

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ

МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Әбдібай Аяжан Сәкенқызы

CWDM көмегімен ақпарат тарату

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201– Телекоммуникациялар мамандығы

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы



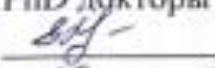
ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

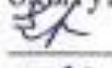
Тақырыбы: «CWDM көмегімен ақпарат тарату»

6B06201 – Телекоммуникациялар мамандығы

Орындаған:

А.Әбдібай

Рецензент
Ғ.Дәукеев ат.АЭЖБУ доценті,
PhD докторы
 Ә.Ержан
« 30 » 05 2023 ж.

Ғылыми жетекші
техн.ғыл.канд., аға
оқытушы
 М.М.Ермекбаев
« 30 » 05 2023 ж.

Алматы 2023



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 – Телекоммуникациялар

БЕКІТЕМІН

Электроника, телекоммуникация
және ғарыштық технологиялар
кафедрасының меңгерушісі,
тех. ғыл. кандидаты



Е. Таңтай

2023 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Әбдібай Аяжан Сәкенқызы*

Тақырыбы *«CWDM көмегімен ақпарат тарату»*

Университет ректорының *«23» қараша 2022 ж. № 408П/Ө* бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«16» мамыр 2023 ж.*

1) CWDM технологиясы; 2) Артықшылықтары мен кемшіліктері;
3) Максималды абоненттер саны – 4000; 4) Бір талшықпен ақпарат беру
жіберудің максималды жылдамдылығы – 60 Мбит/с;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1. Арналар санын анықтау;
2. Энергетикалық қорды есептеу;
3. Жылдамдығын есептеу;
4. Сенімділікті есептеу.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды көрсете отырып):

Жұмыс презентациясы слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 14 атаулардан тұрады.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада CWDM технологиясы көмегімен Оралқаласында деректерді жіберу қалалық желіні ұйымдастыру сұрақтары қаралды.

Жобада жабдықты талдау және таңдау жүргізілді. Арналар санын, жіберу жылдамдығын, жүйенің энергетикалық қорын және оптикалық талшықтың негізгі параметрлерін анықтайтын есептеулер жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы организации городской сети передачи данных в городе Уральск, с помощью технологии CWDM.

В проекте произведен анализ и выбор оборудования. Произведены расчеты для определения числа каналов, скорости передачи, энергетического запаса системы, и основных параметров оптического волокна.

ANNOTATION

In this diplom project questions of the organization of a city network of data transmission in the city of Uralsk, by means of the CWDM technology are considered.

In the project the analysis and an equipment choice is made. Calculations for definition of number of channels, speeds of transfer, a power stock of system, and key parameters of optical fiber are made.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	
1 WDM технологиясы	8
1.1 CWDM жүйелерінің компоненттері	11
1.2 CWDM жүйелерінің артықшылықтары мен даму перспективалары	17
1.3 CWDM жүйелері	17
1.4 Тапсырманың қойылымы	18
2 CWDM желісін талдау және жобалау	19
2.1 Орал қаласы туралы негізгі мәліметтер	19
2.2 CWDM технологиясын таңдау негіздемесі	22
2.3 WDM жабдығын салыстыру	23
3 Есептік бөлім	28
3.1 Арналар санын және беру жылдамдығын анықтау	28
3.2 Оптикалық талшықтың берілу сипаттамаларын есептеу	32
3.3 Жүйенің энергетикалық қорын есептеу	33
3.4 Жүйенің жылдамдығын анықтау	34
3.5 Сенімділікті есептеу	35
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	
Қосымша А	
Қосымша Б	
Қосымша В	

КІРІСПЕ

Соңғы онжылдықтарда ақпарат алмасу қажеттілігі айтарлықтай өсті. Ақпаратты берудің жылдам және сенімді тәсілі экономика мен қоғамның өркендеуі үшін өте маңызды. Оптикалық талшықтың жарық толқындарының жоғары жиілігін пайдалану қабілетінің арқасында үлкен көлемдегі ақпаратты беруге болады. Тарату арналарын спектрлік бөлу (WDM) технологиясы қолданыстағы белсенді жабдықты пайдалану кезінде бір талшықтан берілетін ақпараттың жиынтық ағынын бірнеше рет (100 еседен астам) арттыруға мүмкіндік берді.

Телекоммуникациялық компанияларда спектрлік тығыздау технологияларын қолдану қажеттілігі артып келеді. Егер бірнеше жыл бұрын Көлік желілерінің арналарының санын көбейту мәселесі жаңа Кабельді төсеу арқылы шешілсе, бүгінде операторлар спектрлік тығыздағышты әлі қолданбаса, онда олар қолайлы жабдықты таңдап жатыр. Мәселе мынада, WDM (Wave Division Multiplexing) жабдығының өзі арзандап барады және ірі қалаларда кабельді басқаруға рұқсат беру қиынға соғады. Қалалар арасында өтетін магистральдық кабельдер туралы айтпағанда, тығыздағыштың бағасы xwdm жабдықтарының құнынан асып түседі. Осы технологияға негізделген жауаптарды іздеуде оператордың алдында нақты жабдықты таңдау ғана емес, ең алдымен осы тығыздағышты іске асырудың нұсқаларының бірі туралы мәселе туындайды.

Жұмыстың мақсаты - Орал қаласында CWDM дөрекі спектрлік тығыздау технологиясын қолдана отырып, қалалық деректерді беру желісін құру. Бұл есепте мен ТОВЖ құру үшін қажетті теориялық ақпаратты жинадым.

Жұмыстың өзектілігі - трафикті одан әрі жоспарлы түрде арттыру үшін ресурстар санын көбейту. Телекоммуникациялық компаниялардың алдында туындайтын басты мәселе - бұл желінің өткізу қабілеттілігінің төмендігі "талшықтардың сарқылуы". CWDM технологиясын оптикалық көлік жүйесіне енгізу бұл мәселенің қарапайым және үнемді шешімі болып табылады.

Бұл жұмысты жүзеге асыру үшін міндеттер қойылды:

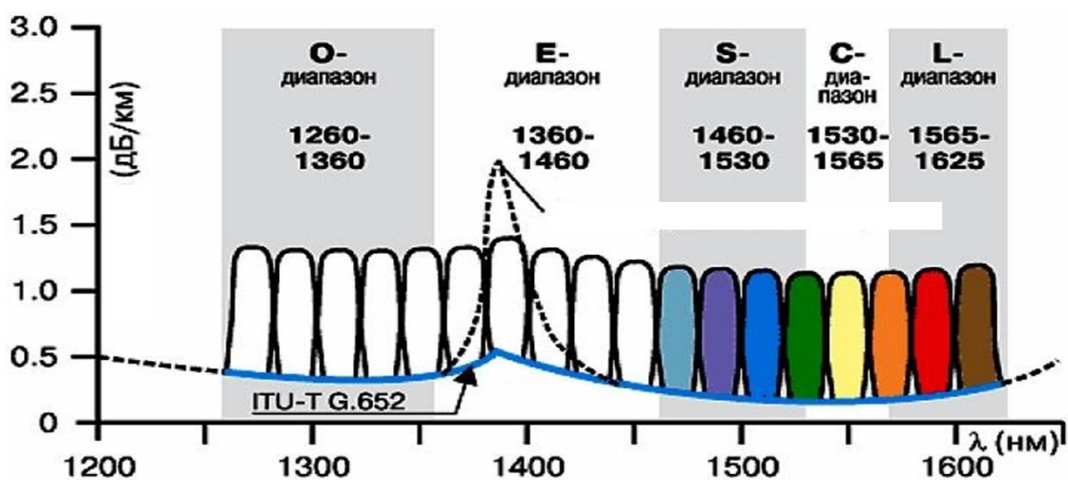
- WDM технологиясын үйрену;
- CWDM желісін құру негіздерін қарастырыңыз;
- Орал қаласының қолданыстағы қалалық деректер беру желісін талдау;
- Орал қаласында желіні жобалау технологиясын таңдауды негіздеу;
- жобаланған желінің параметрлерін есептеу.

1 WDM технологиясы

Көптеген тәуелсіз ақпараттық арналарды әртүрлі оптикалық тасымалдаушыларға талшықты жарық өткізгіш арқылы беру Жарық өткізгіштің барлық оптикалық өткізу қабілеттілігін пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл технология "wavelength Division multiplexing" (WDM) терминін алды. Отандық әдебиетте бірнеше ондаған жылдар бойы термин қолданылады "спектрлік тығыздау" (su).

Су термині спектрлік арналардың орналасу тығыздығымен ерекшеленетін іске асырудың бірнеше түрін білдіреді. Дәрекі спектрлік тығыздағыштағы іргелес арналар арасындағы аралық (Coarse Wavelength Division Multiplexing, CWDM) 20 нм (кейбір жағдайларда 25 нм). Бұл аралық DWDM технологиясында қолданылатын қашықтыққа қарағанда едәуір үлкен.

CWDM жүйесінде параллель әрекет ете алатын толқын ұзындығының саны 18-ге тең. CWDM технологиясы WDM-дің қалған түрлерімен салыстырғанда оптикалық байланыс жүйелеріне тән жиілік диапазондарының белгілі бір санын қамтуы мүмкін кеңірек жиілік диапазондарын қолданады. CWDM жүйелерінде талшықты-оптикалық желілердің ұзындығы мен желіні жобалау шығындары DWDM технологиясын қолданумен салыстырғанда шамалы. 1.1-суретте толқын ұзындығының таралу диапазоны көрсетілген.

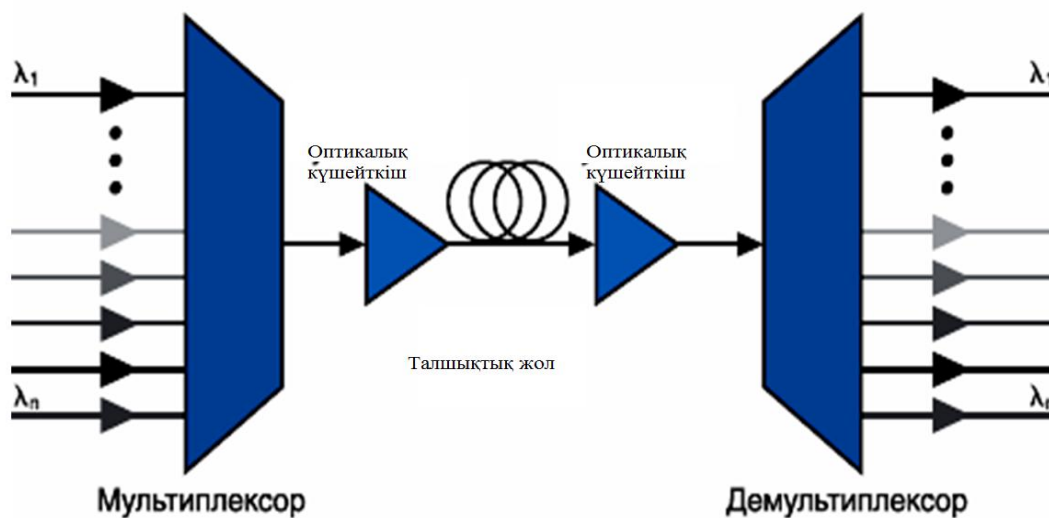


1.1-сурет – Толқын ұзындығының диапазонға таралуы

CWDM технологиясы қазіргі уақытта сатып алуда негізінен қалалық және аймақтық желілерде үлкен танымалдылық. Телекоммуникацияны ұсынатын ең ірі провайдерлер қалалардағы қызметтер желіні жетілдіруді жүзеге асырады және қолданылатын SDH/ATM/IP/FR жүйелерінің орнына CWDM жүйесін енгізуді бастайды. CWDM жүйелері желіні қолданудың экономикалық тиімділігін арттыру және оны жобалауға күрделі салымдарды азайту кезінде өткізу қабілетінің жетіспеушілігімен байланысты қиындықтарды шешуге мүмкіндік береді. Қалалық және аймақтық масштабтағы желілер

телекоммуникация нарығының белсенді дамып келе жатқан учаскелері ретінде әрекет етеді және әртүрлі хаттамаларды, жылдамдықтарды және желілік топологияларды қоса алғанда, көптеген мәліметтер алмасуды кеңінен қолдануды қамтиды. CWDM құрылғылары ақпараттың әртүрлі түрлері мен жылдамдығын қолдайды және магистраль мен кіру желісінің байланыстырушы элементіне айналуға барлық мүмкіндіктерге ие.

