ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Телекоммуникациялық желілер кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі Байконов А. С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____ 2016 ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: DWDM технологиясын қолдану арқылы Көкшетау-Бурабай аралығында ТОБЫ құрастыру
Мамандығы радиотехника, электроника және телекоммуникация
Орындаған Аубекенов Аиду Маратович Тобы МТС к-12-1
(Т.А.Ж.)
Ғылыми жетекшісі Кичкенбаева Алмагүл Тоқсейтқызы
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
Бауылов Бауыржан Бауылович
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «29» 05 2016 ж.
(қолы)

өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
Абилкенова Асем Алмагельдиевна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «20» 04 2016 ж.
(қолы)

есептеу техникасын қолдану бойынша:
аға оқытушы Жұмайық Ж.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «24» 05 2016 ж.
(қолы)

аға оқытушы Кичкенбаева А. Т
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «24» 05 2016 ж.
(қолы)

Нормобақылаушы: аға оқытушы Темірқанова Эльвира Кадылбековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «30» 05 2016 ж.
(қолы)

Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____ 201___ ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Телекоммуникациялық жүйелер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Дуйсенбеков Анвар Маратович
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы DWDM технологиясын қолдану арқылы Көкшетау-Бурабай арасындағы ТОБІН құрастыру

ректордың «19» 10 2015 № 119 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «05» 05 2016 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Жобаланушы аймақ - Көкшетау - Бурабай арасы. Трасса ұзындығы 91 км. Әрбір арнаның тұрақты жылдамдығы 10 Гбит/с. Қолданылатын кабельдің ұзындығы 6 км. Кабельдің жүктемесі ұзындығы 65 50 км. Оптикалық модуль түрі S7.

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

1. Жобаны ұйымдастыру аймағын сипаттамалары алу.
2. Технологияны, жобаланатын кабельдің, желі топологиясын кабіл төсеу трассасын таңдау.
3. Нұсқа сызығы регенераторларын аймақ ұзындығын, оптикалық-талшықтың негізгі сипаттамаларын
4. Нормаландыру мен экономикалық тиімділігін табу.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Қолданылатын кубіқтің принципті,
мультиплексорлық блок сұлбасы,
Топология сызбасы,
Лазер сұлбасы,
Шығынды экономикалық
көрсеткіштерінің графиті.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Павлов И. Н. DWDM жүйелері: ерекшеліктері және қолдану. "Нені және байланыс жүйелері", 2007.
Убайдуллаев Р. Р. Талшықты-оптикалық желілер.
Фриман Р. Талшықты-оптикалық байланыс жүйелері.
Слепов Н. Н. SDH синхрондық сандық желілері.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Бавыпов К.Б.	17.4-24.5.16	
ӨТБ	Бикенов А.А.	20.03-20.04.16	
Есептеу техн. бөлім	Шұғайыпов З.	19.10.15-24.05.16	
Жетекші бөлімі	Кичкенбаева А.Т.	19.10.15-24.05.16	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	ТОБА және айналу сипаттамалары	19.10.15-02.11.15	
2	Нәбдеуіштерді таңдау	02.11.15-02.12.15	
3	Арқа сығымы есептеу	03.12.15-31.12.15	
4	Регенераторлардың айналу уақытын есептеу	05.01.16-31.01.16	
		1.02.16-29.02.16	
5.	Апертура есептеу		
6.	Өткізу қабілетін	1.03.16-11.03.16	
	есептеу		
7.	Нозиттерді есептеу	12.03.16-25.03.16	
8.	Ұзын қорын есептеу	28.03.16-4.04.16	
9.	Энергетикалық қорын	5.04.16-18.04.16	
	есептеу		
10	Сигнал/шу қатынасын	19.04.16-29.04.16	
	есептеу		
11	MDM дәрежесін анықтау	2.05.16-6.05.16	
12	Сенімділікті есептеу	9.05.16-13.05.16	
13	Нұрландыру, ауа алмасу	16.05.16-19.05.16	
	нұрларінің есебі		
14.	Экономикалық тиімділікті	20.05.16-24.05.16	
	дәлелдеу		

Тапсырманың берілген уақыты «19» 10 2015 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к. проф. Байкенов А.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ аға оқ. Кучкенбаева А.Т.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы кабылдаған студент _____ Ауелбеков А.М.
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Берілген дипломдық жобада DWDM технологиясын қолдану арқылы Көкшетау – Бурабай аралығында ТОБЖ құрастырылды. Қазіргі таңда ең озық технологиялар қатарына DWDM технологиясын жатқызуға болады.

Жобада оптикалық кәбілдің өзара әсерін, талшықты-оптикалық байланыс желісінің трассасын, жүйе қуатының толық қоры есептелген.

Өміртіршілігі қауіпсіздігі бөлімінде өндірістік жарықты есептеу қарастырылған.

Аннотация

В данной дипломной работе была построена ВОЛС на участке Кокшетау – Боровое с использованием технологии DWDM. На данный момент технологию DWDM можно отнести к самым передовым технологиям.

В проекте было показано влияние оптических кабелей, трасса волоконо-оптической линии, а также расчитаны ресурсы системы мощности.

В отделе безопастность жизнедеятельности был рассмотрен расчет производственного освещения.

Annotation

In this work we built FOCL on the sector Kokshetau - Borovoye with using DWDM technology. Now DWDM technology can be attributed to the most advanced technologies.

The project has been shown to influence the optical cable route fiber-optic lines, as well as calculated power system resources.

In the department of life was considered bezopastnost calculation of industrial lighting.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Аймақтардың сипаттамасы, қолданылған технологияның шолуы 9
1.1 Аймақтың географиялық және экономикалық сипаттамасы 9
1.2 ТОБЖ-де пайдалынатын технологияны шолу 10
1.3 Технологияны, жабдықты, кабельді таңдау 15
1.4 Желі топологияны таңдау 27
1.5 Кәбіл төсу трассасын таңдау 27
2 Негізгі параметрлерді есептеу 29
2.1 Керек арна санын есептеу 29
2.2 Регенерациондық аймақ ұзындығын есептеу 32
2.3 Оптикалық талшықтың негізгі сипаттамаларының есептеуі 34
2.4 Апертураны есептеу 36
2.5 Оптикалық кәбілде өзара әсерлерін есептеу 38
2.6 Талшықты-оптикалық байланыс желісінің трассасын таңдау 40
2.7 Иерархия сатын және ағындардың топтық жылдамдық есептеу негізінде, мультиплексор түрун таңдау 40
2.8 Жобаланатын талшықты-оптикалық байланыс желінің өткізгіш қабілеттілігін анықтау 43
2.9 Оптикалық тракта жиынтық жоғалтуын анықтау 43
2.10 Жүйе қуаттың толық қорын есептеу 44
2.11 Энергетикалық қорын есептеу 44
2.12 Сигнна/шу қатынасын немесе регенерациондық аймақ ұзындығына бөлінетін қате мүмкіндігін анықтау 45
2.13 Беріліс оптикалық модуль (БОМ) шығуында оптикалық сәулеленудің беріліс қуат дәрежесін анықтау 45
2.14 МДМ (қабылдау оптикалық модульдің сезімділік шегі - ҚОМСШ) дәрежесін анықтау 45
2.15 Жүйенің тезқимылын анықтау 46
2.16 Сенімділікті есептеу 47
3 Өміртіршілік қауіпсіздігі 49
3.1 Қолданылған жабдықтардың сипаттамасы 49
3.2 Еңбекшарттарынсараптау 49
3.3 Өндірістік жарықты есептеу 51
3.4 Ауа алмасу мен вентиляция системасын есептеуі 54
3.5 Лазер сәулесідеңгейініңесебі. 57
4 Экономикалық бөлім 61
4.1 Жоба сипаттамасы 61
4.2 Ұйымдастыру жоспары 61
4.3Қаржы жоспары 62
4.4 Өндіріс жоспары 62
4.5 Жылдық пайдаланған шығындар 63
4.6 Табыс және экономикалық тиімділік 65

4.7 Инвестиция тиімділік көрсетіштерді есептеу 67
4.8 Нәтижелерін бағалау 69
Қорытынды
Әдебиеттер тізімі
А Қосымшасы
Б Қосымшасы
В Қосымшасы

Кіріспе

Соңғы жылдары ақпараттық үрдіс шартындағы мемлекет пен қоғам өмірін сапалы және жоғарғы жылдамдықты байланыссыз елестету мүмкін емес. Қазіргі заманда біздің қоғам ақпараттанудың екпінді үрдісімен сипатталады. Ол өткізу қабілеті мен ақпараттық желілердің икемділігі өскен кезде пайда болады, осыған қатысты, біздің алдымызда алыс қашықтыққа ақпараттың көптеген мөлшері және оның өңделуіне жоғары жылдамдықпен және жоғары дәрежеде ақпараттың растығы сияқты мәселелер тұрады. Көптеген мамандар ТОБЖ көмегімен магистралдық арналардың өткізу қабілетін арттыруды және Internet желісінде қарқынды түрде өсіп келе жатқан трафиктердің жіберуді көздейді. Ол үшін өндірушілер мен қызметті қондырушылар жіберу жылдамдығын артыру үшін әртүрлі технологияларды қолдануда. Алайда, ғылыми және техникалық прогресстердің арқасында нанометр деңгейіндегі арналарды мультиплексорлеу технологиясы қазіргі заманның жоғарғы талаптарына жауап бере алады. Магистральдық желі деңгейіне жіберілетін ақпараттың өсіп келетін көлеміне талшықты оптикалық байланыс желісінде қолданылатын технологияның көмегімен қарсы тұруға болады. Сондықтан байланыс құралын қамтамасыздандырушы заманауи ақпараттық желіні құру кезінде талшықты оптикалық кәбілдер жүйесін жиі қолданады. Бұл телекоммуникациялық магистральдардың ұзақтығын құру ретінде, сонымен бірге локалдық есептеу желісіне де қатысты. Қазіргі таңда ең озық технологиялар қатарына тығыз толқындық мультиплекстеуді DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) жатқызуға болады. Бұл технология оптикалық арналарда трафикті жіберу тиімдігін жоғарылату қабілеттілігін тудырады. Сонымен қатар, бұл технологиясының көмегімен барлық қажетті қызмет түрін қалайтын тұтынушылар үшін әр түрлі мәселелердің шешімі бола алады. DWDM технологиясы көптеген әртүрлі қабілеттерді қамтамасыз ете алады. Оның ерекшелігі ретінде, экономикалық көзқарас жағынан қарағанда да, шектелмеген жылдамдықты және шектелмеген әр түрлі трафикті жіберу қабілеттілігі зор. Қазіргі кезде бұл жабдық 80-ге дейін оптикалық арналарды қолданса, болашақта 300-ге дейін кеңейеді деп болжайды.

1 Аймақтардың сипаттамасы, қолданылған технологияның шолуы

1.1 Аймақтың географиялық және экономикалық сипаттамасы

1.1.1 Көкшетау қаласының географиялық және экономикалық сипаттамасы.

Көкшетау қаласы Ақмола обласында орналысқан және облысының ең үлкен қала болып табылады. Қопа көлдің жағалауында орналасқан. Көкшетау қаласының ауданы 400 км^2 болып табылады. Халық саны - 159488 адам. Көкшетау қаласы, барлық Ақмола облысы сияқты, UTC+6 сағаттық белдеуде орналысқан. Аймақтың климаты - шұғыл континентальды, өйткені қала материкте мұхиттардан алыс орналасқан, жылдық және тәуліктік температура жүресінде үлкен амплитудаларды шарттайды. Орташа жылдық температура 3 °C. Қыста температура -48,3 °C дейін төмендейді, ал жазда 41,7 °C дейін көтеріледі. Орташа жылдық желдің жылдамдығы - 5,3 м/с.

Көкшетау қаласында тамақ және жеңіл өнеркәсіп, машина жасау, металл өңдеу, химия өндірісі, металл емес бұйымдар өндіру, картон мен қағаз өндіру кәсіпорындары, жылу, электр энергиясын, газ және су тарату мекемелері бар. Қаланың ең ірі өнеркәсіп кәсіпорындары: алкогольді, алкогольсіз ішімдіктерді және минералды суларды өндіретін “Көкшетауминсуы” АҚ, алтын өндіретін “Васильков алтын” бірлескен кәсіпорны, оттектік тыныс алу аппараты, салмақ өлшеу техникасы, су шығынын есептеуіш аспабы, авиация техникасы агрегаттары мен тораптарын жасайтын “Тыныс” акционерлік қоғамы, әуе-ғарыш техникасындағы тіршілікті қамтамасыз ету жүйесіне арналған агрегаттарды өндіретін “Наука-Восток” акционерлік қоғамы.

Көкшетау қала ішінде теміржол вокзалы және оның қасында көлік вокзалы орналасқан. Кеңес периодта Қазақстан территориясында бірінші 1920-1922 жж. Петропавл - Көкшетау темір жол салынған. Ол Қазақстанның түпкі аймақтарды дамыту және астықты шығаруымен байланысты, ол 1926-1931 жж. Бурабайдан Қарағандыға дейін салынды, оның ұзындығы 700 км-ден асты. Ал автобус бағыттары Астанаға, Петропавлға, Қарағандыға және Семейге дейін барады, Тағы да олар Ресей қалаларға барады: Омбы мен Екатеренбургқа дейін. Қаланың шетінде, ел ішіндегі сапарларүшін қызмет ететін әуежай орналысқан.

2009 жылы өнеркәсіптік өндіріс көлемі 24 млрд. тг. құрды.

Көкшетауда "Оқжетпес" футбол клубы бар. Ол 1957 жылы құрылған.

1.1.2 Бурабай кентінің географиялық және экономикалық сипаттамасы.

Бурабай кенті Ақмола облысында орналасқан. Ол Бурабай көлдің жағаласында орналасқан. Бурабайда шипажайлар және балшықты су емханалары орналысқан.

Бурабайдағы халық саны 2012 жылы 5800 адам құрды. Бурабай ұлттық парктің ауданы 835 км^2. Бурабай кенті UTC+6 сағаттық белдеуде орналысқан. Аймақтың климаты - шұғыл континентальды, орташа жылдық температура

3°С. Қыста температура -48,3°С дейін төмендейді, ал жазда 41,7°С дейін көтеріледі. Орташа жылдық желдің жылдамдығы - 5,3 м/с.

Бурабай кенті Көкшетау қаласынан 95 км және Щучинск қаласынан 20 км ара-қашықтықта орналысқан. Оны "Қазақстан қазынасы" және "Қазақстандық Швецария" деп атайды. Бурабай ұлттық паркқа 14 үлкен көлдер орналасқан. Бурабай фаунасына 300 омыртқалылар түрлері, ал флорасына 800 өсімдіктер түрлері жатады.

Оның бойында Қазақстандағы жалғыз Астана - Щучинск автобан орналысқан.

Бурабай кентте 5 ұялы байланыс операторлары жұмыс істейді: Kcell, Activ, Beeline, Tele2, Altel.

1.1.3 Аралық елді мекендердің сипаттамалары

Ивановка - Зеренда ауданындағы ауыл, 244 адам тұрады.

Кенесары - Бурабай ауданындағы, Кенесары ауыл округіне кіретін ауыл, 1598 адам тұрады.

Баянбай - Бурабай ауданындағы, Кенесары ауыл округіне кіретін ауыл, 600 адам тұрады.

Ақылбай - Бурабай ауданындағы, Абылайхан ауыл округіне кіретін ауыл, 972 адам тұрады.

Озерная - Бурабай ауданындағы, Абылайхан ауыл округіне кіретін ауыл, 225 адам тұрады.

Щучинск - Бурабай ауданындағы қала, 45253 адам тұрады.

1.2 ТОБЖ-де пайдалынатын технологияны шолу

Қазіргі кезде, оптикалық талшықты беріліс орта секілді кең пайдалынатын үш ғаламдық байланыс желінің технологиялары бар: PDH - плезиохрондық цифрлік иерархия, SDH/SONET - синхрондық цифрлік иерархия және WDM - толқындық мультиплекстерлеу технологиясы. Бірінші екі технология (PDH және SDH) отандық желінде кең пайдалынады. WDM қымбатшылықтан және SDH технологиясының мүмкіншіліктері бітпегендіктен, онда қолданылмайды.

Оптикалық беріліс ортаны пайдаланатын басқа технологиялардан (FDDI, ATM және GBE - GigabitEthernet - гигабиттік Ethernet, біріншіден LAN-да қолданылады) соңғы екеуі ғана (ATM және GBE) LAN шектерден шықты және глобальді технология секілді қарастыруға басталды (біріншіден ол ATM-ге қатысты), WDM көлік технологиясымен берілетін, физикалық дәрежесінің интерфейсті пайдалану мүмкіншілік арқасында. Қазіргі кезде ВСС желіндегі WDM жүзеге асыру жоқтығын, және LAN технология секілді, қарастырылған технологиялардың сипаттау қатарының болуы еске алсақ, олар қарастырылмайды. Әрі қарай PDH және SDH технологияларды қысқаша және WDM технологиясын туралы толық қарастырамыз.

Уақытша мультиплексирлеудің сандық әдісін пайдаланған кезде мультиплексорды бірінші деңгейде берілу жылдамдығы 64 кбит/с жылдамдықпен, ОЦК (немесе DS0) кіріс сигналдары ретінде n x 64 кбит/с

жылдамдығы бар берілгендердің біріншілік сандық ағынын құрай отыра қолданады. Осылайша, Bell D2 жүйесі үшін қолымызда 24 х 64 кбит/с = 1536 кбит/с ақпараттық ағын бар. Нәтижесінде біріншілік ағын қайталанатын топтардан тұрады,олардың әрқайсысы фреймнің (немесе циклдың) құрылысына ие болады. Bell D2 жүйесінде T1 (1544 кбит/с) фрейм құрылады. Егер мультиплексирлеудің осы деңгейін m:1, l:1, k:1... типті мультиплексорды қолданатын кезектілік, каскадтық, екіншілік, үшіншілік мультиплексирлеу т.б. деңгейлер кестесінде біріншілік деп санайтын болсақ, онда берілудің сандық жылдамдықтарының әртүрлі иерархиялық жиынтықтарын немесе сандақ иерархия құрастырып шығаруға болады. Олар мультиплексирлеу немесе арналар тығыздалу процессін қажетті деңгейге жеткізуге мүмкіндік береді,ол деңгей кезекті каскадтар үшін талап етілетін DS0 (ОЦК) арналар санын m, l, k, ...мультиплексирлеудің әртүрлі коэффициенттерін таңдау жолымен шыға берісте береді.

SONET/SDH синхронды желілік технологиялары шыққанға дейін құрастырылған және енгізілген сандық желілер,шын мәнінде, асинхронды жүйелер болды, өйткені ішкі синхронизацияны орталық тірек көзінен пайдаланған жоқ. Оларда бит жоғалту (немесе олардың нақты локализациясының мүмкін болмауы) тек ақпарат жоғалтуға ғана емес, сонымен бірге синхронизация бұзылыстарына да алып келді.

Синхрондық желілерде барлық жергілікті таймерлердің орташа жиілігі нақтылығы 10^{-9} -тен жаман емес (мысалы DS3 үшін мүмкін болатын 0,045 бит/с жылдамдықты ауытқуды береді) орталық таймерді (көзді) қолданудың арқасында немесе бірдей (синхронды) немесе синхрондыға жақын (плезиохронды) . Бұл ситуацияда фреймдерді немесе мультифреймдерді теңестіру қажеттілігі онша жедел болып тұрған жоқ,ал теңестіру диапазоны айтарлықтай. Сонымен қоса, егер оның инкапсулирлеуші фреймі құрылысындағы осы фрагмент бастамасының нұсқаушыларын енгізсек, ағынның белгілі фрагментін (мысалы E1 арнасын) бөліп алу ситуациясы жеңілдейді. Нұсқаушыларды қолдану контейнер-тасымалдаушының ішкі құрылысын жеңіл құрастыруға мүмкіндік береді. Нұсқаушылардың кейбір буферде сақталуы (фреймнің немесе мультифреймнің бастамасында) және олардың қате коррекциялаушы кодтармен қосымша қорғанысы пайдалы жүктеме желісі (фреймнің, мультифреймнің немесе контейнердің) бойынша берілетін ішкі структураның тек қана сенімді локализация жүйесіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Көрсетілген тұжырымдар синхронды желілер қолданылып жүрген асинхрондыларға қарағанда басымдылыққа ие екенін көрсетіп отыр,олардың негізгілері мыналар:

- желінің жеңіл болуы, ол синхронды желіде барлығы бір енгізу-шығару мультиплексордың болуына байланысты,тікелей шығаруға (енгізуге) мүмкіндік береді,мысалы, STM-1 модулінің E1 (2 Мбит/с) ішке/сыртқа сигналы PDH мультиплексорларының тұтас “гирляндасын” алмастырады, оның орналасуы үшін орын мен құрылғыларды үнемдей отыра;

- желінің сенімділігі және өзін-өзі қалпына келтіруі, біріншіден желінің электромагниттік кедергілердің әсеріне ұшырамаған талшықты-оптикалық кәбілді пайдалануымен байланысты,екіншіден архитектура және желіні оңай басқару қорғанысты жұмыс режимін пайдалануға мүмкіндік береді,ал ол олардың біреуі зақымдалған жағдайда қас-қағым сәтте дерлік қосылатын сигнал жіберудің екі альтернативті жолын шығарады, сонымен қатар желінің зақымдалған түйінін айналып өту – осы желілерді өзін-өзі қалпына келтіруші желі етеді;

- желіні оңай басқару, ондағы айтарлықтай кеңжолақты басқару арналарының көп мөлшерлі санының болуымен және желілік және элементтік менеджмент деңгейлері бар жеңіл иерархиялық басқару жүйесінің болуымен байланысты;

- талап бойынша жіберу жолағын бөлу – бұрын тек ертерек (мысалы бірнеше күн бұрын) жоспарланған келісім бойынша жүзеге асырылуы мүмкін болатын, енді басқа арнаға (кеңжолақты) ауысу жолымен санаулы секундтарда беріле алатын сервис;

- кез-келген трафикті беру үшін түссіздік – трафикті беруге арналған виртуальды контейнерлерді қолдануға негізделген факт, ал ол трафик басқа технологиялардан, соның ішінде нағыз қазіргі технологияларды қоса: FrameRelay, IP, ISDN и ATM, құралған;

- қолданудың әмбебаптылығы – технологияны глобальды желілерді немесе глобальды магистральдарды құрастыру үшін де, сонымен қатар локальды желілер қатарын біріктіруші компактті сақиналы корпоративті желілер үшін де қолдануға болады;

- күштілікті өсірудің қарапайымдылығы – аппаратураны орналастыруға арналған әмбебап тіреуіш болған жағдайда келесі, иерархияның әлдеқайда жоғары жылдамдығына ауысу жай ғана жаңа (үлкен жылдамдыққа есептелінген) карт-блоктарды енгізумен жүзеге асырылады;

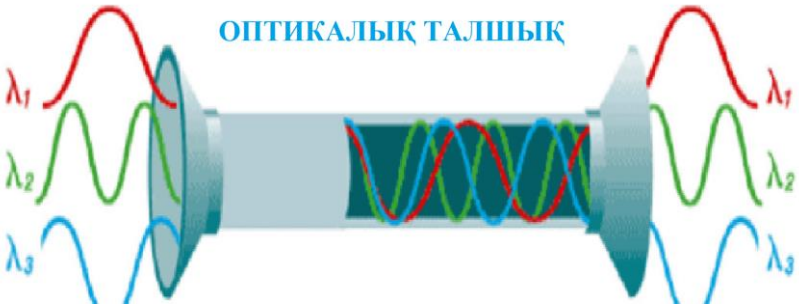
ТОБЖ-ны пайдалану кезінде қазіргі уақытта WDM/DWDM технологиясы кеңінен қолданылады. WDM – бұл арналардың спектрлі тығыздалуы (ағыл. Wavelenght-divisionmultiplexing, WDM, толқын ұзындығы бойынша бөлу арқылы мультиплексирлеу) – бір мезгілде бірнеше әртүрлі тасымалдаушы жиіліктердегі ақпараттық арналарды бір оптикалық талшықпен беруге мүмкіндік беретін технология.

