ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Телекоммуникациялық жүйелер
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі

_____
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____ «_____» _____ 20___ ж.
(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Ақтөбе - Астана қалаларға арасында магистралды ТОБЖС жобалау

5В071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар **мамандығы бойынша**

Орындаған Қарасев Ерлан Батырбекұлы МТС$_к$-12-01
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші доцент Агатаева Б.Б.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :
Э.Ғ.К. профессор Қ. Баймов
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «26» 05 20 16 ж.
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
т.ғ.к., доц. Никонова Н.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «26» 05 20 16 ж.
(колы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :
аға оқытушы Шоғайбек Ж.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «26» 05 20 16 ж.
(колы)

доцент Агатаева Б.Б.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «25» мая 20 16 ж.
(колы)

Мөлшер бақылаушы:
аға оқытушы Темірханова Э.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «01» 06 20 16 ж.
(колы)

Пікір жазушы :
Шрунь А.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «____» _____ 20___ ж.
(колы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
Радиотехника электроника телекоммуникация мамандығы
Телекоммуникациялық жүйелер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Жарасов Ерлан Батырбекович
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Ақтөбе - Астана қалаларға арналған магистралды ТОБЖ жобалау

ректордың «19» 10 2015 №149 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «25» мамыр 2016 ж.

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

Дипломдық жобасының тақырыбына сәйкес Ақтөбе - Астана қалаларға арналған жоғары сапалы байланысты ұйымдастыру үшін DWDM құралдары мен „конус" мультиплексорын қолдану.

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

Аналог ауыздарының қазіргі сипаттамасы; DWDM технологиясын таңдау; Оптикалық мультиплексор Ақтөбе - Астана DWDM трассасын таңдау. Қабыл таңдау „Конус" (конвертер мультиплексі) арналарының техникалық есептеу бөлімі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Сәулеөткізгіштердің типтері: бір модаға таралу, көп модаға таралу
DWDM желісі, жарық арна
DWDM принципиалды схемасы, DWDM жабдығы
Қарапайым OSA қосылыс сызбасы
Енгізу/шығару мультиплексоры
EDFA күшейтгішінің күшейту коэффициентінің толқын ұзындығына тәуелділігі
EDFA күшейтгішінің құрылымдық сызбасы
DWDM желісінің сызбасы (жиілікпен пропасы)

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Бутусов М.М., Верник С.М., Галкин С.Л. и др. Под ред. Гальченко В.И. Волоконно-оптические системы передачи. Учебник для вузов – М: Р и С, 2004
DWDM в Казахстане, http://www.alcatel.ru
Комельбеков Б.Ж., Мошкин В.Ф., Хан В.А. Современная проблема волоконно-оптических линий связи ТОМ2 Источники излучения и передающие оптоэлектронные модули – Томск, Издательство НТЛ, 2001
Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. – М: Высшая школа, 2006
И.П. Рожкова. Маркетинг в телекоммуникациях – М: Эко-Трендз, 2002

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Бавсик Т.В	1.04 – 26.05.16	
ЕТП	Викенова А.А	14.03 – 31.05.16	
Есептеу техн. бөлім	Шуайыт Ж	20.05.16	
Техникалық бөлім	Агатаева Б.Б	10.10.15 – 25.05.16	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
	Аудандырудың сипаттамасы	19.10.2015-25.12.2015	
	ОЖДМ технологиясын таңдау	26.12.2015-30.01.2016	
	ОЖДМ жүйесін жобалау және оңтайлау	30.01.16-25.04.16	
	ОЖДМ мультипликаторы және демультиплексора	13.03.2016-25.04.2016	
	Оптималды нұсқасын таңдау	10.05.2016-10.05.2016	
	Кабельді таңдау	11.05.2016-20.05.2016	
	Оптималды кабель түрін таңдау	11.05.2016-20.05.2016	
	„Конус" (Конвертор шығынсыз) аппаратурасы	13.05.2016-20.05.2016	

Тапсырманың берілген уақыты «10» қаңтар 2015 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ профессор Байкенов А.С
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ доцент Агатаева Б.Б.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы кабылдаған студент _____ Нұрғалиев Ерлан Батырбекұлы
(қолы) (аты -жөні)

Аннотация

В данной дипломной работе рассмотрена расширение ВОЛС с применением DWDM на трассе Актобе-Астана. В данной выпускной работе выбраны оборудования DWDM и «Конус» (конвертор усилитель).

В дипломной работе рассчитаны основные параметры сети с применением программы Mathcad.

В экономической части выпускной работы рассчитана экономическая эффективность и определен срок окупаемости дипломной работы.

В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены анализ вредных факторов при прокладке волоконно - оптического кабеля, условия безопасности и исследование воздуха.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста DWDM аппаратурасын қолданылумен Ақтөбе-Астана трассасындағы ТОБЖ кеңейту қарастырылды. Бұл бітіру жұмысында «Конус» (Конвертор күшейткіш) және DWDM құрылғылары таңдалған.

Дипломдық жұмыста желінің негізгі параметрлері Mathcad бағдарламасын қолданумен есептелген.

Бітіру жұмысының экономикалық бөлімінде экономикалық тиімділігі есептелген және жобаның өзін өтеу мерзімі анықталған .

Сонымен қатар өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде талшықты - оптикалық кәбілді төсеу кезіндегі қауіпті және зиянды факторларды талдау, қорғаныс шаралары және ауаны зерттеу қарастырылған .

Abstract

In this thesis work is considered an extension of fiber optic links using equipment on the track DWDM Aktobe-Astana.

In this final work equipment selected "cone" (power converter) and DWDM.

In the research paper to calculate the main parameters of the network using the program Mathcad.

In the economic part of the final work is intended economic efficiency and the payback period is defined thesis.

In the analysis considered life safety hazards in laying fiber - optic cable, security conditions and the study of air.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Теориялық бөлім 9
1.1 Ауданның сипаттамасы 9
1.2 Мәселенің қойылымын негіздеу 10
1.3 ТОБЖ-да қолданылатын технологияларға шолу 10
1.4 DWDM технологиясын таңдау 12
1.5 DWDM жүйесін жөндеу және өлшеу 16
1.6 DWDM мультиплексоры және демультиплексоры 19
1.7 Оптикалық күшейткіштер 21
1.8 Ақтөбе-Астана DWDM трассасын таңдау 23
1.9 Кабелді таңдау 24
1.10 Оптикалық кабель типін таңдау 26
1.11 «Конус» (Конвертор күшейткіш) аппаратурасы 29
2 ТЕХНИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУ БӨЛІМІ 29
2.1 Арналардың қажетті санды есептеу 30
2.2 Регенерациялық учаскенің ұзындығын есептеу 35
2.3 Оптикалықталшықтардың негізгі сипаттамаларын есептеу 37
2.4 Апертураны есептеу 38
2.5 Оптикалық кабелдегі өзара әсерді есептеу 40
2.6 ТОБЖ өткізу қабілетін анықтау 42
2.7 Оптикалық трактідегі жиынтық шығындарды анықтау 43
2.8 Жүйе қуатының толық қорын есептеу 44
2.9 Сигнал/шу қатынасын немесе регенерациялық учаскенің ұзындығына берілетін қатенің ықтималдығын анықтау 44
2.10 Таратын оптикалық модульдің шығысындағы оптикалық сәулелену қуатының таралу деңгейін анықтау (ПОМ) 44
2.11 МДМ деңгейін анықтау (қабылдайтын оптикалық модульдің сезімталдық шегі –ПРОМ) 45
2.12 Жүйенің тез әрекеттестігін анықтау 45
2.13 ТОБЖ сенімділігін есептеу 46
3 Өміртіршілік қауіпсіздігі 50
3.1 Талшықты – оптикалық кабелді төсеу уақытындағы қауіпті және зиянды факторларды талқылау 50
3.2 Қорғаныс шаралары 51
3.3 Ауаны баптау 52
4 Бизнес жоспар 63
4.1 Жоба мақсаты 63
4.2 Маркетинг жоспары 63
4.3 Қызметтің сапалық дәрежесі 63
4.4 Ұйымдастыру шаралары 64
4.5 Өндірістік жоспар 66
4.6 Эксплуатациалық (пайдалану) шығындар 66

Қорытынды 73
Қысқартылған сөздер тізімі 75
Әдебиеттер тізімі 76
А қосымша 77
Б қосымша 78
В қосымшасы Плагиат туралы анықтама
Г қосымшасы ДЖ электронды нұсқасы және көрсетуге арналған бейнематериалдар (CD-R)
Д қосымшасы Үлестірмелі материалдар (А4 пішімі – 20 бет)

Кіріспе

Оптикалық талшық (ОТ) қазіргі уақытта ең жетілдірілген мәліметтерді тарату ортасы болып табылады, сонымен қатар ұзақ қашықтықтарға көп көлемдегі мәліметтерді тарату үшін де болашағы зор тарату ортасы болып табылады. Қазіргі таңда оптикалық талшық мәліметтерді таратумен байланысты есептердің барлығында қолданыс табады.

Аймақаралық масштабта синхронды сандық иерархияның талшықты-оптикалық желі құрылысын бөліп айтуымыз қажет. Біздің өмірімізге екпінді түрде локалды және аймақтық талшықты-оптикалық жүйелер интерфейстері

Ethernet, FDDI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, ATM кіруде.

Қазіргі таңда дүние жүзі бойынша байланыс қызметімен қамтушылар жылына ондаған мың километр талшықты-оптикалық кәбілдерді жер асты, мұхиттар мен өзендердің түбі, электр сымдары мен тонельдер және коллекторлар арқылы тартады. Көптеген компаниялар, сонымен қатар IBM,

Lucent Technologies, Nortel, Corning, Alcoa Fujikura, Siemens, Pirelli сияқты алып компаниялар да талшықты-оптикалық технологиялар облысында қарқынды түрде зертеулер жүргізуде. Қазіргі таңда ең озық технологиялар қатарына толқын ұзындығы бойынша өте тығыз толқындық мультиплекстеуді

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) жатқызуға болады. Бұл технология қазіргі талшықты-оптикалық магистраль желісіндегі кәбілдердің өткізу қабілетін анағұрлым көбейтеді.

ТОБЖ қолдану облысының мүмкіншілігі өте кең – қалалық және ауылдық байланыс желілерінен, борттық комплекстерге (самолеттер, ракеталар, кемелер), мәліметтер көлемінің көптігін үлкен қашықтықтарға таратуға дейін. Талшықты-оптикалық байланыс негізінде мәліметтерді таратудың жаңа жүйелері құрылады.

Көпарналы ТОБЖ еліміздің магистральді, аймақтық байланыс желілерінде кең қолданылады, сонымен қатар қалалық АТС-тер араларын қосатын желілерде қолданылады. Бұл бір талшықты-оптика арқылы әртүрлі толқын ұзындығындағы мәліметтік сигналдардыбір уақытта таратумен түсіндіріледі, және де оптикалық кәбіл арқылы көп көлемде мәліметтерді таратуға болады. Су асты оптикалық магистральдар айрықша тиімді және экономды болып келеді.

Сандық тарату жүйелері өздерінің физикалық тарату ерекшеліктеріне қарай талшықты-оптикалық байланыс желілерінде кең қолданыс тапты.

Оптикалық кәбілдің жеңілдігі, аз өлшемдігі, отқа қауіпсіздігі ұшу құрылғыларында, кемелерде, автомобильдерде, монтажда және басқа да техникаларда өте тиімді және пайдалы болды.

Бұл дипломдық жобада Ақтөбе-Астана трассасында талшықты оптикалық байланыс жолын DWDM технологиясының негізінде кеңейту қарастырылған.

1 Теориялық бөлім

1.1 Ауданның сипаттамасы

Диплом жобасының тапсырмасына сәйкес Ақтөбе – Астана қалалары арасында жоғары сапалы байланысты ұйымдастыру қажет.

Ақтөбе қаласы Қазақстанның Батыс бөлігінде орналасқан. Соңғы деректер бойынша қала тұрғындарының саны – 387 945 адамды құрайды (2015 жылдың 1 қаңтары). Қаланың климаты күрт-континенталды. Жазы жылы: жылдың бес айында ауаның орташа күндізгі температурасы 20 °С асады, қысы қалыпты салқын, максималды қар қабаты ақпанда байқалады (31 см).

Қазіргі кезде, тұрғындарының саны бойынша қала Батыс Қазақстанда бірінші орында тұр. Тұрғындарының санының ұлғаюына байланысты, билік қаланың әлеуметтік-экономикалық дамуының жобасын жасап, бас жоспарды түзету бойынша жұмысқа кіріскен. Бұл шаралар Ақтөбе қаласы «Миллион тұрғыны бар қала» статусына жетуге бағытталған. Жобаның жүзеге асуы 2011 жылдан бастап 2040 жылға дейінгі кезеңді қамтиды. Ақтөбе қаласы – ірі индустриалды орталық, ол қаланың шығысына қарай орналасқан хромит кен орнымен байланысты. Онда ферроқорытпа, сондай – ақ хром қосылыстары, ауыл шаруашылығы машинасын жасау, рентген аппаратураларын және т.б. жасау зауыттары орналасқан. Химиялық, жеңіл, азық-түлік өнеркәсібі дамыған. Қаладағы кәсіпорын өнімдерінің құны 2012 жылы 232 млрд теңгеге жетіп, көрсеткіштердің 17,7 пайызын құрады, бұл алдыңғы жылғы көрсеткіштерден 7 % жоғары. Қалада шығарылған өнімнің жалпы көлемінің 36 % металлургиялық өнеркәсіптің үлесіне келеді, ал химиялық өнеркәсіптің үлесіне – 10 %. Ақтөбе ферроқорытпа зауытында (АФЗ) Қазақстанның ферроқорытпа өнімінің 22 % келеді. Ақтөбе хром қосылыстары зауыты (АХҚЗ) хромның тотығы, хром ангидриді, дубитель, натрий бихроматын өндіретін елдегі жалғыз ғана өндіріс болып табылады. Қаланың негізгі өнеркәсібіне мыналарды жатқызуға болады: Ақтөбе рентген өндірісі, оның қызметінің негізгі саласы әр алуан медициналық мақсаттағы рентген диагностикалық жабдықтар өндірісі болып табылады; Ақтөбе мұнай жабдықтарының зауыты (АМЖЗ), Қазақстанның кешенді мұнай өнеркәсіптік жабдықтардың өндірісі бойынша мамандандырылған ірі машина жасау кәсіпорынның бірі болып табылады; өнеркәсіптің түрлі саласы үшін металл конструкциялардың алуан түрін жобалайтын және өндіретін Ақтөбе металлоконструкциялар зауыты (АМЗ), Ақтөбе рельс – балкалық зауыт, (АРБЗ), бұл кәсіпорын жоғары сапалы дифференциялы беріктетілген рельстерді шығарумен айналысады және Қазақстандағы орташа фасонды прокатты өндіруші болып табылады.

Астана — Қазақстан Республикасының елордасы. Астанада 852 985 адам тұрады (1қаңтар 2015). Қазір қаланың аумағы 200 км^2 алып жатыр. Қала Қазақстанның орталық бөлігінің солтүстігінде Ақмола облысында, Есіл өзенінің алабындағы өзен маңы жазықтығында орналасқан.

Астана қаласы Есіл өзенінің жағалауындағы жазықта және ішінара өзен аңғарында орын тепкен. Аумақтық жер бедері еңісі мен биігі байқалмайтын жазық болып келуімен сипатталады. Мұндағы ойдым-ойдым көлтабандарда ғана қар суы мен көл немесе сор-сазда уытты көлшіліктер пайда болады. Қала қуаң дала белдеуінде, оның күңгірт қоңыр, қоңыр топырақты, бетегелі-селеулі іші қуаң белдеуінде орналасқан. Топырақ жамылғысы біртекті емес, алуан сипатты. Қала орналасқан өңірдің ⅔ аумағын жадағай толқынды, суайрықты жазықтық алып жатыр. Қала аумағының жер бедерінен айтарлықтай еңіс немесе көзге шалынардай өр байқалмайды, мұндағы геморфологиялық бөлшектер бір-біріне ұласа жалғасып кете барады. Жазық Есіл өзеніне қарай аздап еңістеу болып келеді. Климатының өзіндік ерекшелігі тым континентік болып келеді, жауын-шашынның орташа жылдық мөлшерінің аз және күн көзінің өткір болуы салдарынан көлдердің суы азайып, шағын өзен арналардың кеуіп қалуына әсерін тигізеді. Қысы суық, аязды.

1.2 Мәселенің қойылымын негіздеу

Бұл дипломдық жобаның мақсаты Ақтөбе - Астана арасындағы байланыс желісін қазіргі заманғы ғылыми - техникалық жетістіктердің талабына сай «Конус» (Конвертор күшейткіш) құрылғысын таңдап жаңарту болып табылады. DWDM Ақтөбе - Астана арасындағы Қазақстан Республикасының магистральды желісінде қуатты сандық арналар түйінін қалыптастыруға арналған.

Қазіргі уақытта талшықты - оптикалық байланыс жолының өткізу қабілеті өсіп келе жатқан тұтынушылардың сұранысын қанағаттандырмайды.

Таратылатын мәліметтердің көлемі өскен сайын ТОБЖ арқылы таралатын сигналдың жылдамдығын арттыру керек, бұл таратушы мен қабылдағыштың жылдамдықтарын STM - 16 дан STM – 64 - ке дейін арттыратын жаңартуларды жүргізгенде шешіледі.

Дипломдық жобаны орындаудың алдында келесі мақсаттар қойылған:

- Ақтөбе - Астана магистральді ТОБЖ - ң трассасын таңдау;
- Қазіргі уақыттағы Ақтөбе - Астана магистральді ТОБЖ-ң STM – 64 сигналдарын беру мүмкіндігін бағалау;
- ТОБЖ барлық мүмкін жаңарту нұсқаларын қарау және ең тиімдісін таңдау;
- талшықты-оптикалық кәбілдің сыйымдылығын және типін таңдау;
- ТОК негізгі параметрлерінің есептелуін жүргізу;
- ТОК салыну және монтаждалу ерекшеліктерін қарастыру;
- экономикалық бөлімді және өміртіршілік қауіпсіздігін қарастыру.

1.3 ТОБЖ – да қолданылатын технологияларға шолу

Қазіргі кезде оптикалық талшықты беріліс ортасы ретінде қолданатын байланыстың жаһандық желісінің үш технологиясы кең тараған: PDH – плезиохронды цифрлық иерархия, SDH/SONET – синхронды цифрлық иерархия және WDM – толқынды мультиплекстеу технологиясы.

Алғашқы екі технология (PDH және SDH) отандық желіде кеңінен қолданылады. WDM Технологиясы шешімнің қымбат болуы себепті және SDH технологиясының мүмкіндіктерін соңына дейін пайдаланбағандықтан, әзірше қолданылмайды.

Берілістің оптикалық ортасын қолданатын технологиялардан (FDDI, ATM және GBE – GigabitEthernet – гигабитті Ethernet, бастапқыда ЛВС қолданылған), тек соңғы екеуі (ATM және GBE) ЛВС аясынан өтіп, WDM көлік технологиясы ұсынатын физикалық деңгей интерфейсін қолдану мүмкіндігінің арқасында жаһандық технологиялар ретінде қарастырыла бастады (ең алдымен бұл ATM қатысты). Қазіргі кезде ВСС желісінде WDM жүзеге асудың жоқ екенін ескеріп, сондай-ақ аталған технологиялардың бірқатар сипаттамаларының ЛВС технологиясы ретінде қаралуы себепті, оларды бір қарастырмаймыз. Төменде PDH және SDH технологиялары қысқаша сипатталып, WDM технологиясына толық тоқталамыз.

Цифрлық әдіс пен уақытша мультиплекстеу әдісін қолданғанда мультиплексор бірінші деңгейде кіріс сигналдары ретінде алғашқы цифрлық деректер ағынын n x 64 кбит/с жылдамдықпен қалыптастырып, беріліс жылдамдығы 64 кбит/с болатын ОЦК (немесе DS0) қолданады. Мысалы Bell D2 жүйесі үшін бір ақпарат ағынын 24 x 64 кбит/с = 1536 кбит/с аламыз. Нәтижесінде алғашқы ағын қайталанатын топтардан тұрады, соның әрбірі фрейм (немесе цикл) құрылымына ие болады. Bell D2 жүйесінде T1 фрейм (1544 кбит/с) қалыптасады. Егер мультиплекстеудің осы деңгейін реттік, каскадты, екінші, үшінші және т.б. деңгейлер мультиплекстеу схемасында m:1, l:1, k:1... типті мультиплексорларды қолданатын алғашқы деп қабылдасақ, онда берілістің цифрлық жылдамдығының әр түрлі иерархиялық жылдамдығын немесе цифрлық иерархияны қалыптастыруға болады. Олар мультиплекстеу процесін, немесе арналарды тығыздауды m, l, k, ... реттілі каскадтар үшін мультиплекстеудің түрлі коэффициенттерін таңдау арқылы шығысында арналардың DS0 (ОЦК) қажетті санын беретін қажетті деңгейге дейін жеткізуге мүмкіндік береді.

Синхронды желілік SONET/SDH технологиялар пайда болғанға дейін жасалып және ендірілген цифрлық желілер, іс жүзінде, асинхронды жүйелер болды, өйткені орталық тіректі көзден сыртқы синхрондауды қолданбады. Ондағы шығын бит (немесе оларды дәл орналастырудың мүмкін еместігі) ақпараттың жоғалуына ғана емес, синхрондаудың бүлінуіне де әкеп соқтырды.

Синхронды желілерде жергілікті барлық таймерлердегі орташа жиілік немесе бірдей (синхронды) немесе дәлдігі 10^{-9} (бұл мысалы, DS3 вүшін жылдамдықтың 0,045 бит/с дейін ауытқуына мүмкіндік береді) кем емес орталық таймерді (шығу көзі) қолданудың арқасында синхрондыға жуық (плезиохронды). Бұл жағдайда фреймдерді немесе мультифреймдерді тегістеу қажеттілігі шамалы, ал тегістеу диапазоны біршама тар. Оған қоса, егер оның фреймін инкапсулдейтін құрылымда осы фрагменттің басталуының сілтемесін ендірсе ағынның белгілі бір фрагментін бөлумен көрінетін жағдай (мысалы,

Е1 арнасы) жеңілдейді.

Сілтемелерді қолдану контейнер – тасымалдаушының ішкі құрылымын икемді жинақтауға мүмкіндік береді. Сілтемелерді қандай да бір буферде сақтау (фрейм немесе мультифрейм тақырыбы) және олардың қателерді түзететін кодтары бар қосымша қорғаныс желі бойынша берілетін пайдалы жүктеменің (фрейм, мультифрейм немесе контейнер) ішкі құрылымын шоғырландыратын сенімді жүйені алуға мүмкіндік береді.