WDM технологиясының мәні - әр түрлі толқын ұзындығы бар жарық жиынтығын құрайтын тәуелсіз сигналдардың бір талшықты бір уақытта берілуі. Белгілі бір толқын ұзындығы бар жеке компонент өзінің таратқышы мен қабылдағышымен жеке оптикалық ақпарат беру арнасы ретінде ойнайды. Байланыс желісіне жаңа арнаны қосу бос толқын ұзындығында жарық сәулесінің жаңа компонентін енгізуге дейін азаяды және бұрыннан бар сигнал беру арналарының жұмысына әсер етпейді. Ақпаратты әртүрлі арналар арқылы беру үшін аналогтық және цифрлық сигналдарды, әртүрлі Хаттамаларды және тарату жылдамдығын пайдалануға болады. Тасымалдаушының әртүрлі толқын ұзындығы бар арналарды біріктіру, талшық арқылы беру және кейіннен бөлу мүмкіндігі сызықтық оптикадағы толқындардың суперпозициясы (тәуелсіздігі) принципіне негізделген. WDM жүйелерінің жұмыс принципі 1.2-суретте түсіндіріледі.

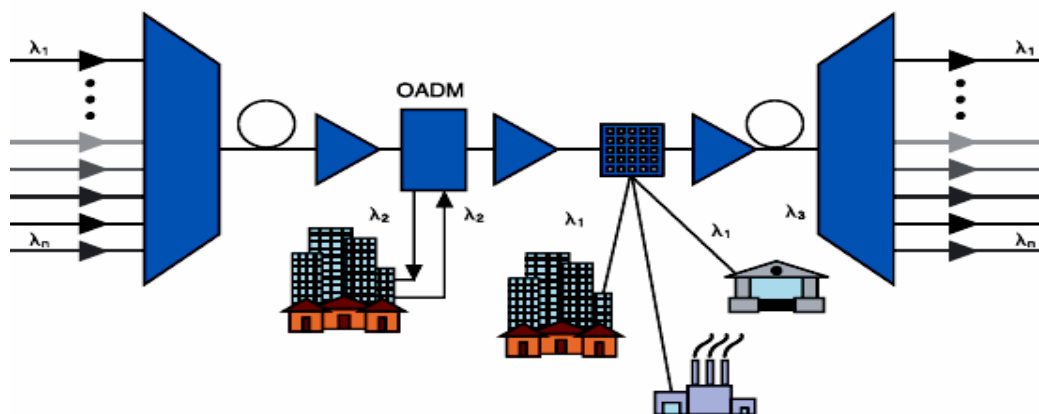


1.2-сурет – Спектралды мультиплекстелген талшықты-оптикалық байланыс жолдары

Белгілі бір толқын ұзындығы бар жарық сигналы оптикалық таратқыш арқылы жасалады, мультиплексор басқалармен біріктіріледі, толқын ұзындығы және байланыс желісінің оптикалық талшығына енгізіледі.

Егер байланыс желісіндегі тарату қашықтығы үлкен болса, онда оптикалық күшейткіштерді қажетті мөлшерде орнату қажет. Құрама сигналды қабылдауды демультимплексор белгілі бір толқын ұзындығы бар бастапқы сигналды оқшаулау және оны тиісті фотодетекторға бағыттау үшін жүзеге асырады.

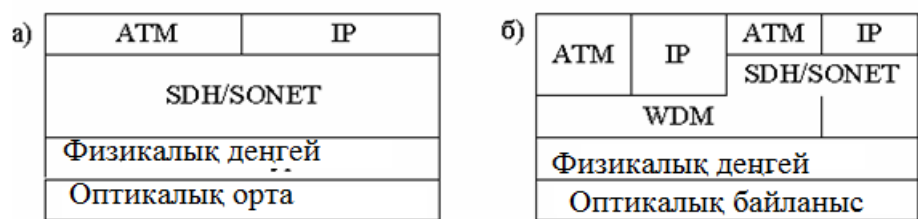
Екі түйін арасындағы байланыс желісінің өткізу қабілеттілігін арттыру нүкте-нүкте беру жүйесінің көмегімен мүмкін болады. Дегенмен, WDM технологиясының мүмкіндіктері әртүрлі түйіндердің үлкен санын қамтитын ең күрделі байланыс желілерінде айқын көрінеді. Бір немесе бірнеше арналардың жалпы сигналынан қосу немесе таңдау үшін аралық түйінге енгізу/шығару мультиплексоры орнатылады, ал қалған арналар түйін арқылы электр сигналына айналмай өтеді. Оптикалық кросс-коммутация арналарды әртүрлі бағыттар бойынша қайта бағыттау үшін қолданылады және белгілі бір учаскелерде қолданылады (1.3-сурет).



1.3-сурет – Күрделі желілердегі WDM жүйелерін пайдалану ерекшеліктері

WDM жүйелерінде белгілі бір сандық сигнал үшін қандай кодтау және қалыптастыру әдісі қолданылғаны маңызды емес. Алайда, бұл жүйе бірдей трафикті беруді қамтиды, өйткені бұл синхрондау әдісімен және өңдеу жұмысының монотондылығымен анықталады. Бұл технологияны SDH жүйесімен салыстыра отырып, контейнерлерге орап, жіберілген сигналды өңдеудің қажеті жоқ екенін атап өткен жөн.

Сигналды жаһандық цифрлық желілерге тасымалдауды жүзеге асыратын SDH/SONET, ATM, IP негізгі технологияларын сипаттайтын көп деңгейлі модельді жеңілдетілген түрде ұсыну үшін біз 1.4-суретті қолданамыз. а. модель жүйенің үш деңгейі бар екенін көрсетеді және оптикалық тарату ортасын пайдаланады. Тасымалданатын жоғарғы трафик қадамдар (IP, ATM) SDH технологиясының STM-N көлік модуліне инкапсуляциялануы (орналастырылуы) керек, ол тасымалдау ортасына одан әрі өту үшін физикалық интерфейс үшін SDH технологиясын қолдана алады.



1.4-сурет – Көлік технологияларының өзара әрекеттесуі: а) WDM технологиясын қолданар алдында, б) WDM технологиясын қолданғаннан кейін

1.4.б суреті WDM жүйесін пайдалану оптикалық тарату ортасын ескермей, төрт деңгейден тұратын модель екенін көрсетеді. WDM аралық интерфейсінің пайда болуы физикалық интерфейссті қамтамасыз ету үшін физикалық деңгейді пайдалануға, SONET/SDH технологияларына, сондай-ақ IP және ATM-ге оптикалық тарату ортасына өтуге мүмкіндік береді.

Соңғысы үшін SDH/SONET технологиясының аралық тасымалдау модулі үшін ATM ұяшықтарын немесе IP пакеттерін инкапсуляциялаудың қажеті жоқ. Осылайша, ATM және IP жүйелері тудыратын трафикті өңдеу және тасымалдау жеңілдетіледі, тақырыптардың жалпы ұзындығы азаяды, тасымалдау өнімділігі артады.

WDM жүйесін пайдалану дәстүрлі SDH/SONET тарату схемасын қолдана отырып, ATM және IP трафигін жіберуге мүмкіндік береді. Демек, бұл технология бұрынғы беріліс тізбектерінің дәйектілігін сақтауға мүмкіндік береді.

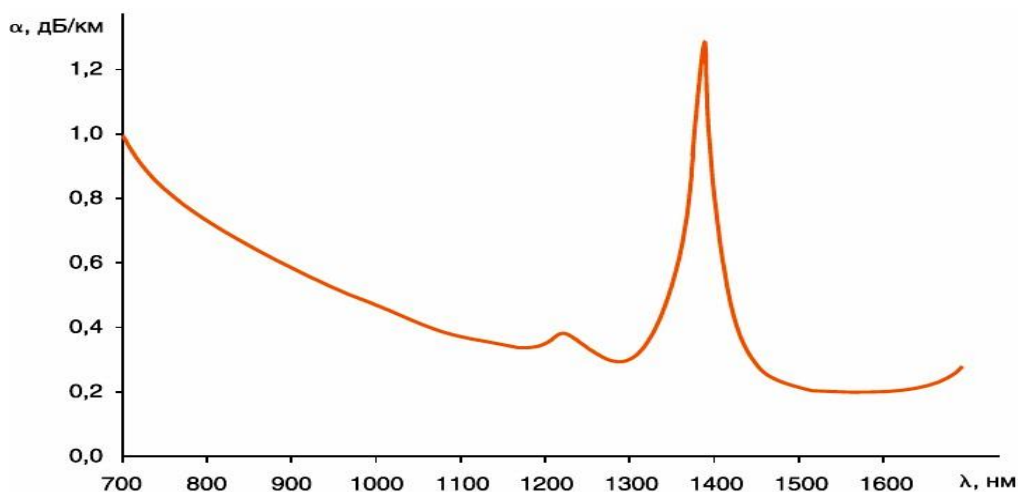
1.1 CWDM жүйелерінің компоненттері

WDM жүйелеріндегі тарату ортасы болып табылатын бір режимді талшықты жарық өткізгіштерді пайдалану көбінесе қалалар мен аймақтар желілері үшін қолданылады.

WDM жүйесінде толқын ұзындығында 1383 нм-ге тең сіңіру шыңының болуына байланысты, oh гидроксил тобымен талшықты қолдану нәтижесінде пайда болатын арналар санында айтарлықтай шектеулер бар.

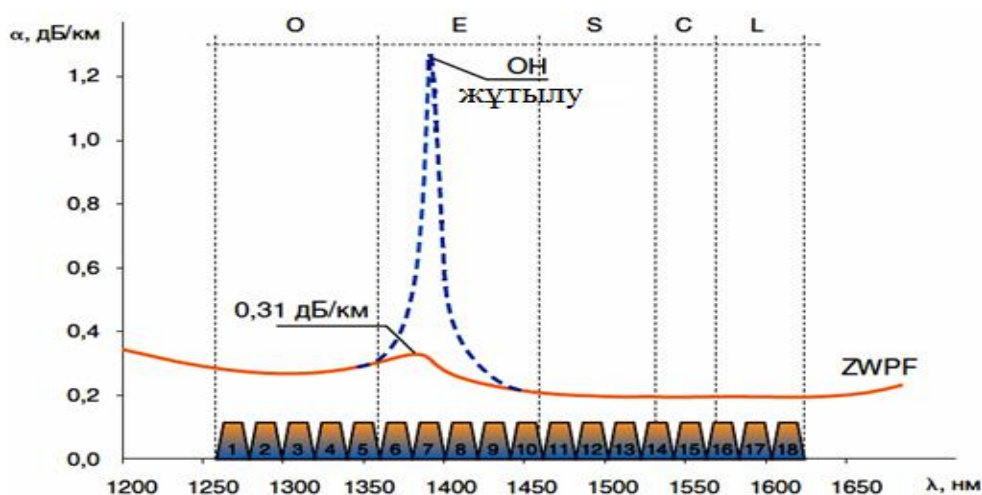
1.5-суретте германиймен легирленген кварц талшығына қолданылатын толқын ұзындығының ыдырау қатынасы көрсетілген.

G. 694. 2 ұсынысының бірінші редакциясы CWDM технологиясында 1470-1610 нм аралықта 8 толқын ұзындығын қолдануды шарттады. Үлкен өшулік 1260-1360 нм толқын ұзындығының диапазонын пайдалануға мүмкіндік бермеді.



1.5-сурет – Өшуліктің толқын ұзындығына тәуелділігі

ITU-T G. 652 ұсынысымен анықталатын нөлдік су шыңы талшықтары (ZWPF, Zero Water Peak Fiber). C 18 арнаға жетуге мүмкіндік береді (1.6-сурет). Бұл жағдайда жұтылу шыңынан туындаған 1383 нм толқын ұзындығының әлсіреуі жойылады және CWDM жүйесі үшін қолайлы 0,31 дБ/км құрайды.



1.6-сурет – Диапазонмен толқын ұзындығын бөлу

Әдетте шығарылатын жабдық 18 емес, 16 Белсенді толқын ұзындығын пайдалануды қамтиды, өйткені толқын интервалында әлсіреу 1310 нм-ден аз артады, онда Релелік шашырау коэффициенті артады. 1270 – 1610нм толқын ұзындығының барлық диапазондарын қолданатын жүйелер толық спектрлі CWDM (FS-CWDM) деп аталады.