WDM технологиясы арнаның өткізгіштік қабілетін айтарлықтай жоғарылатуға мүмкіндік береді (2003 жылы 10,72 Тбит/с, ал 2012 жылы 20 Тбит/с жылдамдыққа жетті), сонымен қоса ол бұрын енгізілген талшықты – оптикалық сызықтарды пайдалануға мүмкіндік береді. WDM-нің арқасында трафиктің екіжақты көпарналы берілуін бір талшықтың көмегімен ұйымдастыруға болады. DWDM-жүйелерінің артықшылығы – жоғары жылдамдықты сигналды өте алыс қашықтықтарға аралық пункттерді қолданбай беру мүмкіндігі. Бұл артықшылықтар берілгендерді аз халықты жерлер арқылы беру үшін өте қажетті.

Байланыс желілерінің өткізгіштік қабілетін жоғарылатуға қажеттілік жыл сайын еселенеді,және бұл темп алдағы он жылда баяулауы екіталай. Сонымен қоса, бұл қажеттілік барынша географиялық кең таралуда. Жеткізушілердің бағаларды түсіруі, телекоммуникациялардағы мемлекеттің монопольды жағдайының әлсіреуі және интернетті қолдануға деген әлсіремейтін қызығушылық тек қана берілу жылдамдығына деген сұраныстың артуына алып келеді. Бүгінгі күні DWDM технологиясы тәжірибеде өзінің сенімділігін көрсете отыра, өткізу жолағының ең жылдам және үнемді өсуін қамтамасыз етеді. Көптеген жағдайларда DWDM технологиясын пайдаланудың арқасында байланыстың оптикалық сызығының өткізгіштік қабілеті жүздеген есе жоғарылауы мүмкін.

Спектральды немесе оптикалық тығыздалу технологияларының мағынасы көптеген SDH бөлек сигналдарды бір талшықпен ұйымдастыру мүмкіншілігінде,ал сәйкесінше байланыс сызығының өткізгіштік қабілетін көп есе үлкейтуде.

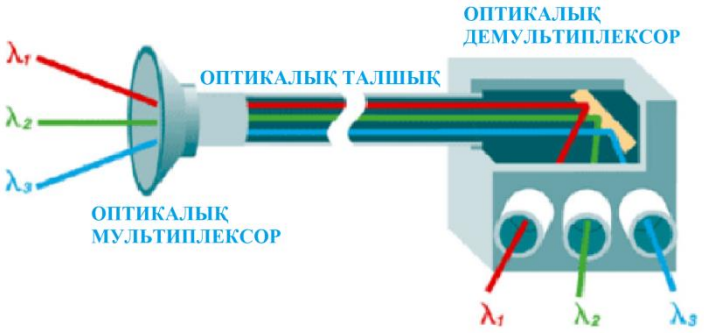
Бұл технологияның негізі 1958 жылы, талшықты оптиканың өзі пайда болғанға дейін салынған. Бірақ мультиплекстік жүйелердің алғашқы компоненттері жасалынғанға дейін 20 жылдай өтті. Алғашқыда олар лабораториялық зерттеулер үшін жасалынды, және тек 1980 жылы спектральды тығыздалу технологиясы (WavelenghtDivisionMultiplexing, WDM) телекоммуникациялар үшін ұсынылды. Ал бес жылдан кейін AT&T компаниясының зерттеу орталығында бір оптикалық талшықтан 2 Гбит/с – тан 10 арна құрғанда спектральды тығыздау тығыз технологиясы (DenseWavelenghtDivisionMultiplexing, DWDM) жүзеге асты. Бұл жағдай адам көзімен қарағанда жарық әр-түрлі түстен тұрады, оны шашып, қайта жинауға болады, дәл солай DWDM технологиясы бойнша берілетін жарықтар ағыны әр-түрлі толқын ұзындықтарынан тұрады (2.1 сурет).



1.1 Сурет - Жарық ағыны

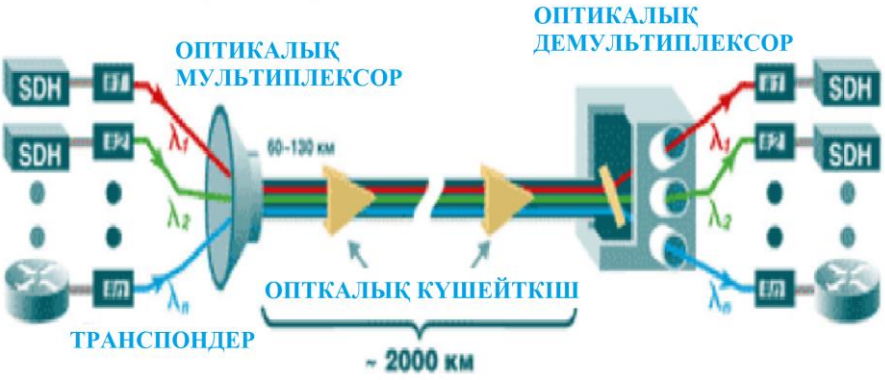
Демек бір талшық арқылы жүз шақты стандартты арна беруге болады. DWDM құрылымдық сұлбасы қарапайым. Бір талшықта бірнеше оптикалық арнаны ұйымдастыру үшін SDH сигналдарын «бояйды», яғни осындай сигналдың әрқайсысы үшін оптикалық ұзындықты алмастырады. «Боялған» сигналдар мультипликсатордың көмегімен араласады және оптикалық желіге беріледі. Соңғы бөлімде кері операция орын алады – «боялған» SDH

сигналдары топтық сигналдан бөлініп шығып, тұтынушыға беріледі. Көптеген толқын ағынынан бір талшықтан беру үшін DWDM технологиясы ерекше дәлдікті құрылғымен қамтамасыз етілген.



1.2 Сурет – DWDM принципшіл сұлба

Бір талшық арқылы көптеген толқындық ағындарды беру үшін DWDM технологиясы аса нақты құрылғылармен қамтамасыз етілгені айқын. Осылайша, стандартты лазер қамтамасыз ететін телекоммуникацияларда қолданылатын толқын ұзындығының қатесі DWDM жүйесінде талап етілетіннен шамамен жүз есе артық. Оптикалық талшықтан өту шамасы бойынша сигнал ақырындап сөнеді. Оны күшейту үшін оптикалық күшейткіштер қолданылады (1.3 сурет). бұл ақпараттарды 4000 км қашықтыққа дейін оптикалық сигналды электрлікке ауыстырмай ақ бере алады (салыстыру үшін , SDH –де бұл қашықтық 200 км-ден аспайды).



1.3 Сурет – DWDM жабдығы

DWDM-ның артықшылықтары көзге көрініп ақ тұр. Бұл технология талшықты-оптикалық арналардың өткізу жолақтарының кеңейтудің аса масштабты және рентабельді әдісін алуға 100 есе мүмкіндік береді.оптикалық сызықтардың өткізгіштік қабілетін DWDM жүйесі негізінде өсіруге болады, ақырындап желінің дамуы бойынша бұрыннан бар құрылғыға жаңа оптикалық арналарды қоса отырып.

Өткізу жолағының ені ақпаратты беру жылдамдығымен байланысты. Шығындар (сөну) сигнал беріле алатын қашықтықты анықтайды. Сигналдың берілу линиясы бойынша ауысуынан басқа, оның амплитудасы төмендейді. Бұл амплитуданың төмендеуі сөну деп аталады. Оптикалық кәбілде сөну жиілікке байланысты емес және белгілі жиілік диапазонында өте жоғарғы және тіпті қолданылмайтын жиіліктерге дейін тұрақты болып қалады.

Оптикалық талшықтардың электромагниттік сәуледен шығатын кедергілерге сезімталдығының жоқтығы мынаған байланысты, өйткені жарықтық сигналдар электромагниттік кедергілердің әсерінен бұзылмайды (ЭМН). Сандық берілу сигналдың қатесіз жеткізілуін қамтиды. ЭМН шашырандылары бастапқы сигналда ешқандай пиктің болмауы кезінде пиктің пайда болуына әкелуі мүмкін. Осылайша, оптикалық талшықтар сигналдардың бұзылыссыз берілуі үшін жаңа мүмкіндіктер ашады.

Оптикалық талшықтың салмағы мыс өткізгіштікіне қарағанда айтарлықтай төмен. мыстың ақпаратық көлеміндей талшықты-оптикалық кәбілдің салмағы аз,өйткені соңғысы линиялардың көп көлемін қажет етеді. Талшық диэлектрик болып табылады және ток өткізбейді. Оның қолданылуы ұшқын – және өрт қауіпсіздігі тұрғысынан қауіпсіз. Сонымен қоса, талшық найзағай тартпайды.

Талшықты-оптикалық кәбілдің сонымен қоса қауіпті орындарда қолданылуына болады, қауіпсіздікке байланысты мүлде кәбіл қолданылмаған жерлерде. Мысалы, талшықты тура жанармай бәгі арқылы орнатуға болады.

1.3 Технологияны, жабдықты, кабельді таңдау

1.3.1 Қолданылатын технологияны таңдау

Соңғы жылдарда әлемде магистральдардың өткізгіштік қабілетін арттыру және ақпараттың берілу сапасын жоғарылату мақсатында байланыс құралдарының әрі қарай шыңдалу процессі жүріп жатыр. Желілерде толқын ұзындығы бойынша (WDM) SDH- мультиплексирлеу және (DWDM) толқын ұзындығы бойынша тығыз мультиплексирлеудің жаңа технологияларының туып жатқанын бөліп көрсету керек. Бұл технологиялар магистральдардың өткізгіштік қабілетін оптикалық кәбілдің төсемелеріне қосымша шығындарсыз арттыруға мүмкіндік береді,ол бір оптикалық талшық арқылы бірнеше сандық ағындардың әртүрлі толқын ұзындықтарында бір ОВ түссіз терезесінде берілуіне байланысты. Бұл технологиялар байланыстың талшықты-оптикалық линияларында кең қолданылатын болды.

Жоғары жылдамдықты магистральды берілу линияларының өткізгіштік қабілетіне қажеттілік тоқтамай өсуде. Байланыс арналары арқылы берілетін трафиктің сипаты да өзгереді. Егер бұрын магистральды линиялардың жалпы жүктемесінің көп бөлігін телефондық трафик құраған болса, соңғы жылдары жаппай компьютеризациялауға және желілік ақпараттық технологиялардың дамуына байланысты трафиктің негізгі үлесі ақпараттарды беруге тиеді. Үлкен өткізгіштік қабілетке және ақпаратты берудің жоғары жылдамдығына жаңа технологияларды қолдану арқылы қол жеткізуге болады. Оптикалық

кәбіл ақпараттарды өте жоғары өткізгіштік қабілетпен жібере алады, өте жақсы трансмиссионнды сипаттарға ие, берілетін ақпараттардың жоғары сиымдылығына ие, өткізгіштік қабілеттің көбеюінің әрі қарай дамуы үшін потенциалға және электромагниттік және радиожиілікті кедергілерге тұрақтылыққа ие.

WDM жүйелері оптикалық талшықтың бір мезгілде әртүрлі толқын ұзындықтарындағы (түстердегі) жарықтарды біріккен интерференциясыз беру қабілетіне негізделген. Әр толқын ұзындығы талшықта бөлек оптикалық арна болып табылады. Бірнеше арнаны бір талшыққа біріктіріп, сосын оларды желінің қажетті нүктелерінде ерекшелеу үшін әртүрлі оптикалық әдістер бар. Бүгінгі күні WDM технологиясы бір талшық арқылы көрші арналар арасындағы толқын ұзындықтарының айырмашылығы бар жоғы нанометр үлесі болатын арналарды беруге мүмкіндік береді, бұл тығыз толқындық DWDM мультиплексирлеу деп аталады. WDM технологиясының дамуы коммерциялық желілерді жасауға жол ашты, оларда бөлек талшықтар арқылы жүзге жуық тәуелсіз оптикалық арналар беріледі, сонымен қоса сигналдардың берілуі екі бағытта бір және басқа оптикалық талшықта жүзеге асатын желілер жасауға жол ашты.

Дипломдық жобада ең негнзгң таңдалған технология - DWDM технологиясы.

1.3.2 Қолданылатын жабдықты таңдау

DWDM жүйесі жалпы жағдайда бір немесе бірнеше лазерлік таратқыштан, мультиплексордан, бір немесе бірнеше EDFA күшейткіштерден, енгізу-шығару мультиплексорынан, оптикалық кәбілден, демультиплексордан және фотоқабылдағыштардың сәйкес санынан, сонымен қатар берілетін ұзындықтарды қолданылатын байланыс протоколдарына сәйкес өңдейтін құрылғылардан және желілік басқару жүйесінен тұрады.

Көптеген алдыңғы қатарлы өндірушілерде DWDM-құрылғы бар, ол С-диапазонда(1530-1565 нм) 40 оптикалық арнаға дейін бір арнаның ені 100 ГГц болғанда немесе 80 оптикалық арнаны бір оптикалық арнаның ені 50 ГГц болғанда мультиплексирлеуге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда бір оптикалық арнаның максимальды сиымдылығы 10 Гбит/с (STM-64 дәреже) құрайды. L (1570-1605 нм) диапазонында оптикалық арналардың максимальды саны 160-қа жете алады арнаның ені 50 ГГц болғанда.

DWDM-құрылғыны 160 арнаға бір мезгілде қолданған кезде С және L (С + L) диапазондарында оптикалық кәбілдерге белгілі талаптар туындайды, ал нақтырақ айтсақ : С- және L-диапазондарында сөну шамамен бірдей болуы керек. Демек, осы диапазондарда сөнуі бойынша симметриялы сипаттамалары бар оптикалық кәбілдерді қолдану керек. Бұндай кәбілдер салыстырмалы жақында құрастырылды. Көптеген жағдайларда операторлар симметриялы емес сипаттамалары бар С- және L-диапазондарындағы кәбілдерді қолданады. Осылай, G.652 ұсынысының талаптарына сәйкес кәбілдер үшін көрсетілген диапазондарда сөну айырмашылықтары 0,02 дБ/км-ге жетуі мүмкін, оны бір күшейткіш аймаққа есептегенде 2 дБ-ге дейін айрмашылық береді. Бұл

жағдайда құрылғылардың орналасуының есебі үшін барынша үлкен сөнуді алу керек, ол таратушы құрылғыны жиі орнату қажеттілігіне алып келеді және соңында оның бағасын өсіреді.

DWDM жабдықтың 4 негізгі түйінді атап кетуге болады:

- оптикалық терминалдық мультиплексор (Optical Terminal Multiplexer - OTM);
- регенератор (Regenerator - REG);
- оптикалық күшейткіш (Optical Line Amplifier - OLA);
- кіру-шығу оптикалық мультиплексор (Optical Add Drop Multiplexer - OADM).

Оптикалық терминальды мультиплексордың негізгі түйіндері болып оптикалық мультиплексор (ОМ) және оптикалық демультиплексор (ОД) табылады. ОМ тарату бағытында жабыстырылған толқын ұзындықтары бар сигналдарды мультиплексирлейді, олар транспондерлердің шыға берісінде топтық сигналға құрастырылған, ал олар транспондерлерге беріледі.

Оптикалық регенератор топтық сигналдың формасын қалпына келтіру үшін, джиттерді басу үшін және сигнал/шум сәйкестігін жақсарту үшін қолданылады. Осы мақсатпен O-E-O (Optical-Electrical-Optical) жаңаруы қолданылады. Топтық сигнал REG-ке кіре берісте электрлік формаға өзгереді, сигнал формасының 3R-қалпына келуі келтіріледі, және одан әрі ол тағы оптикалық формаға ауысады. Регенератор back-to-back кестесі бойынша транспондерлер арқылы қосылған екі OTM-мультиплексорлер базасында құрылады. Бұндай конфигурация барлық оптикалық арналардың енгізу-шығаруын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Оптикалық күшейткіш сәйкесінше топтық сигналды оның формасын қалпына келтірместен күшейтеді. Ақпаратты үлкен қашықтықтарға тарату кезінде күшейткіштер эквалайзер функциясымен қамтамасыз етеді – оптикалық арналардың күштерін теңестіру. Қалалық жағдайларда эквалайзер функциясы қолданылмайды, және бұл күшейткіштің бағасын төмендетеді. Оптикалық күшейткіш DWDM құрылғысының (OTM-мультиплексормен және регенератормен салыстырғанда) арзанырақ түйіні.

Енгізу-шығару оптическалық мультиплексоры оптикалық күшейткіштің базасында құрылады, ол базаға пассивті оптикалық плата қосылады,ол плата фиксирленген толқын ұзындықтары бар оптикалық арналардың шектелген санын енгізу-шығаруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Ол сындыру индексінің периодты өзгерістері бар брэгговтік тор болып табылады, ол өзгерістер ультрафиолетті сәуле көмегімен жасалған оптоталшықты кәбілдегі кесінділердің арқасында жасалады. Брэгговтік торлар базасындағы OADM-мультиплексор 1 ден 12 ге дейінгі оптикалық арналардың енгізу-шығаруын жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Қалған арналар үшін күшейткіш есебінде жұмыс жасайды. Бұндай мультиплексордың OTM-мультиплексормен және регенератормен салыстырғанда негізгі артықшылығы – оның әлдеқайда төмен бағасы.

1.3.3 Қолданылатын жабдықтың сипаттамасы

DWDM жүйесін өндірушілер нарығының анализін жүргізе отыра және Қытайдың телекоммуникациялық нарығы әлемде екінші орын алатынын ескере отыра, проектіленуші магистраль үшін HuaweiTechnologies компаниясының DWDM - OptiXBWS 1600G оптикалық тарату жүйесін таңдаймыз. Әртүрлі халықаралық ұйымдар мен техникалық конференциялардың белсенді мүшесі бола отырып, HuaweiTchnologiesCo компаниясы шығарған барлық өнімдер Ltd., ITU-T ұсыныстарына толық сәйкес келеді.

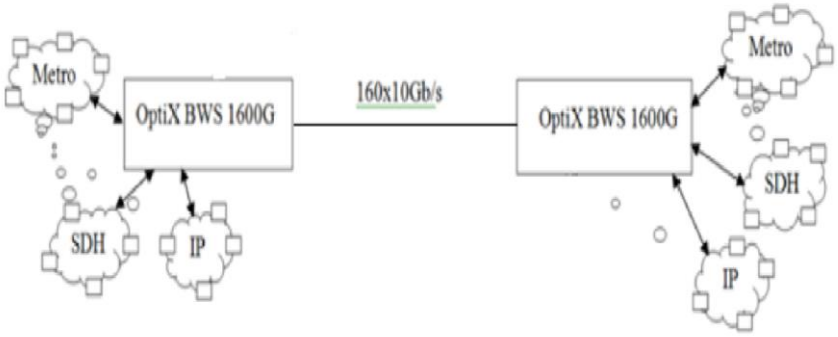
DWDM - OptiX BWS 1600G спектральдық тығыздалу оптикалық тарату жүйесі 160 толқын ұзындығы бойынша бір оптикалық талшық ішінде таратуды қамтиды, 1,6 Тбит/с ақпараттардың максимальды берілу жылдамдығымен. Әрбір арна 10 Гбит/с-ке дейін берілу жылдамдығын қамтиды. Бір оптикалық талшықтың өткізгіштік қабілетінің максимальды шеті 1600 Гбит/с-ке дейін жетеді. Бұған қоса, осы жүйе операторлар үшін ыңғайлы басқару платформасын, желінің өткізгіштік қабілетінің жеңіл және оңай кеңею мүмкіндігін ұсынады.

OptiX BWS 1600G жүйесі – бұл магистральдық деңгейдегі оптикалық тарату саласындағы Huawei компаниясы құрастырып шығарған жаңа буын өнімі,ол қазіргі уақыттағы осындай оптикалық тарату жүйелерінің даму деңгейіне толықтай сәйкес келеді және OptiX сериясының осыған дейінгі өнімдерінің барлық функционалды мүмкіншіліктерін толықтай алмастырды.

Конфигурацияның үлкен мүмкіншіліктерімен және қорғаныстың ыңғайлы әдістерімен үйлескен модульдік дизайн, OptiX BWS 1600G жүйесі оптикалық тарату жүйесінде негізгі роль ойнайды. Оптикалық талшықтың осыған дейінгі бар өткізгіштік қабілеті 10 Гбит/с -тен 1600 Гбит/с-ке дейін ұлғайтылуы мүмкін. Желі сиымдылығын кеңейтуді жүзеге асыру кезінде құрылғыны сөндірудің немесе қызметтерді таратуды үзудің қажеттілігі жоқ. Жай ғана жаңа құрылғыны енгізу керек немесе жаңа түйінді қондыру керек. Стандартты конфигурация кезінде OADM түйінін қосудың өзі жүйенің қалыпты қызмет атқаруына тиіспейді.

OptiX BWS 1600G жүйесінің негізгі тапсырмасы DWDM құрылғысының магистральдық деңгейде үлкен өткізу қабілетін қамтамасыз ету болып табылады. Сондықтан, желі құрастырудың ең ыңғайлы түрлері сақина және цепь топологиясы болып табылады.

OptiX BWS 1600G жүйесі нүкте-нүкте, цепь және сақина топологияларында қолданыла алады. Желінің магистральдық деңгейінде қызмет атқара отырып, осы жүйе ірі қалаларды қосады, оптикалық коммутациондық құрылғыдан, MAN DWDM құрылғысынан , SDH құрылғысынан және маршрутизаторлардан үлкен көлемді трафиктерді тарату мүмкіншіліктеріне ие. OptiX BWS 1600G жүйесінің оптикалық тарату желісінде орналасуы 1.4 суретте көрсетілген.