Бұл айтылғандар, синхронды желілердің қолданыстағы асинхрондыға қарағанда бірқатар артықшылықтары бар екенін білдіреді, солардың негізгілері келесідей:

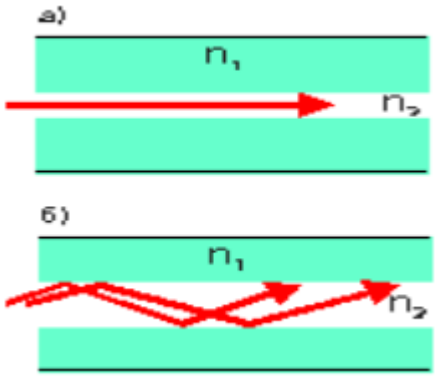
- желіні жеңілдету, синхронды желілерде кіріс – шығыс мультиплексоры біреу ғана болуына байланысты, Е1 сигналын (2 Мбит/с) STM-1 модулден тікелей шығару/ендіруге мүмкіндік береді, PDH мультиплексорлардың бірқатар түрлерін алмастырады, жабдықтарды және орналастыру орнын үнемдеуге мүмкіндік береді;
- желінің сенімділігі мен өздігінен қалпына келуі, біріншіден желінің электромагниттің бөгеуілдердің әсеріне төзімді талшықты – оптикалық кабелді қолдануына байланысты, екіншіден, желінің архитектурасы мен икемді басқару сигнал таралуының баламалы екі жолына рұқсте ететін жұмыстың қорғалған режимін қолдануға мүмкіндік береді, оның біреуі бүлінген кезде жедел түрде ауыстырып-қосуға мүмкіндік береді, сондай-ақ желінің бүлінген түйінін айналып өтуге мүмкіндік береді, бұл осы желінің өздігінен қалпына келетіндей етеді;
- желіні басқарудың икемділігі, басқарудың кең жолақты арналарының өте көп санына және желілік және элементті менеджменттің деңгейлері бар басқарудың икемді иерархиялық жиелеріне байланысты;
- талап бойынша өткізудің бөлінген жолақтары – ол бұрын алдын ала жоспарланған келісім бойынша ғана жүзеге асатын сервис (мысалы, бірнеше күн бұрын), енді басқа арнаға (кең жолақты) ауыстырып – қосу арқылы санаулы секундтарда қол жеткізуге болады;
- Кез-келген трафикті беру үшін ашықтығы – ең заманауи технологияларды: FrameRelay, IP, ISDN және ATM қоса алғандағы басқа технологиялармен қалыптасқан трафикті беруге арналған виртуалды контейнерлерді қолданумен көрінетін факт;
- қолданудың әмбебаптығы – жаһандық желіні немесе жаһандық магистралді жасау үшін де, бірқатар жергілікті желіні біріктіретін шағын корпоративтік желі үшін де қолдануға болатын технология.

Қуатын арттырудың қарапайымдылығы – аппаратураны орналастыру үшін әмбебап тіректің болғанда келесі, иерархияның барынша жоғары жылдамдығына ауысу жәй жаңа ғана карт – блоктарды (үлкен жылдамдыққа есептелген) ендіру арқылы жүзеге асырылады.

ТОБЖ–ның маңызды компоненттерінің бірі – оптикалық талшық. Сигналдарды беру үшін талшықтың екі түрі қолданылады: бір модты және көп модты. Талшық өз атауын ондағы сәулеленудің таралу тәсіліне қарай

алынған.

Талшық өзекшеден және түрлі көрсеткіштері бар қабықшадан тұрады.



1.1 Сурет – Световодтардың типтері а) бір модалы талшық; б) көп модалы талшық

Бір модты талшықта световодты желінің диаметрі шамамен 8-10 мкм, яғни, жарық толқынының ұзындығымен салыстыруға болады. Осындай геометрияда талшықта бір ғана сәуле таралуы мүмкін (бір мода).

Көп модты талшықта световодты желінің диаметрі шамамен 50 – 60 мкм, бұл өте көп сәуленің таралуын мүмкін (көп мода) етеді.

Талшықтың екі типі де маңызды екі параметрмен сипатталады: сөнумен және дисперсиямен.

Сөну әдетте дБ/км өлшенеді және жұтылуға шығынмен және оптикалық талшықта сәулеленудің шашырауымен анықталады.

Жұтылуға шығын материалдың тазалығына, шашырауға шығын материалдың шағылысу көрсеткіштерінің біртекті еместігіне байланысты.

1.4 DWDM технологиясын таңдау

DWDM (dense wavelength – division multiplexing) – бұл бір талшық бойымен өте көпоптикалықарналарды берудің заманауи технологиясы,ол желілік технологиялардың жаңа буынының негізіне алынған.Қазіргі кезде желілердің телекоммуникациялық индустриясы өте көп өзгерістерге ұшырауда, бұл дауысты – бағдарлық жүйеден деректерді беру жүйесіне ауысуымен байланысты, бұл Internet–технологиялардың және желілік әр алуан қосымшаларының қарқынды дамуымен байланысты.Деректерді беру желілерінің ірі көлемді дамуымен желі архитектураларының түрленуі де өтіп жатыр. Дәл сол себепті жобалау, бақылау және желіні басқарудың принципінде іргеліөзгерістерді қажет етеді. Желіліктехнологиялардыңжаңа буынныңнегізінде тығыз талшықтымультиплекстеуге DWDM (dense wavelength – divisionmultiplexing) негізделген көп толқынды оптикалық желі жатыр.

Байланыс желісінің өткізу қабілетін ұлғайтуға деген қажеттілік жыл сайын артып отыр және бұл қарқын жақын онжылдықта баяулай қоймайтыны

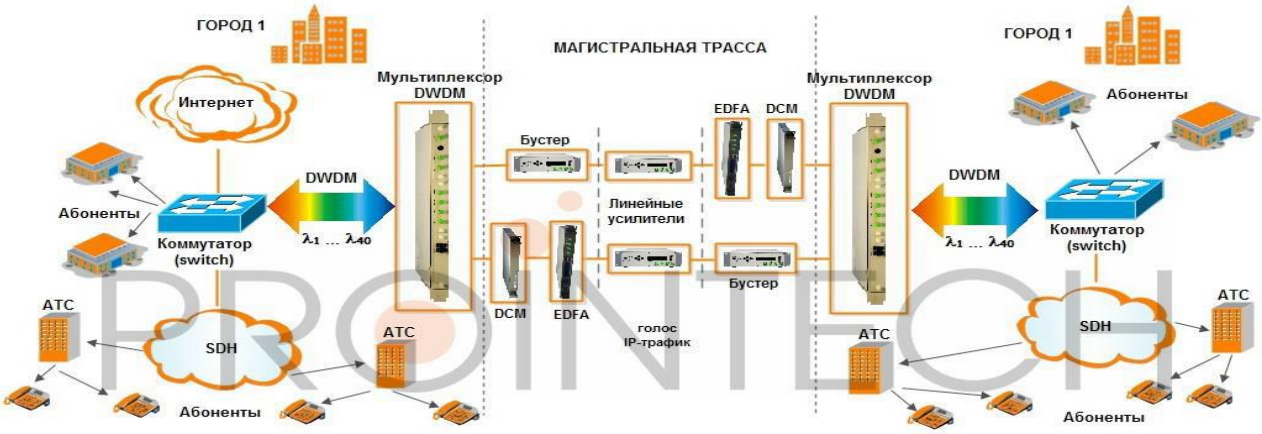
белгілі. Сонымен қатар, бұл қажеттілік географиялық тұрғыдан да кеңейіп отыр. Жеткізушілер тарапынан бағаның төмендеуі, мемлекеттердің телекоммуникациялардағы монополиялық позицияларының әлсіреуі, Интернетті пайдалануға деген қызығушылықтың төмендемеуі беріліс жылдамдығына деген сұранысты тек қана арттырып отыр. Бүгінгі күні DWDM технологиясы өткізу жолағының өте тез әрі экономикалық өсуін қамтамасыз етіп, тәжірибе жүзінде өзінің сенімділігін көрсетуде. Көп жағдайда DWDM технологиясын қолданудың арқасында байланыстыңоптикалық желісінің өткізуқабілеті жүздеген есе артуы мүмкін.

Спектральді, немесе оптикалық тығыздаутехнологиясының мәнісі мынада:бір талшық бойынша көптеген бөлек сигналдарын SDH ұйымдастырудың мүмкіндігі, яғни,байланыс желісінің өткізуқабілетін көп есе ұлғайту.

Әр түрлі өндірушілердің жабдықтарын қолданғанда,бір өндірушінің деректерді берудің екі шағын желісін басқаөндірушінің DWDM– желісіне қосады. Физикалық түрдебір шағын желіге қосылған басқару жүйесі басқашағын желінің жұмысын да басқара алады.Егер таралу деңгейіндеSDH– жабдығы қолданылса, бұл мүмкін болмас еді. Сөйтіп, желілердің DWDM базасында әр түрлітрафикті беру үшін түрлі өндірушілердіңжелілерін біріктіруге болады.

Толқынның әрбір ұзындығыталшықтағыжеке оптикалық арнаболып табылады. Бірнеше арнаны бір талшықта біріктіру үшін және содан кейін оларды қажетті желілерде бөлу үшін әр түрліоптикалық әдістер бар.

AT&T –біроптикалықталшықта 2 Гбит/с болатын 10 арнаны жасау мүмкін болған кезде тығызспектральді тығыздау (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM) технологиясы жүзеге асырылған.Бұладамның көзімен көрінетін, бірнеше түске бөлуге болатынжәне қайтадан жинауға болатын жарықтың түрлі түстерден тұратыны сияқты, DWDM технологиясымен берілетін жарық ағыны датолқындардыңтүрлі ұзындықтарынан тұрады (1.3 Сурет).

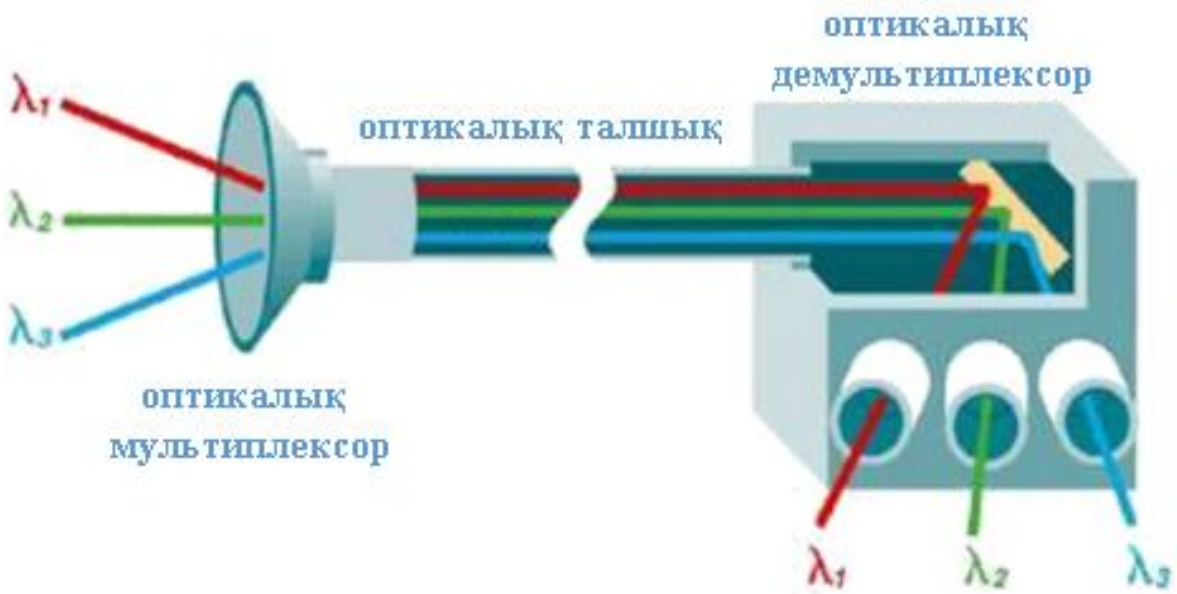


1.2 Сурет – DWDM желісі

1.3 Сурет – Жарық ағыны

Яғни, бір талшық бойымен жүздеген стандартты арналарды беруге болады. DWDM Принципиалды схемасы өте қарапайым. Бір талшықта бірнеше оптикалық арналарды ұйымдастыру үшін SDH сигналдарын яғни, осындай сигнал үшін толқынның оптикалық ұзындығын өзгертетіндей етіп, «бояйды».

Әрине, бір талшық бойымен көптеген толқынды ағынды беру үшін DWDM технологиясы өте дәлдіктегі жабдықпен қамтамасыз етілген. Мысалы, телекоммуникацияларда қолданылатын стандартты лазер қамтамасыз ететін толқын ұзындығының қатесі, DWDM жүйесіне қажеттімен салыстырғанда жүз есе көп. Оптикалық талшық бойымен өтуіне қарайсигнал біртіндеп сөнеді. Оны күшейту үшін оптикалық күшейткіштерді қолданады (1.4 Сурет). Бұл деректерді ода оптикалық сигналды электрлікке ауыстырусыз 4000 км дейінгі қашықтыққа беруге мүмкіндік береді (салыстыру үшін, SDH – де бұл қашықтық 200 км аспайды).



1.4 Сурет –DWDM принципиалды схемасы

DWDM артықшылығы айқын. Бұл технология талшықты – оптикалық арналарды өткізу жолағын жүздеген есе кеңейтудің ең көлемді және ұтымды тәсілін алуға мүмкіндік береді. DWDM жүйесі негізіндегіоптикалық желілердің өткізу қабілетін,желінің дамуына қарай қолдданыстағы жабдыққа біртіндеп жаңа оптикалық арналарды қосу арқылы, арттыруға болады.

Өткізу жолағының ені ақпаратты беру жылдамдығымен байланысты. Сөнусигнал берілетін қашықтықты анықтайды. Сигнал берілген желі бойынша қозғалғанына қарай, оның амплитудасы азаяды. Амплитуданың бұлай азаюынсөну деп атайды. Оптикалық кабелде сөну жиілікке байланысты емес және әдетте, қолданылмайтын жиіліктердің өте жоғарысын қоса алғанда, жиіліктің белгілі бір диапазонында тұрақты болып қалады.

1.5 Сурет – DWDM жабдығы

Оптикалық талшықтың электромагнитті сәулеленуден туралауға сезімтал еместігінің маңызды нәтижесі мынада: жарық сигналдары электромагнитті туралаудың әсерінен бұрмаланбайды (ЭМТ). Цифрлық беріліс сигналды қатесіз беруді білдіреді. ЭМТ жарқылы үдемелілігінің пайда болуына әкеп соқтыруы мүмкін,ал сол кезде бастапқы сигналда ешқандай үдеме болған жоқ. Сөйтіп, оптикалықталшықтар сигналды еш бұрмалаусыз беру үшін жаңа мүмкіндіктер ашады.

Оптикалық талшықмыс сымнан әлдеқайда аз тартады. Талшықты-оптикалық кабельдің мыс тәрізді ақпараттық сыйымдылығы бар, бірақ, салмағы аз, өйткені, мыс кабел өте көп көлемдегі желіні қажет етеді. Талшық диэлектрик болып табылады және тоқ өткізбейді. Оны пайдалану өрт қауіпсіздігі тұрғысынан қауіпсіз болып табылады. Оған қоса, талшық найзағаайларды тартпайды.

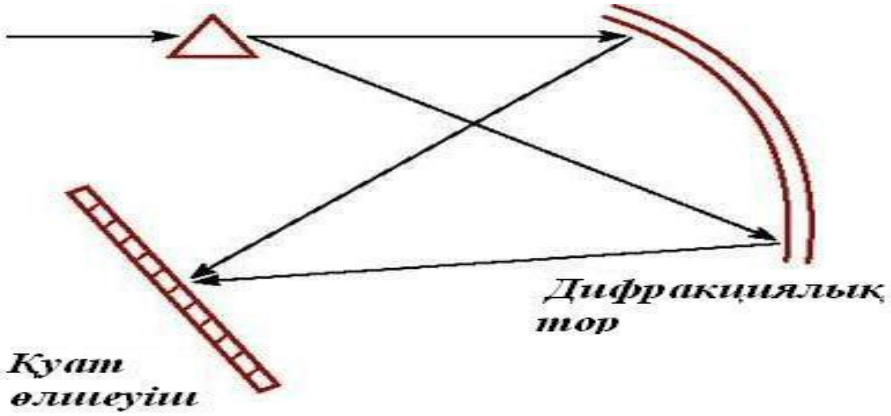
Талшықты-оптикалық кабельдің қауіпсіздігі тұрғысынан мүлдем қолданылмаған қауіпті жерлерде де қолдануға болады. Мысалы, талшықты тікелей отын багы арқылы да өткізуге болады.

1.5 DWDM жүйесін жөндеу және өлшеу

Оптикалық спектр анализаторы. Спектр анализаторы – құрылғылардың жаңа түрі. Әдетте OSA көмегімен толқынның орталық бөлігін, көршілес арналар арасындағы қашықтықты, сонымен қатар қуат, дыбыс белгісі/шу қатынасы және т.б. жылпы сипаттамаларды бақылауға болады. Алайда олардың рұқсат ету мүмкіндігі қолданылатын модельге байланысты болады және әдетте 0,1 нм шектеледі.

Спектр анализаторының жұмыс принципі жарық ағынын монохроматты қоспаларға алдыңғы уақытта әрқайсысының қуатын жеке өлшеу мақсатында бөлу, яғни OSA дыбыс белгісінің толқын ұзындығының қажетті аясында жалпы спектральдық аймағын зерттеуге мүмкіндік береді. Ары қарай профиль «толқын ұзындығы-қуат» координаталары бойынша график тұрғызылады. Осылайша, DWDM талшығы бойынша өтетін мультиплекстелген дыбыс белгісі үшін әрбір арнаның, сонымен қатар өзара әсер ететін арналардың оптикалық сипаттамалары белгіленіп, сарапталуы мүмкін.

Дифракциялы торды қолдану – жарықты оның компоненттерінен (түсінен) бөлу үшін өте кең қолданылатын әдіс. Дифракциялық тордың беткі қабатындағы параллель сызықтар жарық дыбысын оптикалық спектрға бөледі. Дыбыс бөлінгеннен кейін толқынның берілген ұзындығының қуаты детекторды толқынның қажетті ұзындығында жарықтың максимал концентрациясында орнату жолымен өлшенуі мүмкін. 1.6 Суретте белгіленген детекторлы қарапайым OSA құрылғысы схемалық түрде көрсетілген – ол бір рет жүретін монохроматор деп аталады. Қазіргі кезде шығарылатын OSA технологиясы жаңа дисперсті торлардың, көп ретті жүретін сұлбалар мен қуатты өлшеудің өте дәл сұлбаларының есебінен жақсартылған. Бірақ OSA ұқсас технологиялар жеткіліксіз ықшамды, және де оларға ұқыпты қарау керек – бұл қарапайым лабораториялық аспаптар.



1.6 Сурет – Қарапайым OSA қозғалыс сұлбасы

Дыбыстарды бөлу кезінде спектрдің талдағышы ретінде Майкельсонның интерферометрі қолданылады. Қазіргі күні Фабри-Перо

принципі бойынша жұмыс жасайтын орын ауыстырғыш сүзгіштер негізіндегі талдағыштар кең қолданысқа ие.

Оптикалық ауытқу коэффициенті (Optical Rejection Ratio, ORR) - OSA маңызды сипаттамаларының бірі. Ол OSA дыбыстың жоғары мәні кезінде берілген аралықта өлшей алатын дыбыс/шу қатынастарының максимал мәнін сипаттайды.

OSA пайдаланушы үшін нағыз спектрлі кескіннің бөлшектік суреті аса қызығушылыққа ие. Егер ORR өлшеуіш құралы дыбыс/шу жүйесінің қатынасынан төмен болса, онда оператор оптикалық дыбыстың нағыз қозғалысына қарағанда осындай құралдың өзіндік шектері көрсетілген график алады. Канал және әрқайсысының аралығы көп болған сайын, сол қуатпен өлшеу үшін ORR жоғары болуы қажет. Қуаты бойынша динамикалық аралық OSA оптикалық детекторының өту қабілеттілігін көрсетеді, яғни DWDM қосымшасы үшін талап етілген қуаттың барлық әртүрлі деңгейлерін өлшеу қабілеттілігі. Кең динамикалық аралықты құрал жоғары және төмен қуатты дыбыстарды өлшеуге мүмкіндік береді, нәтижесінде спектрдің өте анық көрінісін алады.

Қазіргі заманғы аса тиімді OSA көпшілігі желінің инсталляторы үшін және зерттеу қажеттіліктері үшін өңделген орнатылатын модульдерден тұрады. Бұл модульдер сонымен қатар автоматты өлшеулер үшін де қолданылады. Басқа жағынан, мұндай дала шарттарында жұмыс жасауға қажетті көшпелі OSA лабораториялық құралдарға қарағанда оптикалық тиімді. Көбінесе көшпелі OSA батереялардан тұрады.

DWDM жүйесінің инсталляциясы және олардан қателіктер іздеу OSA-дан қарапайым тестілуге қарағанда өте қиын тәртіптерді талап етеді. Оптикалық талшықтар жалпы шығынға, ORL-ға, поляризация тәртібінде дисперсияға және т.б. тексерілуі тиіс. OSA бірге толқын ұзындығын өте жоғары дәлдікпен өлшеу қажет болатын жағдайлар үшін монохроматор – толқын ұзындығын өлшеуіш құрал қажет болады.

Осыған ұқсас әмбебап талдағыш DWDM жүйесін бақылау үшін қолданылатын қызмет каналдарына (Optical Supervisory Channel, OSC) арналған бақылауға жарамды. Мұндай каналдар үшін толқынның келесідей ұзындықтарының біреуін таңдайды – 1510, 1625 және 1490 нм.

Стандартты талдағыштар барлық оптикалық көрсеткіштерді анықтауға мүмкіндік береді, бірақ сонымен бірге қателіктерді талдауды қамтамасыз етпейді. Сондықтан OSA ақпараттық оптикалық жүйесін бақылау және жөндеу үшін қолдану кезінде биталы қателіктер коэффициентінің тестерін қосу үшін арнайы шығу орны қажет. Бұл жағдайда OSA ішкі сүзгіші DWDM жүйесінде сәйкес келетін толқындарды бөлу және дыбысты қателіктер талдағышына тарату үшін толқынның талап етілген ұзындығына бекітіледі

1.6 DWDM мультиплексоры және демультиплексоры

Әр лазерлік таратқыш DWDM жүйесінде берілген жйіліктегі бір ғана сигналды береді. Осы сигналдарды (арналарды) бір түгел сигналға мультиплекстеу (бір-бірімен қосу) қажет. Бұл функцияны атқаратын құрылғының аты оптикалық мультиплексор MUX (немесе OM). Байланыс желісінің соңындағы біріктірілген сигналдарды жеке арналарға бөлетін құрылғы оптикалық демультиплексор DEMUX (немесе OD) деп аталады. TDM жүйесінде, арналарды тығыздау уақыт бойынша жүргізілсе және ең басты зейін таратқыш пен қабылдағыштың синхронды жұмыс істеуіне негізделеді, онда DWDM жүйесінде мультиплекстеу мен демультиплекстеуге жеке сигналдардың спектралды құраушылары түседі және бұл сигналдардың спектралды сипаттамалары алдын ала белгілі, TDM жүйесінен айырмашылығы осында.

DWDM мультиплексоры үшін екі ерекшелік қасиеттері кіреді:

− тек бір ғана 1550 нм толкын ұзындығындағы терезе жолағын қолдану, EDFA (1530-1560 нм) күшейткішінің облысында;

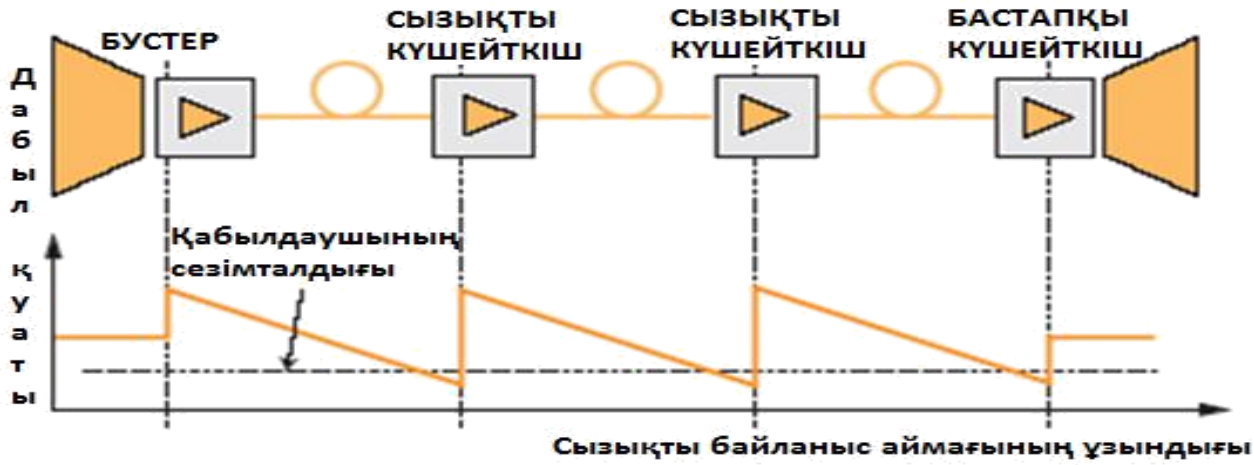
− мультиплекстелетін арналар арасының өте жақындығы $\Delta\lambda$, 3,2 / 1,6 / 0,8 немесе 0,4 нм.