CWDM жүйе-бұл оператор қызмет ететін және белгілі бір байланыс түйіндеріне Орнатылатын желі элементі. Байланыс түйіндеріндегі CWDM жүйелерінің жұмысына кепілдік беру үшін болашақта CWDM SFP трансиверлері

Орнатылатын порттардың жеткілікті саны бар белсенді желілік құрылғыларды пайдалану қажет.

Егер белсенді желілік құрылғыларды ұлғайту қажет болса, онда SFP трансиверлеріне арналған қосқыштары бар медиа түрлендіргіштерді пайдалану қажет. Осылайша, бұл мәселені шешуге болады, оны экономикалық тұрғыдан тиімді деп санауға болады.

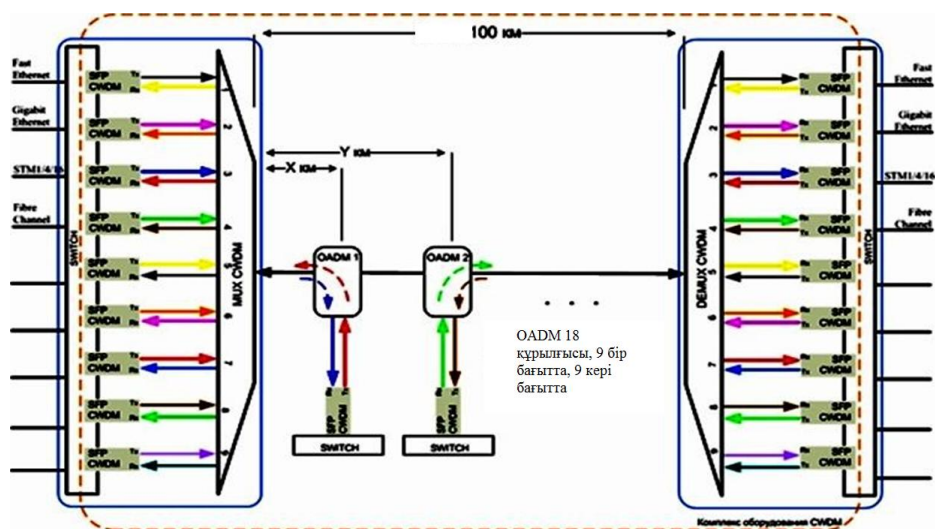
CWDM жүйелерінің негізгі компоненттері:

- мультиплексор / демультимплексор (MUX/DEMUX) – оптикалық сигналдарды біріктіруге және ажыратуға мүмкіндік береді;
- OADM модулі-енгізу/шығару мультиплексоры-белгілі бір тасымалдаушыларда талшыққа сигналды бөледі және қосады;
- SFP трансивері-жүйеде оптикалық сигналды қалыптастырады және қабылдайды; сигналды оптикалықтан электр (белсенді жабдық) және керісінше түрлендіреді.

1.7-суретте CWDM аппараттық кешенін қолданатын тарату жүйесінің мысалы көрсетілген. Айта кету керек, мультиплексорлар/демультимплексорлар және CWDM SFP трансиверлері жұпта жұмыс істейді. Тиісінше, бұл I типті және II типті жабдық. Бұл қажеттілік әр арнаның әр түрлі ұштарында қабылдау (RX) және беру (Tx) бойынша айна мәндері болатындығына байланысты екі тасымалдаушыдан (толқын ұзындығынан) қалыптасады.

SFP-Small form Factor Pluggable-ауыстырылатын трансиверлер өндірісінің жалпы танылған өнеркәсіптік форматы. SFP белсенді желілік жабдықта кеңінен қолданылады: маршрутизаторлар, қосқыштар, медиа түрлендіргіштер. Қалалық және аймақтық желілердің ұзындығы әдетте 50-80 км аралығында болғандықтан, CWDM жүйелерінде шығарылатын сәулеленудің жоғары тұрақты тар спектрі бар қымбат қуатты лазерлерді пайдаланудың қажеті жоқ. Таратылған кері байланыс лазерлері (DFB, distributed Feedback), CWDM жүйелерінде қолданылған жағдайда, термиялық тұрақтандыруды, көлемді және күрделі басқару схемаларын қажет етпейді, шағын өлшемді, үнемді және құны төмен. Әдеттегі DFB лазерінің температура тұрақтылығы 0,08–0,12 нм/0С аралығында болады, бұл 0-700С температура диапазонында 6-8 нм аралығында пайда болатын толқын ұзындығының өзгеруіне әкеледі.

Бұл көрсеткіш DWDM жүйелері үшін қолайлы емес, тасымалдаушылар арасындағы қадам 0,8 нм-ден аспайды, бірақ CWDM жүйелері үшін бұл өте қолайлы.



1.7-сурет – CWDM кешендік құрылғылары

Шығарылатын сәулеленудің қуаты шамамен 1 мВт, жолақтың ені шамамен 0,2 нм. Шығарылатын қуат бер 10-15 деңгейімен 50-70 км қашықтыққа беру үшін жеткілікті. Осындай лазермен таратқыш модуль тұтынатын қуат бір арнаға 1 Вт-тан аспайды (салыстыру үшін, DWDM жүйелеріндегі таратқыштар бір арнаға кемінде 10 Вт тұтынады).

Әрбір SFP трансивері екі талшықта жұмыс істейді және стандартты 1000BASE LX екі талшықты трансиверлерден айырмашылығы, екі түрлі толқын ұзындығында жұмыс істейді – кең жолақты қабылдағыш бір толқын ұзындығында және таратқыш екінші толқын ұзындығында жұмыс істейді. SFP жүйесінде деректер арнасын қалыптастыру үшін трансиверлер "жүппен" жабдықталған.

Дөрекі спектрлік тығыздау жүйелері пассивті болғандықтан, жабдықтың және бүкіл трассаның күйіне нақты уақыт режимінде мониторинг жүргізу қиын болып көрінеді.

Нақты уақыттағы мониторинг (on-line мониторинг) үшін DDM (Digital Diagnostic Monitoring) функциясы бар трансиверлер пайдаланылады. DDM функциясы SFP трансиверінің параметрлерін нақты уақыт режимінде басқаруға мүмкіндік береді: кіріс сигналының қуаты (RX), шығыс сигналының қуаты (TX), трансивердің температуралық параметрлері.

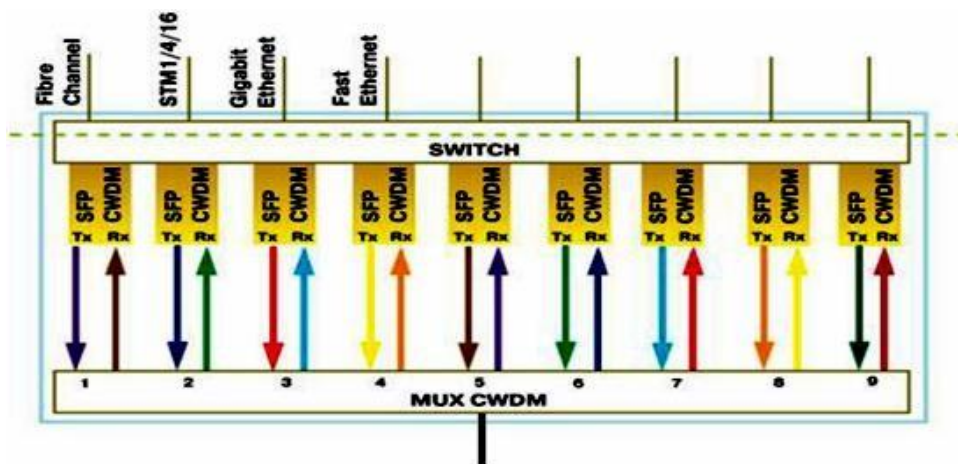
DDM функциясы желінің оптикалық бюджетін бағалау кезінде де қолданылады. Трансиверлердің SFP деректерін салыстыру талшықтағы тасымалдаушылар арқылы нақты шығындарды анықтауға мүмкіндік береді.

SFP трансивері де жұмыс ауқымында (сигнал күші) ерекшеленеді. SFP трансиверінің стандартты шақырымы 10 км, 20 км, 40 км немесе 80 км. SFP трансиверіндегі коннектор қосқышының Стандартты түрі – LC.

Оптикалық мультиплексор / демультиплексор (1.8-сурет) бір режимді (жалғыз режим) оптикалық кабель арқылы 1270-1610 НМ толқын ұзындығында берілетін оптикалық сигналдарды қорытындылауға және бөлуге арналған.

Құрылғы бір талшықта 8 және немесе 16 толқын ұзындығында 4 немесе 8 арнаны немесе екі талшықта 32 арнаны құрайтын SFP сигнал трансиверлерімен бірлесіп жұмыс істеуге арналған.

Құрылғылар сигналдың төмен шағылысуымен, арналардың жоғары оқшаулануымен және аз шығынмен сипатталады. WDM мультиплексорлары екі бағытты құрылғылар болып табылады, яғни олар оптикалық сигналдарды ажырата да, араластыра да алады. Құрылғылар әртүрлі нұсқаларда қол жетімді, бұл оларды әртүрлі тарату жүйелерінде пайдалануға мүмкіндік береді.



1.8-сурет – Оптикалық мультиплексор / демультиплексор

Тапсырмаға байланысты мультиплексор/демультиплексор (Mux/Demux) конфигурациясы келесі сипаттамаларға сәйкес анықталады:

- екі талшықты мультиплексор (2 талшық);
- бір талшықты мультиплексор (1 fiber (single fiber) немесе bidirectional);
- 4 немесе 8 арналы мультиплексор (8 немесе 16 толқын ұзындығы), бір талшықта жұмыс істейді;
- Екі талшықта жұмыс істейтін 8 немесе 16 арна;
- "сақина" топологиясын жүзеге асыруға арналған екі "жалпы" (жалпы) қорытындысы бар мультиплексор;
- "нүкте-нүкте" немесе "сақина" топологиялары үшін мультиплексорлардың "жұптық" (Tx – Rx порттары) жиынтығы қажет- Mux/Demux Type I, Mux/Demux Type II.

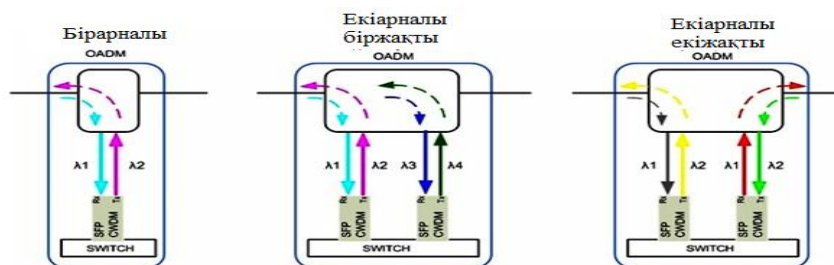
Кез-келген демультиплексордың негізі әр түрлі толқын ұзындығындағы сигналдарды бөлуге қабілетті дисперсиялық элемент болып табылады. CWDM жүйелерінде оптикалық тасымалдаушыларды бөлу үшін, әдетте, жұқа пленкалы сүзгілерге негізделген салыстырмалы түрде арзан құрылғылар қолданылады (TFF, Thin Film Filter). Мұндай құрылғылардың шығындары бір арнаға шамамен 1 дБ құрайды (нақты жүйелерде 8 арналы құрылғы үшін 2,5 дБ шамалары алынады). Жұқа пленка технологиясы көршілес арналардың жоғары ажыратылуымен (оқшаулануымен) сипатталады-шамамен 30 дБ, жоғары температура тұрақтылығы - 0,002 нм/°C, бұл температура $\pm 35^{\circ}\text{C}$ өзгерген кезде

жұмыс толқын ұзындығының $\pm 0,07$ НМ өзгеруіне тең. DWDM сүзгілеріне қарағанда (сәйкесінше шамамен 50 және 150 қабат), бұл өндіріс циклін азайтады, материалдарды тұтынуды азайтады және ақауды азайтады. Нәтижесінде оптикалық селективті элементтерді өндіру құны DWDM құрылғылары үшін бірдей элементтерді өндіру құнымен салыстырғанда 2-3 есе төмендейді.