1.4 Сурет – Беріліс желіндегі OptiX BWS 1600G системасы

Huawei компаниясы оптикалық тарату құрылғыларының толық спектрін қамтамасыз етеді , OptiX 155/622H, OptiX 155/622, OptiX 2500+, OptiX 10G, OptiXMetro 3100, OptiXMetro 6100, OptiX BWS 320G, и OptiX BWS 1600G құрылғысын қоса. SDH (STM-1/4/16/64) Ақпарат таратудың әртүрлі жылдамдықтарымен , DWDM 320 Гбит/с и 1600 Гбит/с ақпарат таратудың магистральдық жүйелерімен және региональды MSTP –пен. Жүйелердің ерекшеліктері:

- көреген дизайн, барлық жабдықтарды SDH, ATM және IP дәстүрлі қызметтер біріктіреді;
- жабдықтардың үйлесімділігі, желідегі бар басқа жабдық түрлерге қосылуға мүмкіншілік береді;
- желілік басқару жүйесі SDH және DWDM желінің элементтерге кіру рұқсаты бар және басқаруға болады;
- желінің икемді кеңейтім;

OptiX BWS 1600G жүйесі жоғары жылдамдықты ақпарат тарату үшін арнайы құрастырылған.электрлік деңгейде мультиплексирлеу қызметін және төмен жылдамдықты қызметтің конвергенция функциясын қолдау қамтамасыз етіледі, ол өткізу жолағын қолданудың коэффициентін жақсартады. 1+1 оптикалық линия қорғанысының, активті/резервті 1+1 режиміндегі синхронизация қорғанысының қолдауы бар, 1:8 оптикалық толқын ұзындықты өзгеру платының қорғанысын қолдау бар.

EDFA күшейткіштерін қолдану тарату қашықтығын 640 км-ге дейін электрлік регенерация құрылғыларын қолданбай-ақ көбейтуге мүмкіндік береді. Raman және EDFA күшейткіштерін әртүрлі комбинацияларда қолдану күшейткіштің кеңжолақты теңестірілуін жүзеге асыруға және бір мезгілде жүйелік шуларды азайтуға,өз кезегінде жүйенің тарату қашықтығын үлкейтеді, мүмкіндік береді.

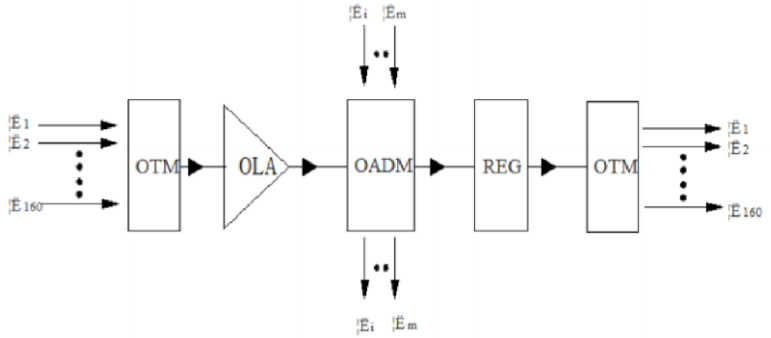
Оптикалық басқару арнасы 3 сенімді синхронизация тарату арнасын қамтамасыз етеді. Орнатылған оптикалық басқару арнасы оптикалық секцияның жұмыс параметрлерін басқаруды қамтамасыз етеді. iManager T2000 желілік басқару жүйесі мықты имитация функцияларын (моделдеу), толқын ұзындығы ресурстарының статистикалық анализін, трассировканы басқару және толқын ұзындығының арнасын өткізгіш ретінде басқаруды қамтамасыз

етеді. iManager (iMES) сарапшы жүйесі желі элементіне тәуелсіз орнатылған және жаңартылған болуы мүмкін. Апаттық ақпараттарды күшейту кезінде жұмыс параметрінің анализін, құрылғыны енгізуге және эксплуатациялауды және автоматтандырылған тестілеу функциясын ұсына алады.

Жеңіл орнату, техникалық қызмет көрсету және кеңейту, әр түрлі өндірушілер мен әр түрлі құрылғыларды біріктіру қамтамасыз етілген. OptiX BWS 1600G жүйесінің негізінде желіні ұйымдастыру кезінде «нүкте – нүкте» және «шынжыр» топологиялары кеңінен таралған.

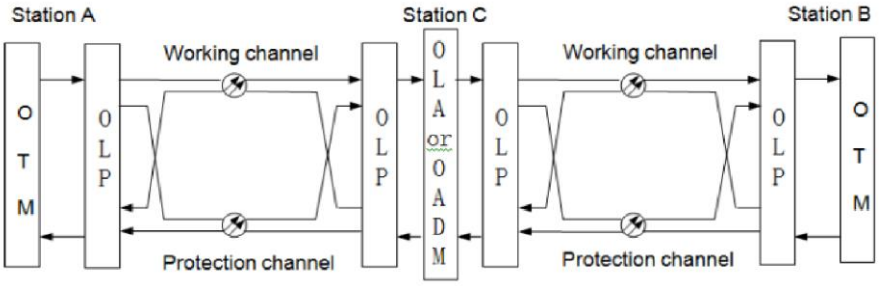
«Шынжыр» топологиясының негізінде құрылған типтік желі 1.5 суретте келтірілген. Кейбір арналардың қызметі OTM түседі, оның толқын ұзындықтары түрленеді, мультиплексирленеді және демультиплексирленеді. Желіге қойылатын талапқа сәйкес OLA оптикалық күшейткіші мен REG регенераторы берілу ара – қашықтығын ұлғайту үшін қолданылады. Егер екі OTM арналары арасындағы енгізу/шығару қажеттілігін жүзеге асыру туындағанда, оптикалық енгізу/шығару модулі қолданылады. Желі қорғанысы оптикалық деңгейде қамтамасыз етіледі немесе оптикалық толқын ұзындығын түрлендіру платасы үшін 1:8 қорғаныс қолданылады.

OptiX BWS 1600G OLP платасының көмегі арқылы желіге 1+1 қорғанысын қамтамасыз ете алады, 1.6 – суретте көрсетілген. Суретте екі оптикалық талшық бір оптикалық кабелде екі бағыттағы жұмыстық арна, ал басқа екінші оптикалық кабелдегі оптикалық талшық қорғаныс арнасы ретінде қолданылады. Жұмыстық арнада әлдеқандай істен шығу орын алғанда беріліс ағыны автоматты түрде OLP платасы арқылы қорғаныс арнасына қайта қосылады. Сондай – ақ құрылғы резервті арнадағы ақауды уақытында таба алады. Осылайша беріліс желісінің қорғанысы OLP платасының көмегі арқылы оптикалық деңгейде DWDM құрылғысы арқылы жүзеге асырылады.



OTM - оптикалық терминалдық мультиплексор; OLA - оптикалық желілік күшейткіш; OADM - шығу/кіру оптикалық мультиплексор; REG - регенератор

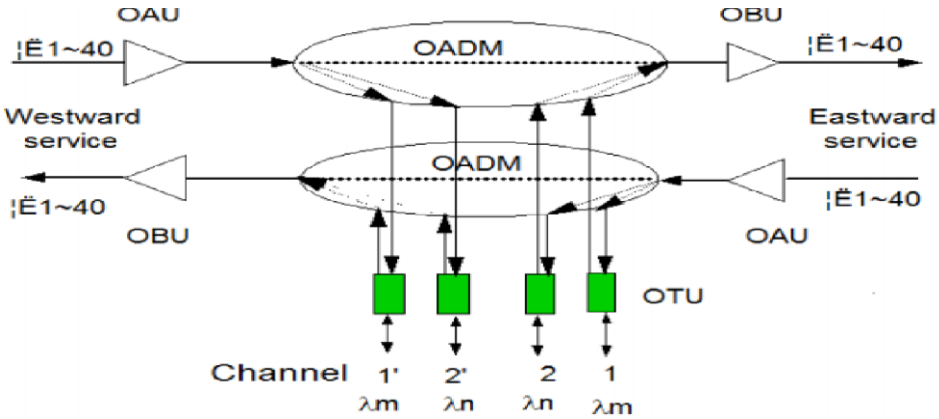
1.5 Сурет – "Шынжыр" топология негізінде желіні құрастыру



Protecionchannel - қорғауарнасы; Workingchannel - жұмысарнасы; OLP - оптикалық сызықтың қорғау блогі.

1.6 – Сурет OLP плата көмегімен 1+1 сызықты қорғау

Беріліс желілерін құру кезінде ең көп тараған топология шеңбер топология болып табылады. Бұл топологияда енгізу/шығару арнасын әрбір желі элементінде жүзеге асыру қажет. OptiX BWS 1600G жүйесінде бұл жағдайға OADM немесе MUX/DEMUX қолдану арқылы қол жеткізуге болады. Екі әдістің де функционалды диаграммасы 1.7 және 1.8 суреттерде көрсетілген.



OUT - оптикалық транспордердің блогі; OAU - оптикалық күшейткіштің блогі; OADM - кіру/шығу оптикалық мультиплексор; OBU - оптикалық күшейткіш-бустер

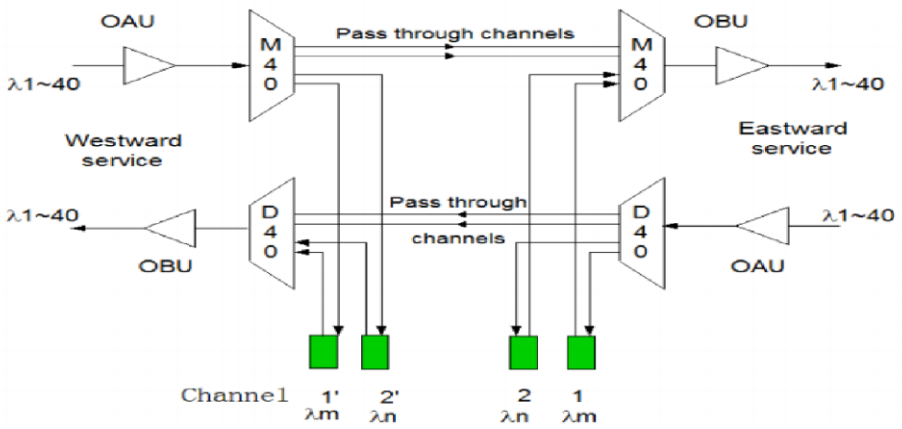
1.7 Сурет – OADM арқылы арналарды енгізу/шығару

1.7 және 1.8 суреттен OADM қолдану кезінде экономикалық эффектілі әдіс болып табылатын аз құрылғы қажет етілетіні көрініп тұр. MR2 платасы 100МГц өлшемде арналарды таратумен С – екі арнаның ағынын енгізу/шығаруды жүзеге асыра алады. OADM бір станциясы қарамағында максималды 8 MR2 дейін ие бола алады, мысалы 16 толқын ұзындығынаң ағындары жұп С – сызығынан және С – тақ сызығынан енгізіліп/шығарылған болуы мүмкін. Егер көп толқын ұзындығын енгізу/шығару қажет болса, онда OADM орнына MUX/DEMUX қолдану қажет. MUX/DEMUX арқылы барлық 40 арна 1.8 суретте көрсетілгендей енгізіліп/шығарылған болуы мүмкін, 4

мультиплексор/демультиплексор қолданылғанда барлық 160 арнаның ағыны С немесе L – сызыққа тәуелсіз енгізіліп/шығарылған болуы мүмкін.

OptiX BWS 1600G жүйесінің құрылымы. Орындалатын функцияларға байланысты DWDM құрылғысы келесі түрде салаланады: OTM оптикалық терминалды мультиплексор/демультиплексор, OLA оптикалық желілік күшейткіші, OADM енгізу/шығару оптикалық мультиплексоры және REG электрлік регенератор.

OptiX BWS 1600G жүйесі – қазіргі заманғы бұл өнім OptiX сериясының алдыңғы өнімдерінің барлық функционалды мүмкіндіктерін толықтай қабылдаған қазіргі уақытта оптикалық беріліс жүйесін дамыту деңгейіне толықтай сәйкес келетін магистралдық деңгейдегі оптикалық беріліс аумағына сәйкес келеді.



М40- 40-арналық мультиплексор; D40- 40-арналықдемультиплексор

1.8 Сурет – MUX/DEMUX қолдану арқылы арналарды енгізу/шығару

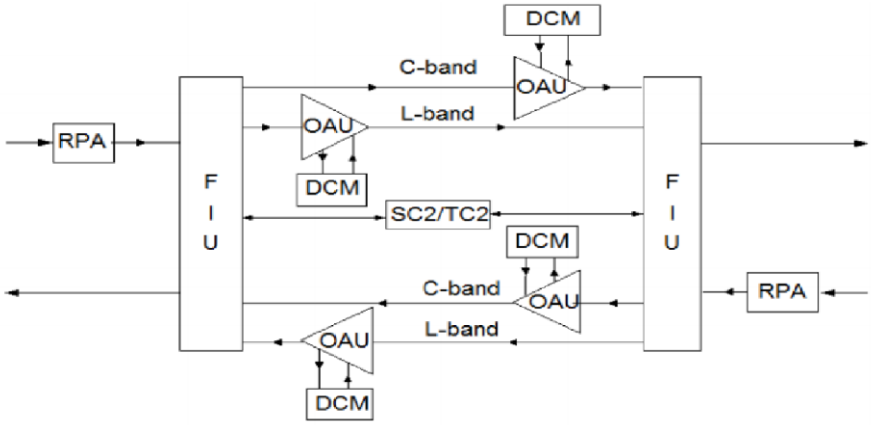
OTM құрылғысы барлық толқын ұзындығын енгізу/шығаруды жіберу, қабылдауды жүзеге асыра алады. Ол оптикалық транспондер блогынан, мультиплексор/демультиплексордан және күшейткіштен тұрады. OTU оптикалық транспондер блогы STM-64 (ITU-T G.691) кіріс сигналын DWDM (ITU-T G.692) сигналына түрлендіреді және оларды мультиплексорға жібереді. Мультиплексор бір оптикалық талшық бойынша ақпарат жіберу үшін арналарды 50 МГц таратып, 160 түрлі тармақталады. Қабылдау жағындағы әлсіз сигналдар күшейеді және мультиплексорға жіберіледі. Мультиплексорда бұл сигналдар 160 арнаға демультиплексорланады және OTU жіберіледі. OTU DWDM стандартты сигналдарын STM-64 сигналына түрлендіреді. OptiX BWS 1600G системасынаң L және С диапазондар үшін жұмыс жиілігі:

- С-тілкемі: 192,10ТГц - 196,05 ТГц (1529,16 нм - 1560,61 нм);
- L-тілкемі: 186,95 ТГц - 190,90 ТГц (1570,42 нм - 1603,57 нм).

OLA жабдығы DWDM оптикалық сигналдардың беріліс қашықтығын арттады.

Оптикалық сигнал күшеюінің есебінен дисперсия конпенсациясы және басқару арнасын жіберуге берілген құрылғы магистралды желілік беріліске қол жеткізуге көмектеседі.

Сигнал сапасының келесі жақсаруы үшін жіберу кезінде DWDM жүйесі жағында қабылданатын Raman күшейткіштері қолданылады. Raman және EDFA күшейткіштері жүйеде шудың болмауын қамтамасыз етуге де қолданылады. Үлкен ара – қашықтықта жіберу үшін OLA жеткілікті екені талқыланған. Алайда жарықты стохастикалық тарату кейбір жағдайларда үлкен қашықтықта жіберу кезінде полярланған дисперсияның әсері (PMD, polarizationmodedispersion) немесе бейжелілік, оптикалық шу, қуаттылықты жоғалту, дисперсияны аластату үшін бастапқы сигналдарды қалпына келтіру қажет.



RPA - RAMAN накачканың күшейткіші; DCM - дисперсия компенсацияның модулі; FIU - оптикалық интерфейс блогі; SC2, TC2 - екібағыттас оптикалық арналарды басқару

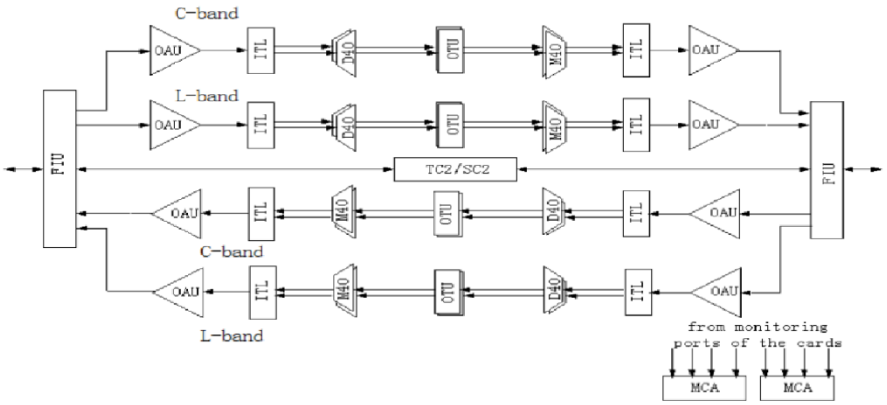
1.9 Сурет – Оптикалық сызықтық күшейткіш сұлбасы

Сигнал сапасын жақсарту және жіберу қашықтығын ұлғайту мақсатында оптикалық сигналды қайта қалпына келтіру жолымен жіберу жылдамдығын ұлғайтатын REG регенераторы қолданылады (1.10 сурет). Оптикалық басқару арнасының дисперсиясының компенсация блогымен әсерлесе отырып REG мультиплекстік секцияның таралу қашықтығын үлкейтеді. REG 3R функциясын қолданады,яғни сигналдар формасының бастапқы қалпына келуін орындайды,тактілік интервалдардың қалпына келуін және сигналдардың регенерациясын орындайды.

Оптикалық OADM (1.11 сурет) енгізу/шығару мультиплексоры енгізу/шығарудың оптикалық мультиплексирленуін жүзеге асырады. Ол 16 арна ағынының бір желі элементіндегі енгізу/шығаруын орындай алады.

FIU платасы негізгі тракттің және оптикалық бақылау арнасының мультиплексирленуін және демультиплексирленуін орындайды.

Тарату бағытында FIU оптикалық бақылау сигналын негізгі трактке енгізуді жүзеге асырады; қабылдау бағытында FIU негізгі тракттен оптикалық бақылау сигналдарын бөледі.



ITL - импульстік сигналдардың уақытша тығыздағыш; MCA - талдағыш спектрінің көпарналы блогі; frommonitoringportsofthecards - платалардың мониторинг порттардан

1.10 Сурет – Регенератордың сұлбасы

1.3.4 Талшықты-оптикалық кәбіл таңдауы

ITU-T G.983 ұсынысының талаптарына сәйкес магистраль құрылысы үшін G.652 типті бір модолық оптикалық талшықтары бар кәбілдер немесе олармен сәйкес келмейтіндер қолданылуы керек (мысалы, G.657A).

Әртүрлі аймақтарға (магистральдық, бөлуші, абоненттік) және әртүрлі жағдайларда (канализацияларда, тіреуіштердегі ілгіш, абоненттер ғимараттарында) төселетін оптикалық кәбілдер қолданылатындықтан, кәбілдердің конструкциясы да бұл желі үшін айтарлықтай қатты өзгеруі мүмкін.

Кәбілдердің конструкциясы біріншіден, кәбіл төсеудің жағдайларымен (грунтке төсеу, в кәбілдік канализацияға, тіреуіштерге ілу,ішкі арналарға төсеу және бағандарға, ғимараттарға, т.с.с.), сонымен қатар талшықтардың қажетті санымен анықталады.

Бұл жерде қысқаша айта кетеміз, талшықтар саны 12...24 ке дейін болғанда экономиялық тұрғыда біртүтікті жүрекшесі бар (UT типті) кәбілдерді пайдаланған дұрыс, ал саны көп болған жағдайда модульді жүрекшесі барды (LT типті) қолданған дұрыс. Кәбілді жерасты төсеу кезінде кеміргіштерден (әдетте – болат горфирленген лентадан жасалған қорғаныш) және ылғал тиюден (жалпақ полиэтиленді қабық, ылғалдан қорғаушы барьер, жүрекшені гидрофобты толтыру) қорғаныш болған өте маңызды, сонымен қатар созушы күштерден, кездейсоқ механикалық зақымданулардан және басқа факторлардан қорғаныш болған өте маңызды. Ілгіш оптикалық кәбілдер үшін созғыш күштерге (тасушы тросстың іріктеушілерімен немесе басқа күштік элементтермен қамтамасыз етіледі) және температура тұрақсыздығына (негізінен,материалмен және сыртқы қабық конструкциясымен қамтамасыз етіледі) деген мықтылық өте маңызды болып табылады. Бөлме ішіне төселетін кәбілдерге деген негізгі талаптарға жатады: өрттің таралмауы (өрттік қасиеті жоқ қабықтар қолданылады) және ыңғайлылық , сонымен қатар жеңіл болуы,

кездейсоқ соққылардан, созылулардан, айналулардан, қысылулардан қорғаныш.

Магистральді жұмыспен қаптамасыз ету үшін және дамуын есепке алуымен, "LucentTechnologies" талшықты-оптикалық кәбілді компанияның λ = 1550 нм толқын ұзындығында жұмыс істейтін, 8-талшықты кәбіл келеді. Кәбіл 8-талшықты, яғни бір бағытта төрт талшық және кері бағытта төрт талшық.

Таңдаған кәбілдің сипаттамалары:

- 1-8 бірмодалы талшықтар;
- жұмыс толқын ұзындығы 1550 нм;
- металлды емес орталық элемент;
- SZ түрлес бұра оптикалық модуль;
- бостық және оптикалық модульдер гидрофобтық материалдармен толтырылған;
- ішкі қорғау болаттан жасалған гофрленген лентадан жасалған;
- сыртқы қабықша полиэтиленден жасалған;
- кәбілдік канализацияда төсеуге жарамды;
- ұйғарынды созылу қуаты (статистикалық) - 1,5-4,2 кН;
- ұйғарынды созылу қуаты (динамикалық) - 2,4-6,4 кН;
- ұйғарынды езгілеу қуаты - 0,4 кН/см;
- кәбілдің максималды сыртқы диаметр - 14,4-23,9 мм;
- 1 км кәбілдің максималды салмағы - 205-550 кг;
- пайдалану температурасы - 40+50 °С;
- пайдалану мерзімі - 35 жыл;

Кәбілдің оптикалық сипаттамалары 1.1 кестеде көрсетілген.

Талшықты оптикалық кәбілдің қабықшамен салыстырғанда жоғарырақ сыну коэффициенті бар жүрекшесі SiO_2 ден (кремний қос тотығы) және GeO_2 (германий қос тотығы) қоспасынан тұрады.