Бұдан басқа, DWDM мультиплексорлары өп арналар санымен жұмыс істеу үшін арналғандықтан (32 арна және одан да көп арналар) DWDM құрылғыларының құрамында бір уақыта барлық арналар мультиплекстеліп (демультиплекстеледі), SDH жүйесінде жоқ жаңа құрылғылар қосылады және олар бір немесе одан да көп арналарды негізгі басқа саны көп мультиплекстік ағынға енгізу және шығару режимінде жұмыс істейді. Демультиплексордың шығыс порттары/полюстері белгілі толқын ұзындығына белгіленгендіктен, мұндай құрылғы толқын ұзындығы бойынша пассивті маршруттауды жүзеге асырады. Арналар арасының өте жақындығы және бір уақыта өте көп арналармаен жұмыс істеу керектігімен DWDM мултиплексорларын жасау SDH мультиплексорларынан гөрі өте үлкен ұқыптылықты қажет етеді. SDH мультиплексорлары көбінесе 1310 нм және 1550 нм терезе жолағын кейде қосымша ретінде 1650 нм толқын ұзындығының маңындағы ұзындықтарды қолданады. Сонымен қатар жақын және алыс өтпелі бөгеуілдер DWDM құрылғысының полюстерінде жоғары дәрежелі сипаттамалармен қамтамассыздандыру.

Оптикалық мультиплексорлар мен демультиплексорлар тізбектей немесе аралас орналасқан қысқа жолақты сүзгілерден тұрады. Көптеген жағжайда сүзгілеу үшінмөлдір қабаты сүзгілер, талшықты немесе көлемді брег дифракциялық торлары, дәнекерленген екі ұшты талшықты бөлгіштер, ұйық кристалдар негізіндегі сүзгілер, интегралды оптикалық қондырғылар (толқындық дифракциялық торлардың фазалық матрицасы немесе фазорлар) қолданылады.Мультиплексрленіпеліп келген сигнал кіріс портқа түседі. Содан соң бұл сигнал толқындық тақтайша арқылы өтеді және дифракциялық құрылымды құрайтын AWG (arrayed waveguide grating) көптеген толқын

таратушыларға түседі. Бұрынғысынша сигнал әр толқын таратушыда мультиплекстелген болып қалады, ал әр арна ($\lambda_1, \lambda_2, \ldots$) барлық толқын таратқышта келтірілген болып қалады. Содан соң айналық беттен шағылысу жүреді, шағылған жарық ағыны қайтадан толқындық тақтайшада жиналады, бұл жерде олардың фокусталуы және интерференциясыжүреді, интерференцияланған жарық интенсивтілігінің максимумдары кеңістікте таралған болады, әр максимум белгілі бір арнаға сәйкес келеді. Толқындық тақтайшаның геометриясы құрылысы, шығыс полюстер мен интерференциялық максимумдар сәйкес келетіндей етіліп, толқын ұзындығының құрылымы шығыс полюстерінің орналасуы есептеледі. Мультиплексорды құрыудың басқа тәсілі бір ғана емес екі толқындық тақтайшаларды қолдануға негізделген. Бұндай құылғының жұмыс істеу принципі Жоғарыдағы тәсілге ұқсас, бірақта мұнда фокустау мен интерференциялау үшін қосымша тақтайшалар қолданылады.

Мультиплексорлар мен демультиплексорлар әр түрлі толқындық бөлу әдістері арқылы бір талшық бойымен тарату үшін бірнеше оптикалық дабылдарды біріктіреді және осы дабылдарды таратқан соң қайта бөледі. Бірақ, дабылдың бүкіл құрылымын ауыстырмай, құрама дабылға қосу немесе одан тек бір арнаны бөліп алу қажет болады. Ол үшін, яғни барлық арнаның дабылдарын электрлік түрге және қайта кері түрге түрлендірмей-ақ, осы операцияны орындайтын, арналарды енгізу/шығару мультиплексорлары қолданылады. 1.7 Суретте енгізу/шығару мультиплексоры көрсетілген.



1.7 Сурет – Енгізу/шығару мультиплексоры

Соңғы жылдары DWDM құрылғысы алыс қашықтықтағы байланыс операторлары желілерінде кең қолданыс тапты. Қазір шығарылатын құрылғылар бір оптикалық талшықта 40 және одан көп оптикалық арналарды, ал кейбір DWDM-нің өнеркәсіптік жүйелері 128-160 дейін арналарды біріктіруге мүмкіндік береді. Қазіргі кезде DWDM технологиясы оптикалық желілерді тұрғызудың негізі болып табылады және цифрлық иерархия

жүйелеріне (SDH) ұқсас келеді, дегенмен мультиплекстеу механизмі әр түрлі болып келеді.

DWDM технологиялары WDM технологиясына (онда, әдетте, 1310 және 1550 нм мөлдірлік қабаты немесе 1650 нм шеңберінде қосымша толқын ұзындығының аумағы қолданылады) қарағанда екі ерекшеліктен тұрады:

− эрбимен легирленген оптикалық талшықты күшейтудің толқын ұзындығының шеңберінде (1530…1560 нм) тек жалғыз 1550 нм мөлдірлік қабатының қолданылуы;

− әдетте 3,2/1,6/0,8 немесе 0,4-ке тең мультиплекстелуші арналар арасында Δλ толқын ұзындығы бойынша аз интервалдар.

DWDM мультиплексорлары белгілі бір толқын ұзындығы бар бірнеше (32 дейін және одан көп) арналармен жұмыс істеуге есептелген және бірнеше арнасы бар жалпы оптикалық ағыннан бір не бірнеше арналарды енгізу/шығару үшін, барлық арналар үшін бір уақытта мультиплекстеу/демультиплекстеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. DWDM демультиплексорының шығыс оптика-лық интерфейстері белгілі бір толқын ұзындығына бекітілген, сондықтан мұндай құрылғы толқын ұзындығы бойынша пассивті маршруттауды жүзеге асырады. Арналардың толқын ұзындығындағы аз айырмашылығы және бір уақытта бірнеше арналармен жұмыс істеу қажеттілігі себебінен, DWDM мультиплексорлары WDM мультиплексорларымен салыстырғанда, дайындалу-да жоғары сапаны қажет етеді.

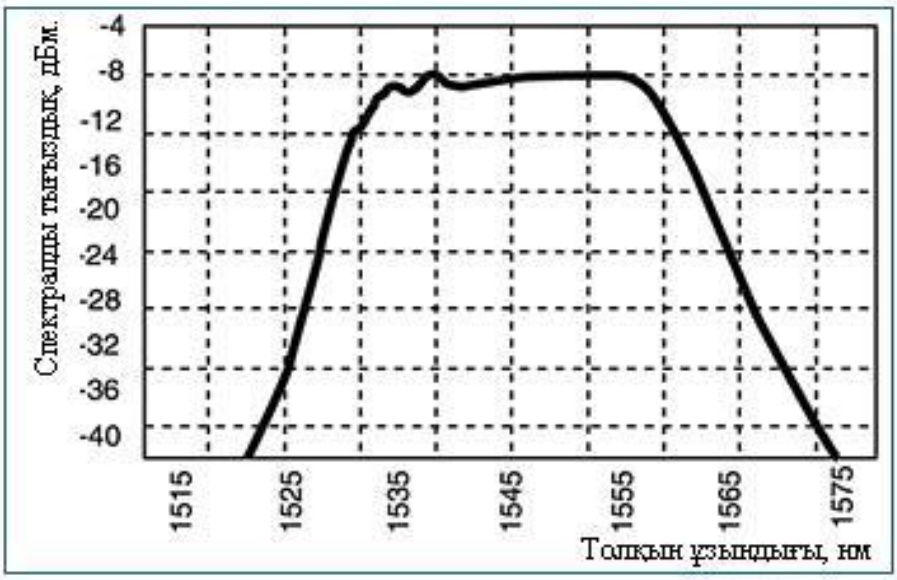
1.7 Оптикалық күшейткіштер

Эрби қосындысы бар талшықтағы EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier) күшейткіші соңғы жылдары телекоммуникациялық кәсіпорындарында революция жасады. EDFA күшейткіштері оптикалық сигналдың тікелей күшейтілуін қамтамассыз етеді, ол оптикалық сигналды электр сигналына және кері түрлендірмей күшейтеді, шу деңгейі өте төмен, ал оның жұмыс істеу толқын ұзындығының диапазоны кварцті оптикалық талшықтың терезе жолағына сәйкес келеді. Сәйкестік 1.8 Суретте келтірілген. Осындай байланыс жолындағы күшейткіштер өзінің көрсеткіштерінің ерекшеліктері мен артықшылығына қарай DWDM жүйесінде және оптикалық тарату желілерінде кең қолданылады.

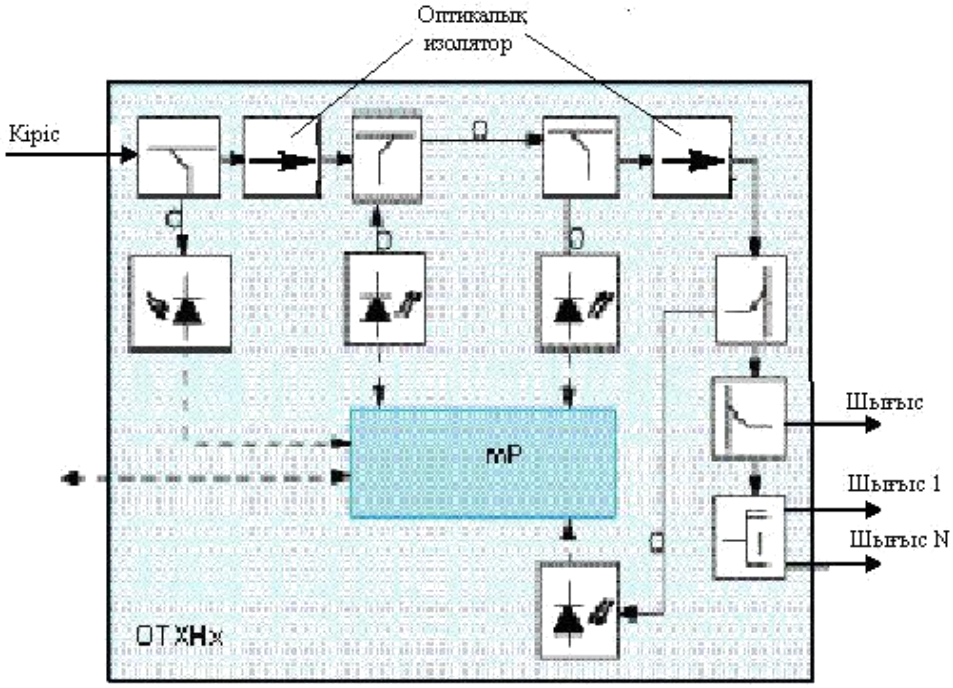
Опикалық EDFA күшейткішінің сипаттамасы:

- сигналдың кіріс деңгейі -4..+8 дБм;
- шығыс қуаты 13 және 16 дБм болатын 1 ден 8 дейін шығысы бар;
- шығыс бойынша сызықсыздығы +/- 0,5 дБ;
- кіріс сигналының төмен мәнінде шығыс қуатының автоматы түрде өшірілуі;
- шығыс қуатын бақылау үшін сигнал деңгейі 2 дБм болатын тестілі оптикалық шығысы қарастырылған;

EDFA күшейткіші эрбилі қоспасы бар талшық бөлігінен тұрады, оның құрылымдық сұлбасы 1.9 Суретте келтірілген.



1.8 Сурет – EDFA кушейткішінің күщейту коэффициентінің толқын ұзындыгына тәуелділігі.



1.9 Сурет – EDFA күшейткішінің құрылымдық сұлбасы.

Мұндай талшықтарда белгілі толқын ұзындығындағы сигналдар сыртқы сәулеленудің қанығу энергиясының көмегімен күшейеді. EDFA құрылысының қарапайым құрылымында күшейтулер тар толқын ұзындығының диапазонында – шамамен 1525 нм және 1565 нм болады. Осы 40 нм кеңдікке бірнеше ондаған DWDM арнасы сыйып кетеді. Қарапайым электронды қайталағыштар, ұзын байланыс жолындағы сигнал деңгейін қалпына келтіру

үшін, талшықтан сигналды оқып алады, оқылған сигналды электр импульсіне айналдырадып күшейтеді, содан соң күшейген сигналды оптикалық сигналға түрлендіре отырып байланыс жолы арқылы ары қарай таратады.Бұларға қарағанда EDFA күшейткіші түгелімен мөлдір – қолданылатын протоколдар, форматтар, тарату жылдамдығына және өткізу жолағындағы толқын ұзындығына тәуелді емес. күшейткіштері жүйелік протоколдарға тәуелді болмағандықтан, оларды әрқандай қондырғыларқа қосуға болады, ATM коммутаторларына немесе IP протоколының компоненттеріне – олар бір-біріне бөгет болады.

Мұндай ыңғайлық EDFA күшейткішінің ең маңызды ерекшелігі, сол себептен жүйесінде оларды қолдану кең тараған. Сонымен қоса, EDFA күшейткіштерін қолдану кезінде олардың бір текті емес спектралды күшейтуіне және кездейсоқ эммисиялық күшейтуін ASE (Amplified Spontaneous Emission) мұқият ескеру қажет. EDFA күшейткіштері бар жүйелер көптеген артықшылыққа ие.

Мұндай жүйелердің өткізу қабілетін қажеттіліктің өсуіне қарай жаңа арналарды қоса отырып экономды түрде және біртіндеп өсіруге болады. EDFA күшейткіштерін қолдану толығымен оптикалық жүйені құруына мүмкіндік береді, онда сигналдың электронды компоненттермен өңделуі жүиенің бастапқы (жүйеге мәлімет бірінші рет түскенде) мен соңғы (мәлімет соңғы алушысына жеткенде) бөліктерінде ғана жүзеге асырылады. OC-48 деңгейіндегі байланыс жолының әрқайсысы жеке толқын ұзындығында жеке арна ретінде DWDM жүйесінде өңделеді, бар жүйенің барлық қондырғылары DWDM жүйесінің құрамына кіреді. Осы себептен DWDM жүйесін қолданысқа енгізудің бастапқы құны жеткілікті төмен болады. Қуатты қанығу сұлбаларының әртүрлі өңдеуі кең жолақты жұмыс диапазоны 1570нм ден 1605 нм (L-диапазон) дейінгі жаңа EDFA күшейткіштерін құрды. Мұндай күшейткіштер сонымен қатар ұзын толқынды күшейткіштер LWEDFA (Long Wavelength EDFA) деп аталады.

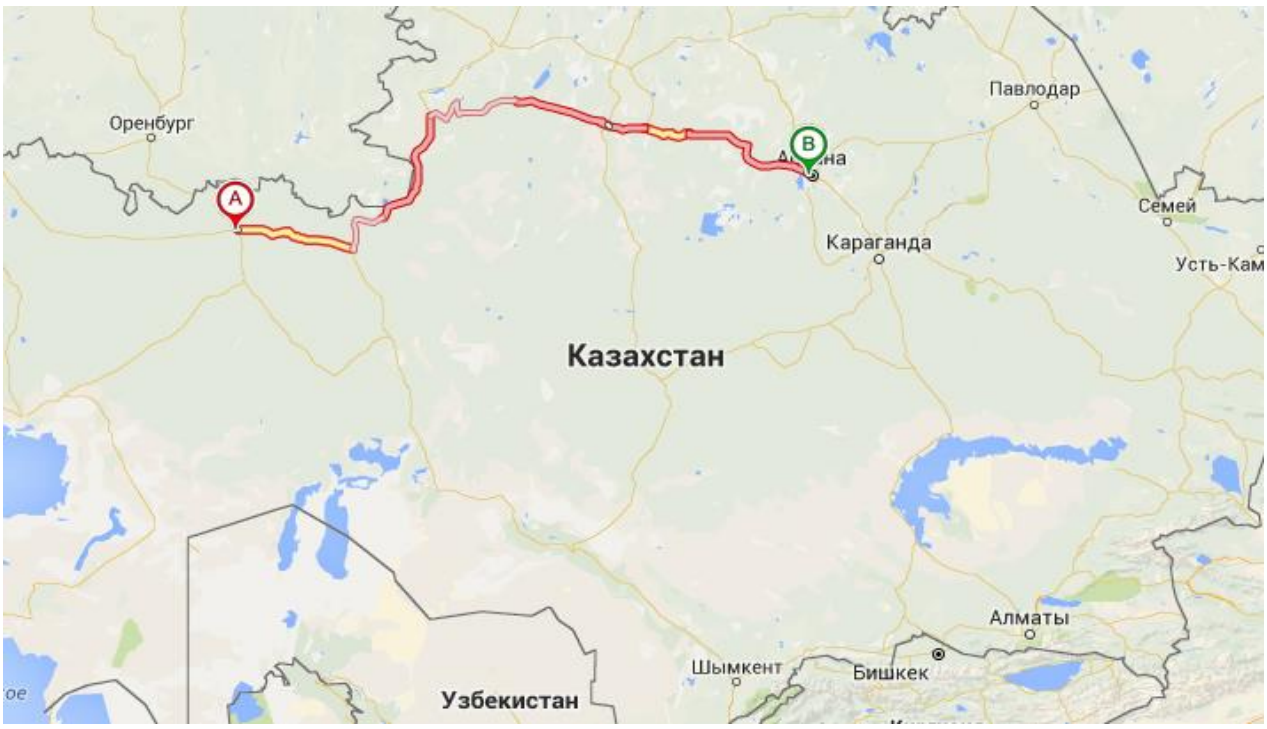
Бұл дипломдық жобада Рамановтық күшейткіштер таңдалды.

IPG компаниясы мықты талшықты лазерлер өндіру бойынша әлемдік көшбасшы, 250-300 км дейінгі қашықтықты ұйымдастыру үшін , 30 дбм дейінгі қуатты рамановтық күшейткіштер шығарды.

1.8 Ақтөбе-Астана DWDM трассасын таңдау

Ақтөбе - Астана ТОБЖ ұйымдастырудың көлемі 1336 шақырымды қамтиды. Бұл жобаланатын трасса ҰАСМ - ды қамтиды. 1.10 Суретте Ақтөбе - Астана аймағының DWDM желісінің сұлбасы көрсетілген. Ал ҰАСМ-дың сұлбасының суреті А қосымшада көрсетілген.

Трассаны таңдау мына бағытта орындалады: Ақтөбе – Хромтау – Қарабұтақ – Дзержинский – Ливановка – Аманқарағай – Есіл – Атбасар – Астана. Бұл аймақта талшықты - оптикалық кәбіл төселген. Техника қарқынды дамуда және халықтың саныда өсуде, сондықтан бұл аймақта ТОБЖ өңдеу судай қажет.



1.10 урет – DWDM желісінің сұлбасы

1.9 Кабелді таңдау

Жобаның бұл тарауында байланыстың оптикалық кабелдерінің (ОКС) негізгі артықшылықтарын көрсету қажет. Оптикалық кабелдерді шығарумен, шет елдік (Alcatel, AMP, BICC Cables Company, Focas, Hellucabel, Lucent Technologies, Samsung, Siemens, Sumitomo), және Ресейлік («Москабельмет», Москва (теперь «Москабель – Фуджикура»); «Оптика-кабель», «Самарская оптикалық кабельная компания», Самара; «Севкабель-оптик», Санкт – Петербург және басқалары) көптеген компаниялар айналысады. Қазақстан Республикасының магистральді және аймақ ішілік желілерінде түрлі өндірушілердің талшықты – оптикалық кабелдері қолданылады: “Siemens” (Германия), “Alcatel” (Германия) , “Daewoo” (Южная Корея) и «Оптика – кабель» (Москва). Қазақстан Республикасының алғашқы желісінде А – DF(ZN)2Y5x4E, А – DF(ZN)(SR)2Y, А – DB2Y1x18E, А – DSF(L)(ZN)2Y5x4E, ДПС – 048К08 – 06 – 10,0/0,8 – х – к және т.б. типтегі кабелдер қолданылады.

Кабелдердің типін таңдау келесі факторларға байланысты:

- кабелдегі оптикалық талшықтардың қажетті саны;
- берілістің қолданылатын оптикалық жүйесі;
- кабелді төсеу және пайдалану шарты.

Кабелдегі оптикалық талшықтардың қажетті санын анықтау кезінде желі дамуының запасын ескеруге кеңес беріледі, алайда ОВ санының артуы оптикалық кабель құнының да артуына әкеп соқтыратынын есте сақтау керек. Өнеркәсіптік оптикалық талшықтардың сипаттамалары 1.1, 1.2 кестелерде көрсетілген.

1.1 Кесте - Huawei өнеркәсіптік талшықтардың параметрлері

Фирмалық белгілері		*SMF-28*	*SMF-DS*	*SMF-LS*	*LEAF*
Талшықтардың типі		SSF	DSF	NZDSF–	NZDSF+
Шағылысу көрсеткіші профилінің түрі		Саты	Үш ашалы	Үш ашалы	Үш ашалы
Мөлдірліктің жұмыстық терезесі, нм		1310/1550	1550	1530– 1560	1530-1625
Сөну, дБ/км	1310нм	<0,4/0,34	<0,5/0,38	<0,5/0,38	<0,5
	1550Нм	<0,30/0,2	<0,25	<0,25	<0,25
Мод өрісінің диаметрі, мкм	1310нм	9,2±0,4	д/ж	6,6	н/п
	1550нм	10,5±1,06	8,1±0,65	8,4	9,6±0,4
Айыру толқынының ұзындығы, нм		1260/-	1260/-	1260/-	д/ж
Нөлдік дисперсия толқынының ұзындығы , нм		1301,5-1321,5	1535-1565	д/ж	д/ж
Дисп.хроматия-лық, пс/(нм·км)	1310нм	д/ж	н/п	н/п	н/п
	1550нм	7…11,5	<2,7	-3,5…-0,1	2,0…6,0
поляризацияланған мод дисперсиясы PMD		<0,2	д/ж	д/ж	<0,2
Созылған желіге арналған дисперсия PMD		<0,1	д/ж	д/ж	<0,08

1.2 Кесте – Alcatel өнеркәсіптік талшықтардың параметрлері

Фирмалық белгілері		*SM*–9/125	*DSM*–8/125	*DSMNZ*-
Талшықтардың типі		SSF	DSF	NZDSF
Шағылысу көрсеткіші профилінің түрі		Саты	д/ж	д/ж
Мөлдірліктің жұмыстық терезесі, нм		1310/1550	1310/1550	1310/1550
Сөну, дБ/км	1310 нм	<0,4/0,34	<0,45	<0,45
	1550 нм	<0,25/0,21	<0,25	<0,25
мод өрісінің диаметрі, мкм	1310 нм	9,3±0,5	д/ж	д/ж
	1550 нм	10,5±1,0	8,1±0,65	9,5±0,5
Айыру толқынының ұзындығы (кабел/талшықтар), нм		1260/1330	1100-1330	-/1450
Нөлдік дисперсия толқынының ұзындығы, нм		1301-1322	1525-1575	д/ж
Дисп. хроматиялық, пс/(нм·км)	1310 нм	<3,5	н/п	н/п
	1550 нм	<5,3	<5,3	1,0-6,0
Поляризацияланған мод Дисперсиясы PMD		<0,2	<0,5	<0,5

Кестеге ескертпе:

SSF – стандартты бір модты талшық; DSF – аралас дисперсиясы бар талшық; NZDSF – нөлдік емес ығысқан дисперсиясы бар талшық.