Енгізу/шығару модульдері (OADM) оптикалық сызықтан белгілі бір толқын ұзындығын бөледі. Бір арналы және екі арналы oadm модульдері түбегейлі ерекшеленеді. Олардың айырмашылығы бір немесе екі мультиплексордан оптикалық сигналды қабылдау және қабылдау қабілетінде және физикалық тұрғыдан бір немесе екі қабылдағыш-таратқыш блоктардың болуына байланысты. Тиісінше, бір арналы OADM модулі бір қабылдағыш-таратқыш қондырғыға ие және тек бір мультиплексормен "бір бағытта" жұмыс істей алады. Екі арналы OADM модулі екі қабылдағыш-таратқыш қондырғыға ие және екі мультиплексормен / демультимплексормен "екі бағытта" жұмыс істей алады (1.9-сурет).

Бір арналы oadm Модулінің қабылдау-беру блогында төрт интерфейс бар:

- Com порты-мультиплексордан сигнал алады;
- Express порты-жүйенің басқа элементтеріне сигнал береді;
- Қосу порты-сызыққа белгілі бір толқын ұзындығында арна қосады;
- Drop порты-белгілі бір толқын ұзындығындағы арнаны сызықтан шығарады. Мұндай құрылғыларда хаттамалар немесе жолақ ені бойынша шектеулер жоқ. Тиісінше, екі арналы OADM модулінде екі қосымша қосу және түсіру порттары бар.

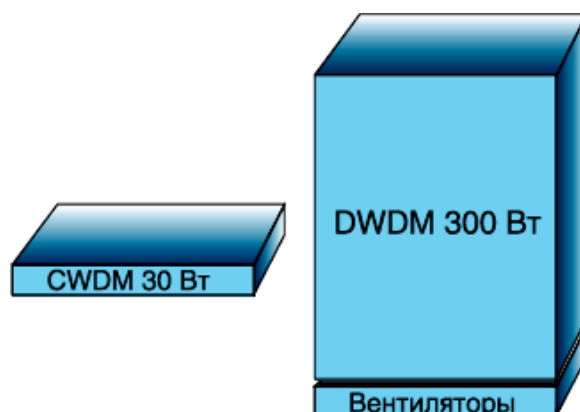


1.9-сурет – Бір арналы және екі арналы OADM

1.2 CWDM жүйелерінің артықшылықтары мен даму перспективалары

Егер біз CWDM және DWDM технологияларын салыстыратын болсақ, онда ең маңыздыларының бірі CWDM құрылғыларының өлшемдері мен қуат тұтынуы бойынша артықшылықтары болып табылады. Көбінесе DWDM мультиплексорлары қоршаған орта жағдайлары сәйкес келетін бөлек бөлмені қажет ететін үлкен шкафтар болып табылады. CWDM мультиплексоры 30-50

BA, DWDM мультиплексоры 300-500 ва тұтынады. 1.10-суретте CWDM және DWDM жабдықтарының салыстырмалы өлшемдері схемалық түрде көрсетілген.



1.10-сурет – CWDM және DWDM құрылғыларының өлшемдерін салыстыру

Құрылғының өлшемдерін азайту мәселесі әсіресе оны орналастыру үшін үшінші тарап операторынан орын жалға алынған кезде маңызды. CWDM мультиплексорын орнату үшін тірекке бір ғана қондырғы қажет, ал DWDM мультиплексоры үшін бүкіл шкаф қажет.

1.3 CWDM жүйелері

Жұмыс істейтін жабдықтың кепілдендірілген қоректенуін қамтамасыз ету үшін үздіксіз көздерді орнату қажет.

Өлшемдері мен құны құрылғылардың электр қуатын тұтынуына тікелей байланысты болатын қуат көздері.

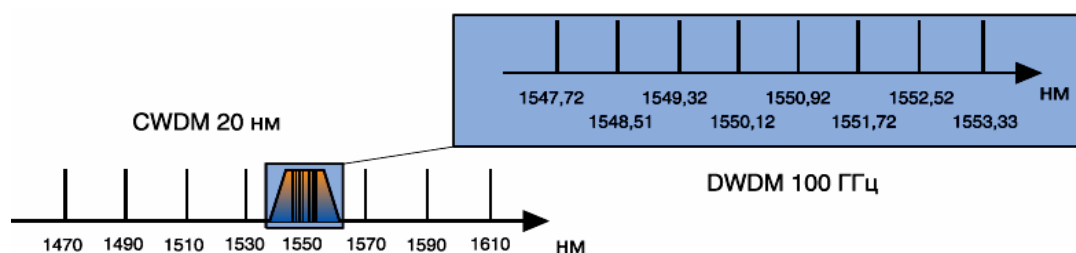
DWDM технологиясымен салыстырғанда дәрекі спектрлік тығыздау технологиясының артықшылықтарын қорытындылай келе, мыналарды бөліп көрсетуге болады:

- жабдықтың өлшемдері;
- мультимодты талшықтарды қолдану мүмкіндігі;
- CWDM жабдықтарында арзан таратқыштарды, оптикалық арналарды бөлу құрылғыларын қолдану арқылы желіні салу кезінде күрделі шығындарды азайту;
- үздіксіз қоректендіруді қамтамасыз ету және қажетті қоршаған орта жағдайларын жасау үшін электр энергиясына шығындарды азайту есебінен пайдалану шығындарын азайту.

1.4 Тапсырманың қойылымы

Негізгі кемшілік-түйіндер арасындағы салыстырмалы түрде аз рұқсат етілген қашықтық. Тарату ауқымын арттыру үшін оптикалық күшейткіштерді пайдалану желінің қымбаттауына әкеледі, әсіресе CWDM жүйесінің бүкіл жолағын бір оптикалық күшейткішпен жабу мүмкін емес, ал күшейткіштерді бөлек диапазондарда пайдалану одан да көп шығындарға әкеледі. Арналардың салыстырмалы түрде аз саны айтарлықтай кемшілік емес, өйткені Мүмкін болатын 16-18 оптикалық арналардың сыйымдылығы, әдетте, тасымалдаушылардың өткізу қабілеттілігінің қазіргі қажеттіліктерінен әлдеқайда асып түседі және бұл жағдай алдағы жылдарда жалғасады. Теориялық тұрғыдан алғанда, бір CWDM арнасына келетін спектрлік жолақта тасымалдаушылар арасындағы қашықтық 0,8 нм болатын 15 DWDM арнасын орналастыруға болады, бұл 8 арналы CWDM жүйесінің сыйымдылығын 120 арнаға дейін арттыруға мүмкіндік береді. Бір CWDM арнасын сегіз DWDM арнасымен толтыруға мүмкіндік беретін жүйелер іс жүзінде іске асырылып, 8 арналы жүйенің сыйымдылығын 64 арнаға дейін арттырады. 1.11 суретте көрсетілген

CWDM және DWDM жүйелерін біріктіру принципі.



1.10-сурет – CWDM және DWDM құрылғыларының өлшемдерін салыстыру құрылғы өлшемдерін азайту мәселесі әсіресе

2 CWDM желісін талдау және жобалау

2.1 Орал қаласы туралы негізгі мәліметтер

Орал қаласы Батыс Қазақстан облысының әкімшілік, өнеркәсіптік, тарихи және мәдени орталығы болып табылады. Ол Қазақстанның солтүстік-батысында Жайық өзенінің орта ағысының оң жағалауында және Шаған өзенінің төменгі ағысының сол жағалауында орналасқан. Орал қаласы географиялық орналасуымен ерекше. Мұнда Еуропа мен Азияның көрінбейтін шекарасы жатыр. Қаланың ұзындығы оңтүстіктен солтүстікке қарай 8 км-ден асады, батыстан шығысқа қарай 20 км – ге жуық. халық саны-278 096 адам (2013), 83 түрлі ұлт пен ұлыстың өкілдері.

Орал өнеркәсібі энергетика, машина жасау, тамақ, ұн-жарма, жеңіл өнеркәсіп, құрылыс-Материалдық өнеркәсіп салаларын білдіреді.

Соңғы жылдары қала халқының тұрақты өсу үрдісі байқалды. Мәселен, 2003 жылдан 2013 жылға дейін Орал қаласының халық саны 24% - ға өсті, негізінен халықтың тууы мен көші-қоны есебінен.

Орал қаласындағы Интернет-провайдерлер

Орал қаласында Қазақстанның бірнеше ірі телекоммуникациялық компаниялары өз сервистерін ұсынады, олардың ішінде: "KazTransCom" АҚ, "НҰРСАТ" АҚ, "ASTEL" АҚ, "Радиобайланыс" ЖШС, "Қазақтелеком" АҚ.

Орал филиалы, АҚ құрылымдық бөлімшелерінің бірі

"KazTransCom" өз инфрақұрылымын белсенді дамытуда (Орал және Ақсай қалаларында ТООБЖ төсеу). Филиал қызметінің негізгі мақсаты нарық талап ететін телекоммуникациялық қызметтердің толық спектрін ұсына алатын көпфункционалды желіні құру болып табылады.

"KazTransCom" АҚ-телекоммуникациялық қызметтердің толық спектрін ұсынатын магистральдық байланыс операторы. Компания қызметінің негізгі бағыттарының бірі провайдерлер мен байланыс операторларына қызмет көрсету болып табылады.

"KazTransCom" АҚ-мен ынтымақтастық кешенді қызмет көрсету мүмкіндігін қамтамасыз етеді, атап айтқанда:

- "KazTransCom" АҚ тораптарында жабдықтарды орналастыру;
 - жергілікті, қалааралық және халықаралық дауыстық трафикті қосу және өткізу;
 - Интернет-трафикті қосу және өткізу;
 - АҚ желісі бойынша "соңғы мильдерді" ұйымдастыру және ұсыну
- "KazTransCom" және серіктестер;
- телекоммуникациялық инфрақұрылым мен жабдыққа техникалық қызмет көрсету.

Нұрсат компаниясының меншікті спутниктік желісі республиканың 80-нен астам қалалары мен елді мекендерін қамтиды. Нұрсат желісі NSS 703 және NSS 6 спутниктері арқылы жұмыс істейтін спутниктік байланыс арналары негізінде құрылған.

Спутниктік арналармен қатар Нұрсат қызмет көрсетудің қосымша сенімділігі мен үздіксіздігін қамтамасыз ететін талшықты-оптикалық және мыс инфрақұрылымына ие.

Нұрсат телекоммуникациялық және ақпараттық технологиялар саласында қызметтердің кең спектрін ұсынады:

- Интернет желісінің ресурстарына қол жеткізу;
- қалааралық, халықаралық және жергілікті телефон байланысы қызметтерінің толық спектрі;
- дауысты және деректерді берудің корпоративтік желілерін құру;
- қалаішілік, қалааралық және халықаралық бөлінген байланыс арналары;
- спутниктік байланыс тораптарын ұйымдастыру.

Техникалық базаның жоғары деңгейі, білікті кадрлар және нарықтағы көп жылдық жұмыс тәжірибесі баға / сапа арақатынасы оңтайлы болған кезде Компания қызметінің барлық бағыттары бойынша қызмет көрсетуге мүмкіндік береді.

1993 жылы негізі қаланған ASTEL компаниясы бүгінгі таңда қазақстандық телекоммуникация нарығында көшбасшы орынға ие. Компания жұмысының негізгі нәтижесі Қазақстандағы ең қуатты Kaznet магистральдық деректер беру желілерінің бірін құру болды. Осы желі негізінде компания қызметтерінің кешені ұйымдастырылған, ал өңірлік техникалық тораптар мен пайдаланушыларды тәулік бойы қолдау қызметі олардың тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

Қазір, arna Sprint Data Communications-Astel АҚ-ның құқықтық мирасқоры қазақстандық ірі мемлекеттік емес байланыс операторларының бірі болып табылады. Бүгінде қарқынды дамып келе жатқан компанияның активінде:

- ұсынылатын телекоммуникациялық қызметтер мен жабдықтардың кең спектрі;
- бүкіл Қазақстан бойынша өңірлік өкілдіктер мен сату бөлімшелерінің тармақталған желісін басқару және қолдау;
- барлық телекоммуникациялық қызметтердің тәулік бойы жұмыс істеуін қамтамасыз ететін пайдаланушыларды қолдаудың жоғары білікті қызметі.

RB-K сауда маркасымен "Радиобайланыс" ЖШС коммерциялық қызметін 2005 жылдың тамыз айында Алматы және Астана қалаларында Интернет желісіне кең жолақты сымсыз қол жеткізу желісін іске қосудан бастады.

Орал қаласында қала мен қала маңын толық "қамтуды" ұйымдастыруға мүмкіндік беретін екі базалық станция орнатылған.