Талшықты жабуға арналған материал SiO_2 (кремний қос тотығы). Негізгі жапқыш – апоксиакрелат. Ол әртүрлі модульдердің екі қабатында қолданылады. Ішкі қабық сыртқыға қарағанда жұмсақтау. Бұл әйнекталшықты микроиілулер кезіндегі шығындардан және образивті бұзылыстардан қорғайды. Негізгі жапқыштың өлшемі 250мкм 15мкм-ді құрайды. Негізгі жапқыш жапқышты алуға арналған механикалық инструменттердің көмегімен оңай алынады. Ешқандай жапқышты алуға арналған химиялық құрамдар қажет етілмейді.

Талшық буферлік түтік деп аталатын оптикалық модульде орналастырылады.

Буферде бір немесе бірнеше талшықты орналастыруға болады; талшықтар түтікте еркін жатады, статистикалық түтіктің ортасында. Буфердің оралымының арқасында аса созылғыштық шамамен 0,3–0,5%-ды құрайды. Бұл егер кәбілге созылғыш күш қолданылса, ал осы жерден жүрекшеге де, кең диапазондағы салыстырмалы ұзаруы талшықтың жүктемесіне әсер етпейді, және сөнудің ұлғаюы байқалмайтын болады дегенді білдіреді.

1.1 Кесте – ОКЛСт - 01-6-8-10/125-0,36/0,22-0,5/1-1,0 түрлес кәбілдің оптикалық сипттамалары

Сипаттамасы	Параметрлері
Модалық өріс дақтың диаметрі (1550нм)	10,5мкм ± 1,5мкм
Төсемі бар талшықтың диаметрі	125мкм ± 2мкм
Модалық өріс дақтың концетрация қателігі	≤1мкм
Төсемнің дөңгелек еместігі	≤2%
Сыну коэффициентінің профилі	N_1қадамды
Түрі	N_2 согласующее покрытие
(1550нм) үшін өзегінің сыну көрсеткіші	1,4681
Сандық апертура	0,13
Талшықты кәбіл толқынның критикалық ұзындығы	≤1250нм
1550нм кезіндегі өшуі	≤0,22дБ/км
1550нм кезіндегі дисперсия	0,5÷1пс/ (нм·км)

1.2 Кесте – ОКЛСт-01-6-8-10/125-0,36/0,22-0,5/1-1,0 түрлес кәбілдің техникалық сипаттамалары

Параметрлері	Мәні
Талшық саны	4–24
Диаметр шамалы (мм)	14,4
Салмағы, шамалы (кг/км)	205
Иілістің минималды радиусы (мм) монтаж кезінде қосылған түрде	 300 200
Созылуға төзімділік (мПа) Қысқаша мерзім (монтаж кезінде) Ұзақ мерзім (жинастырылған)	 2400 1500
Сығылысу кезіндегі қуат/езгілеу қуат кезінде (толық өшу реверсивтік арттуы) (Н/10см)	 4000
Ұруға кедергісі (толық өшу реверстік арттуы) (импульстар)	50
Жұмыс температура диапазоны (С)	–50...50
Монтаж кезіндегі температура диапазоны (С)	–10...50

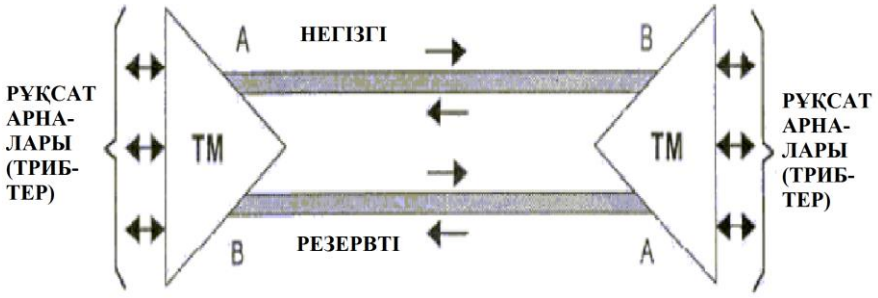
Буферлік түтік әдісі сонымен қатар температура тұрақсыздықтарынан кәбілдің қысылу немесе кеңеюі жағдайында қолданылады. Структура сонымен қатар көлденең қысылуға қорғаныс ретінде де жақсы. Кекілік бағытының кезектесуі бар SZ –оралым қолданылады. SZ оралым кезінде оның бағыты белгілі айналымдар санынан кейін өзгереді, сондықтан оралатын элементтер кәбіл осі бойымен алдымен S формасын, кейін бағыт ауысқаннан кейін Z формасын бейнелейді. Бағыттың ауысу нүктесінде олар кәбіл осіне

параллель жатады. SZ оралым кезінде айналатын элементтердің тартымдылығының әсерінен, оларды дұрыс айналу жағдайында ұстап тұру үшін олардың айналасына жабысқақ лентаны жабыстыратын спиральдерден қою керек.

1.4 Желі топологияны таңдау

Тапсырылған трасса үшін «нүкте-нүкте» топологиясы көбірек қолданылады. Өзінің қарапайымдылығына қарамастан, дәл осы базалық топология жоғары жылдамдықты магистральды арналар (STM-4, STM-16, STM-64) арқылы ақпараттардың үлкен ағынын тарату кезінде кең қолданылады.

ТМ терминальды мультиплексорлерінің көмегімен А және В түйіндерінің қосылысы SDH желісі ұйымының қарапайым мысалы болып табылады. Негізгі және резервті (электрлік немесе или оптикалық) агрегаттық шығулар 1+1 типті резервтеу жүйесін құрастырады. Негізгі арна жауап бермеген жағдайда желі автоматты түрде резервті арнаға ауысады.



1.11 Сурет – "Нүкте-нүкте" топологиясы, ТМ терминалдымультиплексорларды пайдалану арқылы істеленген

"Нүкте-нүкте" топологияны резервациямен, "шығыршық" топологияның жеңілдетілген вариант секілді қарастыруға болады.

1.5 Кәбіл төсу трассасын таңдау

Талшықты-оптикалық кәбіл төсеу трассасын таңдау кезінде барынша оптимальды вариантын таңдау керек.сызықтық құрылыстар әлдеқайда қымбат және байланыс желісінің күрделі бөлігі болып табылады,сондықтан трассаны келесі критерийлерге қарап отырып таңдайды:

- ақырғы пункт арасындағы минималды қашықтық;
- құрылыс кезінде жұмыс көлемін ең аз істеу;
- құрылыстарды пайдалану ыңғайлығы және олардың жұмыс сенімділігі;

Оптикалық кәбілді (ОК) төсеу технологиясында байланыстың электрлік кәбілдерін төсеудің технологиясымен көптеген ұқсастықтар бар. ОК төсемелерінің спецификасы болып кәбіл иілімі көлеміне шектеу және түсірілетін механикалық жүктеменің деңгейі табылады. Жүктеменің шамадан

асып кетуі алдағы уақытта оптикалық линия жұмысында жауап бермеудің себебі болатын ОК үзілуіне немесе талшықтың дефектілеріне алып келуі мүмкін.

ОК төсемесі кәбілді канализация арналарында, грунтта ОК-ны электртаратқыштың ауалық линияларының тіреуіштеріне ілу жолы арқылы немесе темір жолдардың контактті желілері арқылы, сонымен қоса ғимараттардың қабырғалары арқылы және бөлмелердің ішінде жүргізіле алады.

ОК төсемесінің трассасы соңғы пункттердің орналасуымен анықталады. Трассаны таңдау кезінде ескерілетін барлық талаптар үш негізгіге біріктіріледі: құрылысқа минимальды капитальды шығындар; минимальды эксплуатационды шығындар; қызмет көрсету ыңғайы.

Айтылғандардан кәбіл оңай қолжетімді жерлерге салынуы керек екені түсінікті,бірақ оған зиян келтіре алатын заттар мен механизмдерден жеткілікті қашықтықта.

Ережеге сай , кәбілді магистральды автомобиль жолдарының бойымен салады – бұл құрылыстық жұмыстарды және адамдар мен құрылғылардың төсеу орнына транспортировкасын жеңілдетеді. Автомагистральды трассалар болмаған жағдайда облыстық және жергілікті маңызы бар автомобиль жолдарының бойымен немесе бөлек жағдайларда, темір жолдардың бойымен проектілейді. Автомобиль және темір жолдары болмаған жағдайда ОК трассалары ауылшаруашылық емес жерлер арқылы немесе сапасы нашар ауылшаруашылық жерлер арқылы немесе орманды алқаптар арқылы, су кету мүмкін жерлерді,апандарды,кеміргіштер көп орналасқан зоналарды айналып өтуі керек.

ОК трассасын таңдау кезінде бұрыннан бар жер асты коммуникациялардың бар-жоғы ескеріледі.

Талшықты-оптикалық кәбілді төсеу үшін Көкшетау қала және Бурабай кенті арқылы өтетін арақашықтығы 90 км-ді құрайтын магистраль таңдалды. Проектіленетін трасса Ивановка, Кенесары, Баянбай, Ақылбай, Озерная ауылдары және Щучинск қалала арқылы өтеді. Барынша қысқа және тік сызықты траектория бойынша шеткі пункттерді қосатын трасса таңдалды.

2 Негізгі параметрлерді есептеу

2.1 Керек арна санын есептеу

Көкшетау – Бурабай аймағы үшін араналар саны осы мекендерде тұрып жатқан халық санына байланысты есептеледі, сонымен қатар халықтың өсуін ескеру керек. Көкшетау қаласында, 2015 жылғы санақ бойынша – 159,5 мың адам, Бурабай кентте – 5800 адам.

Осылайша, осы мекендердегі халық саны анықталады, сонымен қатар айналасындағылардың да орташа өсуді ескере отыра:

$$H_\tau = H_0*(1 + \frac{\Delta H}{100})^\tau \text{адам}, \qquad (2.1)$$

мұндағы H_0 - халық санақ кездегі тұрғындар саны, адам;

ΔH - бұл аймақтағы орташа жылдық халық өсуі, %, ((2-3)% алынады);

t - қазіргі жыл мен санақ болған жылдың арасындағы мерзім, жыл.

Перспективті жобалау жылы осы жылмен салыстырғанда 5÷10 жыл алға қабылданады. Егер жобада он жыл алға қабылдаса, онда:

$$t = 10 + (t_n - t_0), \qquad (2.2)$$

мұндағы t_n - жоба құрастырылған жылы, t_n= 2016 ж.;

t_0 - H_0 мәліметтер жататын жыл, t_0 = 2015 ж;

t = 10 + (2016 - 2015) = 10 + 1 = 11

(2.1) формула арқылы Кокшетау қаласында - $H_{t_к}$, Бурабай қаласында $H_{t_Б}$ тұрғындар санын есептейміз:

$$H_{tk}= 159488*(1+\frac{3}{100})^{11} = 220768 \text{ адам},$$

$$H_{tБ}= 5800*(1+\frac{3}{100})^{11} = 8028 \text{ адам}.$$

Қалааралық байланыстағы телефондық арналар негізгі мағынаға ие екенін ескере отырып, жобамен орнатылған мекендер арасындағы телефон араналарының санын анықтау керек. Телефон арналарының санын есептеу үшін жобалас формуланы қолдануға болады:

$$N_{тлф} = \alpha*К_т*у\frac{m_а*m_к}{m_а+m_к} + \beta, \qquad (2.3)$$

мұндағыα және β - белгіленген жетімділікке және берілген жоғалуға сәйкес келетін, тұрақты коэффициенттер; әдетте жоғалулар 5%-ға тең болады, сонда α=1,3; β=5,6;

у - салыстырмалы қуат, яғни бір абонентпен жасалған орташа қуат, у= 0,15 Эрл.;

K_T - тартылыс коэффициенті, 0,1 мен 12% арасында болады. Жобада K_T= 12%, яғни K_T = 0,12 деп аламыз.

m_a және $m_к$- ақырғы мекен қызмет ететін абонент саны, қызмет етілген аймақтағы тұрғындар саны арқылы есептеледі.

Халықтың телефон аппараттарымен қамтамасыз етілуінің 0,3-ке тең орташа коэффициентін қабылдай отыра, санын анықтаймыз:

$$m = 0,3*H_t, \qquad (2.4)$$

$m_К = 0,3*H_{tk} = 0,3*220768 = 66230,$

$m_Б = 0,3*H_{tб} = 0,3*8028 = 2408.$

Енді (2.3) формула арқылы Көкшетау - Бурабай аймағындаға $N_{тлф}$ табамыз:

$$N_{тлф} = 1,3*0,12*0,15*\frac{66230*2408}{66230+2408} + 5,6 = 60.$$

Біріншілік 2 Мбит/с сандық арна 30 стандартты арналардан тұратынын ескере отырып, анықтаймыз:

$\frac{60}{30}$ = 2 х 2 Мбит/сағындарнемесе 60 арна.

Көкшетау қаласы мен аралық мекендер арасындағы ағындар саны мен телефон арналарының санын (2.3) формуласы бойынша анықтаймыз

Кокшетау-Ивановка аймағы үшін:

$$N_{тлф} = 1,3*0,12*0,15*\frac{66230*73}{66230+73} + 5,6 = 7,$$

$\frac{7}{30}$ = 1 х 2 Мбит/сағын.

Кокшетау-Кенесары аймағы үшін:

$$N_{тлф} = 1,3*0,12*0,15*\frac{66230*480}{66230+480} + 5,6 = 63,$$

$\frac{63}{30}$ = 3 х 2 Мбит/с.

Кокшетау-Баянбайаймағы үшін:

$N_{тлф}$ = 1,3*0,12*0,15* $\frac{66230*180}{66230+180}$ + 5,6 = 10,

$\frac{10}{30}$ = 1 х 2 Мбит/сағын.

Кокшетау-Озерная аймағы үшін:

$N_{тлф}$ = 1,3*0,12*0,15* $\frac{66230*66}{66230+66}$ + 5,6 = 7,

$\frac{7}{30}$ = 1 х 2 Мбит/сағын.

Кокшетау-Щучинск аймағы үшін:

$N_{тлф}$ = 1,3*0,12*0,15* $\frac{66230*13576}{66230+13576}$ + 5,6 = 270,

$\frac{270}{30}$ = 9 х 2 Мбит/сағын.

Беріліс кәбілді торабы арқылы басқа байланыс түрлерінің арналары пайда болады, және транзитті арналар есепке алынады.

Бұл жүйедегі орташа арналар санын анықтаймыз:

$$N = N_{тлф} + N_x + N_{тр}, \qquad (2.5)$$

мұндағы N_x –хабарлау сигналдарын тарату үшін ТЖ арналарының саны, хабарлау дегенге 1 х 2 Мбит/с ағын жатады;

$N_{тр}$ – транзитті арналар саны. Транзиттік араналар санына облыс орталықтарының район орталықтарымен байланысатын араналары сонымен қатар Қазақстанның жақын және алыс шетелмен байланыс араналары кіреді. Облыс орталықтарының район орталықтарымен байланысы үшін 63 х 2 Мбит/с ағын қарастырылып отыр.

Бұл бағытта байланыс үшін, барлығы керек:

N = 2 х 2 Мбит/с + 63 х 2 Мбит/с +1 х 2 Мбит/с = 66 х 2 Мбит/с ағын.

Бұдан бөлек, магистраль транзиттік қосылыстарды қамтамасыз ететінін ескере, қосымша 380 х 2 Мбит/с ағын керек, сонда:

N = 66 х 2 Мбит/с + 380 х 2 Мбит/с = 446 Мбит/с ағын.

Осылайша, қажетті мұқтаждықтарды ескере отыра, Көкшетау – Бурабай магистралі үшін 446 х 2 Мбит/с ағын немесе 13380 арна қажет болады. Тағы

бір сараптама жүргіземіз: STM-1 63 х 2 Мбит/с ағынға немесе 1890 арнаға ие. STM-4 63 х 4 = 252 х 2 Мбит/с ағынды немесе 7560 арнаны сыйдырады. Иерархиядағы келесі беріліс жүйесі - STM-16 біздің мақсатымыз үшін толықтай жеткілікті 30240 арна немесе 63 х 16 = 1008 х 2 Мбит/с ағынды сыйдырады.

2.2 Регенерациондық аймақ ұзындығын есептеу

Регенерационды аймақтың ұзындығы оптикалық кәбілді дисперсиясымен регенерационды аймақтың суммарлы өшуімен анықталады. Суммалы өшу бөлінетін және бөлінбейтін қосылыстың жоғалуынан және оптикалық талшық қуатының жоғалуынан тұрады.

Регенерациялық аймақтың суммалы жоғалуын,дБ, мына формуламен есептеуге болады:

$$a_{\Sigma} = n_{а.к.} * a_{а.к.} + n_{а.е.к.} * a_{а.е.к.} + a_t + a_у, \qquad (2.6)$$

мұндағы $n_{а.к}$- ажырайтын қосылғыштар саны (16);

$a_{а.к}$ - ажырайтын қосылғыштардағы жоғалту (0,25 дБ);

$n_{а.е.к}$- ажырмайтын қосылғыштар саны;

$a_{а.е.к}$ - ажырмайтын қосылғатардағы жоғалту (0,02 дБ);

a_t - ОВ өшудің температуралық өзгеруіне шегі (1 дБ);

$a_у$- уақытқа сәкес, РА компоненттердің сипаттамаларыныг өзгеру шегі (5 дБ);

Ажырмайтын қосылғыштар саны мына формуламен анықталады:

$$N_{а.е.к.1} = \frac{L_{ОРП}}{l_{к.ұ.}} - 1, \qquad (2.7)$$

мұндағы $L_{ОРП}$ - қызмет алатын регенерациондық мекендер арасындағы қашықтық (ОРП), км;

$l_{к.ұ.}$ - кәбілдің құрылыс ұзындығы - 6 км.

$$n_{а.е.к.1} = \frac{20}{6} - 1 = 3,$$

$$n_{а.е.к.1} = \frac{19}{6} - 1 = 3,$$

$$n_{а.е.к.1} = \frac{9}{6} - 1 = 1,$$

$$n_{а.е.к.1} = \frac{10}{6} - 1 = 1,$$

$$n_{а.е.к.1} = \frac{10}{6} - 1 = 1,$$

$n_{а.е.к.1} = \frac{7}{6} - 1 = 1,$

$n_{а.е.к.1} = \frac{15}{6} - 1 = 2,$

$\sum n_{а.е.к.} = 3+3+1+1+1+1+2 = 12,$

$a_{\Sigma} = 12 * 0,25 + 10 * 0,02 + 1 + 5 = 9,2$ дБ.

Қуат жоғалтуын ескере отырып, регенерациондық аймақтың ұзындығын мына формуламен анықтауға болады:

$$l_{ра} \leq \frac{Эп - \alpha\Sigma}{\alpha}, \quad (2.8)$$

мұндағы α - ТО өшу коэффициенті (0,22 дБ);

$Э_П$ - талшықты-оптикалық беріліс жүйенің энергиялық потенциалы (30 дБ);

$l_{ра} = \frac{30 - 9,2}{0,22} = 94$ км.

Регенерациялық аймақ ұзындығына талшықтың дисперсионды сипаттамасы шектеу қояды.

Оптикалық талшық дисперсиясының есебінен регенерациялық аймақтың ұзындығы мынаны құрайды:

$$l_{рамах} = \frac{0,25}{\tau * B}, \quad (2.9)$$

мұндағы В - беріліс ақпараттың керек жылдамдығы, бит/с;

τ - бірмодалы оптикалық талшықтың хроматикалық дисперсияның мәні, с/км.

$l_{рамах} = \frac{0,25}{0,8*10^{-12}*2204,38*10^{6}} = 142$ км.

Солайша, (2.9) формула арқылы есептелген, регенерациондық аймақ ұзындығы, мына талапқа жауап беру керек:

$$l_{ра_{max}} \geq l_{ра}. \quad (2.10)$$

Алынған регенерациондық аймақ ұзындығының (2.10) өрнекке сәйкесшілігін тексереміз:

142км > 140км.

Орындалған есептеулерден, $l_{ра}$ = 94 км, ал бөлек аймақтың ұзындығы бұл мәннен жоғары екені көрініп тұр. Демек, бұл аймақтарда оптикалық күшейткіштерді орнату қажет. Желіге қойылатын талаптарға сәйкес OLA оптикалық күшейткіші DWDM оптикалық сигналды беру қашықтығын ұлғайту үшін қолданылады.

Оптикалық сигнал күшейткішінің есебінен басқару аранасын беру дисперсиясының конпенсациясы үшін берілген құрылғы магистральды желілік берілімге қол жеткізуге көмектеседі.

2.1 Кесте – Жобаланған аймақтағы қызмет алатын мекендер

Қызмет алатын мекен	Қала/ауыл
ОП-1	Көкшетау
ОРП-2	Ивановка
ОРП-3	Кенесары
ОРП-4	Баянбай
ОРП-5	Ақылбай
ОРП-6	Озерная
ОРП-7	Щучинск
ОП-8	Бурабай

2.3 Оптикалық талшықтың негізгі сипаттамаларының есептеуі

Берілген аймақта ТОБЖ толқын ұзындығының λ=1550 нм жұмыс істейтін, ақпаратты беру жылдамдығы 2488,380 Мбит/с болатын, талшықты оптикалық кәбіл шығаратын «LucentTechnologies» компаниясы ұсынған 8-талшықты кәбіл қолданылады.Кәбіл 8-талшықты, яғни төрт талшық бір бағытта және төрт талшық кері бағытта.

Сыну коэффициенті жоғары талшықты оптикалық кәбілдің өзекшесі ораммен салыстырғанда GeO2 қосу арқылы SiO2 тұрады.

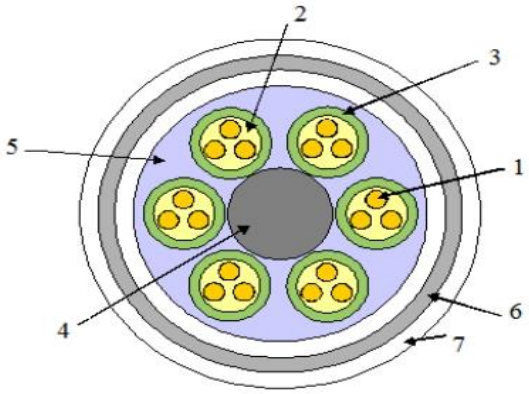
Негізгі жабындысы – эпоксиакрелат. Ол әр түрлі модульдердің екі қабатында қолданылады. Ішкі қабаты сыртқыға қарағанда жұмсақтау. Бұл шыныталшықты микромайысу кезінде жоғалудан және қажалып тозудан қорғайды.