д/ж – деректер жоқ; н/п – қолданылмайды. Қиғаш сызық арқылы параметрдің балама немесе барынша ықтимал мәндері көрсетілген. Талдауды өткізгеннен кейін Ақтөбе – Астана арасындағы тас жол бойымен кабелді төсеу үшін Huawei компаниясының SMF – 28 талшықтары таңдап алынды.

SDH байланыс желілерінде талшықтарды пайдалану бойынша келесідей кеңестер бар:

- SSF – талшықтар (Standard Single Mode Fiber – стандартты бір модты талшық, шағылысу көрсеткішінің профилі бір сатылы ОМ – СВ). Олардың жалғыз ғана кемшілігі – толқын 1550 нм ұзындығындағы үлкен хроматикалық дисперсия болып табылады (шамамен 17 – 20 пс/(нм·км)), бірақ ол МКД модулдерді (DCM (Dispersion Compensating Module) – дисперсияның компенсациялауға арналған модуль) қолдану арқылы орны толтырылуы мүмкін. Дәл осындай шешім қолданыстағы «бұрынғы» оптикалық кабель желісі қолданылған жағдайларда жүзеге асырылады.
- DSF – талшықтар (Dispersion-Shifted Fiber – ығысқан дисперсиясы бар талшық ОМ-ВСД) ITU-T Rec. G.653 сәйкес, ол бір тасушысы бар SDH (әсіресе STM-16 және одан жоғары) жүйесі үшін қолданылады. Алайда, егер келешекте WDM бар жүйеден (Wavelength Division Multiplexing – толқын ұзындығы бойынша бөлінетін мультиплекстеу немесе спектральді тығыздау) ауысу қажет болса, алайда толқынды төрт ығысу әсеріне (ЧВС) қарай, оларды қолдану тиімсіз. Орташа жылдамдықты *SDH* жүйелер үшін бір модты талшықтарды қолдану тұрғысынан (2,5 Гбит/с қоса алғандағы жылдамдықта, яғни STM – 16 деңгейде), бір тасушыда сөнуі бойынша және жинақталған дисперсиясы бойынша тапсырыс берушінің талаптарын қанағаттандыратын кез-келген талшықты қолдануға болады. Жоғары жылдамдықты SDH жүйелер үшін (10 Гбит/с және одан жоғары жылдамдықта, яғни, STM – 64, STM – 256 деңгейде, бір тасушыда сөнуі бойынша және жинақталған дисперсиясы бойынша және поляризацияланған мода дисперсиясының шамасы бойынша – PMD (0,1…0,2 кем болмауы керек), немесе оның жинақталған мәніне қатынау бойынша тапсырыс берушінің талаптарын қанағаттандыратын кез – келген талшықты қолдануға болады.

1.10 Оптикалық кабель типін таңдау

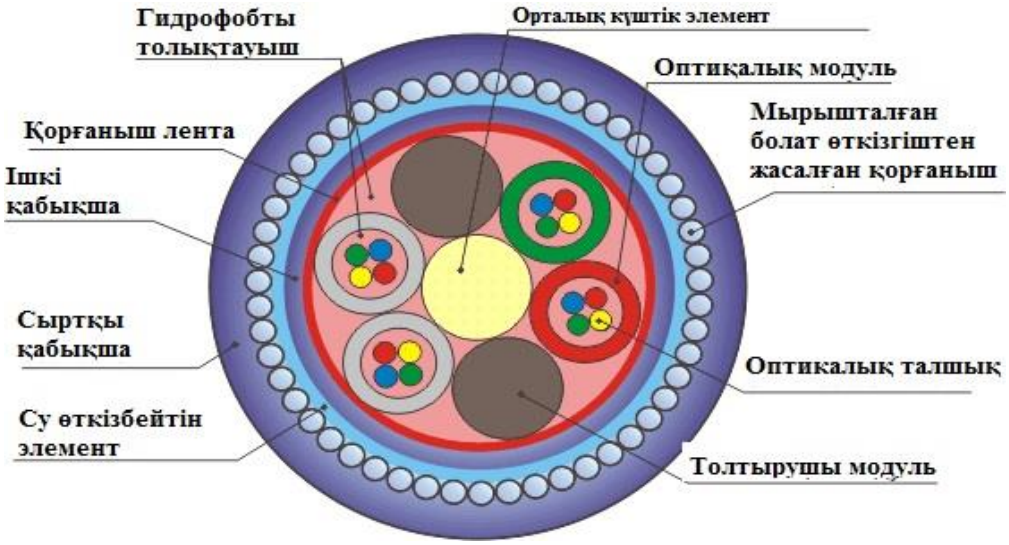
$\lambda = 1{,}55$ мкм толқын ұзындығында бір модты режимде жұмыс істейтін STM – 16 WDM таңдап алған аппаратура негізінде зона ішінде және магистральді байланыста жұмыс істеуге арналған сөнуі $\alpha = 0{,}22$ дб/ км болатын $\lambda = 1{,}55$ мкм толқын ұзындығында жұмыс істейтін бір модты оптикалық кабельді таңдап аламыз.

Ұсынылатын өнімдердің ішінде берілістің талшықты – оптикалық жүйесінің кабельді өнімі бар. Оны төсеу үшін ОКГЦ – 0,22 – 16 кабельді және ОКГЦ – 01 – 16 – 8 – 10/125 – 0,36/0,22 – 0,5/1–1,0 кабельді қолдануға болады,

өйткені олар берілген параметрді қамтамасыз етеді. ОКГЦ–0,22–6кабельдің конструкциясы 1.11 Суретте көрсетілген, техникалық және басқа деректер – 1.3 Кестеде берілген.

1.3 Кесте – Оптикалық кабелдің сипаттамасы

Мәні	
Толқынның жұмыстық ұзындығы, нм	1550
Сөну коэффициенті, дБ/км – астам емес	0,22
Хроматикалық дисперсия коэффициенті , пс/нм×км, астам емес	≤ 18
Нөлдік дисперсия толқынының ұзындығы, нм	1301…1325
Нөлдік дисперсия толқынының ұзындығы аймағындағы дисперсиялық сипаттаманың еңкіштігі, пс/нм^2×км, астам емес	0,092
Айыру толқынының ұзындығы, нм	1260
Мод өрісінің диаметрі, мкм	10,35 ± 0,8
Өзекшенің диаметрі, мкм	8…10
Шағылысатын қабықшаның диаметрі, мкм	125 ± 1
Шағылысатын қабықшаның шеңберлі еместігі, %, астамболее	1,0
Мод өрісінің және шағылысатын қабықшаның шоғырланбауы, мкм, астам емес	0,5
Қорғаныс қабатының диаметрі, мкм	245 ± 5
Оптикалық талшықтар саны, дана	2 – 144
Рауалы керу күші, кН	2,7
Температуралық диапазон, ^{o}C	–60, +60
Сыртқы диаметр, мм	10,4 бастап
Құрылыс ұзындығы, км	6,0
1 км кабельдің салмағы, кг	87 бастап
1 км кабельдің құны (ҚҚС – мен), теңге	205783



1.11 Сурет – ОКГЦ кабельдің конструкциясы

Берілген оптикалық кабельдің қысқаша сипаттамасы:

Кабель ОКГЦ – 0,22 – 16 талшықты – оптикалық, диэлектрлік бір модалы талшықпен, гидрофобты толтырғышпен, броне жабынсыз; Сөну коэффициенті 0,22 дБ/км, он алты оптикалық талшық, ұзақ уақытқа су басып қалу мүмкіндігі бар жерлерде, кабельді канализацияларда қорғаныс құбырларында сыртқы электромагнитті әсер ету деңгейі жоғары жағдайларда пневмоүрлеу немесе созу әдістерімен төсеуге арналған.

ОКГЦ 01 – 16 кабелдің сипаттамасы келесідей:

- 1 – 16 бір модты талшықтар;
- Толқынның жұмыстық ұзындығы 1550 нм;
- металл емес орталық элемент;
- оптикалық модульдер, SZ типті шиыршығы бар;
- қуыстар мен оптикалық модулдер гидрофобты материалмен толтырылған;
- ішкі қорғаныс болат гофрлы лентадан жасалған;
- сыртқы қабықша полиэтиленнен жасалған;
- рұқсет етілген керу жүктемесі (статистикалық)–1,5–4,0 кН;
- рұқсет етілген керу жүктемесі (динамикалық) –2,4–6,4 кН;
- рұқсет етілген жаншитын жүктеме – 0,4 кН/см;
- кабелдің максималды сыртқы диаметрі – 14,4 – 23,9 мм.

1.4 Кесте – ОКГЦ – 01–16–8–10/125–0,36/0,22–0,5/1–1,0 типті кабелдің оптикалық сипаттамасы

Сипаттама	Параметрлері
Мода өрісі дағының диаметрі (1550нм)	10,5мкм ± 1,5мкм
Жабыны бар талшықтар диаметрі	125мкм ± 2мкм
Мода өрісі дағының шоғырлануының қатесі	1мкм
Жабынның шеңберлі еместігі	2%
Шағылысу коэффициентінің профилі	Адымдық
Тип	Сәйкес жабын
(1550нм) үшін өзекшенің шағылысу көрсеткіші	1,4681
Сандық апертура	0,13
Талшықты кабель толқынының шекті	1250нм
1550нм кезіндегі сөну	0,22дБ/км
1550нм кезіндегі дисперсия	0,51пс/ (нм.км)

Байланыстың таңдап алынған жүйесі бір кабелді, қосталшықты болғандықтан, Ақтөбе – Астана арасында 16 талшықты оптикалық кабель таңдап алынады. Талшықтар саны беріліс жүйесінің санына қарай таңдап алынды. Берілістің жүйесі бар болғандықтан, 12 оптикалық талшық қажет, қалған төртеуі резервте жұмыс істейді. Басқа талшықтарды келешек жоба үшіндеп аламыз, өйткені ОК – 20 жыл және одан көп уақыттай пайдаланылуы мүмкін, ал халықтың байланыс қызметіне деген қажеттілігі үлкен қарқынмен артып келеді.

Сөйтіп, 16 оптикалық талшықты кабель, ОКГЦ кабелі және 01 – 16 магистральді шыны пластик стерженьнен жасалған орталық күштік элементі бар кабель, айналасына оптикалық модульдер шиыршықталған, гидрофобты толтырғышы бар, аралық полиэтилен қабықшасы, фольгаланған қабықшасы және қорғаныс полиэтилен қабықшасы бар қабель қолданылады.

1.11 «Конус» (Конвертор күшейткіш) аппаратурасы

Конус аппаратурасы ТОБЖ кеңінен қолданылады.«Конус» (Конвертор күшейткіш) ол цифрлық жүйелерде байланыстың қашықтыған жоғарлату үшін арналған.

Конустың құрамы мен сипаттамалары:

- SDH, PDH, Gigabit Ethernet, fast Ethernet 2,5 (10) Гбит/с жылдамдықта жұмыс істейді
- Тарату қашықтығы 200 км
- DWDM құрылғысында қолданылатын транспондер
- Шығыс қуаты 500 мВТ
- Бағасы төмен

Конус SDH, STM-1 ден STM-16 ға дейінгі сондай-ақ Ethernet PDH Fiber Channel ESCON/FICON FDDI 0,1 - 2,5 Гбит/с қашықтығын жоғарлатуына арналған аппаратура. 1.13 Суретте конус аппаратурасы көрсетілген.

1.13 Сурет – Конус аппаратурасы

«Конус» құрылғысының құрамына оптикалық талшық күшейткіші және транспондер DFB лазері ITU - T торы терезесінде 1550 нм толқын ұзындығы бойынша жұмыс істейді. Транспондер 1,31/1,55 нм дейінгі жиіліктерді бір модты талшықтармен немесе 0,85/1, нм көпмодалы талшықтарды қабылдайды және ол 3R регенирация сигналын тудырады. Таратушы DFB лазерінде сигнал жібереді, толқындар ұзындығы мен спектрік сипаттамасы бойынша тұрақты. Таратушыдан кейін оптикалық күшейткіш сигналдың таратылуын 200 км-ге дейін қашықтықта жүзеге асырады. Жаңа байланыс жүйелері үшін «Конус» таптырмас құрылғы болып табылады. Ол 200 км және одан да көп регенераторларда қашықтықтарын көбейтуде арзан тарату құрылғыларында қолданылады.

Қолдану аймағы: «Конус» тарату жүйесі Қазақстанның кез келген жерінде қолданылады:

- Магистралды біріншілік желіде;
- Біріншілік ішкіаумақ желіде;
- Жергілікті біріншілік желіде;
- Оптикалық желі қызметінде. Конустың аппаратурасының түрлері:

А типті «Конус» аппаратурасы оптикалық сигнал күшейткіші

- А10 - бірарналы оптикалық сигнал күшейткіші, ол пассивті компоненттерінде оптикалық сигналдың қуатының жоғалуын компенсациялайды және байланыс жолында керекті сигнал немесе шуылды қатынастарын қамтамасыз етеді.
- А20 - екі арналы оптикалық сигнал күшейткіші. Екі арналылардың жұмысына арналған. Оны сызықтық күшейткіш ретінде қолданылады.
- А10w, А20w - ол толқындық тығыздығы технологиясы бойынша құрылған желіде қолдануға арналған.

Т типті «Конус» аппаратурасы:

- Т11 - транспондер күшейткіш шығыс терминалымен. Ақырғы құрылғыны сәулелендіруде оптикалық сәулелендіруде DWDM арналарында МСЭ-Т G.692 қатысты болады. Бұл аппаратура пассивті компоненттерінде оптикалық сигналдың қуатының жоғалуын компенсациялайды және байланыс жолында керекті сигнал немесе шуылды қатынастарын қамтамасыз етеді.

Аппаратура сондай-ақ ақпараттық сигналда регенерация функциясын атқарады, форманың қайта қалпына келуін орындайды, амплитудалық және такталық жиілік цифрлық тізбектерінде қолданылады. Бұл құрылғы кез келген цифрлық желілерде, кез келген магистралдық тарату жлдарында қолданылады.

Т12 - транспондер күшейткіш сигнал/шу қатынасын қамтамасыз ету үшін оптикалық сигналдардың жоғалтуын компенсациялайды. Тағыда регенератордың функциясын орындайды, импульстердің формасын, амплитудасын және тактілі жиілігін өз қалпына келтіреді.

Т121Р - кіріс және шығыс терминалмен транспондер күшейткіші. Ол сызықтық кірісіне алдын ала сезімталдығы жоғары қабылдау терминалына бірақ қабылдау жағына конвертациясыз сигналға қосылған.

Т21РТ - конвертациялық толқын ұзындығы (1310/1550 нм) қабылдау жағында осы функцияны атқарады.

Т22 - регенератор күшейткіш, екі арналы оптикалық сигнал күшейткіші, ол пассивті компоненттерінде оптикалық сигналдың қуатының жоғалуын компенсациялайды және байланыс жолында керекті сигнал немесе шуылды қатынастарын қамтамасыз етеді.

Т24 - Конвертер-күшейткіш терминалы. Ол екі тәуелсіз бағыттағы ұйымдарға және арна байланыстарында 1 + 1 сұлбасы арқылы болады.

Р типті «Конус» аппаратурасы Рхх-алдын ала күшейткіш хх -шығыс қуатының мәні: 10, 20 немесе 40 мВт.

Қабылдаушы аппаратурасының кірісінде оптикалық сигналдың алдын ала күшейткіші ретінде кіріс сигналының қуат деңгейін жоғарылатады.

2 ТЕХНИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУ БӨЛІМІ

2.1 Арналардың қажетті санды есептеу

Ақтөбе – Астана учаскелері үшінарналар саны осы елді – мекендерде тұратын тұрғындар санына қарай есептеледі, сондай-ақ халықтың өсуін де ескеру қажет. Ақтөбе қаласында 2014 жылғы халық санағы бойынша – 387,945 мың адам, Астана қаласында – 853000 адам тұрған.

Сөйтіп, осы елді – мекендерде тұратын, сондай – ақ соған түйісетінелді – мекендердегі тұрғындар саны, орташа өсімді ескере отырып, анықталады:

$$H_\tau = H_0 \cdot \left(1 + \frac{\Delta H_\tau}{100}\right), \text{адам} \qquad (2.1)$$

мұндағы H_0–халық санағын өткізу кезіндегі тұрғындар саны,адам;

ΔH – сол елді – мекендердегі тұрғындардың орташа өсімі, (23%) қабылданады);

t –келешекте жобалау ретінде тағайындалған қала мен халық санағын өткізу жылы арасындағы айырма ретінде анықталатын кезең, жыл.

Келешекте жобалау жылыағымдағы жыл мен салыстырғанда5 ÷ 10жыл бұрын деп қабылданады. Егер біздің жобамызда10 жыл бұрын деп алсақ, онда:

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

мұндағы t_n–жобаны құрастырған жыл,, t_n= 2016 жыл;

tn– деректерге қатысты жыл, H_O; t_0= 2015жыл;

$$t = 10 + (2016 - 2015) = 10 + 1 = 11 \text{ жыл}$$

(2.1) формуласы бойынша Ақтөбе –$H_{t\text{A}}$, Астана –$H_{t\text{A}}$, қалаларындағы тұрғындар санын есептейміз

$$H_{t\text{A}} = 387{,}945 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 537006 \text{ адам},$$

$$H_{tA} = 853000 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 1180752 \textit{ адам}.$$

Телефон арналарының халықаралық байланыста басым мәнге иеекенін ескерсек, бізге берілген елді–мекендер арасындағы телефон арналарының санын алдын ала анықтап алу қажет.

Телефон арналарының санын есептеу үшін жуықтатылған

Формуланы қолдануға болады:

$$H_{тлф} = a \cdot K_T \cdot y \frac{ma \cdot my}{ma \cdot my} + \beta; \qquad (2.3)$$

мұндағы α және β тұрақты, сондай-ақ бекітілген қол жетімділік пен берілген шығындарға сәйкес коэффициенттер; әдетте шығындар 5% тең етіп беріледі, $\alpha = 1{,}3$ және $\beta = 5{,}6$;

y – үлесті жүктеме, яғни бір абонент құрайтын орташа жүктеме, y = 0,15 Эрл.;

K_T – тартылыс коэффициенті, 0,1 –ден 12 % дейінгі кең аралықта ауытқып тұрады. Жобада қабылдаймыз K_T= 12 %, яғни, K_T= 0,12;

ma және my – қандай да бір елді–мекен қызмет көрсететін абоненттер саны, қызмет көрсету аймағында тұратын тұрғындар санына қарай анықталады.

Тұрғындардың телефон аппараттарымен жабдықталуының орташа коэффициентін 0,7–ке тең деп қабылдап, санын анықтаймыз:

$$m = 0{,}7 \cdot H_t (2.4)$$

$$m_A = 0{,}7 \cdot H_{tA} = 0{,}7 \cdot 387945 = 271562 \text{ адам},$$

$$m_X = 0{,}7 \cdot H_{tX} = 0{,}7 \cdot 25500 = 17850 \text{ адам},$$

$$m_Қ = 0{,}7 \cdot H_{tQ} = 0{,}7 \cdot 3000 = 2100 \text{ адам},$$

$$m_Д = 0{,}7 \cdot H_{tД} = 0{,}7 \cdot 4500 = 3150 \text{ адам},$$

$$m_Л = 0{,}7 \cdot H_{tЛ} = 0{,}7 \cdot 7150 = 5005 \text{ адам},$$

$$m_E = 0{,}7 \cdot H_{tE} = 0{,}7 \cdot 12000 = 8400 \text{ адам},$$

$$m_A = 0{,}7 \cdot H_{tA} = 0{,}7 \cdot 21000 = 14700 \text{ адам},$$

$$m_A = 0{,}7 \cdot H_{tA} = 0{,}7 \cdot 853000 = 597100 \text{ адам}.$$

Енді (2.3) формуласы бойынша Ақтөбе–Астана учаскесіндегі $H_{тлф}$ табамыз:

$$N = 1{,}3 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{271562 \cdot 597100}{271562 + 597100} + 5{,}6 = 4374 \text{ арна}.$$

Алғашқы цифрлық арнаның 2 Мбит/с – 30 стандартты арналардан тұратынын ескеріп, аламыз:

$$\frac{4374}{30} = 146 \times 2\ Мбит/с\ ағын.$$

Ақтөбе қаласы мен аралықтағы елді – мекендердегі телефон арналарының саны мен ағын санын (2.3) формуласы бойынша есептейміз

Ақтөбе – Хромтау аймақтары үшін:

$$N = 1{,}3 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{271562 \cdot 17850}{271562 + 17850} + 5{,}6 = 397\ арна.$$

$$\frac{397}{30} = 13 \times 2\ Мбит/с\ ағын$$

Ақтөбе – Қарабұтақ аймақтары үшін

$$N_{\text{тлф}} = 1{,}3 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{116383 \cdot 2100}{116383 + 2100} + 5{,}6 = 54\ \text{арна}$$

$$\frac{54}{30} = 2 \times 2\ Мбит/с\ ағын$$

Ақтөбе – Джерзинский аймақтары үшін

$$N_{\text{тлф}} = 1{,}3 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{116383 \cdot 3150}{116383 + 3150} + 5{,}6 = 77\ \text{арна}$$

$$\frac{77}{30} = 3 \times 2\ Мбит/с\ ағын$$

Ақтөбе – Ливановка аймақтары үшін

$$N_{\text{тлф}} = 1{,}3 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{116383 \cdot 5005}{116383 + 5005} + 5{,}6 = 118\ \text{арна}$$

$$\frac{118}{30} = 4 \times 2\ Мбит/с\ ағын$$

Ақтөбе – Есіл аймақтары үшін

$$N_{\text{тлф}} = 1{,}3 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{116383 \cdot 8400}{116383 + 8400} + 5{,}6 = 189\ \text{арна}$$

$$\frac{189}{30} = 7 \times 2\ \text{Мбит/с ағын}$$

Ақтөбе – Атбасар аймақтары үшін

$$N_{\text{тлф}} = 1{,}3 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{116383 \cdot 14700}{116383 + 14700} + 5{,}6 = 311 \text{ арна}$$

$$\frac{311}{30} = 11 \times 2 \text{ Мбит/с ағын}$$

Берілістің кабель желісі бойымен байланыстың басқа түрлерінің арналары ұйымдастырылады және транзитті арналар ескеріледі.

Арналардың жалпы санын келесі жүйе бойынша анықтаймыз:

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

мұндағы N_B– тарату сигналдарын беруге арналған ТЖ арналар саны, тарату үшін 1 х 2 Мбит/с ағын беріледі;

$N_{\text{тр}}$– транзитті арналар саны.

Транзитті арналар санына облыс орталықтарының ауданорталықтарымен байланыс арнасы кіреді,сондай – ақ Қазақстанның жақын және алыс шетелдермен байланыс арнасы кіреді. Санына облыс орталықтарының аудан орталықтарымен байланысы үшін 63 х 2 Мбит/с ағын қарастырылған.