Интернет желісіне қолжетімділікті ұйымдастыру үшін "РадиоБайланыс" ЖШС Motorola сапору сымсыз кең жолақты қолжетімділік жабдығын пайдаланады.

Бұл орын оны орналастыру үшін үшінші тарап операторынан жалға алынған кезде маңызды. CWDM мультиплексорын орнату үшін бір тірекке бір ғана қондырғы қажет, ал DWDM мультиплексоры бүкіл шкафты қажет етеді.

Өлшемдері мен құны құрылғылардың қуат тұтынуына тікелей байланысты болатын қуат көздері.

DWDM технологиясымен салыстырғанда дәрекі спектрлік тығыздау технологиясының артықшылықтарын қорытындылай келе:

- жабдықтың өлшемдері;
- мультимодты талшықтарды қолдану мүмкіндігі;
- CWDM жабдығында арзан таратқыштарды, оптикалық арналарды бөлу құрылғыларын пайдалану арқылы желіні салу кезінде күрделі шығындарды азайту;
- үздіксіз қоректендіруді қамтамасыз ету және қоршаған ортаға қажетті жағдайлар жасау үшін электр энергиясына шығындарды азайту есебінен пайдалану шығындарын азайту.

Негізгі кемшілік-түйіндер арасындағы салыстырмалы түрде аз рұқсат етілген қашықтық. Тарату диапазонын ұлғайту үшін оптикалық күшейткіштерді пайдалану желі құнының артуына әкеледі, әсіресе CWDM жүйесінің бүкіл жолағын бір оптикалық күшейткішпен жабу мүмкін емес және күшейткіштерді бөлек диапазондарда пайдалану одан да көп шығындарға әкеледі. Арналардың салыстырмалы түрде аз саны айтарлықтай кемшілік емес, өйткені Мүмкін болатын 16-18 оптикалық арналардың сыйымдылығы әдетте тасымалдаушылардың ағымдағы өткізу қабілеттілігінің қажеттіліктерінен әлдеқайда асып түседі және бұл жағдай алдағы жылдары жалғасады. Теориялық тұрғыдан алғанда, бір CWDM арнасына кіретін спектрлік жолақта 15 DWDM арнасын тасымалдаушылар арасындағы қашықтық 0,8 нм болатын орналастыруға болады, бұл 8 арналы CWDM жүйесінің сыйымдылығын 120 арнаға дейін арттырады. Бір CWDM арнасын сегіз DWDM арнасымен толтыруға мүмкіндік беретін жүйелер іс жүзінде 8 арналы жүйенің сыйымдылығын 64 арнаға дейін арттыра отырып жүзеге асырылады. 1.11 суретте көрсетілген

CWDM және DWDM жүйелерін біріктіру принципі.

Интернет желісіне қолжетімділікті ұйымдастыру үшін "РадиоБайланыс" ЖШС Motorola сапору сымсыз кең жолақты қолжетімділік жабдығын пайдаланады.

Қолданылатын жабдық Интернет желісіне арнаулы арнаны 64 Кбит/с-тан 20 480 Кбит/с-қа дейінгі жылдамдықта ұйымдастыруға мүмкіндік береді (симметриялы және асимметриялық арналар):

- интернет желісіне бөлінген қолжетімділік;
- телефон байланысы;
- қалаішілік каналдарды жалға алу;
- корпоративтік желілерді құру.

Корпоративтік клиенттермен жұмыс істеу және оларға телекоммуникацияның толық спектрін ұсыну үшін Батыс Қазақстан облыстық телекоммуникация дирекциясында Кеңейтілген сервис орталығы (ОАА) жұмыс істейді.

Орталық коммуникациялар қызметінің басты міндеті-клиенттерге қызмет көрсету деңгейі мен сапасын жақсарту, клиенттермен ұзақ мерзімді серіктестік қатынастарды орнату, клиенттің мәселелерін жедел және құзыретті шешу, бір

оператордан өз клиенттеріне барлық қажетті телекоммуникациялық қызметтерді ұсыну.

Батыс Қазақстан ОТД Кеңейтілген сервис орталығының клиенттері 3 мыңнан астам ұйым болып табылады. Басқа операторлардан айырмашылығы, компания ірі және жоғары табысты клиенттермен ғана емес, сонымен қатар бюджеттік саладағы ұйымдармен – мектептермен, ауруханалармен, интернаттармен, балалар үйлерімен және бақшалармен; шағын жеке кәсіпорындармен, ПИК және басқа да көптеген компаниялармен жұмыс істейді.

"Қазақтелеком" АҚ тіркелген телефония қызметтерінің кешеніне мыналар кіреді:

- қол жетімді жергілікті телефон байланысы;
- сапалы қалааралық және халықаралық телефон байланысы;
- цифрлық АТС абоненттері үшін қосымша қызмет түрлері.

2.2 CWDM технологиясын таңдау негіздемесі

Ең алдымен, CWDM жүйелері спектрлік тығыздау жүйелеріне ортақ артықшылықтармен сипатталады. Оларға әр түрлі типтегі, жылдамдықтағы және форматтағы деректерді бір талшықтан тәуелсіз беру мүмкіндігі, сондай-ақ бір талшықтан ақпаратты дуплексті беру мүмкіндігі жатады.

CWDM жүйесінің артықшылықтары:

- оптикалық талшықты үнемдеу-CWDM жүйесі бір талшықты бір арнаға 2,5 Гб/с дейін өткізу қабілеті бар 8 арнаға дейін тасымалдауға мүмкіндік береді;
- электр қуатынан Тәуелсіздік-қуат тек белсенді жабдық үшін қажет;
- "адам факторының" әсер ету деңгейінің төмендеуі-болмауы конфигурацияны, басқаруды және т. б. қажет ететін белсенді компоненттер.
- меншік құнының айтарлықтай төмендеуі-пайдалану шығындарының деңгейінің төмендеуі;
- салыстырмалы түрде төмен құны-CWDM жүйесіндегі бір арнаның меншікті бағасы белсенді жабдықтағы шешімге қарағанда төмен; агрегация деңгейіндегі жабдықтан бас тарту мүмкіндігі;
- CWDM жүйесінің максималды жұмыс қашықтығы 80 және одан да көп километрді құрайды;
- клиенттік хаттамалардан Тәуелсіздік-екі жұп оптикалық талшық бойынша 16 - ға дейін тәуелсіз сервистерді беру; деректерді берудің барлық хаттамалары үшін ашықтық;
- әр түрлі жағдайда монтаждау үшін әр түрлі жабдықтардың болуы: тірекке, муфтаға, қабырғаға.

2.3 WDM жабдықтарын салыстыру

WDM өнеркәсіптік мультиплексорларын бүгінде көптеген компаниялар шығарады, оларды үш топқа бөлуге болады: WDM мамандандырылған жабдық өндірушілері (мысалы, Ciena, IRE-Polus); SDH және мультисервистік жабдық өндірушілері (SDH-WDM) платформалары (мысалы, Alcatel-Lucent, ECI, Ericsson-Marconi, Siena-Nortel); жабдық өндірушілері пакеттік коммутация желілері мен метро желілері үшін (мысалы, Adva, Cisco).

2.3.1 Ciena компаниясының жабдықтары

4 арналы CWDM мультиплексоры кәдімгі пассивті тығыздау жүйелеріне тамаша балама болып табылады. Құрылғыны басқару және басқару WEB интерфейсі немесе SNMP протоколы арқылы жүзеге асырылады, Telnet немесе жергілікті консоль арқылы командалық интерфейс бар. 2.1-суретте ciena-MUX/demux-4-LC-CWDM жабдықтары көрсетілген.



2.1-сурет – CWDM Ciena мультиплексоры

Кесте 2.1 – CWDM Ciena техникалық сипаттамалары:

Параметр	Мәні
Интерфейс порттарының түрі	LC, SC, FC
Интерфейс порттарының саны	4
Жұмыс толқын ұзындығы, нм	1550, 1570, 1590, 1610 1530, 1510, 1490, 1470
Арналарды оқшаулау, дБ деңгейінде	30
Енгізілетін шығындар, дБ	<4,5
Пайдалану температурасы, °С	от 0 до +70
Сақтау температурасы, °С	от -40 до +85

Cisco-CWDM-oadm-add/drop оптикалық тығыздау модулі (2.2-сурет) шығыс порттары қажетті интерфейстермен аяқталған бір талшықты жүйе негізінде жұмыс істейді. Пайдалану оңай, электр қуатын қажет етпейді және оптикалық ортаға арналарды бөлуге және қосуға арналған



2.2-сурет – Ciena-OADM-add / drop

Кесте 2.2 – Ciena-OADM сипаттамалары

Параметр	Мағынасы
Шығарылатын арна	барлық толқын ұзындығы үшін жеткізіледі
Енгізілген арна	барлық толқын ұзындығы үшін жеткізіледі
Арнадағы жылдамдық	10 Гбит / с
Add/Drop арнасында енгізілетін шығындар, дБ	<1,5
Интерфейс порттарының түрі	LC немесе SC
Жұмыс температурасының диапазоны, °C	-20-дан +70-ке дейін
Сақтау температурасы, °C	-40-тан +85-ке дейін

SFP трансивері-бұл танымал өндірістік формат оны көптеген желілік компоненттер өндірушілері қолдайды. Ол SONET, Gigabit Ethernet, Fiber Channel және т.б. сияқты телекоммуникациялық стандарттарды қолдаумен жасалған.



2.3-сурет – CWDM Ciena SFP модулі

Кесте 2.3 – Техникалық сипаттамалар:

Параметр	Мәні
Лазер түрі	DFB
Толқын ұзындығы Tx, нм	от 1290 до 1610
Сәулелену қуаты, дБм	от 0 до 5
Қабылдағыш түрі	APD
Қабылдағыштың сезімталдығы, дБм	-18
Максималды қашықтық, км	40
Ыстық ауыстыруды қолдау	Бар
Коннектор түрі	LC
Жұмыс температурасының диапазоны, °С	0 ден +65 дейін

2.3.2 SNR компаниясының жабдықтары

CWDM SNR мультиплексоры-бір талшықта жұмыс істейтін 4 оптикалық арнаға арналған пассивті спектрлік мультиплекстеу-демультиплекстеу құрылғысы (2.4-сурет). Upg және Monitor порттары бар.



2.4-сурет – CWDM SNR мультиплексоры

Кесте 2.4 – CWDM SNR негізгі техникалық сипаттамалары

Түрі	Мультиплексор/Демультиплексор
Арналар саны	4 + Mon Rx + Mon Tx
Тасымалдаушы толқын ұзындығы, нм	1470, 1490, 1510, 1530, 1610, 1590, 1570, 1550
Арнааралық интервал, нм	20
Енгізілетін шығындар, дБ	<4
Қайтару шығындары, дБ	>45
Оптикалық қосқыштардың түрі	LC/UPC

Монитор "Mount" және "Man R" порттары сигналдың 5% - қабылдауға және жіберуге бағыттайды, бұл сигнал күшін таратуды тоқтатпай өлшеуге мүмкіндік береді.



2.5-сурет – Add/Drop SNR модулі

Кесте 2.5 – Add/Drop SNR негізгі сипаттамалары

Параметр	Мағынасы
Өту арналары, нм	1290-дан 1610-ға дейін
Кіріс / шығыс арнасы, нм	1290-дан 1610-ға дейін
Арнадағы жылдамдық	10 Гбит / с
Add/Drop арнасында енгізілетін шығындар, дБ	≤ 1.3
Қайтару шығындары, дБ	> 45
Оптикалық қосқыштардың түрі	SC/UPC, LC/ UPC
Жұмыс температурасының диапазоны, °C	-20-дан +70-ке дейін
Сақтау температурасы, °C	-40-тан +85-ке дейін

SNR-CWDM – OADM-Add/Drop-бір талшықты CWDM желілерінде арнаны енгізу-шығаруға арналған пассивті құрылғы (2.5-сурет). LC/UPC типті Add/Drop, SC/UPC типті com/Express оптикалық порттары бар оптикалық муфталарға орнатуға жарамды пластикалық қорапта келеді.