Таңдаған кәбілдің сипаттамалары:

- 1-8 бірмодалы талшықтар;
- жұмыс толқын ұзындығы 1550 нм;
- металлды емес орталық элемент;
- SZ түрлес бұра оптикалық модуль;
- бостық және оптикалық модульдер гидрофобтық материалдармен толтырылған;
- ішкі қорғау, болаттан жасалған, гофрленген лентадан жасалған;

- сыртқы қабықша полиэтиленден жасалған;
- кәбілдік канализацияда төсеуге жарамды;
- ұйғарынды созылу қуаты (статистикалық) - 1,5-4,2 кН;
- ұйғарынды созылу қуаты (динамикалық) - 2,4-6,4 кН;
- ұйғарынды езгілеу қуаты - 0,4 кН/см;
- кәбілдің максималды сыртқы диаметр - 14,4-23,9 мм;

Кәбіл ОКЛСт - 01-6-8-10/125-0,36/0,22-0,5/1-1,0 (2.1 – суретте) көрсетілген



1 - опткалық талшық; 2 - гидрофобты толтырғыш; 3 - полимерлі трубка; 4 - орталық күш элементті; 5 - гидрофобты толтырғыш; 6 - бекітетін бау; 7 - полиэтилендік қабықша

2.1 Сурет – Кәбілдің көлденең қимасы

2.2 Кесте – ОКЛСт - 01-6-8-10/125-0,36/0,22-0,5/1-1,0 кәбілдің оптикалық сипаттамалары

Сипаттамасы	Параметрлері
Модалық өріс дақтың диаметрі (1550 нм)	10,5мкм ± 1,5мкм
Төсемі бар талшықтың диаметрі	125мкм ± 2мкм
Модалық өріс дақтың концетрация қателігі	≤1мкм
Төсемнің дөңгелек еместігі	≤2%
Сыну коэффициентінің профилі	N_1қадамды
Түрі	N_2келусіші төсем
(1550нм) үшін өзегінің сыну көрсеткіші	1,4681
Сандық апертура	0,13
Талшықты кәбіл толқынның критикалық ұзындығы	≤1250нм
1550нм кезіндегі өшуі	≤0,22дБ/км
1550нм кезіндегі дисперсия	0,5÷1пс/ (нм·км)

2.3 Кесте – ОКЛСт-01-6-8-10/125-0,36/0,22-0,5/1-1,0 кәбілдің техникалық сипаттамалары

Параметрлері	Мәні
Талшық саны	4–24
Диаметр шамалы (мм)	14,4
Салмағы, шамалы (кг/км)	205
Иілістің минималды радиусы (мм) монтаж кезінде қосылған түрде	 300 200
Созылуға төзімділік (мПа) Қысқаша мерзім (монтаж кезінде) Ұзақ мерзім (жинастырылған)	 2400 1500
Сығылысу кезіндегі қуат/езгілеу қуат кезінде (толық өшу реверсивтік арттуы) (Н/10см)	 4000
Ұруға кедергісі (толық өшу реверстік арттуы) (импульстар)	50
Жұмыс температура диапазоны (С)	–50...50
Монтаж кезіндегі температура диапазоны (С)	–10...50

2.4 Апертураны есептеу

Талшықты жарықөткізгіштің маңызды параметрлерінің бірі – апертура болып табылады. Апертура бұл – оптикалық осьпен ішкі көріну шарты орындалатын, талшықты жарықөткізгіштің бүйір жағына түсетін, жарықөткізгішті конус арасындағы бұрыш.

Кәбілдің оптикалық сипаттамасымен сандық апертура NA = 0,13 арқылы орамның сыну көрсеткішін n2 есептейміз:

Белгілі:

$$NA = \sqrt{n_1^2 + n_2^2}, \qquad (2.11)$$

мұндағы n_1 - өзек сыну көрсеткіші, 1,4681.

Сонда n_2-ні есептейміз:

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 + NA^2}, \qquad (2.12)$$

$$n_2 = \sqrt{1{,}4681^2 + 0{,}13^2} = \sqrt{2{,}1553 + 0{,}0169} = 1{,}4623.$$

Орамның сыну көрсеткіші n_2 мен өзекшенің сыну көрсеткішін n_1 біле отырып, сыну көрсеткішінің әртүрлілігінің қатынасын есептейміз:

$$\Delta = \frac{n_1 + n_2}{n_1}, \qquad (2.13)$$

$$\Delta = \frac{1,4681+1,4623}{1,4681} = 0,00395 \approx 0,395\%.$$

Талшықты жарықөткізгіштің, оның қасиетін бағалау үшін жалпыланған параметр нормаланған жиілік V болып табылады:

$$V = \frac{2*\pi*a*NA}{\lambda}, \qquad (2.14)$$

$$V = 2*3,14*4,5*10^{-6}\frac{0,13}{(1,55*10^{-6})} = 2,37,$$

мұндағы а - қабықша өзектің радиусы, а = 4,5 мкм;

n_1 - өзектің сыну көрсеткіші, n_1 = 1,4681;

n_2 - қабықша сыну көрсеткіші, n_2 = 1,4623.

Бізде сынудың баспалдақты профильді көрсеткіші бойынша жүрекшенің диаметрі 2а = 9 мкм, толқынның критикалық ұзындығы λ = 1250 нм, мода алаңы диаметрі 2ω0 толқын ұзындығы 1550нм болған кезде дегеннен шыға отыра, кәбіл параметрлерінің есебін жүргіземіз:

$$2\omega_0 \approx \frac{2,6*\lambda}{V_ж*\lambda_ж} * 2a, \qquad (2.15)$$

мұндағыλ - толқын жұмыс ұзындығы, нм;

$\lambda_ж$ - критикалық толқын ұзындығы, одан жоғары жарық өткізгіште тек қана бір негізгі мода бағытталады;

$V_ж$ - бірмодалы режим үшін критикалық нормаланған жиілік; $V_ж$= 2,405.

$$\lambda = 1550 \text{ нм: } 2\omega_0 \approx \frac{2,6*1550}{2,405*1250} * 9 = \frac{36270}{3006,25} = 12 \text{ мкм.}$$

Бұл дегеніміз, жүрекше диаметрі 12 мкм ОВ таңдауға болады деген сөз.

Толық ішкі көрсету режимі талшықты жарық өткізгіштің ішкі есігіне жарық берілуінің шарттарын алдын-ала анықтайды. Жарық өткізгіш тек θ_a дене бұрышы шегіндегі жарықты өткізеді, ал оның аумағы $\theta_в$ толық ішкі көрсету уақытымен байланысты. Бұл θ_a денелік бұрыш сандық апертурамен сипатталады:

$$NA = \sin\theta_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{(1,4681^2 - 1,4623^2} = 0,13.$$

$\theta_в$ Толық ішкі көрсету бұрыштарының және θ_a сәуле құлауының апертуралық бұрышы арасында байланыс бар. $\theta_в$ бұрышы қаншалықты үлкен болса, θа талшығының апертурасы соншалықты кіші. W_p жүрекше-қабықша

шекарасына сәуленің құлау бұрышы $\theta_в$ толық ішкі көрсету бұрышынан үлкен болуына және $\theta_а$ – ден 90 градусқа дейінгі аралықта болуына, W жарық өткізгішінің кіре беріске сәуле ену бұрышы $\theta_в$ ($w<\theta_в$) апертуралық бұрышына сай болуына қол жеткізуге талпыну керек.

Ол кезде әлі толық ішкі көрсету шарттары орындалатын $\theta_в$ критикалық бұрышын табамыз:

$$\theta_в = \sqrt{(1-\frac{n_1}{n_2})^2}, \qquad (2.16)$$

$$\theta_в = \sqrt{(1-\frac{1,4623}{1,4681})^2} = 3,951*10^{-3} \text{ рад} \approx 0,225^\circ.$$

Алынған мәліметтерге сүйене отырып, толық ішкі көрсету шарты сақталу үшін жүрекше-қабықша шекарасына сәуленің құлау бұрышы 0,225°>Wp>90° арасында жату керекдеп айтуға болады.

2.5 Оптикалық кәбілде өзара әсерлерін есептеу

ОК жалпы жүрекшесінде орналасатын жарық өткізгіштер көрші талшықтарға әсер көрсете алады. ОК-дегі екі жақты кедергілер деңгейі кәбілді жүрекшенің конструкциясына байланысты, яғни талшықтардың екіжақты орналасуынан.

ТО арасындағы әсер ету деңгейін екі көрші талшықтардан әсер етудің екіншілік параметрлерін есептеп бағалауға болады.

Кедергілерден қорғау мына формуламен анықталады:

$$A_к = 20\lg\left|\frac{2}{N^2 mL}\right|. \qquad (2.17)$$

Ақырғы шетте өтпелі өшу мына формуламен анықталады:

$$A_ө = A_к + \alpha L, \qquad (2.18)$$

мұндағыα - ТО өшу коэффициенті [дБ/км];

L - ОК күшейтілген аймақтың ұзындығы (81 км);

m - талшықтар арасындағы байланыс коэффициенті ($m=0,6\div0,7$);

N - талшық қабықшасы арқыла өріртің кіру коэффициенті.

$$N = (g_{1,2}g_{2,3}*e^{-kt})/(1-P_{1,2}P2,3_{*e}{}^{-2kt}), \qquad (2.19)$$

мұндағы k - қабықшадағы жоғалту коэффициенті.

$$k = \frac{2\pi C}{\lambda}\sqrt{\mu_a \varepsilon_a}, \qquad (2.20)$$

мұндағы t - қабықшасының ені (1,25÷ 2мкм);

$g_{1,2}$ және $g_{2,3}$ - өзек шегінде (n_1), қабықшада (n_2) және ауада (n_3) сыну коэффициенті;

с - вакуумдағы жарық жылдамдығы ($3*10^8$ м/с);

λ - толқын ұзындығы (1550 нм).

$$g_{1,2} = 2n_1/(n_1 + n_2); \qquad g_{2,3} = 2n_2/(n_2 + n_3). \qquad (2.21)$$

Қабықша шегунде және ауадағы сыну коэффициентін (2.21) формула арқылы есептейміз:

$$g_{1,2} = \frac{2*1,4681}{1,4681+1,4623} = 1,002,$$

$$g_{2,3} = \frac{2*1,4623}{1,4623+1} = 1,19.$$

Өзек шегі - қабықша және қабықша - ауа сыну мүмкіндігін мына формулалар арқылы табамыз:

$$P_{1,2} = \frac{n_1-n_2}{n_1+n_2}, P_{2,3} = \frac{n_2-n_3}{n_2+n_3}, \qquad (2.22)$$

$$P_{1,2} = \frac{1,4681-1,4623}{1,4681+1,4623} = 0,002,$$

$$P_{2,3} = \frac{1,4623-1}{1,4623+1} = 0,19.$$

Қабықшада жоғалту коэффициентін (2.20) формула арқылы табамыз:

$$k = 2*3,14*1,935*10^{14} * \sqrt{4\pi * 10^{-7} * 1 * \frac{10^{-9}}{36\pi} * 1,48^2} = 5,9*10^6,$$

мұндағы $\varepsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$ Ф/м;

$\mu_0 = 4\pi*10^{-7}$ Гн/м;

$\varepsilon = 1,48^2$;

$\mu = 1$.

Талшық қабықша арқылы өріс кіру коэффициентін (2.19) формула арқылы табамыз:

$$N = \frac{1,002*1,19*e^{-5,9*10^6*2*10^{-6}}}{1-0,002*0,19*e^{-2*5,9*10^6*2*10^{-6}}} = 7,34*10^{-6},$$

Кедергілерден қорғалуын (2.17) формула арқылы табамыз:

$$A_к = 20\lg \left|\frac{2}{(7{,}34*10^{-6})^2*0{,}6*21}\right| = 177{,}654 \text{ дБ.}$$

Ақырғы шекте өтпелі өшу (2.18) формула арқылы табамыз:

$$A_ө = 177{,}654+0{,}22*81 = 195{,}474 \text{ дБ.}$$

N талшықтың қабығы арқылы энергияның өту үлесін сипаттайды, және ол $10^{-5}\div10^{-6}$ дан аз болса , онда практикада қолданылып жүрген ОВ үшін және А көлемі үшін $A_к$> 90 дБ; $A_ө$> 100 ÷120 дБ олардың екіжақты әсерлерін үнемдеуге болады. Екіжақты әсер ету есебі Mathcad программасында орындалды және Д бағдарламасында келтірілді.

2.6 Талшықты-оптикалық байланыс желісінің трассасын таңдау

Кәбілді байланыс трассасын төсеудің тиімді варианты автомобиль жолының бойымен болады.

2.4 Кесте – Желі аймақтар арасындағы қашықтық

Аймақ	Аймақтар арасындағы қашықтық, км	Көкшетаудан қашықтық, км
Көкшетау – Ивановка	20	20
Ивановка – Кенесары	19	39
Кенесары – Баянбай	9	48
Баянбай – Ақылбай	10	58
Ақылбай – Озерная	10	68
Озерная – Щучинск	7	75
Щучинск – Бурабай	15	90

Кәбілдік байланыс трассасының жалпы жоспар орналастыру А қосымшасында А1 суретте көрсетілген.

2.7 Иерархия сатын және ағындардың топтық жылдамдық есептеу негізінде, мультиплексор түрун таңдау

Техникалық тапсырмада берілген Е1 ағындар саны негізінде, қажетті сандық ағынның жылдамдығын есептейді:

$$S_{каж} = 2{,}048*N_{ПЦТ}, \qquad (2.23)$$

мұндағы 2,048 Мбит/с - бір ПЦТ-нің жылдамдығы

$N_{ПЦТ}$ - керек ПЦТ саны.

$S_{қаж}$ = 2,048*529 = 1083 Мбит/с.

Сандық ағынның жылдамдығы стандартты SDH жылдамдық кестесімен таңдалады. Ол мына шартқа сай келу керек:

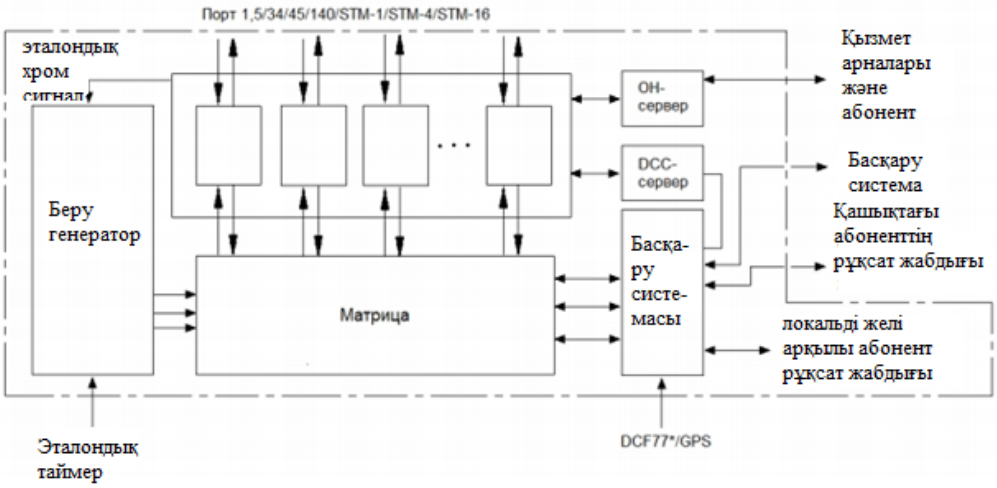
$$S_к \geq S_{қаж} * К_к, \qquad (2.24)$$

мұндағы $К_к$ - желі дамуына қор коэффициенті (1,4… 1,5).

$S_к$ = 1083 *1,5 = 1625

Алынған нәтижелерді ескере отыра, сандық ағын жылдамдығы үшін STM–16 – 2488,32 Мбит/с деңгейін және сандық ағынның талап етілетін жылдамдығына есептелген мультиплексорды таңдаймыз, бұл желінің кейінгі дамуына қор қалдыруға мүмкіндік береді.

Жоба жұмысы үшін Қазақстандық нарықтағы қолжетімді Alcatel компаниясының 1651 SM типті STM-4 мультиплексорын таңдаймыз. Бұл мультиплексор STM-4 деңгейінен STM-16 деңгейіне дейін модификация өндіруге мүмкіндік береді.



2.2 Сурет – Alcatel компаниясының 1651 SM мультиплексордың блок-сұлбасы (STM-4/16 дәрежесі)

1651 SM мультиплексоры жұмыс үшін мына заттар ретінде қолданыла алады:

- 1+1 типті агрегаттық порттар қорғанысын құруға арналған «негізгі/резервті» режимінде қолданылатын екі агрегаттық блогы бар сызықтық терминальды (бір немесе екілік) мультиплексор ;

- екі немесе төрт агрегаттық блогы бар енгізу/шығару мультиплексоры («шығыс-батыс портымен) желілік тізімдегі 1+1 қорғанысы бар немесе олсыз сұлба бойынша жұмыс істейтін қарапайым немесе қосарланған топологиясы бар желілерде жұмыс істеу үшін;

- 1+1 қорғанысы бар немесе олсыз сұлба бойынша жұмыс істейтін желілік регенератор;

- «жұлдыз» топологиясындағы орталық түйіннің функциясын жүзеге асыру үшін концентратор (хаба);

2.5 Кесте – Alcatel фирмасының 1651 SM синхрондық мультиплексордың сипаттамалары

Сипаттамасы	Параметрлері
Жабдық түрі	1651 SM
Рұқсат арналары (трибтер) PDH (Мбит/с)	2,34,45,140
Рұқсат арналары (трибтер) SDH (Мбит/с)	155 эл, опт
Әр триб үшін трибтік интерфейстік картадағы порттар саны	21(2), 3(34/45)
	1(140/155), 1(155)
Трибтік интерфейстік карталар саны	10(((3+1)+6)/2×(4+1))
Кірудегі қорғалған режим түрі	3 1(2), 4 1(34/45/140)
Мультиплексорге максималдыжүк (қорғалынған режимінде)	8STM-1
Желілік арналар (агрегаттышығу) (Мбит/с)	4×STM-4
Шығудағы қорғалған режим түрі	1+1, 1 1
Рұқсат локальді коммутацияарналар түрі	т-л, т-т, л-л
Блокталмайтын кросс-коммутацияның мүмкіндігі	63(2), 24(34/45)
	8(140/155)
Жабдықтарды пайдалану нұсқалары	TM, R, ADM-л,к
Тіреудегі компакті блоктардың өлшемдері (В×Ш×Г) мм	850×450×280

2.6 Кесте – STM 16 беріліс жүйесінің негізгі техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштердің атауы	Мәндері
Номиналды жылдамдық, Мбит/с	2488.380
Электр қуат берудің кернеуі, В	40-75
Тұтынылатын қуат, Вт	48-60
Ағындардың жалпы саны	288
Сызықты код	NRZ
Толқын ұзындығының диапазоны ,нм	1530-1560
Оптикалық сигналдың беріліс қуаттың дәрежесі Рпер,дБм	-3
Қабылдау қуаттың минималды дәрежесі Рпрmin, дБм	-31
Талшықты-оптикалық беріліс жүйесінің энергетикалық потенциалы Э, дБ	30

2.8 Жобаланатын талшықты-оптикалық байланыс желінің өткізгіш қабілеттілігін анықтау

Оптикалық кәбілдің өткізу жолағы (Гц*км)-де өлшейді және мына формуламен анықталады:

$$W = \frac{0,44}{\tau}, \qquad (2.25)$$

мұндағыτ - оптикалық талшықтың қорытқы дисперсия, с/км.

Байланыс ұйымы үшін бірмодалы ОТ кәбіл қолданылады, ал онда тек қана хроматикалық дисперсия бар, онда бірмодалық ОВ үшін дисперсия пайдаланады, олар шығу көзі спектрінің ені нанометріне және талшық ұзындығына нормаланған, оны меншікті хроматикалық дисперсия деп атайды.

Хроматикалық дисперсия, с/км, меншікті хроматикалық дисперсиямен қатынасымен байланысты:

$$\tau_{хр} = D(\lambda) * \Delta\lambda, \qquad (2.26)$$

мұндағы D(λ) - салыстырмалы хроматикалық дисперсия, пс/(нм*км);

Δλ - көздің сәулелену спектрінің ені, нм.

Формула бойынша хроматикалық дисперсияның τхр есебі үшін (2.26) меншікті хроматикалық дисперсияның мағынасы D(λ), кестеден аламыз:

D(λ) = 10 пс/(нм·км), Δλ= 1,2 нм.

Барлық керекті мағыналарды сипатқа қойып (2.26), аламыз:

$\tau_{хр} = 10*10^{-12}*1,2 = 12*10^{-12}$ с/км,

$W = \frac{0,44}{12*10^{-12}} = 36,6*10^{9}$ Гц*км.

Алынған W мағынасы меншікті өткізгіш жолағы болып табылады, кәбілдің өткізгіштік қабілетін алу үшін оны кәбіл трассасының ұзындығына бөлеміз:

$W_м = \frac{36,6*10^{9}}{679} = 54*10^{6}$ Гц.

2.9 Оптикалық тракта жиынтық жоғалтуын анықтау

Кәбілдің жүйе элементтерінің толық жиынтығының параметрлері келесі теңсіздікке қанағаттандыруы тиіс:

$$\sum l_{ра} * \alpha + n_{а.е.к.} * \alpha_{а.е.к.} + n_{а.к.} * \alpha_{а.к.} + Қ \leq Э_п, \qquad (2.27)$$

мұндағы $l_{ра}$- регенерациондық аймақтың ұзындығы;

α - оптикалық кәбілдің өшу коэффициенті;

$N_{а.е.к.}$ - ажырмайтын қосылулардың саны;

Қ – әдетте 2-3 дБ-ге тең деп қабылданатын және талшықты-оптикалық байланыс арнаның элементтердің қартаюына эксплуатация процессі кезінде жұмсалатын энергетикалық қор, жөндеу,модернизация,т.б.кезіндегі жаңа бөлінетін қосылыстардың өсінділерін жүргізу;

ЭП – аппаратураның энергетикалық потенциалы, ол сандық тұрғыда трактідегі оптикалық сигналдың жалпы рұқсат етілетін өшуіне тең.

Регенерациондық аймақ ұзындығы үшін теңсіздік орындауын тексереміз:

$$94*0,22+10*0,02+16*0,25+2 \leq 30,$$

$$26,88 \leq 30.$$

Теңсіздік дұрыс.

Есептер болжам бойынша жүргізілді,оған қолданылды:

- автоматты дәнекерлеуші аппарат - FSM-30S Fujikura жанасулық типтік шығындары 0,02 дБ;
- SC типті толқын ұзындығындағы орташа шығындары 1,3 мкм бір модалық талшықты жарық өткізгіш үшін 0,25 дБ бөлінетін қосылыстар.