Сонымен,осы бағыттағы байланыс үшін қажет:

N = 6 х 2 Мбит/с + 63 х 2 Мбит/с +1 х 2 Мбит/с = 70 х 2 Мбит/с ағын.

Сонымен қатар, магистральдің транзитті қосылыстарды қамтамасыз ететінін ескеріп,қосымша 380 х 2 Мбит/с ағын қажет болады, сонда алатынымыз:

N = 70 х 2 Мбит/с + 380 х 2 Мбит/с = 450 х 2 Мбит/с, ағын.

Сөйтіп, Ақтөбе–Астана магистраліндегі қажеттілікті ескерсек, 450х2 Мбит/с ағын немесе 15870 арна қажет болады. Тағы бір талдау өткіземіз: STM-1–дің 63х2 Мбит/с ағыны немесе 1890 арнасы бар. STM-4 – 63х4 = 252х2 Мбит/с ағынды, 7560 арнаны сыйдырады. Берілістің иерархиясындағы келесі жүйесінде – STM-16, оған 63х16 = 1008х2 Мбит/с ағыны немесе 30240 арна сыяды, бұл біздің мақсатымыз үшін жеткілікті.

2.2 Регенерациялық учаскенің ұзындығын есептеу

Регенерациялық учаскенің ұзындығы Регенерациялық учаскенің және

оптикалық кабель дисперсиясының жиынтық сөнуімен анықталады. Жиынтық сөнуі тікелей оптикалық талшықтағы қуаттың шығынынан және ажыратылатын және ажыратылмайтын қосқыштардың шығыннан тұрады.

Регенерациялық учаскенің жиынтық сөнуін, дБ, формула бойынша есептеуге болады:

$$a\Sigma n_{\text{р.с}} + a_{\text{р.с}} + n_{\text{н.с}} + a_{\text{н.с}} + a_t + a_{\text{в}}, \quad (2.6)$$

мұндағы $n_{\text{р.с}}$– ажыратылатын қосқыштар саны (16);

$a_{\text{р.с}}$– ажыратылатын қосқыштардағы шығын (0,25 дБ);

$n_{\text{р.с}}$– ажыратылмайтын қосқыштардыңсаны;

$a_{\text{н.с}}$– ажыратылмайтынқосқыштардағы шығын (0,02 дБ);

a_t– ОВ сөнуініңтемпературалық өзгерісінеруқсат (1 дБ);

$a_{\text{в}}$ – к уақыттағы РУ компоненттерінің сипаттамаларының өзгерісіне рұқсат (5 дБ);

Ажыратылмайтын қосқыштардың саны формула бойынша есептеледі:

$$n_{\text{н.с}} = \frac{L_{\text{ОРП}}}{l_{\text{С.Д}}} - 1, \quad (2.7)$$

мұндағы $L_{\text{ОРП}}$ – қызмет көрсетілетін регенерациялық елді–мекендер арасындағы қашықтық (ОРП), км;

$l_{\text{С.Д}}$ – кабельдің құрылыс ұзындығы – 6 км.

$$n_{\text{н.с.1}} = \frac{90}{6} - 1 = 14,$$

$$n_{\text{н.с.2}} = \frac{130}{6} - 1 = 20{,}7,$$

$$n_{\text{н.с.3}} = \frac{140}{6} - 1 = 22{,}3,$$

$$n_{\text{н.с.4}} = \frac{202}{6} - 1 = 32{,}7,$$

$$n_{\text{н.с.5}} = \frac{193}{6} - 1 = 31{,}2,$$

$$n_{\text{н.с.5}} = \frac{168}{6} - 1 = 27,$$

$$n_{\text{н.с.5}} = \frac{141}{6} - 1 = 22{,}5,$$

$$n_{\text{н.с.5}} = \frac{268}{6} - 1 = 43{,}7,$$

$$\Sigma\, n_{\text{н.с}} = 14 + 20{,}7 + 22{,}3 + 32{,}7 + 31{,}2 + 27 + 22{,}5 + 43{,}7 = 214{,}1 \text{ км},$$

$$a_{\Sigma} = 16 \cdot 0{,}25 + 214{,}1 \cdot 0{,}02 + 1 + 5 = 14{,}282 \text{ дБ},$$

Регенерациялық учаскенің ұзындығы, қуат шығынын ескере отырып, формула бойынша есептеуге болады:

$$l_{ру} \leq \frac{\text{Э}_{\text{п}} - \alpha_{\Sigma}}{\alpha}, \tag{2.8}$$

мұндағы α– ОВ Сөну коэффициенті (0,22 дБ);

ЭП–берілістің талшықты-оптикалық жүйесінің энергетикалық потенциалы (30 дБ).

$$l_{ру} \leq \frac{30 - 14{,}282}{0{,}22} = 71{,}45 \text{ км}.$$

Регенерациялық учаскенің ұзындығына талшықтардың дисперсиялық сипаттамалары шектеу қояды.

Оптикалық талшықтардың дисперсииясын ескере отырып, Регенерациялық учаскенің ұзындығы құрайды:

$$l_{\text{ру}max} \frac{0{,}25}{\tau \cdot B}, \tag{2.9}$$

мұндағы В – ақпаратты берудің қажетті жылдамдығы, бит/с;

τ –бір модты оптикалық талшықтардың хроматикалық дисперсиясының мәндері, с/км.

$$l_{\text{ру}max} = \frac{0{,}25}{6 \cdot 10^2 \cdot 155{,}52 \cdot 10^6} = 267 \text{ км}.$$

Сонымен, (2.9) формуласы бойынша есептелген Регенерациялық учаскенің ұзындығы талапты қанағаттандыруы керек:

$$l_{\text{ру}max} \geq l_{\text{ру}}\,, \tag{2.10}$$

Алынған регенерациялық учаскенің ұзындығының (2.10) мәнге сәйкестігін тексереміз

$$267 \text{ км} > 71{,}45 \text{ км}$$

Регенерациялық учаскенің ұзындығын есептеу Mathcad бағдарламасында жасалып, Г қосымшасында көрсетілген.

Орындалған есептеулерден көретініміз: $l_{\text{ру}} = 71{,}45$ к , ал жеке учаскелердің ұзындығын бұл мәннен асып кетеді. Яғни, бұлучаскелердіе оптикалық күшейткіштер орнату қажет. Желіге қойылатын талаптарға сәйкес, оптикалық OLA оптикалық сигналдарды DWDM беру қашықтығын ұлғайту үшін қолданылады.

Оптикалық сигналды, дисперсия компенсациясын және басқару арнасын беруді күшейту арқылы бұл жабдық берілістің магистральдың желілеріне жетуге мүмкіндік береді.

2.3 Оптикалықталшықтардың негізгі сипаттамаларын есептеу

ТОБЖ берілген учаскесінде «LucentTechnologies» талшықты – оптикалық кабельді компаниясының 16–талшықты кабелі қолданылады, ақпаратты беру жылдамдығы 2488,380 Мбит/с, λ=1550 нм толқын ұзындығында жұмыс істейді. Кабель 16 – талшықты.

2.1 Кесте – ОКГЦ–01–16–8–10/125–0,36/0,22–0,5/1–1,0 типті кабельдің техникалық сипаттамасы

Параметрлер	Мәні
Талшықтар саны	16
Диаметр шамамен (мм)	14,4
Салмағы, шамамен (кг/км)	205
Бүгілістің минималдырадиусы(мм) монтаждау кезінде	300
Орнатылған түрінде	200
Керілуге беріктік (мПа)	
Қысқа мерщім (монтаждау кезінде)	2400
Ұзақ мерзім (монтаждалған)	1500
Нсығылукезіндегікернеу/жаныштаудағыкернеу (сөнудіңтолықреверсивтіұлғаюы)(Н/10см)	4000
Соққыға кедергі (сөнудіңтолықреверсивтіұлғаюы) (импульстер)	50
Жұмыс температурасының диапазоны (°С)	–50...50
Монтаждау кезіндетемпература диапазоны(°С)	–10...50

Талшықты – оптикалық кабельдің (ТОК) өзекшесінің шағылысу коэффициенті қабықшасымен салыстырғанда өте жоғары, GeO2 (германийдің қостотығы) қосылған SiO2 (кремнийдің қос тотығы) тұрады.

Талшықтарды жабуға арналған Материал – SiO2 (германийдің қостотығы). Негізгі жабын – эпоксиакрелат. Ол түрлімодульдердің екі қабатындақолданылады. Ішкі қабаты сыртқысына қарағанда әлдеқайда

жұмсақ.Бұл шыныталшықты микробүгілістердегі шығындарданжәне абразивнті тозудан қорғайды.

2.4 Апертураны есептеу

Талшықты сәуле жолдың маңызды параметрлерінің бірі апертура болып табылады. Апертура – бұл оптикалық осьпен толық ішкі шағылысу шарты орындалатын, Талшықты сәуле жолдың бүйіріне түсетін жарық конусын түзетіндердің бірі арасындағы бұрыш.

n_2 қабықшаның сыну көрсеткішін есептейміз, кабельдің оптикалық сипатамасынан көретініміз, сондықтан апертура NA = 0,13

Білетініміздей,

$$NA = \sqrt{n_1^2 + n_2^2} \tag{2.11}$$

мұндағы n_1 –өзекшенің сыну көрсеткіші, 1,468, сонда n_2анықтайтынымыз

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 + NA^2} \tag{2.12}$$

$$n_2 = \sqrt{1{,}468^2 + 0{,}13^2} = \sqrt{21553 + 0{,}0169} = 1{,}462$$

n_2 қабықшаның және n_1 өзекшенің сыну көрсеткішін біліп, Δ сыну көрсеткіштерінің салыстырмалы айырмасын есептейміз.

$$\Delta = \frac{n_1 + n_2}{n_1}; \tag{2.13}$$

$$\Delta = \frac{1{,}468 + 1{,}462}{1{,}468} = 0{,}0039 \approx 0{,}39\%.$$

Қасиеттерін бағалау үшін қолданылатын талшықты сәуле жолдың жалпыланған параметрі V нормаланған жиілік болып табылады. Ол келесі формула бойынша алынады:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot NA}{\Lambda}; \tag{2.14}$$

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

мұндағы V – қабықша өзекшесінің радиусы, a = 4,5 мкм;

n_1 – өзекшенің сынукөрсеткіші,n_1= 1,468;

n_2 – қабықшаның сынукөрсеткіші, n_2= 1,462.

Өзекшенің диаметрі $2a$ = 9 мкм болатын және толқынның шекті λ= 1250 нм ұзындығымен, полямодыпридлине волны 1550 нм толқын ұзындығындағы$2_{\omega 0}$ мода өрісінің диаметріндегі сыну көрсеткішінің сатылы профилі бар бір модты талшықтардың бар екенін ескеріп, кабельдің параметрлерін есептейміз.

$$2_{\omega 0} \approx \frac{2{,}6 \cdot \lambda}{V_c \cdot \lambda_c} \cdot 2a, \qquad (2.15)$$

мұндағы λ - толқынның жұмыстық ұзындығы,нм; λ_c–толқынның шекті ұзындығы, одан жоғары сәуле жолда тек негізгі мод жүреді.

V_c–бірмодты режим үшін шект інормаланған жиілік

V_c=2,40.

$$\lambda = 1550\text{нм}: 2_{\omega 0} \approx \frac{2{,}6 \cdot 1550}{2{,}405 \cdot 1250} \cdot 9 = \frac{36270}{3006{,}25} = 12\text{мкм}.$$

Бұл, өзекшесінің диаметрі 12 мкм болатын ОТ таңдауға болатынын білдіреді. Толық ішкі шағылысу режимі талшықты сәулежолдың кіріс бүйіріне жарықты берудің шартын анықтайды. Сәулежол – θ_aдене бұрышы аясындағы жарықтығана өткізеді, оның шамасы толық ішкі шағылысу бұрышына $\theta_{\text{В}}$ байланысты.

Бұл дене бұрышы θ_a сандық апертурамен сипатталады

$$NA = \sin\theta_a = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} = \sqrt{(1{,}468^2 - 1{,}462^2)} = 0{,}13.$$

Толық ішкі шағылысу бұрыштары $\theta_{\text{В}}$ және сәуле түсуінің апертурлы бұрышы θа арасында өзара толық байланыс бар. $\theta_{\text{В}}$ бұрышы неғұрлым үлкен болса, талшықтардың θ_a апертурасы соғұрлым аз. Өзекше–қабықшаW_Pшекарасындағы сәуленің түсу бұрышының Толық ішкі шағылысу бұрыштарынан $\theta_{\text{В}}$ үлкен болуына және θ_aден 90 градус аралығында болуын қадағалау керек, ал сәулежолдың бүйіріне сәуленің түсу бұрышы $W_{\text{В}}$ апертуралық бұрышқа $\theta_{\text{В}}$ түсуін қадағалау керек ($W < \theta_a$).

Толық ішкі шағылысу шарты орындалатын шекті бұрышты $\theta_{\text{В}}$ табамыз

$$\theta_{\text{В}} = \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)^2 ; \qquad (2.16)$$

$$\theta_{\text{В}} = \left(1 - \frac{1{,}462}{1{,}468}\right)^2 = 3{,}95 \cdot 10^{-3}\text{рад} \approx 0{,}223$$

Алынған деректер бойынша сәуленің өзекше-қабықша шекарасына түсу бұрышы толық ішкі шағылысу шарты орындалуы үшін $0{,}223^{\circ} > W_p > 90^{\circ}$ шегінде жатуы керек деп айта аламыз.

2.5 Оптикалық кабелдегі өзара әсерді есептеу

ОК жалпы өзекшесіндегі сәулежолдар көршілес талшықтарға әсер ете алады. ОК – ғы өзара бөгеуіл деңгейікабелді өзекшенің конструкциясына, яғни талшықтардың өзара орналасуына байланысты болады.

ОВ арасындағыәсер ету дәрежесін көршілес екіталшықтыңәсер етуінің екінші параметрін есептеу арқылы, бағалауға болады.

Бөгеуілдерден қорғаныс формула бойынша есептеледі:

$$A_3 = 20\lg\left|\frac{2}{N^2 mL}\right|, \tag{2.17}$$

Ең соңғы ұшындағы ауыспалы сөну формула бойынша есептеледі

$$A_1 = A_3 + \alpha L\,; \tag{2.18}$$

мұндағы α – Сөну коэффициенті ОВ [дБ/км];

L – күшейткіш ОК учаскені ұзындығы (81 км);

m – талшықтар арасындағы байланыс коэффициенті (m=0,6÷0,7);

N – талшықтардың қабықшасы арқылы өрістің өту коэффициенті.

$$N = \frac{\left(g_{1,2}\cdot g_{2,3}\cdot e^{-kt}\right)}{\left(1 - P_{1,2}\cdot P_{2,3}\cdot e^{-2kt}\right)}\,, \tag{2.19}$$

$$k = \frac{2\pi C}{\Lambda}\sqrt{\mu_a\cdot\varepsilon_a}\,, \tag{2.20}$$

мұндағы k – қабықшадағы шығындар коэффициенті;

t – қабықшаның қалыңдығы (1,25 ÷ 2 мкм);

$g_{1,2}$ және $g_{1,2}$ – өзекшенің шекарасындағы (n_1), қабықшадағы (n_2) және ауадағы (n_3) сынукоэффициенттері;

c – вакуумдағы жарықтың жылдамдығы ($3\cdot10^8$ м/с);

λ – толқын ұзындығы (1550 нм).

$$g_{1,2} = \frac{2\cdot n_1}{n_1 + n_2}\,;\, g_{2,3} = \frac{2\cdot n_2}{n_2 + n_3}\,; \tag{2.21}$$

Қабықшаның және ауаның шекарасындағы сыну коэффициенттері

формуласы бойынша есептейміз (2.21)

$$g_{1,2} = \frac{2 \cdot 1{,}468}{1{,}468 + 1{,}462} = 1{,}002\ ;$$

$$g_{2,3} = \frac{2 \cdot 1{,}462}{1{,}462 + 1} = 1{,}19.$$

Өзекше – қабықша шекарасындағы сынудың ықтималдығын формулалар бойынша табамыз:

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

$$P_{1,2} = \frac{1{,}468 - 1{,}462}{1{,}468 + 1{,}462} = 0{,}002\ ;$$

$$P_{2,3} = \frac{1{,}462 - 1}{1{,}462 + 1} = 0{,}19\ .$$

Қабықшадағы шығындар коэффициентін (2.20) формула бойынша есептейміз

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

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

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \text{Гн/м};$$

$$\varepsilon = 1{,}48^2\ ;$$

$$\mu = 1\ .$$

Талшықтар қабықшасы арқылы өрістің ену коэффициентін формула бойынша табамыз (2.19)

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

Бөгеуілдерден қорғанысты формула бойынша табамыз (2.17)

$$A_3 = 20\lg\left|\frac{2}{(7{,}34\cdot 10^{-6})^2\cdot 0{,}6\cdot 81}\right| = 177{,}654\ ;$$

Ең соңғы ұшындағы ауыспалы сөнуду формула бойынша табамыз(2.18)

$$A_1 = 177{,}654 + 0{,}22\cdot 81 = 195{,}5\ \text{дБ}\ .$$

N энергияның қабықшасы арқылы өту үлесін сипаттайды, егер ол $10^{-5} \div 10^{-6}$аз болса, онда тәжірибеде қолданылатын ОТ және шамаларын $A_3 > 90$ дБ; $A_1 > 100 \div 120$дБ олардың өзара әсерлерін назарға алмаса да болады.

Өзара әсерлерін есептеу Mathcad бағдарламасында орныдалып, Д қосымшасында берілді.

2.6 ТОБЖ өткізу қабілетін анықтау

Оптикалық кабельдің өткізу қабілеті (Гц·км) өлшенеді және анықталады:

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

мұндағы τ – оптикалық талшықтардың нәтижелі дисперсиясы, с/км.

Байланысты ұйымдастыру үшінбір модты оптикалық талшықты кабель қолданылатындықтан, онда тек хромдайтын дисперсия ғана болады, ал бір модты ОТ үшін шығу көзіспектрінің енінің нанометрі не нормаланған дисперсияның мәндері және талшықтардың ұзындығыныңкилометрі қолданылады, бұларды үлестіхромдайтындисперсия деп атайды.

Үлесті дисперсия пс/(нм·км) өлшенеді. Хромдайтын дисперсия, с/км, үлесті хромдайтын дисперсиямен келесі қатынаста байланысты:

$$\tau_{XP} = D(\lambda)\cdot\lambda\ , \qquad (2.26)$$

мұндағы $D(\lambda)$–үлесті хромдайтын дисперсия,пс/(нм·км); λ – шығу көзі спектрінің ені, нм.

Үлесті хромдайтын дисперсияның мәні $D(\lambda)$

Хромдайтын дисперсияны τ_{XP} (2.26) формула бойынша есептеу үшін 1.1 кестеден аламыз – $D(\lambda) = 10\ \text{пс/(нм}\cdot\text{км)}, \lambda = 1{,}2$ нм.

Барлық қажетті мәндерді теңдеуге қойып, (2.26), аламыз:

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

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

Алынған мән W үлесті өткізу жолағы болып табылады, кабельдің өткізу қабілетін алу үшін оның ұзындығын кабель трассасының ұзындығына бөлеміз:

$$W_{\text{меншікті}} = \frac{36{,}6 \cdot 10^9}{336} = 1 \cdot 10^{10} \text{ Гц.}$$

Жобаланатын учаскедегі оптикалық желілік трактінің құрылымы В қосымшаның В1 суретінде көрсетілген.

2.7 Оптикалық трактідегі жиынтық шығындарды анықтау

Кабель жүйесі элементтерінің толық үйлестігінің келесі теңсіздікті қанағаттандыруы керек:

$$\Sigma l_{\text{ру}} \cdot \alpha + n_{\text{н.с}} \cdot \alpha_{\text{н.с}} + n_{\text{р.с}} \cdot \alpha_{\text{р.с}} + 3 \leq Э_{\text{п}} \qquad (2.27)$$

мұндағы lру – регенерациялық учаскенің ұзындығы;

α – оптикалық кабелдің сөну коэффициенті; $n_{\text{н.с}}$ – ажыратылмайтын қосылыстар саны;

З – энергетикалық запас, әдетте 2–3 дБтең етіп қабылданады және эксплуатации байланыстың талшықты–оптикалық арнасын пайдалану барысында элементтердің тозуына шығындалады, жөндеу кезінде, модернизациялауда жәнет.б. ажыратылмайтын қосылыстардың тармақтарын ендіру;

$Э_{\text{п}}$ – аппаратураның энергетикалық әлуеті, сандық түрде трактідегі оптикалық сигналдың рауалы жалпы сөнуіне тең.

Регенерациялықучаскеніңұзындығыүшінтеңсіздіктіңорындалуынтексереміз:

$$102 \cdot 0{,}22 + 17 \cdot 0{,}02 + 10 \cdot 0{,}25 + 2 \leq 30;$$
$$27{,}28 \leq 30.$$

Теңсіздікдұрыс.

Есептеулер келесілер орындалады деген болжаммен жүзеге асырылды:

– Автоматты дәнекерлеу аппараты– FSM–30S Fujikura түйілістегі типтік шығындармен 0,02дБ;

– SC (керамика) типті ажыратылатын қосылыстар, ,бір модты талшықты сәулежол 0,25дБ үшін 1,3 мкм толқын ұзындығындағы орташа шығындарымен.

2.8 Жүйе қуатының толық қорын есептеу

ТалшықтарданэнергияныңкіружәнешығуынашығындардыескергендегіЭнергетикалықәлуетнемесежүйеқуатыныңтолықзапасын,дБ,формулабойыншаанықтауғаболады:

$$П = P_{пер} - a_{вх} - a_{вых} - P_{пр.мин}\,, \qquad (2.28)$$

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

2.9 Сигнал/шу қатынасын немесе регенерациялық учаскенің ұзындығына берілетін қатенің ықтималдығын анықтау

Сигнал/шу қатынасын емесе цифрлық талшықты–оптикалық байланыс жүйесіне арналған регенерациялық учаскенің ұзындығына берілетін ықтималды қателер формула бойынша анықталады:

$$p_{ош} = p' \cdot l_{ру}, \qquad (2.30)$$

мұндағы p'–оптикалық желілік трактінің км келетін ықтималды қателер (магистралді үшін 10^{-11},аймақ ішінде $1{,}67 \cdot 10^{-9}$, жергілікті10^{-9}).

Әдетте $p_{ош} = 10^{-8} - 10^{-9}$. Мәндерді теңдеуге қойып (2.30), келесі нәтижені аламыз

$$p_{ош} = 10^{-11} \cdot 102 = 1{,}02 \cdot 10^{-9}.$$

Расымен, регенерациялық учаскенің ұзындығына берілетін ықтималды қателер10^{-8}– 10^{-9}аралығында болады.

