген жылдамдық мына формула арқылы анықталады [22, 23]:

$$t_{\text{доп}} = \frac{1}{B}, \quad (3.34)$$

мұндағы B - сызықты сигнал сипаты коэффициенті, $B=1,492$ HDB- үш коды үшін;

B - сандық ағын жіберу жылдамдығы, $B=622$ Мбит/с.

$$t_{\text{доп}} = \frac{1}{622 \cdot 10^6} \cdot 1,492 = 2,4 \text{ нс}$$

Жалпы күтілген ТОВЖ модулінің жылдамдығы төменгі формуламен табылады:

$$t_{\text{ож}} = 1,111 \sqrt{t_{\text{пер}}^2 + t_{\text{пр}}^2 + t_{\text{ов}}^2}, \quad (3.35)$$

мұндағы $t_{\text{пер}}$ - тарату оптикалы модулінің жылдамдықтары (ПОМ), сәулелену көзінің типіне және мәлімет тарату жылдамдығына тәуелді болып келеді; $t_{\text{пер}}=1$ нс (жылдамдық 622 Мбит/с); $t_{\text{пр}}$ - қабылдау оптикалы модулінің жылдамдықтары (ПРОМ), $t_{\text{ов}}$ – РУ ұзындығында импульстің кеңеюі, $t_{\text{пр}} = 0,8$ нс.

$$t_{\text{св}} = \frac{1}{v} l_{\text{ру}}, \quad (3.36)$$

мұндағы v - талшықтың типіне байланысты дисперсия.

$$t_{\text{ож}} = 1,111 \sqrt{1^2 + 0,8^2 + 1,24^2} = 1,423 \text{ нс} \quad t_{\text{св}} = 17,5 \cdot 10^{-11} = 1,24 \text{ нс}$$

Сондай-ақ $t_{\text{ож}} = 1,423 \text{ нс} < t_{\text{доп}} = 2,4 \text{ нс}$ болса, онда РУ ұзындығы және кабель түрін таңдау дұрыс анықталған. t шамасы жылдамдық бойынша қорлар деп аталады.

$$\Delta t = t_{\text{доп}} - t_{\text{ож}} \quad (3.37)$$

$$\Delta t = 2,4 - 1,423 = 0,977 \text{ нс}$$

$t_{\text{ож}} < t_{\text{доп}}$ болған кезде станциялы және сызықты құрылғылар сызықтық сигналдың ауытқымай таралуын қамтамасыздандырады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жобаланып отырған байланыс пайдаланушылары Қостанай аймағындағы өтетін мекеннің халқы мен кәсіпорыны болып есептелінеді. Жобаланатын SDH тарату жүйесінің жабдығы аралас болып келеді: «реттелген сызықтық тізбек» және «нүкте-нүкте» топологияның негізінде жасалады және жұмыс істеп жатқан сызықтық-аппаратты цехта (САЦ) орын алады. Кабель іс жүзінде кабельді канализация жүйесінде төселеді.

Эрбиймен легирленген талшықтардағы күшейткіш EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier) соңғы уақытта телекоммуникациялық өнеркәсіпте жоғары жетістіктер әкелді. EDFA күшейткіші оптикалық сигналдарды электрлі сигналға және керісінше түрлендіруге, үздіксіз күшейту мүмкіндігі бар, шуылдың деңгейі аз болады.

Жобаланған магистральдық желінің ұзындығы 916 км; Регенерация ұзындығы 145 км; материалдық дисперсия $1,549 \cdot 10^{-10}$; Толқындық дисперсия $1,38 \cdot 10^{-11}$; жалпы дисперсия $1,68 \cdot 10^{-10}$. Желіге орнатылған сызықты күшейткіштерінің саны 3.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

- 1 Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 1988.- 444.
- 2 Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи. – М.: Высш.шк., 2002. - 510.
- 3 Головин О.В. Радиоприемные устройства.– М.:Горячая линия – Телеком, 2002. – 384
- 4 Скляр О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи. М: солон-р, 2001.-237.
- 5 Каганов В.И., Битюгов В.К. Основы радиоэлектроники и связи. – М.: Горячая линия - Телеком. 2006. 551.
- 7 Кантор Л.Я. Спутниковая связь и вещание. М: Радио и связь, 1997.- 521.
- 8 Каплун В.А., Браммер Ю.А. и др. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем. – М.: Высш.шк., 2002. -294 .
- 9 Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Попандопуло В.Н.,Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети. Радиосвязь, радиовещание, телевидение. Т.2. М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 672.
- 10 Устройство приема и обработки сигналов: Учебное пособие. Кн.1/ Под ред. С.Б.Макарова и С.А.Подлесного. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. 136 с.
- 11 Поляков В.Т. Посвящение в радиоэлектронику. М: Радио и связь, 1988.- 352.
- 12 Мордухович Л.Г. Радиорелейные линии связи. М: Радио и связь, 1989.- 159.
- 13 Шахгильдян В.В. Радиопередающие устройства. М: Радио и связь, 1990.
- 432.
- 14 Гитин В.Я., Л.Н.Кочановский. Волоконно-оптические системы передачи. М: Радио и связь, 2003. -128.
- 15 Нұрманов М.Ш., Құрманов А.Т., Жанқозин Ә.Ж. Электроника және микросхемотехника. Оқулық. Алматы.: ҚР ІІМ баспасы, 2000.233 бет.
- 16 Нұрманов М.Ш. Микросхемотехника негіздері. Астана.: «Фолиант» баспасы, 2008. – 244 бет.
- 17 Нұрманов М.Ш. ОӘК. Радиотехника негіздері. Алматы.: ҚазҰТУ баспасы, 2011. -100 бет.
- 18 Хачикян В.С., Джаманшалов М.У. ОӘК. Жерсеріктік байланыс және навигация. Алматы: ҚазҰТУ, 2009. - 53 бет..
- 19 ФИЛАТЧЕВКОВ С.В., Базаров И.К. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС, ИПРЖР. Москва, 1998 г.