2.10Жүйе қуаттың толық қорын есептеу

Энергияны талшықтан шығару және енгізуге кеткен шығындарды ескере энергетикалық потенциал немесе жүйе күштілігінің толық қоры, дБ, формула бойынша анықтауға болады:

$$П = P_{бер} – a_{кіру} – a_{шығу} – P_{қаб\ мин}, \qquad (2.28)$$

$$П = -3-0,5-0,5-(-31)=27 \text{ дБ}.$$

2.11 Энергетикалық қорын есептеу

Жүйенің энергетикалық қорын күштіліктің толық қоры мен суммарлық өшу арасындағы айырмашылық ретінде анықтайды. Жұмысқа қабілетті жүйенің энергетикалық қор мағынасы оң болуы тиіс:

$$П - a_{\Sigma} \geq 0, \qquad (2.29)$$

мұндағыa_{Σ}- регенерациондық аймақтың жиынтық өшу.

Мәндерін (2.29) өрнегіне қойып, бұл теңсіздігінің орындалуын тексереміз:

$27 - 9{,}2 = 17{,}8 \geq 0$.

Алынған жүйенің энергетикалық қорының мәні оң болып тұр. Сондықтан ол жұмыс істей алады.

2.12 Сигнна/шу қатынасын немесе регенерациондық аймақ ұзындығына бөлінетін қате мүмкіндігін анықтау

Сигнал/шу қатынасы талшықты-оптикалық сандық байланыс жүйесініне арналған регенерациялық аймақтың ұзындығына әкетілетін қатенің мүмкіндігі,ол мына формуламен анықталады:

$$p_{\text{қате}} = p'*l_{\text{ра}}, \qquad (2.30)$$

мұндағы p ′– 1 км оптикалық сызықтық трактке сәйкес келетін қатенің мүмкіндігі (магистральды үшін 10–11 , ішкі зоналық үшін 1,67·10-10 , жергілікті үшін 10–9).

Әдетте $p_{\text{қате}}=10^{-8} - 10^{-9}$. Мәндерін (3.30) өрнекке қойаймыз:

$P_{\text{қате}} = 10^{-11} * 94 = 0{,}94*10^{-9}$.

Расымен, регенерациялық аймақтың ұзындығына әкетілетін қатенің мүмкіншіліктері $10^{-8} – 10^{-9}$ арасында орналасқан.

2.13 Беріліс оптикалық модуль (БОМ) шығуында оптикалық сәулеленудің беріліс қуат дәрежесін анықтау

БОМ шығуында оптикалық сәулеленудің беріліс қуат дәрежесін, дБм, мына формуламен анықталады:

$$P_{\text{бер}} = P_o - \Delta P, \qquad (2.31)$$

мұндағы P_o - сәулелену қоры шығуында опткалық сигналдың орташа қуат дәрежесі P_o= 0 дБ;

ΔP - сигнал сипаттамасынан бағынышты, орташа қуат дәрежесін төмендету (NRZ код үшін -3дБ, RZ үшін -6дБ).

$P_{\text{бер}} = 0 - 3 = -3$ дБ.

2.14 МДМ (қабылдау оптикалық модульдің сезімділік шегі - ҚОМСШ) дәрежесін анықтау

МДМ дәрежесі (ҚОМСШ сезімділік шегі):

$$p_{min} = \begin{cases} -55 + 11\lg B \\ -55 + 10\lg B \end{cases}. \qquad (2.32)$$

Мәндерін қоямыз:

p_{min} = -55 + 10lg(622,08) = -27,062 дБ,

лазерлік диод үшін:

$$p_{min} = \begin{cases} -70 + 10{,}5\lg B \\ -70 + 10\lg B \end{cases}.$$

Мәндерін қоямыз:

p_{min} = -70 + 10lg(2488,32) = -36,041 дБ.

2.15 Жүйенің тезқимылын анықтау

Ұйғарынды тезқимыл берілген сигнал сипаттамасынан, ақпарат беру жылдамдығынан бағынышты және мына формуламен анықталады:

$$t_{\Sigma} = \frac{\beta}{B}, \qquad (2.33)$$

мұндағы β - сызықты сигнал (сызықты код) сипаттамасын ескеретін коэффициент, NRZ коды үшін β = 0,7; басқалар үшін β = 0,35.

Талшықты-оптикалық беріліс жүйенің жалпы болжалды тезқимыл мына формуламен есептеледі:

$$t_{бол} = 1{,}111\sqrt{t_{бер}^2 + t_{қаб}^2 + t_{им}^2}, \qquad (2.34)$$

мұндағы $t_{пер}$ = (0,5… 10) нс - БОМ-ның тезқимылы;

$t_{пр}$ = (0,2…20) нс - ҚОМСШ-ның тезқимылы;

$t_{им}$ - регенерациондық аймақ ұзындығында импульс кеңейту

$$t_{им} = \tau\, l_{ра}, \qquad (2.35)$$

мұндағы τ - оптикалық талшықтың дисперсиясы, с/км.

Барлық керек мәндерін (2.33), (2.34), (2.35) өрнектерге қоямыз:

$t_{\Sigma} = \frac{0{,}7}{2488{,}32}$ = 0,28 нс,

$t_{им}$ = 203,24*14*10^{-12} = 2,84 нс,

$t_{бол} = 1{,}111\sqrt{5^2 + 10^2 + 2{,}84^2}$ = 12,81 нс.

Егер келесі теңсіздік орындалса:

$$t_{бол} > t_{\Sigma}, \qquad (2.36)$$

Оптикалық кәбілді таңдау дұрыс болады. Тезқимылдыққа қоры, с, анықталады:

$$\Delta t = t_{бол} - t_{\Sigma}. \qquad (2.37)$$

Кәбілдің дұрыстығын тексереміз және тезқимылдыққа қорын есептейміз:

$12{,}81*10^{-9} > 0{,}28*10^{-9}$,

$\Delta t = 12{,}81*10^{-9} - 0{,}28*10^{-9} = 12{,}53$ нс.

2.16 Сенімділікті есептеу

Сенімділік – қазіргі уақыттағы магистральдардың және жалпы қолданыстағы байланыс желілерінің маңызды сипаттамаларының бірі. Әсіресе сенімділік бойынша жоғары талаптар үлкен өткізгіштік қабілеті бар кәбілді магистральдарға қойылады,оларға ТОБЖ жатады. Тарату жүйесінің жабдықтарына үздіксіз қолдану аппаратурасы, ол үшін белгіленген кезде қолдану уақытының кезектесуі тән, техникалық қызмет көрсету немесе жөндеу, қайта қалпына келу уақыты жатады, яғни эксплуатация процессі кезінде жабдықтар әртүрлі жадайларға түседі. Талшықты-оптикалық желілерді жобалау кезінде негізгі тапсырма бүгінгі күннің қажеттіліктерін қамтамасыз ету ғана емес, сонымен бірге құрастырылған фрагментерінің шектелген қосылуымен бірге ертеңгі күнгі желінің кейінгі ыңғайлы даму мүмкіндігі. Осы кезде желі жеткілікті сенімді болуы тиіс. Сенімділіктің негізгі көрсеткіштері :

- Х сағаттардың,бас тарту интенсивтілігі;
- берілген уақыт интервалы үшін жауапсыз жұмыс мүмкіншілігі P(t0);
- бас тартуға орташа жұмыс көлемі T_0, сағат;
- орташа қалпына келу уақыты, $T_в$, сағат;
- дайындық коэффициенті, $К_д$;
- қалпына келу интенсивтілігі М, 1/час;

Бас тарту интенсивтілігін мына формуламен анықтайды:

$$X_{\Sigma} = nX_1 + LX_2, \qquad (2.38)$$

мұндағы n - ақырғы мекендер саны (n=7);

L - желінің ұзындығы, (90);

X_1 - ақырғы мекеннің бас тарту интенсивтігі, 1/сағ (10^{-7});

X_2 - желілі-кәбілдік құрылыстардың бір километрде бас тарту интенсивтілігі, 1/км ($5x10^{-8}$).

$X_\Sigma = nX_1 + LX_2 = 7*10^{-7} + 679*5*10^{-8} = 34,85*10^{-6}$.

Бас тартуға орташа атқарым мына өрнекпен анықталады:

$$T_0 = \frac{1}{X_\Sigma}, \quad (2.39)$$

$T_0 = \frac{1}{34,85*10^{-6}} = 28,69*10^3$.

Жүйе дайндығының коэффициенті формуламен анықталады:

$$К_д = \frac{T_0}{T_0+T_в}, \quad (2.40)$$

$К_д = \frac{28,69*10^3}{28,69*10^3+0,5} = 0,99$.

Жүйенің жай тұру коэффициенті:

$$К_ж = 1 – К_д, \quad (2.41)$$

$К_ж = 1 - 0,99 = 0,01$.

Қалпына келу интенсивтілігі мына формуламен анықталады:

$$M = \frac{1}{T_в}, \quad (2.42)$$

$M = \frac{1}{0,5} = 2$.

Әртүрлі уақыт интервал кезінде тоқтаусыз жұмыс мүмкіншілігі мына формуламен анықталады:

$$P(t_0) = e^{(-X_\Sigma * T_0)}. \quad (2.43)$$

2.7 Кесте – Тоқтаусыз жұмыс мүмкіншілігі

Тоқтаусыз жұмыс мүмкіншілігі	Уақыт интервалы t, сағ				
	0	1	720	8640	86400
P(t)	1	0,99997	0,97522	0,74064	0,04924

3 Өміртіршілік қауіпсіздігі

3.1 Қолданылған жабдықтардың сипаттамасы

Дипломдық жобада жобаланатын магистраль үшін Huawei Technologies компанияның DWDM – OptiX BWS 1600G оптикалық тарату жүйесін қолдыныламыз. Осы компаниямен жасалынған барлық өнімдері ITU-T ұсыныстарға толығымен сәйкес келеді.

DWDM жабдықтың төрт негізгі түйінді ерекшелеуге болады:

- оптикалық терминалдық мультиплексор (Optical Terminal Multiplexer-OTM);
- регенератор (Regenerator - REG);
- оптикалық күшейткіш (Optical Line Amplifier - OLA);
-енгізу-шығару оптикалық мультиплексор (Optical Add Drop Muiplexer-OADM).

Бұл жабдық барлық қызмет көрсететін регенерациондық мекенде орнатылады, яғни жобаланатын магистраль бойымен жатқан аралықтардағы барлық қалаларда – Ивановка аулы, Кенесары аулы, Ақылбай аулы, Баянбай аулы, Озерная аулы, Щучинск қаласы.

Осы бөлімде екі бөлмеден тұратын, өлшемдері 5,7 х 5,7 м және биіктігі 3 м болатын құрал-жабдықты ғимарат қарастырылады. Бір бөлмесінде DWDM - OptiX BWS 1600G оптикалық тарату жүйесі орналастырылған. Құрылғы 220/380 В ауыспалы кернеуде жұмыс жасайды.

Қарастырылатын құрал-жабдықты ғимарат 1 қабатта орналастырады. Ол барлық қызмет көрсетілетін регенерациондық мекендерге сәйкес келеді және жобаланатын магистраль бойымен жатқан барлық мекендерде орналыстырады.

3.2Еңбек шарттарын сараптау

Еңбек шарттары өндіру технологиясымен, оның ұйымен және еңбек үрдісімен, сондай-ақ қоршаған санитарлы-гигиеналық жағдаймен шартталады. Өндіріс технологиясын ұымдастыруға, жеке алғанда, технологиялық үрдістерді механизациялау, жартылай автоматтық және автоматтық өндіру тәсілдерді енгізу, технологиялық үрдіс және т.б. жатады.

МЕСТ 12.1.005-88 ЕҚНЖ-ге сәйкес, жұмыстардың дәрежесін сиппатайтын мәліметтер 3.1 кестеде көрсетілген. Бұл бөлмеде жұмыс ететін адамдар екінші дәрежеге жатады (I б).

3.1 Кесте – МЕСТ 12.1.005-88 ЕҚНЖ-ге сәйкес, жұмыстардың дәрежесін сиппатайтын мәліметтер

Жұмыстардың дәрежелері	Ағзаның энергия жұмсауы, ккал/сағ	Жұмыстың сиппатамасы
Физическалық (1б)	138- 172	Отырып, тұрып немесе жүріп жасаланады және қолымен жасалынады

Ауаның температурасы адамның өзін-өзі сезуіне және жұмыс нәтижесіне әсер етеді. Төменгі температура ағзаның салқындауына әсер етеді және сол адамға салқын тигізу мүмкін. Жоғары температурада ағзаны қыздыру мүмкін, осыдан адам терлей бастайды және жұмыс қабілеттілігі төмендейді.

Бөлмедегі микроклимат шарттарын МЕСТ 12.0.003-74 ЕҚНЖ-ге сәйкес оптималды деп сипаттау болады (3.2 Кесте). Ауа ылғалдығы 40-60% болып табылады.

3.2 Кесте – Микроклимат параметрлерінің оптималдық нормалары

Жұмыс периоды	Жұмыс дәрежесі	Температура, ^{o}C	Ауа жылдамдығы м/с, көп емес
Суық	1а	22 - 24	0,1
Жылы	1а	23 - 25	0,1

Жобаны өңдеу кезінде, жұмыс аймағында дұрыс микроклимат шарттарымен қамсыздандыру жүйесін ескеру керек. Автономдық кондиционерлер осындай универсалды жүйелерге жатады. Жүйені қондыру тек қана керек есептеулерден кейін жасауға болады. Оның нәтижелерге қарап керек сипаттамалар, кондиционерлерге қойылатын талаптар белгілі болады. Өндіріс технологиясымен тығыз байланыс ол - жеке мүше систамалардың жүйке-психологиялық стресс тудыратын қиын процесс. Санитарлы-гигиеналық еңбек шарттарға: метереологиялық фактордың адам ағзасына әсер етуі (температура және т.б.); ауаның булармен, газдармен, шаңмен ластануы; шу әсері, вибрация, электромагниттік сәулелену, иондайтын радиация және т.б. жатады. Бұл дипломдық жұмыста адамға келесі факторлар әсер етеді: электр тоғымен тоғыру қаупі, бөлмедегі микроклимат, жарықтандыру, персоналдық компьютермен ұдайы жұмыс, лазерлік сәулелендіру.

Берілген бөлімдегі жұмысшылардың минималды саны - 5 адам, ауысым бойынша жұмыс жасайтын 1 инженер және 4 электромеханик болады. Ауысым ұзақтығы 12 сағатты құрайды. Қызметкер күндізгі ауысымға шығады, кейін түнгі ауысмға шығады, содан соң 2 күндік демалыс беріледі.

Оператордың жұмыс орнын құрастыру кезінде келесі шарттар орындалады: жұмыс ететін адамға жеткілікті жұмыс аймағы, жұмысшылар мен құрал-жабдықтардың арасындағы көру және есту мүмкіндігі, жалпы жұмыс барысында адамдар арасындағы қарым-қатынас.

Өнеркәсіп мекемесіндегі жасанды жарық шарттары көру мүмкіндігіне, адамның физикалық және моральдық жай-күйіне, демек, еңбек өнімділігіне және өндіріс травматизмге үлкен әсер етеді. Бөлмеде жарық аралас болу керек.

Анализ өткізгеннен кейін, адам жұмысына және қауіпсіз, ыңғайлы жұмыс үшін келесі есептеулер істеу екенін көреміз:

- жарықтандыру жүйесін есептеу (табиғи және жасанды);
- вентиляция және ауа алмасу жүйесін есептеу;
- лазер сәулелену дәрежесін есептеу;

3.3 Өндірістік жарықты есептеу

Жұмыс орнының рационалды жарық ұйымдастыру - еңбек қорғаудың ең бастапқы сұрақтардың бірі. Қанағаттанарлық жарық кезінде еңбек өнімділігі азаяды, қайғылы оқиғаның мүмкіншілігі, алыстан көрмеушіліктер, шаршағандық пайда болады. Бөлмелерде жарық аралас болады (табиғи және жасанды). Жұмыс жоғары дәлдікті керек қылады, сол кезде табиғи жарық жеткіліксіз болады, өйткені терезелер бойымен тұрған құрал-жабдықтар жарық ағаны жабады.

Бөлмеде табиғи жарық бүйірлік жарық түрінде болады. ЭЕМ (электронды есептеуіш машина) және видеотерминалдар тұрған бөлмеде жарық солтүстік жақтан түседі. Бөлмеде жасанды жарық біріктірілген жалпы шадал пайалануда лимюнисцентті жарық көзін пайдаланатын система түрінде жүзеге асырылады. Жалпы жарық көзі ретінде 70-тен аз болмайтын (R≥70) түсберіліс индексі ЛБ және ДРЛ түрлері қолданылады, шамдал ретінде - бейненленген немесе шашыранды жарық үлестірімдері бар қондырғы. Жалпы жарық шамдалдарды жұмыс орнының үстінде бірқалыпты-төртбұрышты тәртіпте қойдыру керек.

Жұмыс орнына, жарық көздерінін тура көзге тимеу қылып, орналасу керек.

3.3 Кесте – Табиғи жарық коэффициенті

Көз жұмысының сипаттамасы мен тобы	Ең аз сызықты мәндер өлшемі	Табиғи жарық		Аралас жарық	
		Үстінгі	Бүйірлі	Үстінгі	Бүйірлі
Жоғары Дәлдік	0,1 – 0,3	5	2	3	1,2

Жалпы жасанды жарық есептеуі, жарық ағынды пайдалану коэффицент әдісімен орындалады. Көрі жұмыс зона тобы жоғары дәлділікпен белгіленеді, сондықтан жалпы жарық системасы үнемді болады. Онда 3,2 м биіктігімен 32,49 м ауданымен бақылау кабинет және техникалық бөлмеде, жұмыс орнын біркелкі жырықтылықты қамтамасыз ететін, үстінгі жақта орналасатын шамдықтар болу керек.

Осы талаптарға негізделіп оператордың жұмыс орнының жалпы жарықтандыруды есептейміз. Жарық ағымен есептеулерді өткіземіз, құжаттың берілген 300 лк жарықтандыру мәні бар.

Нормаланған минималды жарықтандыру мына формуламен анықталады:

$$E_{min}=(F_л*n*\eta*Z)/(S*K), \qquad (3.1)$$

мұндағы $F_л$ - бір шамдалдың жарық ағыны;

n - бөлмедегі шамдардың саны;

η - жарық ағынның пайдалану коэффициенті,яғни жарықтандырылатын бетке түсетін, барлық шамдардың жарық ағынның бөлігі;

Z - бірқалыпсыз жарықтандыру коэффициенті;

S - жарықталанатын бөлменің ауданы;

K - жарықтандыру система пайдалану процесс кезіндегі жарықтандырудың азаюын ескеретін коэффициент қоры (шамдалдардың кірленуі, тозуы).

Жарық ағыны пайдалану коэффициенті, жарықталынатын беті бөлмедегі тотлық жарық ағынға, жарық ағынның қатынасы болады.

$$\varphi=AB/(H_p(A+B)), \qquad (3.2)$$

мұндағы A - бөлменің ұзындығы;

B - бөлменің ені;

H_p- жұмыс орнының үстіндегі шамдалдардың ілу биіктігі.

Люминесцентті шамдал еденнен 3 м биіктікте орналасады. Жұмыс орнының минималды жарықтандыру нормалайтындықтан, есептеулерде беттің жарықтандыру әркелкік коэффициенті Z енгізіледі. Люминесцентті шамдалдарға Z - 0,9. Шамдалдардың санын алып, есептейміз:

$$F_л=E_{min}*S*K/(Z*\eta), \qquad (3.3)$$

бұл жұмыс дәрежеге жалпы жарықтандыру кезінде минималды жарықтандыру E=300 лк (люкс).

Жарықтандыру пульсация коэффициенті 15%-дан кем емес.

Қор коэффициенті K=1,5.

Бағылау кабинет үшін жалпы жарықтандыру кезіндегі шамдалдардың қанша керек екенін табамыз.

Бөлменің мөлшелері: ұзындығы A=5,7 м, ені B=5,7 м.

Аспалы төбені, жақсартылған ЛЕЦ 40 түсберілу табиғи түсті люминесцентті шамдармен АОД екішамды шамдалмен жабдықталған. 3.4 кестеде осы шамның сипаттамалары көрсетілген.

3.4 Кесте – ЛЕЦ 40 шамның сипаттамалары

Түрі, Маркасы	Қуаты,Вт	Жарықағыны, лм	Ұзыдығы, мм	Диаметрі, Мм	Орташажану Ұзақтығы,сағ	Температурасы, К
ЛЕЦ40	40	2200	1213,6	40	10000	3900

Қабырғалардан және төбелерден жарық ағынның шағылу коэффициенттері шамалы бірдей: $p_{каб}$=50 %, $p_{төбе}$=70 %. ЭЕМ-лары бар бөлмелерде жұмыс орнының беті еденге қарағанда дәрежесі 0,8 м болады. Мұнда $H_{р=}$2,8 (жұмыс орыннын беті үстінен ілінетін биіктігі). Бөлменің ауданы: S=32,49 м^2. ЛЕЦ 40 шамдармен АОД шамдалдар үшін, бір шаммен жасалынатын жарық ағыны $F_л$=2200 лм.

Бөлме көрсеткішін мына формуламен анықтаймыз:

φ=(5,7*5,7)/(2,8*(5,7+5,7))=2,29.

Енді анықталған көрсеткіш, қабырға мен төбелер шағылу үшін, кесте арқылы жарық ағынды пайдалану коэффициентін табамыз η = 0,63.

3.1 формуласынан бөлмедегі шамдалдардың керек санын есептеу үшін формуланы табамыз

n=(300*32,49*15)/(2*2200*0,63*0,9)=6,

орташа меншікті қуаттылық арқылы, осы бөлмеге керек жарық системасын есептейміз.

Жарық қондырғынның қуатын есептейміз:

$$W=W_0*S, \qquad (3.4)$$

W=12*32,49=389,88 , Вт

мұндағы W_0 = 11 /15 Вт/м^2- шамдалдың орташа меншікті қуат.

Таңдаған қуатымен шамдары бар шамдалдаладың керек саны:

$$n=W/2W_0, \qquad (3.5)$$

n=389,88/(2*40)=4,87<6.

(3.1) формуладан $E_{есептеу}$ табамыз:

$E_{есептеу}$=(2*2200*6*0,63*0,9)/(32,49*1,5)=307,15 , лк>E_{min}=300 , лк.

Сондай-ақ, бөлмеде жасанды жарық системасын ұымдастыру үшін, алты ЛЕЦ 40 шамдармен АОД шамдалдарды орнатамыз.

Шамдалдарды екі қатарға орнатамыз. Әрбір қатарда шамдалдардың саны: $N_р$=n/2=3.

АОД шамдалдың биіктігі=1,3 м, бір қатардың ұзындығы 3*1,3=3,9.

Шамдалдар қатарлардың арасындағы ара-қашықтығын мына формуламен есептейміз:

$$L=\lambda*h, \quad (3.6)$$

Мұндағы λ - әркелкілік коэффициенті, 1,3 тең;
h - іліну биіктігі.

L=1,3*2,8=3,64, м.