2.10 Таратын оптикалық модульдің шығысындағы оптикалық сәулелену қуатының таралу деңгейін анықтау (ПОМ)

ПОМ шығысындағы оптикалық сәулелену қуатының таралу деңгейі, дБм, формула бойынша анықталады:

$$P_{пер} = P_c - P\,, \qquad (2.31)$$

мұнда P_c – сәулелену көзінің шығысындағы оптикалық сигналдың қуатының орташа деңгейі, P_c= 0дБ;

P –сигналдың сипатына қарай қуатының орташа деңгейінің төмендеуі (NRZ код үшін– 3дБ, RZ үшін– 6дБ).

$$P_{пер} = 0 - 3 = -3 \text{ дБ}.$$

2.11 МДМ деңгейін анықтау (қабылдайтын оптикалық модульдің сезімталдық шегі –ПРОМ)

МДМдеңгейі (ПРОМсезімталдықшегі): pin–фотодиодүшін

$$P_{min} = \begin{cases} -55 + 11\lg B, & \text{при } B < 50 \text{ Мбит/с} \\ -1 - 55 + 10\lg B, & \text{при } B \geq 50 \text{ Мбит/с} \end{cases}; \qquad (2.32)$$

$$P_{min} = -55 + 10\lg(2488{,}32) = -27{,}062 \text{ дБ}.$$

лазерлідиодүшін

$$P_{min} = \begin{cases} -70 + 10{,}5\lg \text{B}, & \text{при } B < 50 \text{ Мбит/с} \\ -1 - 70 + 10\lg \text{B}, & \text{при } B \geq 50 \text{ Мбит/с} \end{cases};$$

Мәндерді қоямыз

$$P_{min} = -70 + 10\lg(2488{,}32) = -36{,}041 \text{ дБ}.$$

2.12 Жүйенің тез әрекеттестігін анықтау

Рауалы тез әрекеттестігітаралатынсигналдың сипатына, ақпараттың беріліс жылдамдығына байланысты жәнеформула бойынша анықталады:

$$t_{\Sigma} = \frac{\beta}{\text{B}}, \tag{2.33}$$

мұнда β – желілік сигналдың (желілік код) сипатын ескеретін коэффициент, NRZ β код үшін= 0,7; қалғандары үшін β =0,35.

ТОТЖ жалпы күтілетін тез әрекеттестігі, формула бойынша есептеледі:

$$t_{\text{ОЖ}} = 1{,}111\sqrt{t_{\text{пер}}^2 + t_{\text{пр}}^2 + t_{\text{ов}}^2}, \tag{2.34}$$

мұндағы $t_{\text{пер}} = (0{,}5 \ldots 10)$ нс – ПОМ тез әрекеттестігі;

$t_{\text{пер}} = (0{,}2 \ldots 20)$ нс – ПРОМ тез әрекеттестігі.

$$t_{\text{ов}} = \tau\mu \cdot l_{\text{ру}}, \tag{2.35}$$

мұндағы τ –оптикалықталшықтардыңдисперсиясы, с/км.

Қажетті мәндердің бәрін (2.33), (2.34), (2.35)теңдеулеріне қойып, келесі нәтижені аламыз

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

$$t_{\text{ов}} = 203{,}24 \cdot 12 \cdot 10^{-12} = 2{,}44 \text{ нс};$$

$$t_{\text{ОЖ}} = 1{,}111\sqrt{5^2 + 10^2 + 2{,}44^2} = 12{,}71 \text{ нс}.$$

Егер келесі теңсіздік орындалса:

$$t_{\text{ОЖ}} > t_{\Sigma}, \tag{2.36}$$

Онда оптикалық кабельдің таңдауы дұрыс жасалған. Тез әрекеттестіг ібойынша запас айырмамен анықталады

$$\Delta t = t_{0Ж} - t_{\Sigma}, \qquad (2.37)$$

Кабельдің (2.36) дұрыстығын тексеріп, (2.37) тез әрекеттестігі бойынша запасты есептейміз

$$12{,}71 \cdot 10^{-9} > 0{,}28 \cdot 10^{-9}\ ;$$

$$t = 12{,}71 \cdot 10^{-9} - 0{,}28 \cdot 10^{-9} = 12{,}43 \text{ нс.}$$

2.13 ТОБЖ сенімділігін есептеу

Сенімділік–заманауимагистральдердің және жалпы пайдалаудағы байланыс желілерінің маңызды сипаттамаларының бірі. Сенімділік бойынша жоғары талаптарөткізу қабілеті жоғарыкабельді магистральдерге қойылады,ТОБЖ да осындайкабельді магистральдерге жатады. Тарату жүйесінің жабдығыүздіксіз қолданыстағы аппаратура болып табылады, ол үшін мақсаты бойынша пайдалану уақытын,техникалық қызмет көрсету немесе жөндеу, қалпына келтіру уақытын кезектесу орын алады,яғни,пайдалану барысындажабдық түрлі жай – күйлерде болады.Талшықты – оптикалықжелілерді жобалау кезіндегі негізгі міндетқазіргі күннің қажеттілігімен қамтамасыз етіп қана қоймай,ертеректе кірістірілгенфрагменттерді ертеңгі күннің желісінеүйлесімді кірістірумен желіниәрі қарай икемді дамыту болып табылады. Бұл кезде желіжеткілікті түрде сенімді болуы керек.

Сенімділіктің негізгікөрсеткіштері:

– X тоқтап қалуыныңқарқындылығы, сағат;

– уақыттың берілген интервалы үшін тоқтаусыз жұмыс істеудің ықтималдығы$P(t_0)$;

– тоқтап қалуына орташаатқарымT_0,сағ;

– қалпына келудің орташа уақыты$T_{\text{В}}$,сағ;

– дайындық коэффициентіK_{Γ};

– қалпына келудіңқарқындылығыM, 1/ сағ;

Магистральдің сенімділік көрсеткіштерін есептеу келесішектерде өткізіледі: магистраль элементтерінің тоқтап қалуыбір-біріне тәуелсіз, кенеттен орын алады, олардыңқарқындылығыпайдалану уақытының бәріне тұрақты болмақ.

Тоқтап қалудың қарқындылығы формула бойынша анықталады:

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

мұндағы n –аяқталған пункттер саны($n = 6$); L– желінің ұзындығы, км (336км);

X_1 –соңғы пункттің тоқтап қалу қарқындылығы, 1/сағ (10^{-7}); X_2 – желілік–кабельді құрылыстың бі ркилометрінің тоқтап қалу қарқындылығы, 1/км ($5 \cdot 10^8$).

$$X_\Sigma = nX_1 + LX_2 = 6 \cdot 10^{-7} + 336 \cdot 5 \cdot 10^{-8} = 17{,}4 \cdot 10^{-6}$$

Тоқтапқалуғаорташаатқарым теңдеуменанықталады

$$T_0 = \frac{1}{X_\Sigma}, \tag{2.39}$$

$$T_0 = \frac{1}{17{,}4 \cdot 10^{-6}} = 57{,}4 \cdot 10^3$$

ТОБЖ тоқтап қалу және ақаулықтары кез-келген сәтте орын алып, уақытта кездейсоқ процесті–тоқтапқалуағынын түзеді. ТОБЖ-ғы тоқтап қалуды жою процесі қалпына келу уақытымен сипатталады. Қалпына келудің орташау ақы тысол аппаратураның анықтамалығында көрсетілген$-0{,}5$ сағ.

Жүйеніндайынболукоэффициентіформулабойыншаанықталады:

$$K_\text{г} = \frac{T_0}{T_0 + T_\text{в}}, \tag{2.40}$$

$$K_\text{г} = \frac{57{,}4 \cdot 10^3}{57{,}4 \cdot 10^3 + 0{,}5} = 0{,}99.$$

Бостұрыскоэффициентіқұрайды:

$$K_\text{п} = 1 - K_\text{г}, \tag{2.41}$$

$$K_\text{п} = 1 - 0{,}99 = 0{,}01.$$

Қалпынакелудіңқарқындылығытеңдеумен анықталады

$$M = \frac{1}{T_\text{в}}, \tag{2.42}$$

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

Уақыт аралығындағы тоқтап қалусыз жұмыс істеу ықтималдығы формула бойынша анықталады

$$P(t_0) = e^{(-X_\Sigma \cdot T_0)}, \tag{2.43}$$

2.4 кесте– Тоқтапқалусызжұмысістеуықтималдығы

Тоқтапқалусыз жұмысістеуық тималдығы Жұмыс істеу	Уақыт аралығы t, с				
	0	1	720	8640	86400
	1	0,99997	0,97522	0,74064	0,04924

Магистральдің сенімділік көрсеткіштерін есептеу Mathcad бағдарламасында орындалды, сондай–ақ тоқтап қалусыз жұмыс істеу ықтималдығының графигіқұрылып, Е қосымшасында көрсетілді.

3 Өміртіршілік қауіпсіздігі

Бұл дипломдық жұмысында Ақтөбе-Астана тас жолында талшықты оптикалық байланыс жолын «Конус» (Конвертор күшейткіш) құрылғысының негізін ала отырып кеңейту мәселелері қарастырылған.

Еңбек ету қауіпсіздігін қажетті деңгейде қамтамасыз ету үшін қажетті есептеулер жүргізілді.

3.1 Талшықты – оптикалық кабелді төсеу уақытындағы қауіпті және зиянды факторларды талқылау

Талшықты оптикалық магистралды жүргізу жұмыстары уақытында қауіпсіздік техникасы қарастырылады. Жер қазатын машиналар жұмысы кабелден бір метрге дейін, ал соққыш механизмдер бес метр ара қашықтықта жүргізіледі. Кабель айналасындағы жер қазу жұмыстары, соққы балғаларды орналастыруға арналған шұңқырлар кабелге 0.3м дейін аралықта қазылады. Зиянды газдар шыққан сәтте, газдың дәл шыққан жерін анықтап, қауіп көзі жойылғанға дейін жұмысшылар қауіп төндірмейтін жерге көшіріледі. Құмшауыт немесе жұмсақ жерлер қазылғанда олардың жарылып қалу қаупі туындайтын болса, оларды қатайту жұмыстары ұйымдастырылады.

3.1 КестеҚазаншұңқырлар және терең ой айналым бұрыштарының нормасы

	Шұңқыр тереңдігі			
	1,5 дейін		1,5-3,0	
Жер қыртысы	Еңіс бағыты мен жазықтық арасындағы бұрыш, гра	Еңіс биіктігінің қойылымға Қатынасы	Еңіс бағыты мен жазықты арасындағы бұрыш, град	Еңіс биіктігінің Қойылымға Қатынасы
Орташа ылғалдылықпен	76	1:0,25	45	1:1
Құмшауытты және гравинді	63	1:0,5	45	1:1
Ылғалды	76	1:0,25	56	1:0,67
Құмдақ	90	1:0	63	1:0,5
Сазды	90	1:0	76	1:0,25
Балшық Қатты	90	1:0	63	1:0,5

Шұңқырлар қазылған немесе терең ойыс орналасқан жерлерде арнайы ескерту тақтайлары қондырылады, ал түнгі уақытта қоршауларға арнайы белгі шамдары ілінеді. Терең ойыстан өтетін жаяу жүрушілерге және транспортқа арналған арнайы көпірлер жасалады.

Газдардың бар немесе жоқтығын ашық от арқылы тексеруге қатаң тыйым салынады. Ауа тазарту жұмыстарына газ тығыздалған баллонды қолдануға рұқсат етілмейді. Туннельдерде, коллекторларда және ашық люктер айналасында темекі шегуге тыйым салынады.

Кабелді орналастыру кезінде мынадай қауіпсіздік шаралары орындалуы керек:

- кабелді төсеу тек жерасты құрылысы тіркелмеген жерлерде ғана жүргізіледі;
- кабелтөсегішті тарту кезінде жүргізуші аз жылдамдықта және лезде тоқтамауға тырысып, тегіс жолмен жүруі отыруы қажет;
- кабелтөсегішті тракторға тек арнайы құрылғылар арқылы тіркеу қажет. Барлық аталған жұмыстар жұмысшылар қауіпсіздігін қамтамасыз ететін арнайы қондырғылар арқылы іске асады. Кабелді қолмен төсеу мезетінде әр жұмысшыға тиесілі кабел массасы 35 кг аспауы қажет. Кабелді ашу уақытында қозғалғыш транспорттар траншейге жақын болғаны абзал. Барабанның басына орналастырылған кабелдің ішкі жағын бекітеміз. Кабелді төсеу кезінде жұмысшыларды шұңқыр ішіндегі бұрыштарда қалдыруға және қолмен ұстап тұруға тыйым салынады. Ол үшін арнайы бұрышты тартқыш рамалар орналастырылады.

Көміліп бітпеген траншейлерді түнге қалдыруға тек арнайы қоршаулар мен белгі шамдары қондырылған жағдайда ғана рұқсат етіледі.

Жұмыс уақытында табиғи ақаулар жардың құлауы, су шығуы сияқты қиындықтар туындауы мүмкін. Аталған жағдайда жұмыс дереу тоқтатылып, қауіпсіздік шаралары қолданылады. Жол бойындағы демалуға болатын аймақтарда жұмыс жүргізушілер тарапынан арнайы қауіпсіздік шаралары орындалуы тиіс. Жұмыс процесі кезінде жергілікті ауа райын болжаулау орталығы құрылады. Көпір асты немесе еңкіш жерлердегі жұмыстар арнайы маскаларда жасалуы қажет.

Кабел канализациясында кабел тарту кезінде мынадай шаралар орындалуы қажет:

- жұмыс жасалып жатқан құдықтың екі басында да қоршау болуы шарт. Егер құдық жолдың өтпел жағында болса, онда люк пен қоршаудың арасы 2 метрден кем болмауы қажет;
- кабелді тарту механикаландырылған тәсілмен орындалады;
- кабелді тарту кезінде тростың иілген жерінде тұруға және қозғалып жатқан кабелге немесе тросқа қол тигізуге тыйым салынады. Кабел тартқыш блок орналасқан құдықтың ішінде тұруға қатаң тыйым салынады.

Кабелді ғимарат қабырғаларында жүргізу жұмыстары уақытында қолсаты немесе авто көтергіш қолдану қажет. Бетон немесе кірпіш қабырғаларды тесу немесе қашау кезінде қауіпсіздік техникасы бойынша қолғап және қорғағыш көзілдірік кию қажет. Сонымен қатар қабырғадағы электртасымалдау сымдарын қиып кетпеуге, электр тогы соққысынан сақтану қажет.

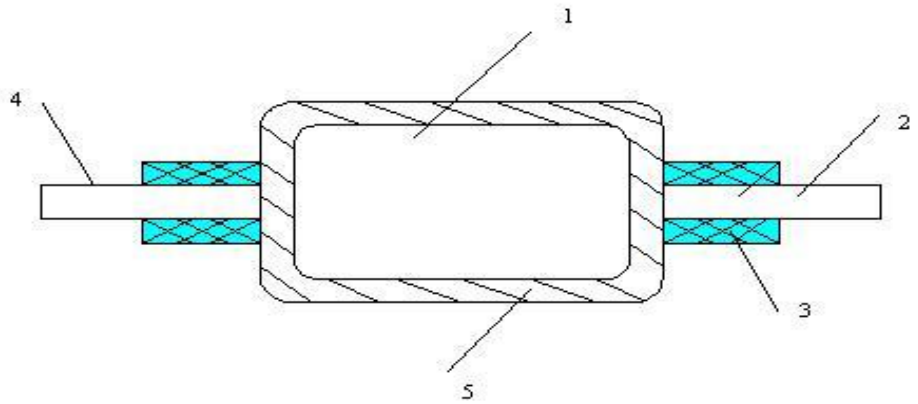
Лазерлік сәулеленуден қорғану шарасы да қауіпсіздік техникасы бойынша талаптарға сай қарастырылуы қаже

Лазерлер талшықты оптикалық кабелдің белсенді ортасына қосылуында шығыстық сәуленің таралу ортасы ретінде қолданылады. Сондықтан, тікелей сәуленің эсері тек оператор қосулы лазерді өзінің көзіне қаратқанда болады. Жұмысшыларға лазердің бәсеңдеген немесе шағылған сәулесінің әсерін болдырмас үшін белсенді ортаны қорғайтын корпусқа орналастырылған.

3.2 Қорғаныс шаралары

Оптикалық-талшықты кәбілдерімен ақпарат тасымалдау - сәулелік импульстар көмегімен оптикалық-талшықты сәулеөткізгіш арқылы жүзеге асады.

Сәулені тасымалдау немесе сәулелік импульстер көзі кванттық генератор немесе лазер болып саналады. Қарастырылып отырған дипломдық жобада кері байланысты бір моделді лазер қолданылады. Аталған лазер инфрақызыл спектр монохроматикалық сәулелену көзі болып саналады. Оптикалық-талшықты жүйе үшін лазерлер сәуле тарату көзі болып саналады. 3.1 - суретте кері байланысты бір моделді лазердің қарапайым түрдегі схемасы көрсетілген.



1 – Активті жартылайөткізгішті ортасы; 2– оптикалы-талшықты кәбіл; 3- жарыққорғаушы қабықша; 4– үрлегіш кабелі; 5- корпус.

3.1 Сурет - Кері байланысты бір модалы лазердің қарапайым түрдегі сұлбасы

Кері байланысты лазерлер - импульстік әдісті жартылайөткізгіштік құрал. Аталып отырған лазер әр-түрлі вибрацияларға сезімтал болған себептен, тек стационарлы қолдануға арналған.

Лазерлік сәулелену әрекетінен келесідей көрсеткіштер болады: күйік, конвенция, жылуөткізгіш, сәулелену. Қысқа уақыт аралығында көп мөлшерде жылу бөлініп шығады, соның әсерінен заттың балқып және булануына

әкеледі. Толқын екпінінің құрылуы – кейбір бояулардың күңгірт түске айналуына әкеліп соғады.

Адам организміне лазерлік сәулелену әсерінен екі биологиялық эффект әсерлері болады: біріншілік және екіншілік.

Біріншілік эффектіде тигізетін әсері адам организіміндегі талшықтарының өзгеруі байқалады. Ішкі организм талшықтарына зияны келгенде ісіктер пайда болып, қан құйылу мүмкіндіктері туындайды. Лазер сәулесі адам көзіне түскенде, көз ішіндегі оптикалық жүйе сынады және көз торларында фокусталады. Сол жерде энергияның көп мөлшері топталады. Егер де лазерден 0,001 Дж энергиялы инфрақызыл спектр 1м/с уақытында бөлінсе, онда көз торлары мен мөлдір центріне зиян келеді. Лазердің сәулесі көздің көру осінен өтіп кетуі мүмкін, онда көздің центрлік ұяшығына зақым келіп, көру жүйесінің күрделі бұзылуына әкеліп соқтырады. Көзге көрінбейтін спектр бөлімінде, жұмыс істеу аймақтарындағы лазерлерден ерекше қауіпсіздік шараларын сақтау қажет. Екіншілік эффектіде әр -түрлі болмыстар байқалу қаупі бар.

Аталған лазердегі сәулеленудің интенсивті жұтылуы гемоглабин молекулаларында байқалады. Қызмет етуші персоналдың ашық түрде лазерден сәулеленуі оның орталық нерв жүйесіне, қан-тамырлары жүйесінің бұзылуына әкеліп соқтырады.

Лазерлер оптикалық-талшықты кәбілдерде сәуле тасымалдау үшін қолданылады. Сондықтан тікелей сәулелік зақымдану жағдайлары, тек қана оператор лазерді өзінің көзіне немесе ашық терісіне бағыттаған жағдайда болуы мүмкін. Сәулеленуден қорғану үшін арнайы қорғаныс корпусы қолданылады. Қорғаныстық корпусы жоғарғы дәрежелі сәулелерді жұту материалынан жинақталады. Күре жолдағы қабылдау орнындағы шығыс тізбегінде сәулелердің жоғалу жағдайында кері бағытта жұмыс істеп тұрған бағытына блокировка сигналы тарату орнына беріледі. Сигнал жоғалуымен лазердің өшу арасындағы уақыт 0,0005 - 0,0009 с құрайды.

3.3 Ауаны баптау

Бітуге таяу дипломдық жобамның бұл бөлімінде ауаны баптауды жобалаймын.

Кәсіпорындарда байланыс желілерін және құрылғылары жұмыс жасаған кезде қажетті өмір қауіпсіздігін қамтамассыз ету жайлы сұрақ туындайды. Микропроцессорларды қолдану процесстерінің негізі қабылдау, өңдеу, тасымалдау және ақпаратты сақтауды іске асыру функциялары персоналдарға, сол құрылғыға қызмет көрсететін, құрылғының негативті ықпал етуі елеулі түрде азайды және қоршаған ортаға зиянын тигізу салдары да төмендейді. Күре жолдағы қабылдау орнындағы шығыс тізбегінде сәулелердің жоғалу жағдайында қарама қарсы бағытта істе тұрған бағытына блокировка сигналы тарату орнына барады.

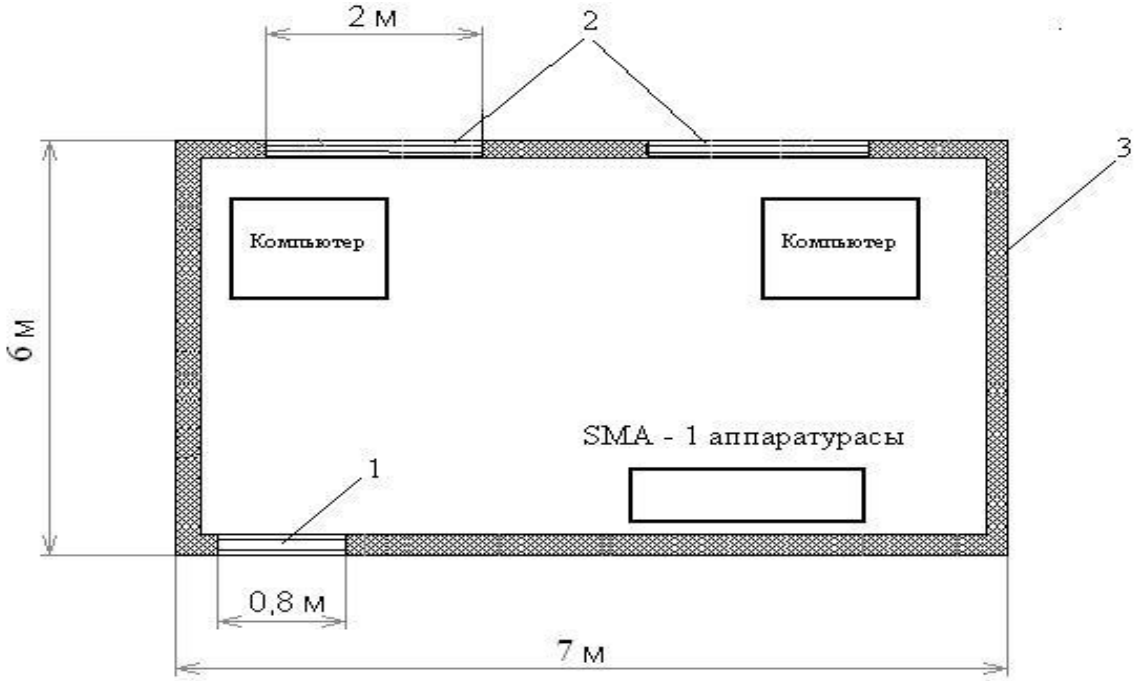
3.3.1 Қолданыста болатын бөлмеде еңбек ету шартын анализдеу. Бөлме іші сипаттамасы. Осы соңғы жұмысымның,яғни дипломдық жұмысымның түпкілікті мақсаты, талшықты-оптикалық жолын жобалау уақытында SMA – 1 құрылғысын қондыру мен компьютер арқылы құрылғыны басқару болып табылады.Құрылғының жұмысы жеке дербес компьютермен де басқаруға болады.

Бұл бөлменің ішінде SMA – 1 құрылғысы мен персоналды компьтерлер қондырылады. Бұл бөлменің габариттері : ұзындығы 7м, ені 6м, биіктігі 2,5м. Ауданы 42м^2.

Бөлменің төбесі жарық, қабырғалары ашық түсті және терезелерде қара түсті ілгіштер қолданылған. Көрермендік жұмыс тобы-III. Нормаланған жарықтылық – 300 люкс.

Зал қауіпсіздігі төмен деңгейге тиесілі, себебі: жоғары қауіпсіздікті тудыратындай ешқандай белгілері анықталмаған. Ол белгілерге дымқылдық, шаң тозанның өтуі, токөткізгіш едендер, жоғарғы температураның болу салдары жатады.

Синхронизация жүйелерінің құрылғысын алдын алу шарттары жылына бір рет кем болмауды талап етеді және бөлме сәуле шығарушы құрылғыдан қорғау талаптарына сай жасалған.