20 Бектыбаев Т.Х., Берикұлы А., Ниеталин Ж.Н., Нұрманов М.Ш., Токтамысов Н.М., Шайхин Б.М. Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік. Электроника, радиотехника және байланыс. Алматы.: Рауан, 2000.- 235 бет.

21 Ж. Ниеталин, М. Нұрманов, Ж.Ниеталина, С.Әлібаева, Н.Жүнісов, С.Әлібаева, Б.Кемелбеков, Н.Құсамбаева, О.Сарсенбаев. Қазақ тілі терминдерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігі. Электроника, радиотехника және байланыс. Алматы.: Мектеп, 2007. – 230 бет.

22 [http: //www.goole.kz](http://www.goole.kz)

23 [http: //www/al-soft.com/saa/satinfo.shtml](http://www/al-soft.com/saa/satinfo.shtml) – сілтемесі.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫСҚА
РЕЦЕНЗИЯ

Мадиева Дана Әділбекқызы

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбына: «Петропавловск және Костанай қалалары арасында талшықтық-оптикалық байланысты жүргізу»

Орындалды:

а) графикалық бөлім парақ;
б) түсініктеме бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жобада талшықты-оптикалық беріліс жүйесін Петропавловск-Қостанай қалалары арасына енгізу мәселелері қарастырылған. Жобаның бірінші бөлімінде аймақтағы қазіргі кезде жұмыс істеп тұрған байланыс желісінің анализі жүргізіліп, талшықты-оптикалық беріліс жүйесінің артықшылықтары келтірілген. Екінші бөлімде қазіргі кездегі өте оңтайлы болып табылатын және басқа технологияларға қарағанда бірнеше артықшылықтарға ие SDH технологиясы қарастырылған. Жобада жаңа SDH негізіндегі, арналары спектральды бөлінген талшықты-оптикалық беріліс жүйесінің жабдығы ретінде жұмыс істейтін және SDH сигналдарын беруге арналған

Дипломдық жобаның есептеу бөлімінде жобаланатын беріліс жүйесінің негізгі параметрлері, атап айтқанда, талшық параметрлері, қажетті жылдамдық пен арналар саны, регенерациялық аймақ аралықтары және сенімділігі есептелген.

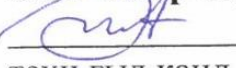
Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

Бұл дипломдық жоба жоғарға оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – желілерді құруды талдау және салыстыру технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Мадиева Дана 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Сын-пікір беруші

 А.О.Касимов
техн.ғыл.канд.,

АУЭС ТКС каф.доценті

« 24 » 04 2019 ж.

Ф ҚазҰТЗУ 704-24. Рецензия

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

«Петропавловск және Қостанай қалалары арасында талшықтық-оптикалық
байланысты жүргізу»

Мадиева Дана

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «Петропавловск және Қостанай қалалары арасында
талшықтық-оптикалық байланысты жүргізу».

Берілген бітіру жұмысында Петропавловск және Қостанай арасындағы оптикалық байланыс желіні ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады. Тығыздаудың негізгі қасиеттері қысқаша баяндалған.

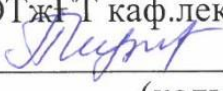
Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды. Петропавловск және Қостанай қалалары арасындағы байланыс жолдарының қазіргі жағдайы қанағаттанарлықсыз. Сондықтан оптикалық байланыс жолын тарту тиімді болып саналады. Жұмыста тығыздау тәсілдері мен оларды орындау құрылғылары талданған. Оптикалық байланыс жолдарын, регенерациялау ұзындығы есептелген.

DWDM магистральды жүйесінің сұлбасы толық түрде көрсетілген. Арналар санының өсуіне сәйкес байланыс линиясының өткізу қабілетінің қарқынды артады.

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Мадиева Дана 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша алдын-ала қорғауға ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТжҒТ каф.лекторы

 Тирижанова М.Б.

(қолы)

«24» 04 2019 ж.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

«Петропавловск және Қостанай қалалары арасында талшықтық-оптикалық
байланысты жүргізу»

Мадиева Дана

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «Петропавловск және Қостанай қалалары арасында
талшықтық-оптикалық байланысты жүргізу».

Берілген бітіру жұмысында Петропавловск және Қостанай арасындағы оптикалық байланыс желіні ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады. Тығыздаудың негізгі қасиеттері қысқаша баяндалған.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды. Петропавловск және Қостанай қалалары арасындағы байланыс жолдарының қазіргі жағдайы қанағаттанарлықсыз. Сондықтан оптикалық байланыс жолын тарту тиімді болып саналады. Жұмыста тығыздау тәсілдері мен оларды орындау құрылғылары талданған. Оптикалық байланыс жолдарын, регенерациялау ұзындығы есептелген.

DWDM магистральды жүйесінің сұлбасы толық түрде көрсетілген. Арналар санының өсуіне сәйкес байланыс линиясының өткізу қабілетінің қарқынды артады.

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Мадиева Дана 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф. лекторы

Тирижанова М.Б.
(қолы)

«24» 04 2019 ж.