3.4 Ауа алмасу мен вентиляция системасын есептеуі

Вентиляция ең маңызды, өндірістік бөлмелерде санитарлы-гигиеналық шарттарды қамсыздандыру жабдығы болады.

Өз мідетке қарай вентиляция жалпы алмасу және жергілікті, ал бөлмеге таза ауаны тарату тәсілі бойынша - табиғи және механикалық болып бөлінеді.

Жалпы алмасу вентиляцияны, бөлмеде зиянды іріңдер пайда болған кезде жасайды. Сол кезде бөлмеде ауа алмасу біркелкі болып таралады. Жалпы алмасу вентиляцияны ауа алмасу дүркінділік сипаттайды, ол бөлмеде сағат бойы ауа неше рет жаңалатқан екенін көрсетеді.

Жергілікті вентиляция жұмыс орнын қасында ғана ауаны алмасады. Ол жергілікті сору түрінде тартып алуы немесе әуелі бүркеу секілді ағындық болу мүмкін. Жергіліктік вентиляцияның артықшылығы ол - үлкен зиянды заттар мөлшерін, минималды ауа көлемінде тартып алады.

Табиғи вентиляция кезінде ауа алмасу табиғи факторлармен алмасады (температуралық немесе жел тегеруінмен).

Механикалық вентиляторлар мен ауа өткізгіштер жүйесінің құрылғысымен жүзеге асырылатын механикалық вентиляция сыртқы метеорологиялық жағдайларға қарамастан тұрақты ауа алмасуын қамтамасыз етіп отырады. Осылайша,бөлмеге қысқы уақытта кірген ауа жылынады,ал жазғы уақытта салқындайды.Сонымен қатар,кіретін ауа қажет болған жағдайда ылғал немесе құрғақ бола алады.Механикалық вентиляция ішке немесе сыртқа желдететін бола алады,сонымен қатар ішке-сыртқа да бола алады.Мысалы,зарядты аккумуляторлық станциялар бөлмелерінде қышқылдар,сілтілердің буларымен және де сутегі мен оттегінің жарылғыш қоспаларымен қаныққан ауаны жою үшін сыртқа желдетілулер қажет болады.Өндірістік цехтерде және зиянды газдар,булар,шаңдар көп бөлінетін аймақтарда және де сенімді ауа алмасуды қажет ететін ыссы цехтерде ішкі-сыртқы вентиляция қолданылады.

Ауалы ортаның талап етілетін параметрлерін қамтамасыз ету үшін қажетті ауаның көлемі есеппен анықталады. Сонымен қатар бөлменің типі мен өндірістік зияндылықтар,жылу шығаратын бөлмелер- шамадан тыс жылу бөлінуі; жылу және ылғал бөлетін бөлмелер – шамадан тыс жылу мен ылғал;газ және шаң бөлетін бөлмелер – зиянды газдардың(булардың),шаңдардың мөлшері есепке алынады.

Автозалда шамадан тыс жылуы бар орын болуы мүмкін,олардың жойылуын,бәрінен бұрын,желдету жүйесі қамтамасыз етуі тиіс. Шамадан тыс

жылу болған кезде ,бөлмеден жойылуы тиіс ауаның көлемі формула бойынша анықталады:

$$L_B=Q_u/(C_B*t*j_y)\ , \qquad (3.7)$$

мұндағы $C_в$- құрғақ ауаның жылу сыйымдылығы, 0,24 ккал / кг;

$t = t_{шығ}-t_{кіру}$;

$t_{шығ}$-бөлмеден шығатын ауа температурасы, С°;

$t_{кіру}$-бөлмеге кіретін ауа температурасы, С°;

j_y-температураға байланысты анықталатын, шығатын ауаның тығыздығы, кг/м^3;

Q_u-бөлмедегі жылу артылуы, ккал/ч.

$$Q_u=Q_{жаб}+Q_{жар}+Q_л+Q_р+Q_{шаг}, \qquad (3.8)$$

мұндағы $Q_{жаб}$-өндірістік жабдықтардан бөлінетін жылу, ккал/ч;

$Q_{жар}$-бөлмедегі жасанды жарықтық системасынан бөлінетін жылу, ккал/ч;

$Q_л$-қызмет ететін персоналдан бөлінетін жылу, ккал/ч;

$Q_р$-күннің көзінен енгізілген жылу, ккал/ч;

$Q_{шаг}$-табиғи жылудан жылу шағындауы, ккал/ч.

Біріншіден, станциядағы коммутациялық жабдықтардан бөлінетін жылуды, мына формуламен анықтаймыз:

$$Q_{жаб}=860*P_{жаб}*n\ , \qquad (3.9)$$

мұндағы 860 квт/сағ-жылу эквиваленті;

$P_{жаб}$-жабдықтармен пайдаланатын қуат, 12 квт/ч;

n -жылудың бөлмеге кіру коэффициенті, 0,95.

$Q_{жаб}$=860·12·0,95=9804 ккал/сағ.

Жарықтандыратын қондырғылардан бөлінетін жылуды анықтаймыз:

$$Q_{жар}=860*P_{жар}*a*b*\cos y, \qquad (3.10)$$

мұндағы $P_{жар}$-жарықтандыратын қондырғылардың қуаты, 1,28 квт/ч;

a -жабдықтар үшін, электр энергиясының жылу энергиясына ауысу коэффициенті a=0,1 /0,2;

b - Егер барлық жабдықтар жұмыс істесе, бөлмедегі жабдықтардың бір уақытта істейтін коэффициенті, b=1;

cos y = 0,7 /0,8.

$Q_{жар}$=860·1,28·0,2·1·0,8=176,128 ккал/сағ.

Адамдардан бөлінетін жылуды анықтаймыз:

$$Q_л=К*(q-q_{исп}) \quad (3.11)$$

мұндағы $К_л$-жұмысшылардың саны;

($q-q_{исп}$) - анық жылу, ккал/сағ;

Q - бұл жұмыс дәрежесінде бір адамның жылу бөлінуі, ккал/сағ.

$Q_л$=2·(125-50)=150 ккал/сағ.

Күннің көзі радиациясымен енгізілетін жылу:

$$Q_р=m*F*q_{әйн}*К, \quad (3.12)$$

мұндағы m - количество окон в помещении;

F - площадь одного окна, $м^2$;

$Q_{әйн}$- күнрадиациясы әйнек беткей арқылы ,яғнибір сағатта әйнек беткей арқылы шығарылатын жылу 1 $м^2$көлемі , ккал/сағ;

К – қос әйнегі бар терезелер үшіндұрыстаушы коэффициент,К=0,6.

$Q_р$=4·2,4·0,6·65=374,4 ккал/сағ,

табиғи жолмен жылу берілу,жылдың жылу кезеңі үшін есептер кезінде нөлге тең деп қабылдауға болады, $Q_{отд}$= 0;

Сонда артық жылудың жалпы көлемін аламыз.

$$Q_{арт}=Q_{жаб}+Q_{жар}+Q_л+Q_р , \quad (3.13)$$

$Q_{арт}$=9804+176,128+150+374,4=10504,528 ккал/сағ.

$$Q_Н=Q_u/V_б , \quad (3.14)$$

мұндағы $V_б$-бөлменің көлемі, 560 $м^3$.

$Q_Н$=10504,52/8/560=18,75 ккал/ч.

Осыдан, бөлмеден жойылуы тиіс ауа көлемі (көлем t есептер кезінде ауадағы жылу қысымына байланысты таңдалады: егер ауаның жылу қысымы $Q_н$<20 ккал/ч болса,онда t=6 C^0 қабылдаймыз).

$L_в$=10504,528/(0,24·6·1,206)=6048,7 $м^3$.

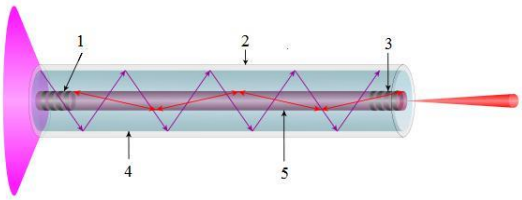
Біздің бөлме үшін және жойылуға қажетті ауаның көлемі үшін AIRBAFFLE – 6000 кондиционері келеді.Бұл кондиционер типі бөлмедегі ауа алмасу қажеттілігін толықтай қанағаттандырады.

Кондиционердің сипаттамасы мыналар:

- кондиционер қуаты - 6 квт/сағ;
- өңделетін ауа көлемі - 6500 $м^3$/сағ;
- жұмыс тәртібі -үздіксіз.

3.5 Лазер сәулесі деңгейінің есебі.

Жартылай өткізгіш лазердің сәулелену деңгейлерінің есебін жүргіземіз.Бұл лазерлер жұмысқа сәулелену көзі ретінде берілістің талшықты-оптикалық жүйелері үшін есептелінген. 3.1 суретте бөлінген кері байланысы бар лазердің жеңілдетілген сызбасы берілген.



1 –айна (талшықтық брэгголықтор); 2 – сыртқы қабық; 3 – жартылай мөлдір айна; 4 - қабықша; 5 – активтіталшық

3.1 Сурет – Лазердің жеңілдеткен сұлбасы

Бастапқы деректер:

-толқын сәулелену ұзындығы 1550 нм;

-бақылау нүктесінен жарықтандырылған бетке дейін ара-қашықтық 0,5м;

-бетке нормаль мен бағыттау бақылау арасындағы бұрыш 45°;

-шынайна ая жарықтандыруы, 100 лк;

-сәулелену көзінің диаметрі $0,02·10^{-2}$ м;

Лазер сәулелену энергиясының тығыздығын табу үшін,сәулелену көзінің бұрыштық өлшемін анықтау керек:

$$d_y=d*\cos\theta/R\ , \qquad (3.15)$$

мұндағы d - сәулелену көзінің диаметрі, м;

R -бақылаунүктесінен жарықтандырылатын беткейге дейінгі қашықтықтық, м;

θ-қалыптыбеткей мен бақылаудың бағыты арасындағы бұрыш.

$d_y=0,02\cdot10^{-2}\cdot\cos 45^0/0,5=2,8\cdot10^{-4}$.

Біріншілік биологиялық эффектілер үшін $H_б$энергетикалық экспозициясы мына формула бойынша анықталады

$$H_б=H_1*K_1, \qquad (3.16)$$

мұндағы H_1- көздің қарашық диаметр максималдық мәннің кезінде, сәулелену көзінің көз деңгеіне тәуелді энергетикалық экспозиция , H_1=51 Дж/м^2;

K_1 - сәлелену толқын ұзындығы мен қарашық диаметрінің түзету коэффициенті, K_1=2,1.

$H_б$ =51·2,1=107 Дж/м^2.

Екіншілік биологиялық эффектілер үшін H_e энергетикалық экспозициясы мына формула бойынша анықталады,

$$H_e=0,1*H_2*Ф_p , \qquad (3.17)$$

мұндағы H_2- көздің мүйізді қабығындағы энергетикалық экспозиция,сәуле толқынының ұзындығы мен диаметріне байланысты, H_2=680 Дж/м^2.

$Ф_p$- көздің мүйізді қабығының фондық жарықтануы, $Ф_p$=100 лк;

H_e=0,1·680·100=6800 Дж/м^2.

Жартылай өткізгіш лазердің қауып-қатер тобын анықтау үшін, түзету коэффициентін есепке алуымен E_c сәулелену энергиясының көлемін есептеу:

$$E_c=P*K , \qquad (3.18)$$

Мұндағы P -сәулелену максималды шығу қуаты, P=4·10^{-3} Вт;

K -шоқ диаметрін ескеретін коэффициент, K=0,25.

$E_c=4\cdot10^{-3}\cdot0,25=1\cdot10^{-3}$ Вт.

Қауіптілік классын анықтау үшін жартылай өткізгіш лазер үшін лазердің классификациясын өткіземіз.

Берілген лазер біріншілік биологиялық эффектлер бойынша қауіптіліктің II классына жатады,ал екіншілік биологиялық эффектлер бойынша III классқа.Табылған шартты рұқсат етілген сәулелену деңгейлерінің көмегімен лазерлік сәуленің әртүрлі типтері үшін (тіке,шағылысқан) оператор жұмыс істей алатын мүмкін болатын қашықтықтарды анықтаймыз. Сонымен қоса оператордың арнайы киімі ақ комбинезоннан тұрады.

Бастапқықажеттіберілгендер:

- сәулелену қуатыP=$4\cdot10^{-3}$Вт;
- дене түстес сәулелену бұрышы $\varphi=2^0$;
- кезектің ұзақтығы $t_{кезек}$=3600 с;
- шағылту коэффициенті р=0,5;
- ақ тығыз материяның өткізу коэффициенті τ=0,1, m=1 қабат санымкезінде;

Оператор орналасуы мүмкін рұқсат етілген қашықтық.

$$r=P*p*t_{см}/(\sqrt{E_{сәу}}*\varphi)\ , \qquad (3.19)$$

мұндағы $E_{сәу}$ -максималды сәулелендіру коэффициенті, Дж.

$E_{сәу}=E_{амс}/\tau$,

мұндағы $E_{амс}$ -ақырғы мүмкін лазер сәулелену дәрежесі, Дж/м^2.

$$E_{амс}=H_б/\tau, \qquad (3.20)$$

$E_{сәу.б}$=107/0,1=1070 Дж/м^2,

$$E_{сәу.е}=H_е/\ \tau, \qquad (3.21)$$

$E_{сәу.е}$=6800/0,1=68000 Дж/м^2,

$r_б=4*10^{-3}*0,5*3600/(\sqrt{1070}*2)=0,12$ м,

$r_е=4\cdot10^{-3}*0,5*3600/(\sqrt{68000}*2)=0,014$ м.

Қорытынды: Осылайша алынған есептерден көрініп тұр: қолданылатын лазер кіші күштілікті жартылай өткізгіш құрылғы болып табылады,қорғаныс үшін арнайы шаралар талап етілмейді. Осындай типті лазерлерді лазердің активті ортасымен тығыз беттесетін талшықты-оптикалық кабелдердің сыртқы сәулесін тарататын орта ретінде қолданады. Тіке сәулемен зақымдау оператор қосулы лазерді тікелей тері бөлігіне немесе көзге бағыттаған кезде жүзеге асады. Мүмкін болатын зиянды рентгендік сәуледен қорғау қызметін кассетаның корпусы атқарады,оның ішінде берілудің талшықты-оптикалық жүйесінің құрылғысы орналастырылған. Сонымен қоса,жұмысшылардың шашыранды немесе шағылысқан лазер сәулесімен зақымдануының алдын алу үшін активті орта қорғаныс корпусына орналастырылған. Корпустың ішкі беткейі лазер толқынының жұмыс ұзындығы бойынша жоғары дәрежелі жұту қабілеті бар материалдан тұрады.Лазердің активті ортасының оптикалық жарық бергішпен тығыз емес контакті кезінде жоғары дәрежелі жұту қабілеті бар изоляциялаушы корпус қарастырылады. Лазерге квалификациялық емес тиісуді болдырмау үшін аппаратурада бұғаттаушы жүйе қарастырылған.

4 Экономикалық бөлім

4.1 Жоба сипаттамасы

Қазіргі кезде телекоммуникация өнімдерге сұраныс өсіп жатыр, сондықтан желідегі трафик көлемі көбейіп жатыр. Біріншіден бұл ҚР-ның бастапқы магистральды сақина желін тигізеді, оның бір аумағы Көкшетау – Бурабай болып табылады, және ол Ивановка, Кенесары, Баянбай, Ақылбай, Озерная ауылдардан және Щучинск қаласынан арқылы өтеді.

Қазіргі кезде магистральда арналар санын көбею қажет болып жатыр, ол қызмет беру көлемін көбейтеді, содан үлкен пайда әкеледі. Мақсаты магистральды жобалау болып жатыр, ол көп жылдарға алға аймақ өткізу қабілетін көбейтеді, одан байланыс операторларға жалға беретін арналар саны көбірек беруге мүмкіндік береді және максималды пайданы алуға болады.

Оның техникалық жабдықтаудан халықаралық дәрежеге шығару үшін жаңа тарату технологияны пайдалану керек: дүниежүзі стандартқа сай келетін, талшықты-оптикалық технологиясы DWDM.

- регенерациялық аймақтар ұзындығы үлкен,
- кішкентай өшулік,
- бөгеттерден жақсы қорғанылады,
- массасы және габарит өлшемдері кішкентай,
- 1 арна-километрдің бағасы аз;

Бұл жабдық жоғары жылдамдықпен, сапалы ақпараттық беруді қамтамасыз етеді. Магистральды жабдықтау үшін, оны жаңа тарату система жабдықтармен және магистральды жұмыс тәжірибеде ұстау үшін, өлшеуіш аспаптармен қамтамасыз ету керек. Жақсы күйде болған оптикалық кәбілді пайдаланады. Сондықтан оптикалық кәбілді түсу жұмыстары қажет емес.

4.2 Ұйымдастыру жоспары

Жобаны орындау үшін 4.1 кестесінде көрсетілген жабдықтарды алу.

4.1 Кесте – Керек жабдықтар

Жабдықтың атауы	Бірлік саны, дана
Станциондыққұрылыстар:	-
OADM шығу/кіру мультиплексорлар	9
EDFA оптикалық күшейткіш	4
Басқару система сервері және бағдарламалық жасақтама	1
Өлшеу аспаптары:	-
CMA 4792 спектрнің анализаторы	2
SunSetE 20 цифрлік тестер	2
ПМД EXFO FTB-5500 анализаторы	2
Рефлектометр EXFO FTB-100	2
Оптикалық кәбіл, бірмодалық, км	90

4.3 Қаржы жоспары

Жобаланған талшықты-оптикалық тарату жүйесіне керек жұмсау сомасы 4.2 кестесінде көрсетілген.

$$K_{капит.салым} = K_{тех.бағасы}+K_{жобалау}+K_{көлік\ шығыны}+K_{орнату\ шығыны}, \quad (4.1)$$

$K_{капит.\ салым}$ = 115699 + 3471 + 2314 + 11570= 133054.

4.2 Кесте – Капиталдық жұмсау

Жұмсау атауы	Саны, дана	Инвестиция көрсеткіші, мың. тг.	Жалпы сома, мың. тг
Станциондыққұрылыстар:	-	-	-
DWDM мультиплексоры (қуат көзімен және бағдарламалық жасақтамамен)	9	3528	31752
Оптикалық күшейткіш	4	618	2472
Системаны басқару серверіжәне TNMSбағдарламалық жасақтама	1	3961	3961
Өлшеуіш аспаптар:	-	-	-
CMA 4792 спектрінің анализаторы	2	9619	19238
EXFO FTB-100 рефлектометрі	2	10268	20536
ПМД EXFOFTB-100 анализаторы	2	12631	25262
SunSetE 20 цифрлік тестер	2	669	1338
Оптикалық кәбіл, бірмодалық, км	90	88,5	7965
Басқа шығындар:	-	-	-
Шығын материал, ОРП және ОП-дағы құрастыру-баптау жұмысқа арналған аспаптар	9	30	270
Құрастыруға және жабдықтарды жөндеуге арналған шығындар	7	10	70
Дайындалу және іздеу жұмыстары	7	5	35
Қызмет ететін персоналды оқытуға жұмсалатын шығындар	7	300	2100
Жарнама кампаниясына жұмсалатын шығындар	-	-	700
Барлығы:	-	-	115699

4.4 Өндіріс жоспары

Жаңа DWDM жабдықтың баптау және монтаж мерзімі. Басталуы – 01.07.2016 ж. Соңы – 31.10.2016 ж.

ҚР территориясында жобаны жүзеге асыру, Республикасының магистралдық көлік желісіне қызмет көрсететін және құрылыс жағынан басты оператор, және де аймақтағы басты оператор АҚ “Қазақтелеком” болып табылады.

Арналарды 01.11.2016 жылынан бастап жалға беруге болады.

АҚ “Қазақтелеком ” жабдықтар жеткізуші компаниясымен құрылысына, монтажға және DWDM тарату система жабдықтарын жөнделу туралы келісімшарт жасайды. Келісімшартта фирма керек өлшеуіш және жөндеу жабдықтарды жеткізеді, сервистік қызмет көрсету және белгіленген мерзімге дейін құрылысты бітіріп, қолданылуына беру қажет.

4.5 Жылдық пайдаланған шығындар

4.5.1 Жұмысшылар штаттың есептеуі

$Р_{жал}$ магистраль аймағының қызмет көрсету жалпы штатты анықтау үшін, сызықты-аппаратты цехта (САЦ) қызмет ететін штатты анықтау керек.

САЦ ОРП және САЦ ОП штаттарын есептейміз. Магистральда 7 ОРП және 2 ОП бар. ОРП және ОП штаттарын нормативті есептеулерге қарап, осы аспапқа қызмет көрсету үшін магистральды инженер және 4 ауыстырылатын электромеханиктар керек.

$Р_{жал}$=(1+4)*(2+7) = 45 адам.

4.5.2 Талшықты-оптикалық тарату жүйесіне шығын

Бір жұмысшының орташа еңбекақы 60 мың тг. болады. Монтатж мерзімге және жабдықтарды күйге келтіру үшін 5 адамнан тұратын штатты қабылдайды (мерзімі 4 ай).

Бұл мерзімге еңбекақы:

$ЕА_1$= 5*4*60 =1,2 млн. тг.

ОРП және ОП штаттардағы жылдық еңбек төлем фонды:

$ЕА_2$= 45*12*60 = 32,4 млн. тг.

Қосымша еңбекақы (еңбек төлем фондының 30%):

$$ЕА_{кос}= 0,3*ЕА_2, \quad (4.2)$$

$ЕА_{кос}$= 0,3*32,4 = 9,7 млн. тг.

Еңбекақы шығындары (еңбек төлем фонды) мына формуламен анықталады:

$$ЕТФ = ЕА_1 + ЕА_2 + ЕА_{кос} , \quad (4.3)$$

ЕТФ = 1,2 + 32,4 +9,7 = 43,3 млн. тг.

Әлеуметтік салық ЕТФ-тың 11%-ын құрайды, ЕТФ-тан зейнетақы қорына 10%-ын бөлуінен кейін:

$$Ә_с = 0,11*(ЕТФ – 0,1*ЕТФ), \quad (4.4)$$

$Ә_с$ = 0,11*(43,3 – 0,1*43,3) = 4,29 млн. тг.

Байланыс бұтақтарға арналған амортизациялық аударым, капиталдық шығындар сомасынан жылына 25% құрайды:

$$А = 0,25*К, \quad (4.5)$$

мұндағы К – капиталдық шығындар сомасы, 133млн. тг.

А = 0,25*133 = 31,9 млн. тг.

Материалдарға және қосымша бөлшектерге шығындар, капиталдық шығындар сомасынан жылына 0,5% құрайды:

$$Ш_м = 0,005*К, \quad (4.6)$$

$Ш_м$ = 0,005*133 = 665 мың тг.