SFP CWDM Қос талшықты оптикалық модулі (2.6-сурет) 2,5 Гбит/с дейінгі жылдамдықты қолдайды және ос48/STM16 стандартымен жұмыс істейтін және Fc2, Gigabit Ethernet стандарттарымен үйлесімді бір режимді оптикалық талшықта жұмыс істеуге арналған. 1g және одан төмен беру жылдамдығы бар трансиверлер, сондай-ақ 10g модельдер сандық диагностика және бақылау функциясын (DDMI/Dom) қолдай отырып жасалуы мүмкін



2.6-сурет – SFP CWDM SNR модулі

Кесте 2.6 – SFP SNR негізгі сипаттамалары

Параметр	Мағынасы
Лазер түрі	DFB
Толқын ұзындығы T_x , нм	1410
Сәулелену қуаты, дБм	0-ден 5-ке дейін
Қабылдағыш түрі	APD
Қабылдағыштың сезімталдығы, дБм	-28
Қабылдағыштың кірісіндегі максималды рұқсат етілген қуат, дБм	-10
Максималды қашықтық, км	80
Оптикалық бюджет, дБ	32
Ыстық ауыстыруды қолдау	Бар
Коннектор түрі	LC
Жұмыс температурасының диапазоны, °C	-5-тен +70-ке дейін

3 Есептеу бөлімі

3.1 Арналар санын және беру жылдамдығын анықтау

Таңдалған соңғы пункттерді байланыстыратын арналардың саны негізінен осы пункттердегі халық санына және халықтың жекелеген топтарының өзара байланысқа қызығушылық дәрежесіне байланысты. Берілген пункттегі және оның бағынышты аудандарындағы халықтың санын халықтың орташа өсуін ескере отырып анықтауға болады

$$H_t = H_0 \left(1 + \frac{P}{100}\right)^t$$

мұндағы H_0 -халық санағы кезеңіндегі халық саны, (278100 адам); P = осы аймақтағы халықтың орташа жылдық өсуі, (1%);

$t = 5 + (tm - t_0)$ – белгіленген перспективалық жобалау жылы мен санақ жылы арасындағы айырмашылық ретінде анықталған кезең.

Сонда Орал қаласындағы халық саны

$$H_t = 2781000 \left(1 + \frac{1}{100}\right)^6 = 295209$$

Халықты телефон аппараттарымен жарақтандырудың орташа коэффициентін 0,34-ке тең қабылдайық. Содан кейін АТС аймағындағы абоненттердің санын келесідей анықтауға болады

$$m = 0.34 H_t$$

3.1-кестеде тұрғындарды телефон аппараттарымен жарақтандыру коэффициентін ескере отырып, берілген тармақтардағы абоненттер санын көрсетеміз.

Кесте 3.1 – Орал қаласының аудандарындағы абоненттер саны

Аудан	Тұрғындар	Абоненттер
1-й район	40 000	13 600
2-й район	43 000	14 620
3-й район	37 000	12 580
4-й район	45 000	15 300
5-й район	60 000	20 400
6-й район	70 000	23 800
пос. Болашак	33 600	11 400

Қалааралық байланыстағы телефон арналарының маңызы басым екенін ескере отырып, алдымен берілген соңғы нүктелер арасындағы телефон арналарының санын анықтау қажет

$$n_{\text{тф}} = \alpha_1 f_1 y \frac{m_a \cdot m_b}{m_a + m_b} + \beta_1 \quad (3.3)$$

мұндағы α_1 және β_1 -тұрақты қол жетімділікке және берілген шығындарға сәйкес келетін тұрақты коэффициенттер; $\alpha_1 = 1,3$, $\beta_1 = 5,6$;

f_1 -тартылыс коэффициенті, $f_1 = 0,05$ (5%);

y -меншікті жүктеме, яғни бір абонент жасаған орташа жүктеме, $y = 0,05$

Эрл;

m_a және m_b -тиісінше А және Б пункттерінде АТС терминалдық станциялары қызмет көрсететін абоненттер саны.

Телефон арналарының саны

$$n_{\text{тф}} = 1.3 \cdot 0.05 \cdot 0.05 \frac{87900 \cdot 23800}{87900 + 23800} + 5.6 = 67$$

Байланыс желілерінің қазіргі жағдайы қосымша қызметтерді енгізумен, Интернет желілерінің қарқынды өсуімен сипатталады. Сондықтан телефон жүктемесінен басқа, Интернет пайдаланушыларының жүктемесін ескеру қажет. Жүктеме (беру жылдамдығын өлшеу бірлігінде) формула бойынша есептеледі

$$P = V \cdot 3 \cdot N, \quad (3.4)$$

мұндағы V -беру жылдамдығы, бит / с (қарапайым модем пайдаланушылары үшін 56 Кбит/с және "жетілдірілген" пайдаланушылар үшін 2 Мбит/с алыңыз);

Нақты жүктеме, (қарапайым модем пайдаланушылары үшін 0,04 Эрл және "озық" пайдаланушылар үшін 0,3 Эрл алыңыз);

N -пайдаланушылар саны (қарапайым пайдаланушылар үшін абоненттер санының 30% - қабылдау және "озық" пайдаланушылар үшін абоненттер санының 9% -. қабылдау).

Содан кейін Интернет пайдаланушыларының жүктемесі

$$P = 56 \cdot 10^3 \cdot 0,04 \cdot 0,3 \cdot 111700 + 2 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,09 \cdot 111700 = 6,107 \cdot 10^9 \text{ бит/с}$$

Интернетке кіру үшін қажетті телефон арналарының санын формула бойынша есептейміз

$$n_{и} = \frac{P}{64 \cdot 10^3} \quad (3.5)$$

Интернетке кіру үшін қажетті телефон арналарының саны

$$n_{и} = \frac{6.107 \cdot 10^9}{64 \cdot 10^3} = 9542$$

Ақпараттық ағымды реттілігі анықтайтын Жарық импульстары ОТ бойынша таралу процесінде бұлыңғыр болады. Жеткілікті кеңеюмен импульстар бір-біріне сәйкес келе бастайды, сондықтан оларды қабылдау кезінде ажырату мүмкін болмайды.

Алынған дисперсия τ рез ретінде анықталады

$$\tau_{рез} = \sqrt{\tau_{хр}^2 + \tau_{пмд}^2}, \quad (3.6)$$

мұндағы $\tau_{хр}$ - хроматикалық дисперсия, с/км;
 $\tau_{пмд}$ – с/км поляризациялық-модтық дисперсия.

Бір режимді оптикалық талшық үшін көз спектрінің енінің нанометріне және нақты хроматикалық дисперсия деп аталатын талшықтың ұзындығының километріне нормаланған дисперсия мәні қолданылады.

Меншікті дисперсия PS/(нм·км) өлшенеді. Хроматикалық дисперсия, с/км, меншікті хроматикалық дисперсиямен байланысты

$$\tau_{хр}(\lambda) = D(\lambda) \cdot \Delta\lambda, \quad (3.7)$$

мұндағы $D(\lambda)$ – меншікті хроматикалық дисперсия, $D(\lambda) = 8 \times 10^{-12}$ с/(нм·км);
 Δ - көздің сәулелену спектрінің ені, (2 нм).
 Хроматикалық дисперсияны анықтайық

$$\tau_{хр}(\lambda) = 16 \cdot 10^{-12}, \text{ с/км}$$

$\tau_{пмд}$ поляризациялық-режимдік дисперсиясы режимнің екі өзара перпендикуляр поляризациялық компоненттерінің таралу жылдамдығының әртүрлі болуына байланысты пайда болады. Поляризациялық режим дисперсиясы формула бойынша анықталады:

$$\tau_{пмд} = T \cdot \sqrt{L} \quad (3.8)$$

мұндағы T-меншікті дисперсия коэффициенті, $T = 0,1$ пс/км^{1/2};

L-сызықтың ұзындығы, $L = 30$ км.

Поляризациялық-режимдік дисперсияны есептеңіз

$$\tau_{\text{пмд}}(\lambda) = 0,547 \cdot 10^{-12}, \text{ с/км}^{1/2}$$

Шамасы аз болғандықтан τ , MD кең жолақты беріліс қолданылған кезде тек бір режимді талшықта көрінуі мүмкін

$$\tau_{\text{рез}} = 16.01 \cdot 10^{-12}; \text{ с/км}$$

сигнал (өткізу қабілеті 2,4 Гбит/с және одан жоғары) өте тар спектрлік сәулелену жолағы 0,1 нм және одан аз.

Алынған дисперсия тең болады

$$\tau_{\text{пмд}} = 0.547 \cdot 10^{-12} \text{ с/км}^{1/2}$$

Өткізу қабілеті ОК арқылы берілетін ақпарат көлемін анықтайды. оптикалық кабельдің өткізу қабілеттілігі дисперсияға байланысты, дисперсия неғұрлым аз болса, талшық арқылы ақпарат ағыны соғұрлым көп болады.

Өткізу қабілеті ОК арқылы берілетін ақпарат көлемін анықтайды. оптикалық кабельдің өткізу қабілеттілігі дисперсияға байланысты, дисперсия неғұрлым аз болса, талшық арқылы ақпарат ағыны соғұрлым көп болады. Өткізу қабілеттілігі дисперсиямен байланысты

Оптикалық кабельдің өткізу қабілеттілігін есептеңіз

$$W = 27480, \text{ МГц} \cdot \text{км}$$

3.3 Жүйенің энергетикалық қорын есептеу

Желіні жобалау оның бюджетін есептеуге негізделген. Мақсат-біздің талаптарымызды қанағаттандыра алатын ең тиімді жобаға ие болу. Оны іс жүзінде есептеу кезінде сіз келесі сызық параметрлерін анықтауыңыз керек:

- жарық көзінің шығыс қуаты;
- талшықтағы шығындар;
- оптикалық қосқыштардан, қосылыстардан, жалғау сымдарынан болатын шығындар;
- төзімділік.

Талшықты-оптикалық беру жүйесінің энергетикалық әлеуеті мына формула бойынша есептеледі

$$\mathcal{E}_{\Pi} = P_{\text{пер}} - P_{\text{пр}} \quad (3.31)$$

$P_{\text{пер}}$ - оптикалық сәуле қуаты, дБ;
 $P_{\text{пр}}$ – қабылдағыш сезімталдығы, дБм.

Бұл жағдайда желідегі таңдалған кодқа байланысты қуаттың орташа деңгейі келесі өрнек негізінде анықталады

$$P_{\text{пер}} = P_c - \Delta P \quad (3.32)$$

мұндағы P_c -оптикалық сигналдың орташа қуат деңгейі, дБм;

$N_{\text{гз}}$ коды үшін орташа қуаттың өзгеруі $\Delta P = 3$ дБ.
 Оптикалық сәулелену орташа қуат деңгейін есептейміз

$$P_{\text{пер}} = 5 - 3 = 2, \text{ дБм}$$

Сонда талшықты-оптикалық беру жүйесінің энергетикалық потенциалы тең болады

$$\mathcal{E}_{\Pi} = 2 - (-28) = 30, \text{ дБм}$$

Мультиплексор мен OADM модульдерінің шығындары

$$a_0 = n_{\text{mux}} \cdot \alpha_{\text{mux}} + n_{\text{oadm}} \cdot \alpha_{\text{oadm}} \quad (3.33)$$

мұндағы n_{mux} -мультиплексорлар саны, $n_{\text{mux}} = 1$;

n_{oadm} -OADM модульдерінің саны, $n_{\text{oadm}} = 6$;

MUX-мультиплексордың шығыны, $\text{MUX} = 4$ дБ;

α_{oadm} коэффициенті- α_{oadm} модулі енгізген шығындар, α_{oadm} коэффициенті = 1,3 дБ. Жабдықтың шығындарын есептейміз

$$a_0 = 11.2, \text{ дБ}$$

Арнадағы жалпы шығындар арақатынаспен анықталады

$$a_{\Sigma} = a_{\text{нс}} \cdot n_{\text{нс}} + a_{\text{рс}} \cdot n_{\text{рс}} + a_0 + a \cdot L_{\text{к}} \quad (3.34)$$

мұндағы $L_{\text{к}}$ -арнаның ұзындығы, $L_{\text{к}} = 30$ км;

өшулік, $\text{ша} = 0,2$ дБ / км;

$n_{\text{нс}}$ -ажыратылмайтын қосылыстар саны, $n_{\text{нс}} = 8$; PRS-ажыратылатын қосылыстар саны, $n_{\text{рс}} = 14$;

нс коэффициенті-ажырамас қосылыстардағы шығындар, NS коэффициенті = 0,02 ДБ / км;

рс-ажыратылатын қосылыстардағы шығындар, РС = 0,2 дБ/км.