1- есік; 2 – терезе; 3 – қабырға.

3.2 Сурет – Бөлме жоспары

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Жұмыс жасау зонасының ауасы, жалпы санитарлық – гигиеналық талаптар» сай құрылғылардың қашықтықтан

компьютер арқылы басқару мүмкіндігі болғандықтан адамдардың бөлме ішіндегі жұмысы орта ауырлық деңгейіндегі жұмыстарға жатады. Бөлменің төбесі жарық, қабырғалары ашық түсті және терезелерде қара түсті ілгіштер қондырылған. Көрермендік жұмыс тобы-III. Нормаланған жарықтылық – 300 лк.

Жұмыста энергия жұмсау категориясы бойынша ақпараттар 3.2- кестеде көрсетілген.

3.2 К е с т е - Жұмыста организмнің энергия жұмсау бойынша категориясы

Жұмыс	Категория	Организмнің энергия жұмсауы, Дж/с (ккал/час)	Жұмыстың сипаттамасы
Физикалық орташа қиындық	I I а	172 - 232	Тұрып немесе отырып істейтін іс, бірақ ауыр жүкт жылжыту

3.3.2 Микроклиматты бағалау. Жұмыс қалпында тұрған есептегіш машиналары орнатылған, басқару пульті қондырылған техникалық орындарда, операторлық іс-әрекеттер және т.б. микроклиматтың параметрлері төмендегідей түрде болуы қажет:

Микроклиматтық талаптар біз қызмет көрсететін түйінде ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ сай оптималды ретінде сипаттап көрсетуге болады (3.3 - кесте)

Жылдың маусым ауысымдарында бөлме ішілік микроклиматтық параметрлері орнатылған оптималды белгілерден жоғарғы мәндерді көрсетуде: СН 245-71:

3.3 К е с т е - Микроклиматтың оптималдық нормалары

Жұмыс жасау периоды	Жұмыс дәрежесі	Т, ^{0} С	Ауа жылдамдығы, м/с,
Салқын	I I а	22-24	0,1
	I I б	21-23	0,1
Жылы	I I а	23-25	0,1
	I I б	22-24	0,2

Жаз уақытында температура: +25,1 ^{0}С, қысқы кезеңде температура: –21 – 24 ^{0}С, температура 36 ^{0}С – тан төмендеген кезде ауаның салыстырмалы ылғалдылығы – 60%. Жылдың әр кезеңінде ауаның жылдамдығы 0,2 м/с ден аспайды. Бұл жағдайда бөлмеде жазғы уақытта температура өте жоғары болады (+35+40^{0}С дейін жетеді). Жоғарғы температуралар үшін бөлмеде кондиционер орнатуымыз шарт.

3.3.3 Ауа баптау жүйесін есептеу Кондиционерленген ғимаратта жылулық және ылғалдылық тепе-теңдікті құру кезеңінде, жылулық -

вентилляциялық техникада қабылданған жалпы белгілі іс-әрекеттер қолданылады. Ғимараттың ауа ортасы жағдайының өзгеруіне әсер ететін барлық факторлар есептелуі қажет. Әртүрлі белгідегі ғимараттарда негізінен жылулық жүктемелер, ғимарат сыртында болатын және ішінде болатын жүктемелер болып бөлінеді.

Сыртқы жылулық жүктемелер құраушылары көрсетілген:

Ғимараттың ішкі және сыртқы температуралар айырмашылығы нәтижесінде жылу төмендеуі және жылу жоғалту.

Терезелердің беткі ауданы әсерінен келіп түсетін күн нұрының жылытуы. Бұл жылулық жүктемелену сезінетін жылу түрінде болады.

Инфильтрациялаудан болатын жылулық.

Ішкі жылулық жүктемелену үй, офис, қызмет көрсету сферасына жататын ғимараттарда мынадай жылулардан құралады: адамдардан бөлінетін, лампалар және жарықтандыру құралдарынан,электр қондырғыларынан, жеке дербес компьютерден, басып шығарғыш құрылғыларынан, көшірме құрылғыларынан бөлінетін.

Өндірістік және технологиялық ғимараттарда қосымша жылу бөліну көздері: қыздырылған өндірістік құрылғы; ыстыққондырғылар, соның ішінде сұйықтықтар және жартылай фабрикаттар; химиялық реакция және жанғыш өнімдері болуы мүмкін.

Қоршаушы конструкциялар арқылы жылу жоғалту жылдың қыс мезгілінде стационарлық режимді ескерумен есептейді. Қыста сыртқы ауада үлкен айырмашылықтар, әсіресе қоршаудың сыртқы бөлігіндегі температурада үлкен айырмашылықтар болмайды. Есептеу жүргізілген сыртқы температура ($t_{сырт.есеп}$) суық уақыт үшін ең суық айдың сағат 1-дегі орташа температурасына сәйкестендірілген, ал жылы уақыт үшін ең ыстық айдың сағат 1-дегі орташа температурасына сәйкестендірілген.

Ішкі ($t_{іш.есеп}$) температура өндірістік процесске қойылатын технологиялық сұраныстар мен комфорттық шарттарды ескеріп таңдалады.

Жылу шамасы мына формуламен анықталады:

$$Q_{шек} = V_{блм} \cdot X_0 \left(t_{сырт.есеп} - t_{іш.есеп}\right) = 105 \cdot 3 \cdot 0{,}42 = 132 Вт$$

мұндағы $V_{бөлме}$ = 6х7х2,5 = 105 м^3 – бөлме көлемі;

X_0 = 0,42 Вт/м^3 С – меншікті жылулық сипаттама;

$t_{сырт.есеп}$ = 27,6 - жылдың жылы мезгіліне арналған сыртқы есептелінген температурасы;

$t_{сырт.есеп}$ = -10 - жылдың суық мезгіліне арналған сыртқы есептік температурасы;

$t_{іш.есеп}$ = 24 - жылдың жылы мезгіліне арналған ішкі есептік температурасы;

$t_{іш.есеп}$= 21 - жылдың суық мезгіліне арналған ішкі есептік температурасы. Жылдың жылы мезгіліндегі жылудың келуі:

$$Q_{шек} = V_{блм} \cdot X_0\left(t_{сырт.есеп} - t_{іш.есеп}\right) = 105 \cdot 0{,}42 \cdot (27{,}6 - 24) = 158Вт$$

Ал, жылдың суық мезгіліндегі жылудың келуі:

$$Q_{шек} = V_{блм} \cdot X_0\left(t_{сырт.есеп} - t_{іш.есеп}\right) = 105 \cdot 0{,}42 \cdot (-10 - 21) = -1367Вт$$

Күннен бөлінетін жылу әйнектің сипаттамасына байланысты 90%-ға дейін бөлме ортасына жұтылады, қалған бөлігі шағылысу орындалады. Қыс кезеңінде сыртқы ауада үлкен айырмашылықтар, әсіресе қоршаудың сыртқы бөлігіндегі температурада үлкен ауытқулар тіркелмейді. Жылулық жүктелу шағылысу әсерінің максималды деңгейінде ең жоғарғы мәнге жетеді. Шағылысудың екпінділігі мекеннің ендігіне, жыл уақытына және тәулік уақытына тәуелді болады.

Күн шағылысуынан бөлінетін жылу (радияция) төменде көрсетілген формуламен анықталады:

$$Q_{шек} = (q^1 \cdot F_0^1 + q^{11} \cdot F_0^{11}) \cdot \beta_{с.з}$$

мұндағы q^1 , q^{11} - тіке және жанама күн радияцияларының жылулық ағыны, Вт/м^3;

$F_O{}^1$, $F_O{}^{11}$ – тіке күн радияциясымен сәулеленетін және сәуле өткізбейтін жарық бетінің ауданы, м^2;

$\beta_{к.к}$ - жылу өткізу коэффициенті.

3.4 Кесте - Күннен қорғайтын құрылғылардың жылу өткізгіш коэффициенті

Күн әсерінен қорғатын құрылғы	K .$\acute{K}$
Сыртқы жұқа перделер	0,15
қалың перделер	0,2
Жалюздер	0,15
Ішкі	
жұқа перделер	0,4
қалың перделер	0,8

Терезе әйнегі арқылы 9 бен 14 сағаты аралығында болатын күн сәулесін есептемелер келесі түрде шығарылады:

$$F_0^1 = F_0;\ F_0^{11} = 0.$$

$$Q_p = q^1 F_0\, \beta_{к.к} = (q_{тік.} + q_{жайыл})К_1К_2\beta_{к.к} n \cdot H_0 \cdot B_0 =$$
(162+81)·0,75·0,95·0,8·2·1,5·2

$Q_р$=831 Вт

ал 14 пен 20 (18-19) сағат аралығында түсетін күн сәулесі:

$$F_0^1 = 0;\ F_0^{11} = 0.$$

$$Q_p = q^1 F_0\, \beta_{к.к} = q_{жайыл}К_1К_2\beta_{к.к} n \cdot H_0 \cdot B_0 =$$
23·1.75·0.95·0.8·2·1,5·2=183,54Вт

мұндағы $q_{тік}$, $q_{жайыл}$ – тіке және жанама радияцияның жылулық ағындары, Вт/ м^2;

$F_0 = n \cdot H_0 \cdot B_0$ – жарық бетінің ауданы, м^2 (n – терезе саны, биіктік H_0 және ені B_0);

$К_1$ – көлеңкеленген терезе коэффициенті; $К_2$ – кірленген терезе коэффициенті;

3.5 Кесте - Вертикалды терезеден тура (Т) және жайылған (Ж) радияциялардан келетін шілдедегі жылуы

	Нағыз күнді уақыт		Жарты күнге дейінгі әйнектену						
			Солт.		ОШ	Оңт.		ОБ	
			Жарты күннен кейінгі әйнектену						
	Жарты күнге дейі	Жарты күннен кейін	Солт.		ОБ	Оңт.		ОШ	
			Т	Ж	Т	Ж	Т	Ж	Т
Геогр енін есептеу	5-6	18-19	84	8	72	40	-	23	-
	6-7	17-18	42	0	209	86	-	55	-
	7-8	16-17	-	7	333	109	-	71	-
	8-9	15-16	-	1	398	108	6	79	-
	9-10	14-15	-	4	387	101	62	81	-
	10-11	13-14	-	0	305	86	45	84	-
	11-12	12-13	-	9	214	79	88	85	3

3.6 К е с т е - Жарық кіретін жерлер көлеңкеленуін ескеретін коэффициент К1

Жарық ойығының толуы	Кірленбеген ауа	Ендіктердегі кірленген ауа, Сол. Ендік(^oC Е)			
		44-68		44-68	
		Күн түсетін ойық К1 күн		Көлеңке ойық $К_1$	
Шыны блоктар мен шыны проф-р	1	0,7	0,75	1,6	1,75

3.7 К е с т е - Вертикал әйнектену үшін 80-90° әйнектің кірленуін ескеретін коэффициент $К_2$

Әйнектің кірлену дәрежесі	$К_2$
Аз мөлшерде(5 мг/м^3)	0,95

Адам организмінен бөлінетін жылу мөлшері жұмыстың екпінділігі мен ортаның ауасының сипаттамаларына тәуелді. Адамнан бөлінетін жылу конвекция, сәуле түсіру арқылы және теріден немесе өкпеден бөлінетін жылулар деп бөлінеді.

Ішкі ($t_{іш.есеп}$) температура өндірістік процесске қойылатын технологиялық «Жұмыс жасау зонасының ауасы, жалпы санитарлық – гигиеналық талаптар» сай құрылғыны қашықтықтан компьютер арқылы басқару мүмкіндігі болғандықтан адамдардың бөлмедегі жұмысы орта ауырлықтағы жұмыстарға тиесілі.

3.8 кесте – Адам организмінен бөлінетін ылғал мен көміртек тотықтарының мөлшері

Параметрлер	Ғимараттағы ^oC ауа температурасындағы мәні				
	15	0	5	30	35
Ылғал г/сағ	40	0	0	75	115
Көміртек қос тотығы г/сағ	45	5	5	45	45

3.9 кесте – Адамның ішкі ортаға жылу бөлуі, Вт

Сыртқы орта температурасы С	Отырған кезде			Тік тұрған кезде немесе жеңіл қозғалыс			Ауыр жұмыс	
	көрінетін	көрінбейтін	Жалпы	көрінетін	көрінбейтін	Жалпы	көрінбейтін	Жалпы
10	115	15	130	135	21	156	84	290
14	103	15	118	117	21	138	84	263
18	89	15	104	100	33	133	93	250
20	82	21	103	92	42	133	110	250
22	76	26	102	84	48	132	132	249
24	67	35	102	72	60	132	154	249
26	61	41	102	63	69	132	168	249
28	51	51	102	53	79	132	185	249
30	40	60	100	41	89	130	198	246
32	20	78	98	22	106	128	213	244

Шамдардан түсетін жылулар: Qжарық=η·Nж=0,6·100=60,Вт

мұндағы η – электрикалық энергияның жылулық энергияға түрлену коэффициенті;

Nж – шамның қуаты.

Люминисцентті шам қолданғанда η=0,5-0,6. Жарықтану деңгейі жоғары жерлерде

$$N_ж=50\text{-}100\ Вт/м^2.$$

Өндірістік құрылғыдан бөлінетін жылулар мынадай түрде анықталады:

$$Q_{құр}=N_{қондырғы}\cdot K= 900\cdot 0,25=225,Вт$$

1 компьютерде шамамен 300 Вт жылу бөлінеді.

Офистік пен тұрғын ғимаратта ылғал бөлу себепкері ретінде адамдар болып табылады. Адамдық фактордан басқа ашық су орындары, дымқыл материалдар, химиялық реакциялар жатады. Адамның жұмыс істегендегі ауа температурасына және ауаның ылғалдығына тәуелді бөлінетін ылғалы 3.11 кестеде көрсетілген.

3.10 К е с т е - Адамдардан бөлінетін ылғалдың ылғалдын мөлшері

Жұмыс сипаты	Ылғалдың бөлінуі W, кг/сағ, ^{o}C ауа температурасындағы мәні				
Тыныш жағдай кезеңінде	15	20	25	30	35
Жеңіл физикалық жұмыс кезеңінде	0,035	0,04	0,062	0,094	0,15

Адамнан бөлінетін ылғал мөлшері:

Wадам=d·n (кг/сағ)=0.175·3=0.525,кг/сағ

Дымқылданған құрылғылар мен еден үстінен ылғалдылықтың бөлінуі:

Wеден=0,006·F1(tқұрғ-tдымқ)= 0.006·100·(25-14)=6.6,кг/сағ

Бөлменің ылғалдылық балансы бойынша алғандағы ауа алмасуын анықтаймын:

$$G = \frac{W_{\text{ылғал}}}{d_{\text{ішкі}} - d_{\text{сырт}}} = \frac{(0{,}7+6{,}6)\cdot 10^3}{10{,}3-9{,}3} = 7300, \text{кг/сағ}$$

мұндағы $d_{ішкі}$ және $d_{сырт}$ - ғимарат іші мен сыртындағы ылғалдылық мөлшері

Бөлме ішілік жылулық балансы бойынша есептегендегі ауа алмасуын анықтаймын:

$$G = \frac{Q}{c \cdot (t_i - t_c}, \text{кг/сағ},$$

мұндағы Q – бөлме ішілік жылу шығыны, Вт;

с – құрғақ ауаның сыйымдылығы, 1 кДж/кг к.

$$G = \frac{Q}{c \cdot (t_i - t_c} = \frac{132 + 831 + 183{,}54 + 60 + 225}{1{,}05 \cdot (31 - 27{,}6)} = 400\,\text{кг/сағ}$$

Сонда жалпы жылу келетін тепе-теңдік былай анықталады: Жылдың жылы кезі үшін:

Q = 158+831+183,54+60+225=1457,54Вт

Жылдың суық кезі үшін:

Q = -1367+831+183,54+60+225=-67,46,Вт

3.3.4 Кондиционерді таңдау. Алынған ақпаратқа сәйкес Delonghi (Италия) Ср 10 кондиционерін тандадым. Қабырғаға қондырылған кондиционердің басқарылуы қашықтықтан басқару пультпен іске келеді, төмендегідей жұмыс істеу тәртіптерімен көрсетіледі:

- жылыту;
- салқындату;
- кептіру;
- вентиляция;
- түнгі режим.

Кондиционер қондырылған ғимаратта жылулық және ылғалдылық тепе-теңдікті құруда, жылулық-вентиляциялық техникада қабылданған жалпы әдістер қолданылады. Мұнда ғимараттың ауа ортасының жағдайының өзгеруіне әсер ететін барлық факторлар есептелуі қажет.

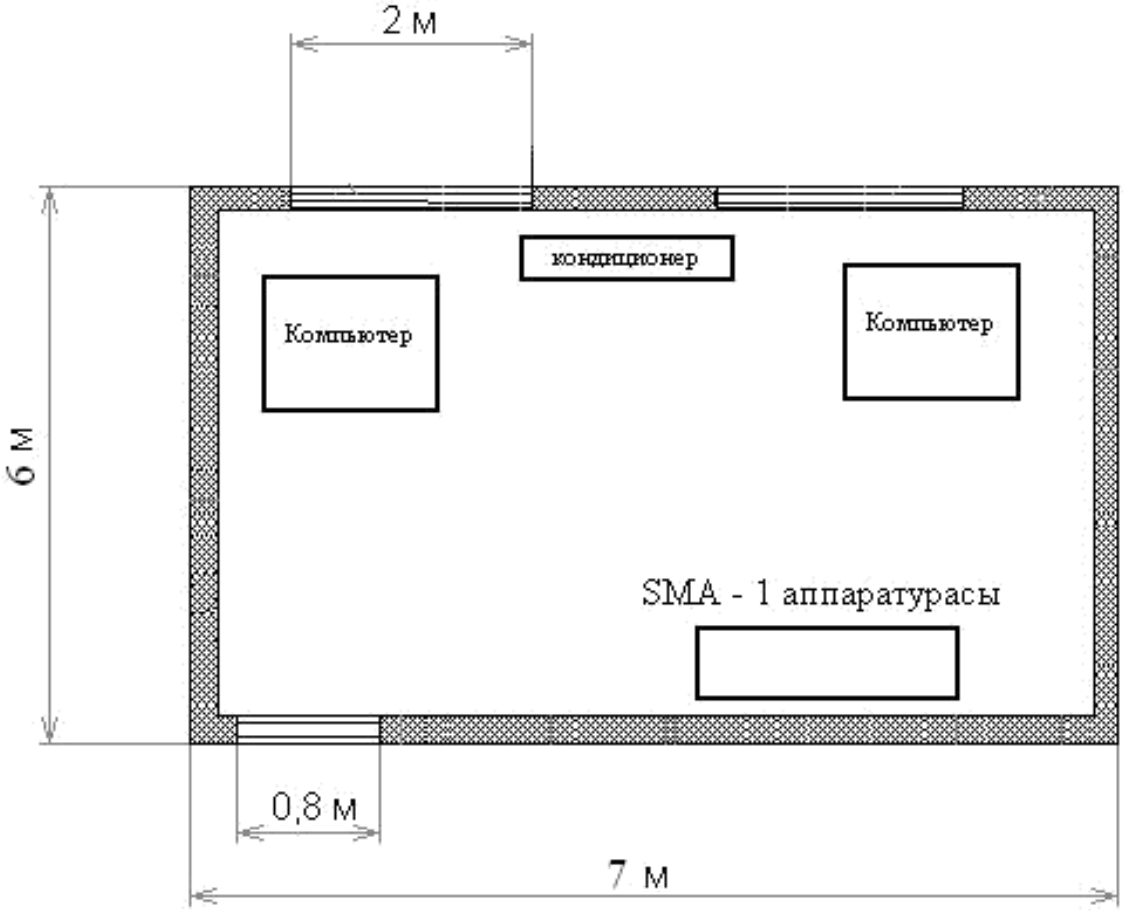
Керек температураны орнату, бұл функцияны автоматты түрде пайдалану қажет. Вентилятор үшін жұмыс жасау режимін тандау, қойылған уақытта кондиционерді өшіріп қосатын таймер орнату, автоматты түрде шторлардың тұрған күйлерін жөнге салу, бұл бізге ауа ағынын бақылауға мүмкіндік туғызады.

3.11 К е с т е - СР 10 кондиционерінің сипаттамалары

Моделі		СР 10
Эл.қоректену көзі	В/ф/Гц	230/1/50
Суықтан.бой.өнімділік қуаты	Вт	1891
Тұтын.эл.қуаты	Вт	650
Тұтынатын ток күші	А	2,8
Ылғалды жою	л/с	1,0
Жылулық.бой.өнімділік қуаты	Вт	2052
Ішкі блок:		
Ауа шығыны	$м^3$/с	320
Өлшемдері:		

3.11 Кестенің жалғасы		
Ұзындығы	мм	750
Биіктігі	мм	270
Терендігі	мм	175

Вентиляция мен кондиционерлену есептеуі бойынша 3600 м^3 есептелінген кондиционерді қолданамыз. Қолданылуға тиісті саны – бір дана.



1 – кондиционер; 2 – терезе

3.3 Сурет– Бөлмедегі кондиционерлердің орналасу кескіні

Есептеу нәтижесінде, СНиП II–68-75 ұсынысы, телекоммуникация жабдықтары үшін бөлменің микроклиматтық барлық сипаттамалар нормаларын толықтай қамтамасыздандырып толықтай талап орындалған жағдайда тұр.

4 БИЗНЕС ЖОСПАР

4.1 Жоба мақсаты

Осы дипломдық жобамда Ақтөбе-Астана тас жолында талшықты оптикалық байланыс жолын «Конус» (Конвертор күшейткіш) құрылғысының көмегімен кеңейту жобаланған.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында магистралды байланыс желілері бойынша ақпаратты тарату сапасын арттыруды талап етеді. Негізгі себеп, магистралды және аймақтық байланыс желілерінде қолданылатын қондырғы бөлшектерінің физикалык және моральды шаршауы деп анықталған. Бұл мәселенің шешуі, ақпаратты тарату үшін жаңа технологияларды және қазіргі заман талаптарына сай халықаралық стандарттарға толықтай жауап беретін құрылғыларға көшу көзделген.

ҚР-ның барлық телекоммуникациялары «Қазақтелеком» АҚ-ның бөлігінде. Бұл бірлестіктің бақылау акция пакеті мемлекетте, ал акцияның бір бөлігі «Қазақтелеком» АҚ-ның жұмысшыларында және басқа операторларда. Байланыс желісінің қайтадан жаңарту мәселесін шешу мақсатын алға итермелей отырып Қазақстан Республикасы, жаңа желілік тұжырымдама негізінде, DWDM технологиясын қолданысқа енгізді. DWDM технологиясы ақпаратты тарату уақытында, өте жоғары жылдамдықпен және жоғары сапалы жұмыстануға қабілетті.

4.2 Маркетинг жоспары

Бағалық саясат: Соңғы жылдары бағалар оң көз қарасты динамиканы қалыптастыруда. Жалға алушылармен қойылған келісімшартта бағалар бекітілген және сұраныс пен ұсыныс өзгерістеріне еш бағынбайды. Индексация тек инфляция уақытында ғана қарастырылған.

Нарыққа дайын тауарды шығару арналған шаралар: Бұл шаралар негізінен, мекеменің қалааралық телефондық байланыс қызметін жарнама етуімен байланысты:

1) Зерттеме және «Қазақтелеком» АҚ-ның жалпы жарнамалық жұмысын жасау;

2) Жарнамалық материалдарды арнайы баспасөз басылымдарда және басқа жарнамамен айналасушы мекемелер көмегімен қондыру.

3) Конус демонстрациясы бар аз уақытты видеофильмді дайындау.