Электроэнергияға жұмсалатын шығын:

$$Ш_{эл} = 8760*Б_{кВт}*(W_1*N_1*W_2*N_2), \quad (4.7)$$

мұндағы W_1– мультиплексор жұмсайтын қуат, 0,1 кВт/сағ;

W_2 - оптикалық күшейткіш жұмсайтын қуат, 0,025 кВт/сағ;

$Б_{кВт}$ – Бір киловатт электроэнергиясының бағасы, келісімді, қазіргі кезде:

- түнде (23:00-ден 7:00-ге дейін) – 7,986 тг кВт/сағ;
- күнде (7:00-ден 19:00-ге дейін) – 20,9104 тг кВт/сағ;
- кеште (19:00-ден 23:00-ге дейін) – 47,824 тг кВт/сағ;

N_1 – мультиплексор саны, 8;

N_2 - оптикалық күшейткіш саны, 4;

8760 – жылындағы сағат саны.

$Р_{эл}$= (2920*7,986+4380*20,9104+1460*25,23)*(0,1*8+0,025*4)=136,568 мың тг.

Үстеме шығындар негізгі шығынардан 70% құрайды:

$$Р_{үст} = 0,7*Р_{нег}. \quad (4.8)$$

Үстеме шығындар мына формуламен анықталады:

$$Р_{үст}= 0,7*(ЕТФ + Ә_с + А + Р_м + Р_{эл}), \quad (4.9)$$

$Р_{нег}$= 43,3 + 4,29 + 31,9 + 0,665 + 0,137 = 80,292 млн. тг.,

$Р_{үст}$= 0,7*80,292 = 56,2044 млн. тг.

Жылдық пайдалану шығыны:

$$П_{жыл}= Р_{үст} + К_{пай} +А + Р_{эл} + Р_м + ЕТФ + Ә_с, \quad (4.10)$$

мұндағы $К_{пай}$ - кредит пайызының сомасы.

$К_{пай}$= К*0,12 = 133*0,12 = 15,96 млн. тг.

$П_{жыл}$ = 56,2044 + 15,96 + 31,9 + 0,665 + 0,137 + 43,3 + 4,29 = 152,4564 млн. тг.

Пайдалану шығын есептеулерін 4.3 кестесіне енгіземіз.

4.3 Кесте – Пайдалану шығындары

Шығындар бабы	Шығындар сомасы, млн. тг.
Еңбек төлем фонды	43,3
Әлеуметтік салық	4,29
Амортизациялық аударым	31,9
Материялдарға және қосымша бөлшектерге шығындар	0,665
Электроэнергияға жұмсалатын шығындар	0,136568
Кредиттік төлемдер	15,96
Үстеме шығындары	56,2044
Барлығы:	152,4564

4.6 Табыс және экономикалық тиімділік

Жылдық табыс сомасы:

$$Т = Q*Б_{қыз}*k, \quad (4.11)$$

мұндағы Q – АО “Қазақтелком” қызметтерімен қолданылатын адамдар саны,5000;

$Б_{қыз}$ – АО “Қазақтелеком” қызметтерінің айына орташа бағасы, 5500 тг;

k – жылындағы ай саны;

Т = 5000*5500*12= 330 млн. тг.

Шаруашылық қызметтен алынатын пайда мына формуламен анықталады

$$П = Т – Э_{жыл}. \quad (4.12)$$

115,7 млн. тг. 2 жылға кредит алғандықтан, пайда есептегенде жылына кредит сомасын ескертеміз. Бұл сома 84,4 млн. тг. құрайды. Сонда пайда мынаған тең болады:

П = 330 – 133 – 84,4 = 112,6 млн. тг.

Пайда салығы (20% бюджетке) мына формуламен анықтаймыз:

$$С_п= 0,2*П, \quad (4.13)$$

$С_п$ = 0,2*112,6=22,52 млн. тг.

Кәсіпорнының таза пайдасы:

$$ТП = П – С_п, \quad (4.14)$$

ТП =112,6– 22,52 = 90,08 млн. тг.

Жалпы (абсолютті) капиталдық қаржы салу экономикалық тиімділік коэффициенті:

$$Е = ТП/К, \quad (4.15)$$

Е = 90,08/133 = 0,677.

Жобаның өтелімділік периоды:

$$Т = К/ТП = 1/Е, \quad (4.16)$$

Т=1/0,677 = 1,477 жыл.

Жобаның экономикалық көрсеткіштері 4.4 кестесіде көрсетілген.

4.4 Кесте – Дисконттаудан кейінгі жобаның экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштің атауы	Мөлшері
Капиталдық шығындар, млн. тг.	133
Эксплуатациялық шығындар, млн. тг.	152,4564
Жылдық табыс сомасы, млн. тг.	330
Пайда, млн. тг.	112,6
Таза пайда, млн. тг.	90,08
Экономикалықтиімділік коэффициенті	0,677
Өтемділік мерзімі, жыл	1,477

4.7 Инвестиция тиімділік көрсетіштерді есептеу

Инвестициялық жобаларды талдау кезінде, инвестиция тиімділіктің келесі көрсеткіштері пайдалынады:

- жобаның таза құны (NPV),
- ішкі пайдалылық нормасы (IRR),
-инвестициялардың дисконтталған өтелімділік мерзімі (DPP);

4.7.1 Жобаның таза құны

NPV – бұл қазіргі жобадағы немесе инвестиция ақша түсімдерінің құны және қазіргі инвестиция алудағы немесе дисконттау тиянақталған мөлшерлемесімен есептелген, жобаны қаржыландыру, ақша төлемнің құны арасындағы айырымы. NPV-нің мағынасын, жобаны жүзеге асыру шешім қабылданғаннан кейін бірден алынатын нәтиже секілді елестету болады, өйткені NPV-ні есептегенде уақыт ықпалына қарамайды, яғни егер көрсеткіш мағынасы:

- NPV>0 – жоба инвесторларға табыс әкеледі;
- NPV = 0 – өндіріс көлем артуы, инвесторлардың табыс алуына ешқандай әсерр етпейді;
- NPV<0 – жоба инвесторларға шығын әкеледі;

NPV мына формуламен есептеледі:

$$NPV = \Sigma\frac{PVi}{(1+E)^{i}} - I_o, \qquad (4.17)$$

мұндағы PV_i – жобаның экономикалық өмір бойындағы, қазіргі ақша ағынның құны – 147,311 млн. тг.

E – дисконттің нормасы, 20%-ғв тең;

I_o – бастапқы шығындар сомасы, яғни жобаның басындағы инвестиция сомасы – 133 млн. тг.;

i – период саны – 4.

$$NPV = \frac{90,08}{(1+0,2)^1} + \frac{90,08}{(1+0,2)^2} + \frac{90,08}{(1+0,2)^3} + \frac{90,08}{(1+0,2)^4} - 133 = 100,2 \text{ млн.}$$

4.7.2 Ішкі пайдалылық нормасы

IRR немесе ішкі пайдалылық нормасы NPV көрсеткіш негізінде есептеледі: жобаның NPV-сі нөлге тең: IRR = E, NPV = 0, бұл коэффициент инвестицияның максималды құнын көрсетеді, бұл жобамен байланысатын, максималды болатын салыстырмалы шығындар дәрежесін көрсетеді.

Дәл онымен, нақты жоба үшін есептелген, IRR көрсеткіші салыстырылады, сонымен бірге олардың арасында байланыс мынандай:

- Егер $IRR>I_o$, сонда жобаны қабылдау керек;
- Егер $IRR<I_o$, сонда жобаны қабылдамау керек;
- Егер $IRR=I_o$, сонда жоба пайдалы да, шығынды да емес.

$$IRR = \Sigma\frac{PVi}{(1+E)^2} - I_o = 0, \qquad (4.18)$$

$$IRR = 20 + \frac{(31-20)*100,2}{100,2-(-0,417)} = 30,95\%.$$

4.7.3 Инвестициялардың дисконтталған өтелімділік мерзімі

DPP инвестициялық жобаның тиімділік баға көрсеткіштерден ең таралған және түсінікті болып табылады.

Дисконттау, негізінен, ақша сатып алу мүмкіншіліктің өзгеруін сипаттайды, яғни уақыт ағынмен, олардың құны.Оның негізінде қазіргі және келешектегі бағаларын салыстырады.

Өтелімділік мерзім көрсеткіштің механизм қалыптастыруынға қарағанда, инвестициялық жобалардың баға тиімділік системасында, оны пайдалану потенциалын азайтатын, ерекшеліктер қатарына көңіл аудару қажет.

Дисконттық өтелімділік мерзімі мына формуламен анықталады:

$$DPP = t, \text{ осында } Pt>I, \qquad (4.19)$$

мұндағы Pt – пайданың таза ақша ағыны.

Дисконттау коэффициенті немесе барьер мөлшерлемесі бұл, n-периодты инвестициялық жобаның тиімділік бағасындағы ақша ағын мөлшелерін көбейту үшін падалынатын көрсеткіш, басқа сөздермен дисконттау мөлшерлемесі бұл, қазіргі құнның біріңғай мөлшеріне келешек ағындардың қайта есептеуге үшін пайдалынатын пайыздық мөлшемесі.

Жоба үшін өтелімділік дисконтты периоды:

$$T = 3 + \frac{133-(90,08+53,54+44,62)}{37,18} = 1,5 \text{ жыл.}$$

4.4 Кесте – Дисконттау кейінгі жобаның экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштің атауы	Мөлшелері
Капиталды шығындар, млн.тг	133
Эксплуатациялдық шығындар, млн.тг	152,4564
Таза пайда, млн.тг.	90,08
Жобаның алынған таза құны, млн.тг	100,2
Инвестициялардың рентабельдік индексі, млн.тг	90,08
Ішкі пайдалылық нормасы, %	30,95
Өтелімділік мерзімі, ж.	1,5

4.8 Нәтижелерін бағалау

Жаңғыртылған аймақта, бірінші пайдалану периодта кейбір тәуекелдер болу мүмкін, мысалы Қазақстан Республикасындағы экономикалық жағдайдын нашарлауы, жұмысшылардың төмен квалификациясы, талшықты-оптикалық байланыс желісінің техникалық жағдайының немесе тарату сапасының нашарлауы. Ол тағы да арендатор жалға алынған арналар үшін төлемесе немесе берілген байланыс қызметке шайқалғыш сұраныс кезінде болу мүмкін.

Экономикалық көрсеткіштердің диаграммасы 4.1 суретінде көрсетілен.

4.1 Сурет – Жобаның экономикалық көрсеткіштердің диаграммасы

Қорытындыда, тәуекелдерге қарамай, бұл жобаның есеп өтелімділік мерзімі 3,2 жыл болады, ол нормативтік көрсеткіштерді аспайтынын ескертуге болады.

Бұл көрсеткіштер, DWDM жабдықтарды қолданылып, магистральды жобалау тиімді екенін көрсетеді.

Қорытынды

Диплом жобасында, DWDM технология қолдануымен, Көкшетау – Бурабай аймағында талшықты - оптикалық кәбіл салу мүмкіндігі қарастырылған. Таңдалған технология қазіргі кезде талшықты - оптикалық байланыс желілерінде кең таралған, ол магистральдың өткізу қабілетін арттады және таратылған ақпараттың сапасын жақсартады.

Таңдалған технологияға сәйкес, жұмысында Huawei Technologies компаниясының DWDM – OptiX 1600G жабдығы таңдалды және оның сипаттамалары көрсетілген. Бұл жабдық, ұқсас тарату оптикалық жүйелер даму деңгейіне сәкес келеді және осы топтамасының алдыңғы жабдықтардың барлық функционалдық мүмкіншіліктерді қабылдады.

Бұл жобада регенерациялық аймақтын ұзындығы есептелген, ол 81 км құрды, содан байланыс ұйымдастыру сұлбасы құрастырылған. Сұлбада ақырғы және қызмет алатын мекендер көрсетілген. Кейбір елді мекендер арасындағы ұзындығы регенерациялық аймақтан көп болатындықтан, оларды сұлбада көрсеттік. Тағы, оптикалық кәбіл сипаттамалардың есептеулері, өзара әсер есептеуі, жүйенің сенімділік есептеуі жасалды және кәбіл салу трассасы таңдалған. Елді мекендер арасындағы трасса көлік жол бойымен таңдалған, ол аралық пункттардың орналасуымен байланысты және салу кезінде материалдарды жеткізуін жеңілдетеді.

Жұмыстағы барлық есептеулер, нормаларға және байланыс стандарттарға сай келеді, ол салынған кәбілдің және алынғын технологияның дұрыс таңдалғанын көрсетеді.

Жұмыста байланыс орталықтың жұмысшылардың еңбек жағдайларының талдауы жасалынған, осыдан кондициялау, өндіріс жарықтандыру және лазер сәулелену дәрежесі есептелінген.

Сонымен қатар жұмыста, жүйе жобалау дың экономикалық дәлелдетуі көрсетілген және жобаның негізгі экономикалық көрсеткіштері есептелген. Бұл жобаның өтелімділік мерзімі 3,2 жыл болады, ол оның экономикалық тиімділігін көрсетеді.

Жобаланған талшықты-оптикалық тарату жүйесі жақсы техникалық және экономикалық сапатталарға ие болады. Ол таратылған ақпарат сапасынын біраз көтереді және магистраль көлемін арттады.

Әдебиеттер тізімі

1 Сайт https://kk.wikipedia.org/wiki/Көкшетау . - Бап “Көкшетау қаласы”.

2 Сайт https://kk.wikipedia.org/wiki/Бурабай_кентті. - Бап “Бурабай кенті”.

3 Слепов Н.Н. SDH синхрондық сандық желілері. – М., 1999.

4 Сайт http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/216619. - Статья «Арналарды спектральды тығыздуы».

5 Сайт www.nii-ecos.ru. - Журнал «Жүйелер және байланыс, телевидение мен радиохабарлау құралдары», Мельников С.В., Титова О.В.: Бап «Оптикалық тарату жүйелердің классификациясы».

6 Талшықты-оптикалық технологиялардан практикалық нұсқау. Желілік шешімдер журналы/LAN. № 03, 1997.

7 Павлов И. П. DWDM жүйелері: ерекшеліктері және қолдануы. «Желі және байланыс жүйелері» журналы, 2007.

8 Сайт http://works.doklad.ru/view/YVklT5HUaZQ.html - 6 дәріс. SDH функционалдық модульдер.

9 Слепов Н.Н. Сандық талшықты-оптикалық байланыс жүйелерінің заманауи технологиялары. М.: Радио және байланыс, 2000.

10 Убайдуллаев Р.Р. Талшықты-оптикалық желілері. М: Эко-трендз, 2000.

11 Фримен Р., Слепова Н.Н., редакциясынан ағылшыншадан аудару.Талшықты-оптикалық байланыс жүйелері. М.: Техносфера, 2003.

12 Электробайланыстың бағыттауыш жүйелері: Курстық жобаны орындауға арналған методикалық көрсетулер /Е.Ю. Елизарова, А.К. Сакабаева. – Алматы: АЭжБУ, 2010.

13 Өміртіршілік қауыпсіздігі: Дипломдық жобаларды орындауғы арналған методикалық көрсетулер / М.К. Дюсебаев. – Алматы: АЭжБИ, 2003.

14 Сайт http://www.telecom.kz/page/single/plan-zakupok-na--2015. - 2015 жылына "Казахтелеком" АҚ жұмыстарға және қызметтеріне тауар сатып алу жоспары.

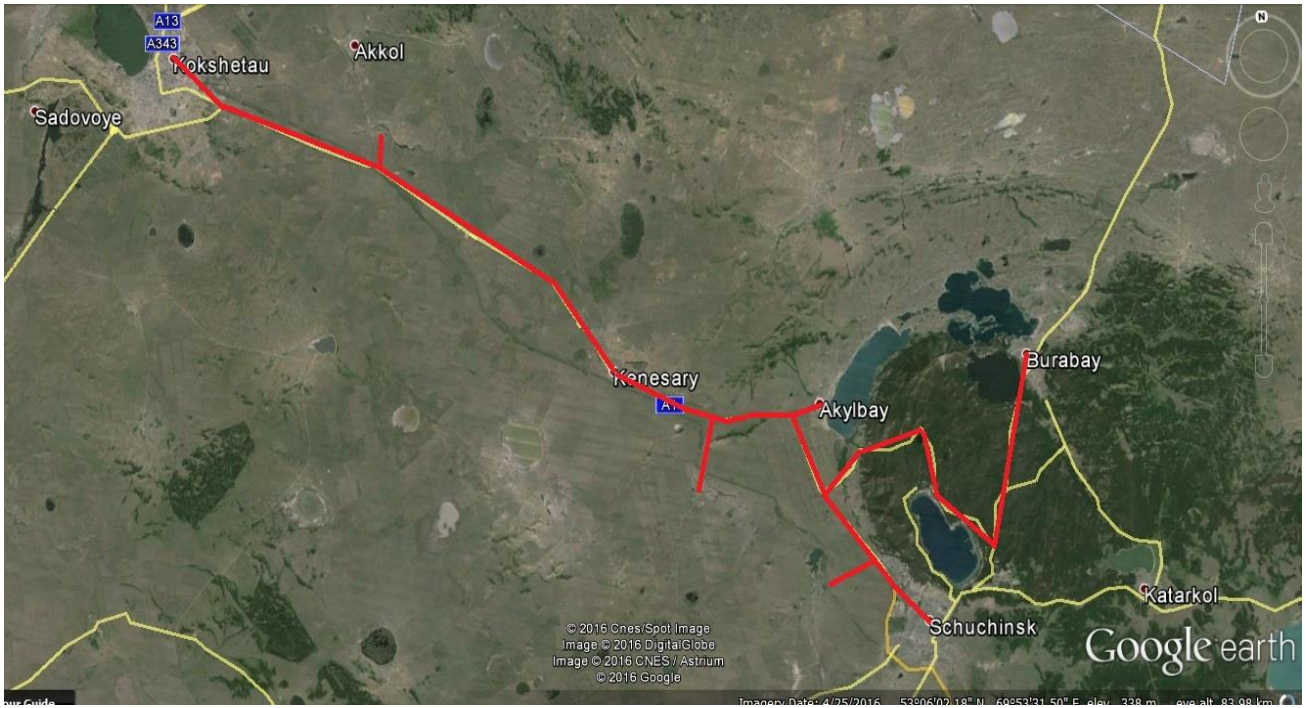
15 Сайт http://kz.zarplat.info/%D0%B8%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D/ - Бап «Жұмысақыларды салыстыру».

16 Сайт http://kt.kg/for_operators/rent_channel1/f/. - Бап «Сандық арналарды жалға беру тарифтері».

17 Сайт http://www.refsru.com/referat-2563-22.html. - Бап «Байланыс кәсіпорындардың әрекеттері».

А Қосымшасы

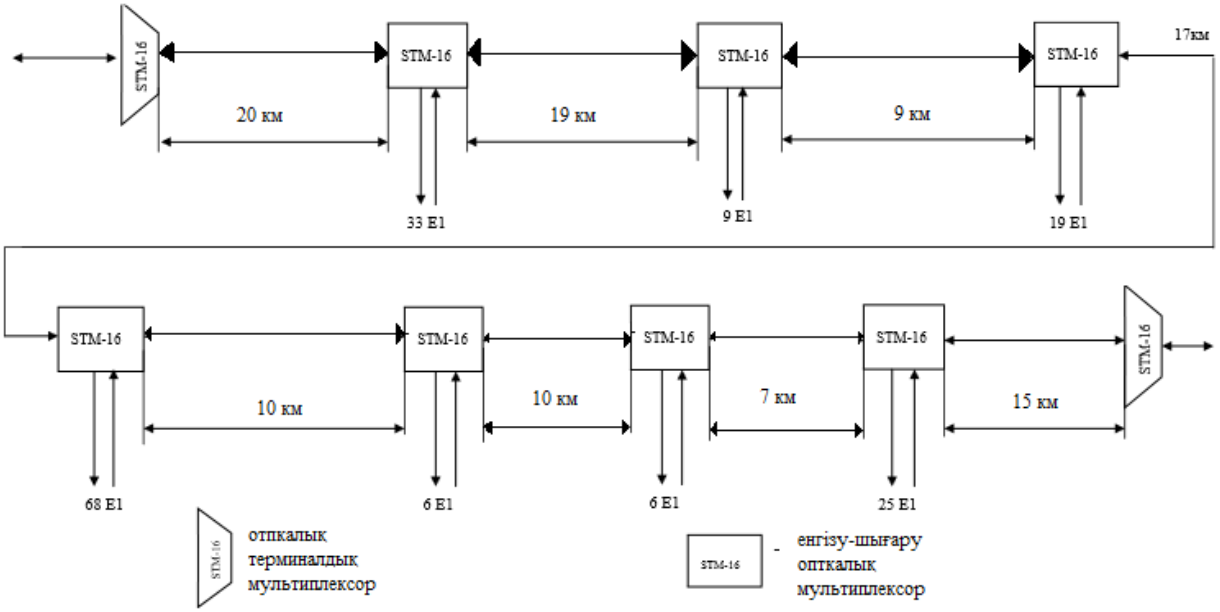
Талшықты-оптикалық байланыс желісінің орналасуы



А1 Сурет – Талшықты-оптикалық байланыс желісінің орналасуы

Б Қосымшасы

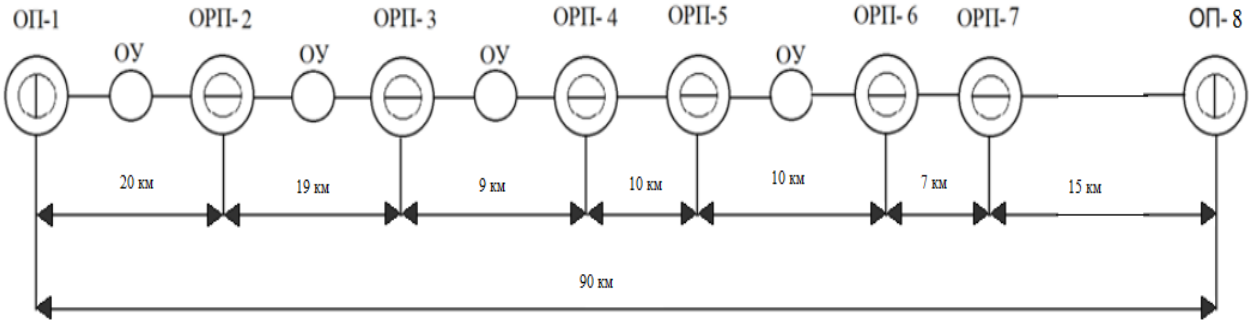
Жобаланған аймақтағы байланысты құрастыру сұлбасы



Б1 Сурет – Жобаланған аймақтағы байланысты құрастыру сұлбасы

В қосымшасы

Жобаланған аймақтағы оптикалық желілік трактының құрылымы



В1 Сурет – Жобаланған аймақтағы оптикалық желілік трактының құрылымы