Демек, арнадағы жалпы шығындар

$$a_{\Sigma} = 20.16, \text{ дБ}$$

Жүйенің энергетикалық әлеуетін ескере отырып, талшықты-оптикалық жолдағы рұқсат етілген шығындар

$$a_{\text{доп}} = \Delta_n - a_{\Sigma} \quad (3.35)$$

Талшықты-оптикалық трактінің рұқсат етілген шығындары

$$a_{\text{доп}} = 9,84, \text{ дБ}$$

Егер $\Delta_n > a_{\Sigma}$ теңсіздігі сақталмаса, онда l ұзындығын азайту Керекк, аз әлсіреумен ВОКТЫ таңдау, басқа жұмыс ұзындығына өту немесе үлкен қуатпен ПОМ таңдау немесе Пром сезімталдығын арттыру қажет. Алайда, РОМ және пром параметрлері неғұрлым жақсы болса, соғұрлым олар қымбатқа түсетінін және мұнда баға/сапа критерийін ескеру қажет екенін ескеру қажет.

Содан кейін регенерация аймағының ұзындығы болады

$$l_{\text{py}} \leq \frac{a_{\text{доп}}}{a} \quad (3.36)$$

Регенерация аймағының ұзындығын есептеңіз

$$l_{\text{py}} = 49.2, \text{ км}$$

Орал қаласындағы бастапқы және соңғы Станциялар арасындағы қашықтық 30 км болғандықтан, регенерация пунктін орнату талап етілмейді.

3.4 Жүйенің жылдамдығын анықтау

ОК түрін таңдауды жүйенің жылдамдығын есептеу және оны рұқсат етілген мәнмен салыстыру арқылы бағалауға болады. Рұқсат етілген өнімділік берілетін сигналдың сипатына, ақпаратты беру жылдамдығына байланысты және формула бойынша анықталады

$$t_{\Sigma} = \frac{\beta}{B} \quad (3.37)$$

мұндағы $\beta - nrz \beta = 0,7$ коды үшін сызықтық сигналдың (сызықтық кодтың) сипатын ескеретін коэффициент;

В-ақпаратты берудің қажетті жылдамдығы, $V=622-106$ бит / с.

Жүйенің рұқсат етілген жылдамдығын есептеңіз

$$t_{\Sigma} = 1,13, \text{ нс}$$

Жалпы күтілетін өнімділік ТОВЖ формула бойынша есептеледі

$$t_{\text{ож}} = 1.111 \sqrt{t_{\text{пер}}^2 + t_{\text{пр}}^2 + t_{\text{ов}}^2} \quad (3.38)$$

мұндағы $t_{\text{рег-РОМ}}$ өнімділігі, $t_{\text{рег}} = 0,5$ нс;

$t_{\text{пр}}$ -өнімділік ПРОМ, $t_{\text{пр}} = 0,2$ нс; $t_{\text{в-учаскенің}}$ ұзындығындағы импульстің кеңеюі

$$t_{\text{ов}} = \tau_{\text{рез}} \cdot l_k \quad (3.39)$$

мұндағы $t_{\text{рез-нәтижесінде}}$ талшықтың дисперсиясы, $t_{\text{рез}} = 16,01$ нс; l_k -арнаның ұзындығы, $l_k = 30$ км.

Осылайша, ТОВЖ жалпы күтілетін өнімділігі

$$t_{\text{ож}} = 0,8, \text{ нс}$$

Біз нәтиже алғандықтан: $t_{\text{ож}} = 0,8 \text{ NS} < t_{\text{доп}} = 1,13 \text{ NS}$, оптикалық кабельді таңдау дұрыс.

Өнімділік қоры айырмашылықпен анықталады

$$\Delta t = t_{\text{ож}} - t_{\Sigma} \quad (3,40)$$

Белгілі мәндерді алмастыра отырып, біз аламыз

$$\Delta t = 0,33, \text{ нс}$$

3.5 Сенімділікті есептеу

Сенімділік-қазіргі заманғы магистральдар мен байланыс желілерінің маңызды сипаттамаларының бірі. Сенімділіктің негізгі көрсеткіштері:

- x , сағат істен шығу қарқындылығы;
- t_0 сәтсіздігінің орташа жұмысы, сағат;

- теледидарды қалпына келтірудің орташа уақыты, сағат;
- дайындық коэффициенті K_g ;
- қалпына келтіру қарқындылығы M , 1 / сағ.

Сенімділік көрсеткіштерін есептеу мынадай рұқсаттамалар кезінде жүргізіледі: Магистраль элементтерінің істен шығуы кенеттен, бір-бірінен тәуелсіз болып табылады, олардың қарқындылығы бүкіл пайдалану кезеңінде тұрақты болады.

Сәтсіздіктердің қарқындылығы формула бойынша анықталады

$$X_{\Sigma} = nX_1 + LX_2 \quad (3.41)$$

мұндағы n -соңғы нүктелер саны, $n = 6$; L -сызық ұзындығы, $L = 30$ км;

X_1 - соңғы нүктенің істен шығу қарқындылығы, 1 / сағ;

X_2 -желілік-кабельдік құрылыстардың бір километрінің істен шығу қарқындылығы, 1 / км.

Кесте 3 . 4 – Сенімділік көрсеткіштері

Сенімділік көрсетіштері	ОРП	1 км ге кабель
Отказ интенсивтілігі	10^{-7}	$5 \cdot 10^{-8}$
Бұзылған жерді қалыпна келтіру уақыты	0,5	5,0

Содан кейін сызықтық жолдың істен шығу қарқындылығы

$$X_{\Sigma} = 2.1 \cdot 10^{-6}, \text{ ч}^{-1}$$

Отказға орташа наработка

$$T_0 = \frac{1}{X_{\Sigma}} \quad (3.42)$$

Отказ наработкасын есептейміз

$$T_0 = 476191, \text{ ч}$$

Жүйенің дайын болу уақытын мына формуламен есептейміз

$$K_{\Pi} = \frac{T_0}{T_0 + T_B} \quad (3.43)$$

мұндағы T_B – қалпына келу орташа уақыты, сағат.

Жүйенің дайын болуы мынамен анықталады

$$K_{\Pi} = 0.99998$$

Тоқтап қалу коэффициенті мына формуламен анықталады

$$K_{\Pi} = 1 - K_{\Gamma} \quad (3.44)$$

Тоқтап қалуды есептейміз

$$K_{\Pi} = 2 \cdot 10^{-5}$$

Қалпына келу интенсивтілігін есептейміз

$$M = \frac{1}{T_B} \quad (3.45)$$

Қалпына келу интенсивтілігін анықтаймыз

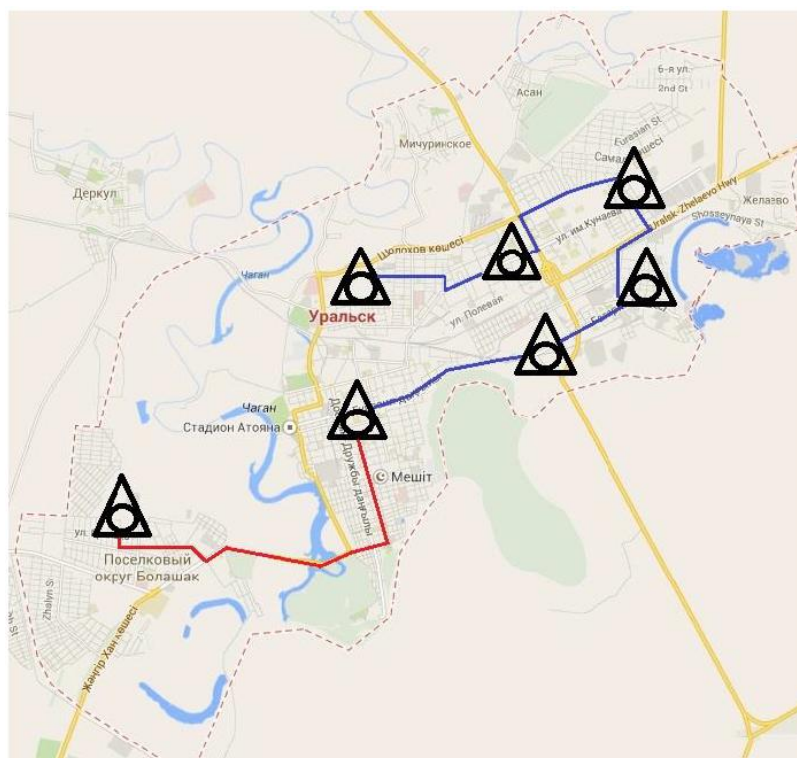
$$M = 0.2, \text{ ч}$$

Біз келесі уақыт аралықтары үшін (3.43) формула бойынша жұмыс істеу ықтималдығын анықтаймыз: $t_1 = 1$ сағат; $t_2 = 1$ күн = 24 сағат; $t_3 = 1$ ай = 720 сағат; $t_4 = 1$ жыл = 8640 сағат; $t_5 = 10$ жыл = 86400. Есептеу нәтижелері 3.5-кестеге енгізіледі.

Кесте 3.5 – Отказсыз жұмыс істеу ықтималдығы

Отказсыз жұмыс істеу ықтималдығы	Уақыт аралығы, сағат				
	1	24	720	8640	86400
P(t)	0,99999	0,99994	0,99848	0,98201	0,83406

3.4-суретте Орал қаласында CWDM желісін ұйымдастырғаннан кейін станциялардың орналасуын көрсетеміз.



3.1-сурет – Орал қаласында CWDM желісі

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада CWDM технологиясы негізінде Орал қаласында деректерді беру желісі ұйымдастырылды. Желіні жобалау мәселелері қаралды, жабдыққа талдау жүргізілді. Жабдықты таңдау жасалды CWDM STM-16 иерархиясымен үйлесімді.

Соңғы жылдары ақпарат алмасу адамның негізгі қажеттілігіне айналды. Жоғары жылдамдыққа, үлкен өткізу қабілеттілігіне деген қажеттілік әлемнің көптеген елдерінде қатты сезіледі. Оптика-үлкен көлемдегі ақпаратты жеткізудің ең жақсы шешімдерінің бірі.

Жобада жабдықты талдау және таңдау жүргізілді. Арналардың санын, берілу жылдамдығын, жүйенің энергия қорын және оптикалық талшықтың негізгі параметрлерін анықтау үшін есептеулер жүргізілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Скляров О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи. -М.: Солон-Р, 2001. - 296 с.
2. Сеилов Ш. Ж. Регулирование сектора телекоммуникаций РеспубликиКазахстан. - Алматы: Атамура,2004. – 183 с.
3. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. – М.: ТЕХНОСФЕРА,2003. – 330 с.
4. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологииипротоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 400 с.
5. Хакимжанов Е.Т13 Убайдулаев Р.Р. “Волоконно-оптические сети”. М.;Эко-Тренз,1998. – 200 с.
6. Елизарова Е.Ю., Сакабаева А.К. Направляющие системы электросвязи. Методические указания к выполнению курсового проекта. – Алматы: АУЭС, 2010. – 47с.
7. Банкет В.Л., О.В. Бондаренко Современные телекоммуникации.Технологии и экономика. - М.: ЭКО_ТРЕНДЗ, 2001. – 295 с.
8. Хакимжанов Т.Е. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. – Алматы,2006
9. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.:Энергоатомиздат, 1984.
10. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А.. Методические указания дляэкономической части выпускной работы. Алматы 2009.

Қосымша А

Mathcad бағдарламасының терезесі

The screenshot displays the Mathcad software interface with the following content:

Mathcad - [Untitled:1]

File Edit View Insert Format Tools Symbolics Window Help

Normal Arial 10 **B I U** $\frac{d}{dx}$ $\frac{d^2}{dx^2}$ ∞ \int_a^b

My Site Go \times_n \times^{-1} $|x|$ $f(x)$ M^x M^T $m..n$ $\delta \cdot \bar{v}$

$H_1 := 278096 \left(1 + \frac{1}{100}\right)^6 = 2.952 \times 10^5$

$m1 := 0.34 \cdot 40000 = 1.36 \times 10^4$

$m2 := 0.34 \cdot 43000 = 1.462 \times 10^4$

$m3 := 0.34 \cdot 37000 = 1.258 \times 10^4$

$m4 := 0.34 \cdot 45000 = 1.53 \times 10^4$

$m5 := 0.34 \cdot 60000 = 2.04 \times 10^4$

$m6 := 0.34 \cdot 70000 = 2.38 \times 10^4$

$m7 := 0.34 \cdot 33600 = 1.142 \times 10^4$

$n_{sp} := 0.05 \cdot 0.05 \cdot 1.3 \cdot \frac{87900 - 23800}{87900 + 23800} + 5.6 = 66.469$

$P := 56 \cdot 10^3 \cdot 0.04 \cdot 0.3 \cdot 111700 + 2 \cdot 10^6 \cdot 0.3 \cdot 0.09 \cdot 111700 = 6.107 \times 10^9$

$n_x := \frac{(6.107 \times 10^9)}{64 \cdot 10^3} = 9.542 \times 10^4$

$n_{os} := 2 \cdot 67 + 9542 + 3200 = 1.288 \times 10^4$

$n_m := \frac{12876}{30} = 429.2$

$S_{type} := 2.048 \cdot 430 = 880.64$

$S_x := 880.64 \cdot 1.5 = 1.321 \times 10^3$

Greek

α	β	γ	δ	ε	ζ
η	θ	ι	κ	λ	μ
ν	ξ	\omicron	π	ρ	σ
τ	υ	ϕ	χ	ψ	ω
A	B	Γ	Δ	E	Z
H	Θ	I	K	Λ	M
N	Ξ	O	Π	P	Σ
T	Y	Φ	\times	Ψ	Ω

Calculator

sin cos tan ln log

n! i |x| $\sqrt{\quad}$ $\sqrt[n]{\quad}$

e^x $\frac{1}{x}$ () \times^2 \times^y

π 7 8 9 /

$\frac{1}{\sqrt{\quad}}$ 4 5 6 \times

\div 1 2 3 +

:= . 0 - =

Trace Window - Untitled:1

Press F1 for help. AUTO NUM Page 1

А қосымшасының жалғасы

Mathcad - [Untitled:1]

File Edit View Insert Format Tools Symbolics Window Help

Normal Arial 10 B I U

My Site Go

$$n_1(\lambda) := \sqrt{1 + \frac{(1.55)^2 \cdot 0.69681388}{(1.55)^2 - (0.070555513)^2} + \frac{(1.55)^2 \cdot 0.40865177}{(1.55)^2 - (0.11765660)^2} + \frac{(1.55)^2 \cdot 0.89374039}{(1.55)^2 - (9.8754801)^2}} = 1.445$$

$$n_2(\lambda) := 1.445 \cdot (1 - 0.0003) = 1.4408$$

$$NA := \sqrt{1.445^2 - (1.4408)^2} = 0.11$$

$$NA^2 = 0.012 \quad 0.0121$$

$$v := 3.14 \cdot \frac{0.11}{1.55} = 1.783$$

$$\lambda_{orc} := 3.14 \cdot \frac{0.11}{2.405} = 1.149$$

$$w_1 := 8 \left[0.65 + 1.62 \left(1.783 \frac{-3}{2} \right) + 2.879 \left(1.783^{-6} \right) \right] = 11.36$$

$$A_{>\phi\phi} := \frac{11.36 \cdot 3.14}{4} = 8.918$$

$$\alpha_{\Sigma}(\lambda) := 0.113 + 0.061 + 9.059 \cdot 10^{-3} + 0.019 + 0.01 = 0.212$$

$$\alpha_{pac}(\lambda) := \frac{0.6 \cdot (1.445^2 - 1)}{1.55^4} = 0.113$$

$$\alpha_n(\lambda) := 8.69 \cdot \frac{3.14 \cdot 1.445 \cdot 10^9}{1.55} \cdot 2.4 \cdot 10^{-12} = 0.061$$

$$\alpha_{y\phi}(\lambda) := \frac{2}{10 \cdot \frac{1.55}{2154}} = 9.059 \times 10^{-3}$$

Greek

α	β	γ	δ	ε	ζ
η	θ	ι	κ	λ	μ
ν	ξ	ο	π	ρ	σ
τ	υ	φ	χ	ψ	ω
Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ
Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ
Ν	Ξ	Ο	Π	Ρ	Σ
Τ	Υ	Φ	Χ	Ψ	Ω

Calculator

sin	cos	tan	ln	log
n!	i	x	√	√ ⁿ
e ^x	1/x	()	x ²	x ^y
π	7	8	9	/
1/n	4	5	6	×
÷	1	2	3	+
:=	.	0	-	=

$$\alpha_{mk}(\lambda) := 10^{\frac{-21.9}{1.55} + 12.4} = 0.019$$

$$\alpha_{maxp}(\lambda) := -10 \cdot \log \left(1 - \frac{2.4 \cdot 1.445^2}{10^5 \cdot 0.11} \right) = 0.01$$

$$\tau_{pes}(\lambda) := \sqrt{(0.547 \cdot 10^{-12})^2 + (16 \cdot 10^{-12})^2} = 16.01 \cdot 10^{-12}$$

$$\tau_{xp}(\lambda) := 8 \cdot 10^{-12} \cdot 2 = 16 \cdot 10^{-12}$$

$$\tau_{min}(\lambda) := 0.1 \cdot 10^{-12} \cdot \sqrt{30} = 0.547 \cdot 10^{-12}$$

$$W(\lambda) := \frac{0.44}{16.01 \cdot 10^{-12}} = 2.748 \cdot 10^{10}$$

Trace Window - Untitled: 1

Press F1 for help. AUTO NUM Page 1

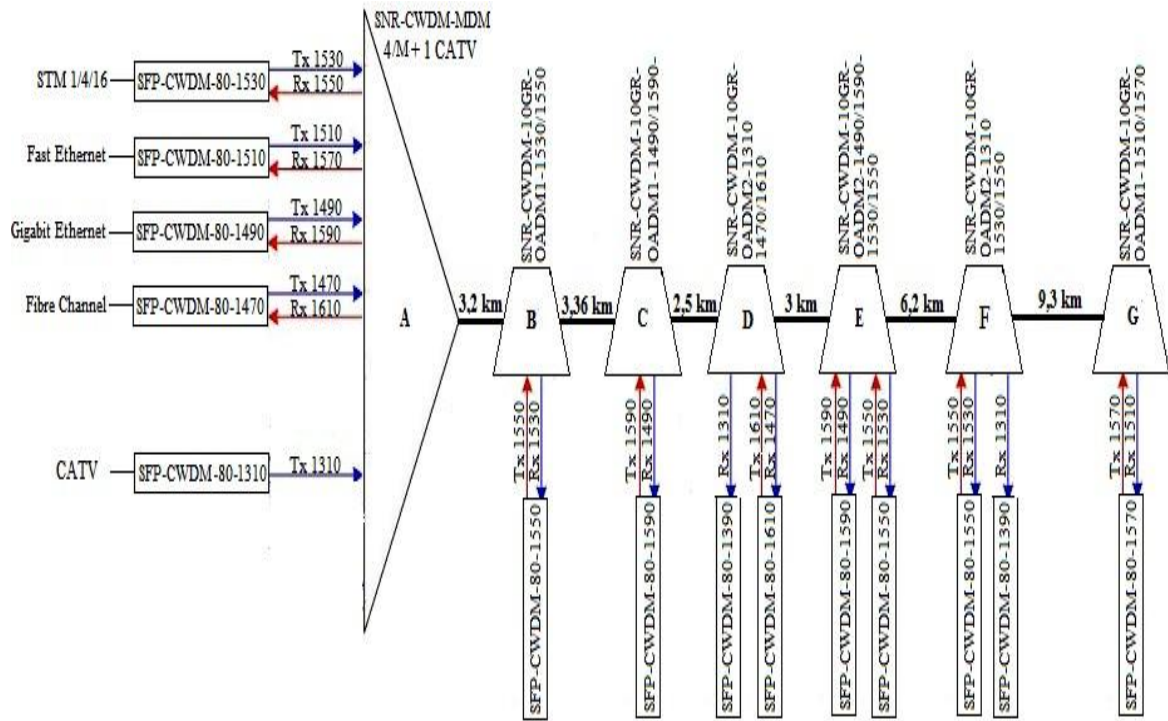
Б ҚОСЫМШАСЫ

ТКО ARM SM 2F кабелінің сипаттамасы

Параметр	Значение
Тип волокна	Одномодовое оптическое волокно ITU-T 652D LWP
Коэффициент затухания 1310 нм 1550 нм	0,34 дБ/км 0,2 дБ/км
Длина волны отсечки	1270 нм
Диаметр модового поля 1310 нм 1550 нм	9,3±0,5мкм 10,5±0,5мкм
Диаметр оболочки	125±1,мкм
Погрешность концентрического покрытия	0,80 мкм
Погрешность покрытия от круглой формы	1%
Диаметр покрытия	245±10 мкм
Хроматическая дисперсия 1330 нм 1550 нм	3,5 пс/нм.км 18 пс/нм.км
Длина волны нулевой дисперсии	1300-1322 нм
Наклон нулевой дисперсии	0,092 пс
Поляризационно-модовая дисперсия	0,2 пс/√км
Максимальная нагрузка при сжатии	4000 Ньютон/10 см
Максимальная нагрузка при растяжении Долговременная Кратковременная	1350 Ньютон 2700 Ньютон
Минимальный радиус изгиба, монтаж/эксплуатация	90/180 мм
Максимальная температура, монтаж/рабочая	(-20 ⁰ С +50 ⁰ С)/(-40 ⁰ С +60 ⁰ С)
Количество волокон	2
Тип волокна	Одномодовое G652D
Диаметр модуля	2,8 мм.
Количество модулей	1
Силовые элементы	Стальная проволока и стеклонити
Толщина оболочки	1,8 мм.
Диаметр кабеля	9,0±0,5 мм.

В қосымшасы

Орал қаласындағы CWDM желісін ұйымдастыру



РЕЦЕНЗИЯ
Дипломдық жұмыс

Әбдібай Аяжан Сәкенқызы

6B06201 - Телекоммуникация

Тақырыбына: «CWDM көмегімен ақпарат тарату».

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 56 парақ;
б) түсініктеме 5 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында кең жолақты CWDM көмегімен ақпарат тарату жақсарту мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады.

Бұл дипломдық жұмыста оптикалық байланыс жүйелерінің жағдайы және даму перспективалары қарастырылды.

Дипломдық жұмыста оптикалық лазерлердің, базалық құрылымы сызбасында студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

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 "жақсы" (85%) деген баға, ал студент Әбдібай Аяжан Сәкенқызы 6B06201 – Телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензент:

Ғ.Дәукеев ат.АЭЖБУ доценті,
PhD докторы

Ә.Ержан (қолы)

«20» 05 2023 ж.



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Әбдібай Аяжан Сәкенқызы

6B06201 - Телекоммуникация

Тақырыбына: «CWDM көмегімен ақпарат тарату».

Берілген бітіру жұмысында оптикалық байланыс технологиясымен байланыс жұмысын ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары таңдалды және талдау жасалады.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жұмыста CWDM кіру арналарын ұйымдастыру құру жолдары, импульстерді шығару мен күшейтуге арналған құрылғылардың құрылысы көрсетілген.

Оптикалық байланыс жүйесінің тиімділігін арттыру әдістері, артықшылықтары атап өтілді.

Энергетикалық қор, сенімділік есептелді.

Дипломдық жобаға 85 (жақсы) деген баға, ал студент Әбдібай Аяжан Сәкенқызы 6B06201 - Телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ӘЖІТ каф.аға оқытушысы,

техн.ғыл.магистры

Ибекеев С.Е.

(колы)

«29» 05 2023 ж.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Әбдібай Аяжан Сәкенқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: CWDM көмегімен ақпарат тарату

Научный руководитель: Серикбек Ибекеев

Коэффициент Подобия 1: 5.8

Коэффициент Подобия 2: 0.9

Микропробелы: 16

Знаки из других алфавитов: 27

Интервалы: 34

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 1.06.23г.

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагнаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Әбдібай Аяжан Сәкенқызы

Тақырыбы: CWDM көмегімен ақпарат тарату

Жетекшісі: Серикбек Ибекеев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 5.8

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.9

Дәйексөз (35): 1.2

Әріптерді ауыстыру: 27

Аралықтар: 34

Шағын кеңістіктер: 16

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 1.06.2023ж

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Әбдібай Аяжан Сәкенқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: CWDM көмегімен ақпарат тарату

Научный руководитель: Серикбек Ибекеев

Коэффициент Подобия 1: 5.8

Коэффициент Подобия 2: 0.9

Микропробелы: 16

Знаки из других алфавитов: 27

Интервалы: 34

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

1.06.2023 г.
Дата


Марсулан С.
проверяющий эксперт