Арналарды немесе бір топ арнаны жалға беру туралы келісімшарттар құру.

4.3 Қызметтің сапалық дәрежесі

Конус технологиясын пайдалану көмегімен магистральді желіде қала арасындағы, сонымен қатар транзиттік халықаралық қызметтерді көрсету кезінде ұсынылатын қызмет сапасы осы уақытқа дейін қолданып келген SDH техналогиясынан айтарлықтай жоғары дәрежеде орналасқан. Тұтынушылар сұранысын тиісті дәрежеде қанағаттандырарлықтай қызмет түрлерін

көрсетеді. Сонымен қатар сапаны бағалау үшін келесі негізгі көрсеткіштерді қолдану қажет: мәліметті жеткізу және дыбысты тарату сапалық дәрежесі.

Басты сапалық көрсеткіштер қатарында келесі көрсеткіштер орын алады:

-дыбыстық мәліметтің суммалық бөгеттелуі;

- байланысты тұрақтандыру мерзімі;

-протоколдардың жоғалу ықтималдығы;

-тұтынушылардың байланыс қызмет көрсетуді бес балл дәрежелік бағалау;

–жоғары жылдамдықта жұмыстану;

-мерзім үнемдеу.

Аталып кеткен сапалық көрсеткіштерді 99 пайызы DWDM технологиясының қондырғылары арқылы іске асырылады. Магистралдық көліктік желіні жөндеу DWDM технологиясының көмегімен «Конус» (Конверторлық күшейткіш) ол цифрлық тарату жүйелерінде экономикалық сипатта ТОБЖ ұзындығын көбейту мақсатымен жасалған. SDH,PDH,Gigabit Ethernet, fast Ethernet 2,5(10) Гбит/с та жылдамдықта жұмыс жасайды.

- Жету ұзындығы 200 км
- DWDM тасымалдау транспондер
- Кірістік сигнал 0,85/1,3 ММ және 1,31/1,55 SM
- Шығыстық қуат 500 мВТ

Конус SDH, STM-1 ден STM-16 ға дейінгі сондай-ақ Ethernet PDH Fiber Channel ESCON/ FICON FDDI 0,1 - 2,5 Гбит/с арақашықтығын көбейту үшін арналған құрылғы.

4.4 Ұйымдастыру шаралары

«Конус» жобасын іске асыру мақсатында көрсетілген экономикалық есептеулер қажет 1. Салымдық көлемді есептеу:

Салымдық жалпы көлем төмендегі формула арқылы анықталады

$$И_{сал} = С_{құр} + С_{мон.жұм} + Р_{к.шығ} + Р_{қыз.оқы} + С_{жоб}, \qquad (4.1)$$

мұндағы. $И_{сал}$ – салым көлемі;

$С_{жоб}$ – жобалау бағасы;

$С_{құр}$ – қондырғының өз бағасы;

$С_{мон.жұм}$ – монтаждық шаруаның бағасы;

$Р_{К.\ ШЫҒ.}$ – көлік шығын;

$Р_{ҚЫЗ\ .ОҚЫ.}$ – қызметкерлерді кадрлық үйрету оқыту сабақтары.

Қондырғының бағасын есептейік:

$$С_{құр} = Ц_{құр} \cdot N_{құр.саны} + N_{күш.саны} \cdot Ц_{күш}, \qquad (4.2)$$

мұндағы $Ц_{құр}$ – қондырғының құны;

$Ц_{күш}$ – конверторлық күшейткіш құны;
$N_{құр.саны}$ – қондырғы саны;
$N_{күш.саны}$ – күшейткіштер саны;

$$С_{құр} = 3 \cdot 30000000 + 12 \cdot 3000000 = 126000000$$

Жобалау құнын табу үшін қондырғы бағасының 3 пайызын есептейміз:

$$С_{жоб} = 126000000 \cdot 0{,}03 = 3780000тг$$

Көлік шығының қондырғының жалпы бағасының 5 пайызын есептейміз:

$$P_{көл} = С_{құр} \cdot 0{,}05, \quad (4.3)$$

$$P_{көл} = 1260000000 \cdot 0{,}05 = 6300000 \text{ тг.}$$

Монтаждық істің шығынын жалпы қондырғы бағасының 5пайызын ескереміз:

$$З_{монт.жұм} = С_{құр} \cdot 0{,}05, \quad (4.4)$$

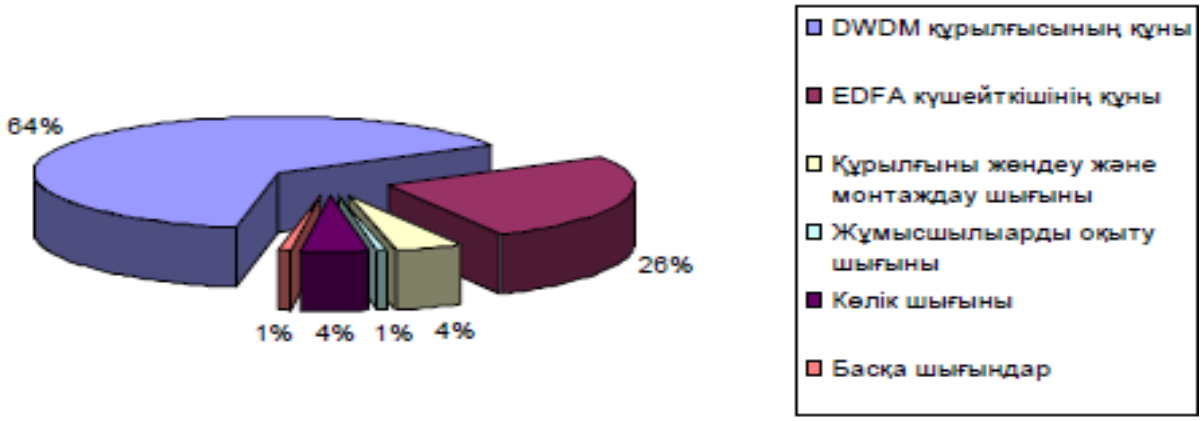
$$З_{монт.жұм} = 126000000 \cdot 0{,}05 = 6300000$$

Қызметкерлерді кадрлық оқытусабақтарының шығыны 1 000 000 теңгеге теңесті.

Салым көлемі төмендегі 4.1-кестеде және структуралық вариантын 4.1-суретте көрсетілген.

4.1-к е с т е – Салым көлемі

Көрсеткіштер	Өлшеу бірлігі	Бірлік Сан	Бағасы (тг)	Жалпы инвестиция суммасы,тг
1.DWDM құрылғысының құны.	тал	3	30 000 000	90 000 000
2.«Конус» күшейткіштері	тал	5	3 000 000	36 000 000
3.Қондырғыны жөңдеу және монтаждық шығын.				6 300 000
4.Қызмет ететін жұмысшыларды оқы шығыны.				1 000 000
5. Көлік шығыны.				6 300 000
6. Жобалау шығындар.				1 000 000
7.Барлығы :				140600000



4.1 Сурет – Салым көлемі пайыздық үлеспен

4.5 Өндірістік жоспар

Қондырғыны 1346 км қашықтық мекенінде қондыру "Ақтөбе – Астана" аумағында жоспарланған.

Қызмет тұтынушылардың соңғы сұрауын оқып білу – мемлекеттік және жеке бірлестіктердің, бірлескен кәсіпорындарының, шетел фирмалардың, тұтынушыларға байланыс қызметін көрсететін мемлекеттік және жеке бірлестіктердің мекені.

АО «Казахтелеком» қауымдастығы IPG компаниясымен DWDM тарату жүйесін жөндеуге және монтаждау себептерімен келісімшартқа тұрады. Келісімшартта көрсетілген фирма қажет ететін өлшеу және жөндеу қондырғыларын қондыруға, сервистік қызмет көрсетеді.

4.6 Эксплуатациалық (пайдалану) шығындар

Құрылғының жылдық эксплуатациялық шығын есебі мына формула бойынша жүргізіледі:

$$Э_{жыл} = ЕТК + С_{АС} + А_0 + М + Э_{ЭН} + Ж_{ЭН} + У, \qquad (4.5)$$

мұндағы ЕТҚ- еңбекақы төлеу қоры (негізгі және қосымша айлық төлеу);

$С_{ӘС.}$ - әлеуметтік салық (ЕТҚ-дан 11%);

М – материалдық шығын мен қор бөлімдері (Қор бөлімі мен ағымдағы жөндеу шығындары капиталды салынудың 0,5% құрайды);

$Э_{ЭН}$ – өндіріске қажетті электроэнергия;

$А_0$ – амортизациялық төлем;

Ү – үстемелік шығындары, өзіндік құнның 60%

$Ж_{ЭН.}$ – жылуэнергиясы

Қажетті инвестиция көлемі 140600000 тенгені құрайды. Жұмысшылардың жалақылык көрсеткіштері 4.2-кестеде келтірілген .

4.2-к е с т е – Жұмысшылар жалақысының көрсеткіші

Қызмет атауы	Жалақы, тг.	Адам саны
1.Бірінші дәрежелі инженер	130 000	1
2.Инженер	110 000	1
3.Электромеханик	90 000	2
4.Кәбілщик	75 000	4
5.Оператор	60 000	1
6.Көлік Жүргізуші	45 000	
БАРЛЫҒЫ	825000	9

Шығындар:

1) Еңбекақы төлеу қоры:

Бір жұмысшыға келетін жалақының орташа мәні:

$$Ж_{ор} = \frac{Ж_{\Sigma}}{N} = \frac{825000}{9} = 91666тг, \quad (4.6)$$

Бір жылдағы негізгі жалақы:

$$Ж_1 = 12 \cdot Ж_{\Sigma} \cdot N = 12 \cdot 34375 \cdot 9 = 9900000, \quad (4.7)$$

Қосымша жалақы көлемі негізгі жалакының 30% құрайды:

$$Ж_{қос} = 0{,}3 \cdot Ж_1 = 0{,}3 \cdot 9900000 = 2970000, \quad (4.8)$$

Бірінші жыл үшін еңбекақы төлеу қоры (ЕТҚ):

$$ЕТК = Ж_1 + Ж_{қос} = 9900000 + 2970000 = 12870000тг, \quad (4.9)$$

2) Әлеуметтік салық

СӘС - әлеуметтік салық еңбекақы төлеу қорының 11% құрайды:

$$С_{әс} = ЕТК \cdot 0{,}11 = 12870000 \cdot 0{,}11 = 1415700тг, \quad (4.10)$$

3) Материалдық шығын мен қор бөлімдері:

М – материалдық шығын мен қор бөлімдері (Қор бөлімі мен ағымдағы жөндеу шығындары капиталды салынудың 0,5% құрайды):

$$М = И_{инв} \cdot 0{,}005 = 140600000 \cdot 0{,}005 = 703000тг, \quad (4.11)$$

4) Электрэнергия:

$$Э = W \cdot Б_{квт} \cdot N_{рп} \cdot 8760 = 1 \cdot 22 \cdot 3 \cdot 8760 = 112128тг, \quad (4.12)$$

мұндағы W- бір сағаттағы бір регенерациондық пунктінің тұтыну қуаты (W= 1 квт/сағ);

Бквт – энергияның киловаттық бағасы (Бквт = 22 тг.);
Nрп – регенерациондық пунктер саны (Nрп = 2);
8760 – бір жылдағы сағат саны.

5) Амортизациялық төлем 15% құрайды:

$$А_0 = Ц_{обор} \cdot 0{,}15 = 30000000 \cdot 0{,}15 = 4500000тг, \quad (4.13)$$

6) Жылу энергиясы электрэнергиясының 20% құрайды:

$$Ж_{эн} = Э_{эн} \cdot 0{,}20 = 112128 \cdot 0{,}20 = 22425{,}6тг, \quad (4.14)$$

7) Үстемелік шығындар:

$$У = Ж_{ш} \cdot 60\%, \quad (4.15)$$

мұндағы ЖШ – жалпы шығын.

$$Ж_{ш} = ЕТК + С_{ас} + А_0 + М + Э_{эн} + Ж_{эн}, \quad (4.16)$$

$$Ж_{ш} = 12870000 + 2574000 + 4500000 + 703000 + 112128 + 22425{,}6 = 20148853{,}6тг$$

$$У = Ж_{ш} \cdot 60\% = 20148853{,}6 \cdot 0{,}6 = 12089312{,}16тг$$

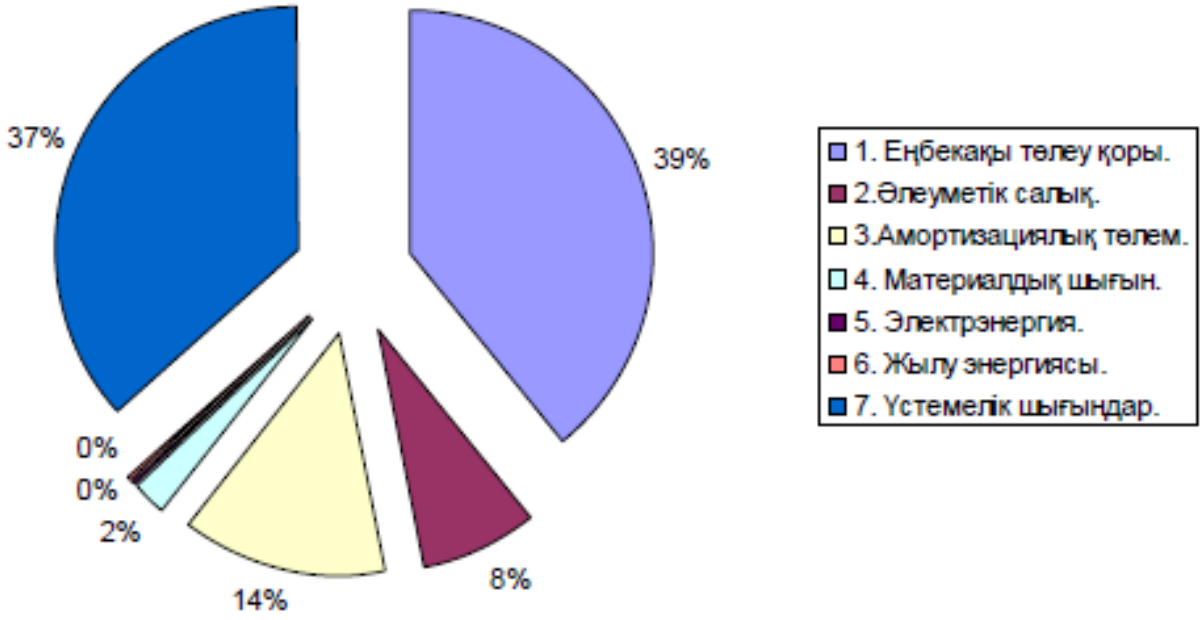
$$Э_{жыл} = ЕТК + С_{ас} + А_0 + М + Э_{эн} + Ж_{эн} + У,$$

$$Э_{жыл} = 31712565{,}76тг,$$

Эксплуатациялық шығындарды келесі 4.3 – кестеге енгізейік.
Содан соң шығындардың пайыздық қатынас сұлбасын тұрғызайық,

4.3 К е с т е – Эксплуатациялық шығындар

Шығындар атауы	Мәні
1.Еңбекақы төлеу қоры, мың тг.	12 870
2.Әлеуметік салық, мың тг.	2 574
3.Амортизациялық төлем, мың тг.	4 500
4.Материалдық шығын, мың тг.	703
5.Электрэнергия, мың тг.	112,2
6.Жылу энергиясы, мың тг.	22,5
7.Үстемелік шығындар, мың тг.	12 89



4.2-сурет – Шығындардың пайыздық қатынас сұлбасы

8) Кірісті табамыз:

Негізгі қызметтен алынған кіріс – іске асырылған қызметтің толық көлемі үшін кәсіпорын байланысымен алынған кіріс.

Кіріс есебін орташа кірісті кесімді баға бойынша жүргіземіз:

$$D = Q \cdot \text{БАБ} \cdot k, \qquad (4.17)$$

мұндағы Q – жалға берілетін арналар саны;

БАБ – бір сағаттағы жалға берілетін бір арнаның бағасы (100 тг. сағатына);

k – сағат саны(бір квартолда – 2190 сағат, бір жылда – 8760 сағат);

$$D = 100 \cdot 100 \cdot 8760 = 87600000\text{тг}.$$

9) Табыстық салық кірістің 20% құрайды:

$$\text{С}_\text{т} = (D - \text{Э}_\text{жыл}) \cdot 20\%, \quad (4.18)$$

$$\text{С}_\text{т} = (87600000 - 31712565{,}76) \cdot 0{,}2 = 11177486{,}848\text{тг}$$

10) Кәсіпорынның таза пайдасын табамыз:

$$\text{П}_\text{т} = \text{П} - \text{С}_\text{т} = (D - \text{Э}_\text{жыл}) - \text{С}_\text{т}, \quad (4.19)$$

$$\text{П}_\text{т} = 55361834{,}24 - 16766230{,}272 = 38595603{,}968\text{тг}$$

11) Экономикалық нәтиже көрсеткішінің есебі

Дипломдық жобада кәсіпорын байланысын дамытуда, кеңейтуде және қайта құруда келесідей экономикалық тиімділігі есептеледі.

Ортақ коэффициент-(абсолютті) капиталды салынудың экономикалық нәтижесі-жаңа кәсіпорын,объект құрылысы кезінде:

$$\text{Е}_0 = \frac{D - \text{Э}_\text{жыл}}{\text{И}_\text{инв}} = \frac{\text{П},}{\text{И}_\text{инв}}\%, \quad (4.20)$$

мұндағы D –негізгі қызметтен алынған кіріс;

$\text{Э}_\text{жыл}$– эксплуатациялық шығындар;

ИИНВ – инвестициялық шығындар;

П –таза кіріс.

$$\text{Е}_0 = \frac{D - \text{Э}_\text{жыл}}{\text{И}_\text{инв}} = \frac{87600000 - 31712565{,}76}{140600000} = 0{,}3975\%.$$

12) Капиталды салынудың өтелімділік мерзімі-құралдардың қайтарылу мерзімі, бұл экономикалық нәтиженің кері ортақ көрсеткіші болып табылады:

$$t = \frac{1}{E_0}\text{жыл}, \quad (4.21)$$

$$t = \frac{1}{0{,}3975} = 2{,}5\text{жыл}$$

13) Инфляция көрсеткішін ескере отырып салымдардың қайтарылу мерзімін есептейік:

$$К_д = \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (4.22)$$

мұндағы r – инфляцияның орташа мәні 8%;

t – инфляцияны ескермеген кездегі салымдардың қайтарылу уақыты;

$$К_д = \frac{1}{(1+0.08)^{2.5}} = 0{,}825.$$

Инфляцияны ескерген кездегі өнеркәсіптің табысы:

$$Т_и = К_д \cdot П = К_д \cdot (D - Э_{жыл}), \quad (4.23)$$

$$Т_и = 0{,}825 \cdot (87600000 - 31712565{,}76) = 46107133{,}248тг$$

Инфляцияны ескерген кездегі ортақ коэффициент:

$$Е_{0и} = \frac{Т_и}{И_{инв}} = \frac{46107133{,}248}{140600000} = 0{,}328.$$

Инфляцияны ескерген кездегі салымдардың қайтарылу уақыты:

$$t_и = \frac{1}{Е_{0и}} = \frac{1}{0{,}328} = 3жыл.$$

Жобаның қорытынды нәтижелері келесі 4.4 – кестеде келтірілген.

4.4 К е с т е – Қорытынды нәтижелер

Көрсеткіштердің аталуы	Көлемі
1.Инвестиция көлемі, мың тг.	140600
2.Эксплуатациялық шығындар, мың тг.	32238,16576
3.Таза табыс, мың тг.	38753,28397
4.Өін ақтау мерзімі, жыл.	3
5.Экономикалық тиімділігі	0,39

Экономикалық бөлім бойынша қорытынды

«Конус» (Конвертор күшейткіш) технологиясын жобалаған кездегі экономикалық көрсеткіштерді есептей отырып, біз келесідей қорытындыға келеміз: жоба орындалу үшін қажетті қор көлемін анықтадық және де жобалау кезінде құрылғылар құнына жұмсалатын қаржы көлемдерін анықтадық. Сонымен қатар жобаны енгізу кезіндегі жалпы шығындар мен пайда

мөлшерін есептеп шығардық. Жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі 3 жыл, ал жоба рентабеллдігі 39% құрайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста КОНУС құрылғысының қолданылумен Ақтөбе - Астана трассасындағы ТОБЖ кеңейту қарастырылған. Дипломдық жұмыстың тақырыбы жеткілікті өзекті. Өйткені бұл аймақ мемлекетіміздің үлкен қалаларын байланыстырады және екі қаланың арасында бірнеше қалалар орын алған.

Бұл бітіру жұмысында«Конус» (Конвертор күшейткіш) аппаратурасы және DWDM)құрылғысы таңдалған.

Дипломдық жұмыста желінің негізгі параметрлері есептелді, DWDM жобаланатын жүйесінің өткізу қабілеті, Сенімділік көрсеткіштері, шудан қорғанудың шектік мәнін MathCad бағдарламасымен, регенерация бөлігінің ұзындығы мен сигнал қуаты және оптикалық кабелдегі шығындар MathCad бағдарламасымен есептелген.

Экономикалық бөлімі негізгі қаржылық салымның жоғары тиімділігін көрсетті. Жобалап отырған желінің қайтарым уақыты шекті мәннен аспайды. Бұл жобаны жүзеге асыру Ақтөбе - Астана аралығында жоғары жылдамдықты және өткізу мүмкіндігі кең байланыс арналарын құруды, әрі абоненттерге қазіргі заман талаптарына сай кең көлемді қызмет көрсетуді көздейді.

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде қызметкерлердің өміріне және денсаулығына зардап тию ықтималдылығын болдырмау жағдайы қарастырылды. Бөлмені жарықтандыру, құрылғылармен жұмыс істеу кезіндегі лазерлік сәулеленуден қорғану шаралары қарастырылды, жұмыс орнының микроклиматық жағдайын бір қалыпта ұстап тұру үшін ауа алмасуының жолдары есептелінді.

Қысқартылған сөздер тізімі

DEMUX	Демультиплексор.
DWDM	Тығыз толқын спектрі бойына мультиплексрлеу.
EDFA	Эрбилі оптикалық күшейткіш.
MLM	Көп модалы лазер.
MUX	Мультиплексор.
AWG	Дифракциялық құрылым
FADU	Анықталған енгізу-шығару блогы
OSC	Оптикалық бақылау арнасы.
DCM	Компенсациялық дисперсиялық модуль
ATM	Асинхронды траспорттық модуль
OADM	Енгізу-шығару мультиплексоры.
ROADM	Қайта құрылымдық енгізу-шығару мультиплексоры.
SDH	Синхронды цыфырлы иерархия.
SLM	Бір модалы лазер.
STM	Синхронды транспорты модуль.
TDM	Уақыт бойынша толқын ұзындығының модультиплекстеу.
VOA	Айнымалы оптикалық аттенюатор.
WDM	Толқын ұзындығы бойынша мультиплекстеу.
OSA	Оптикалық ауытқу коэффициенті
ТОБЖ	Талшықты-оптикалық байланыс жолы
КОНУС	Конвертор-күшейткіш
ПУСК	Спектрлік арналарды тығыздау платформасы
ҰАСМ	Ұлттық Ақпараттық Супермагистрал

Әдебиеттер тізімі

1 Бутусов М.М., Верник С.М., Галкин С.Л. и др.; Под ред. Гомзика В.Н. Волоконно-оптические системы передачи: Учебник для вузов. – М.: РиС, 1992.

2 Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Под ред. Проф. Доктора физ-мат наук Тимирова И.А. Современные проблемы волоконно-оптических линии связи. Том 1. Волоконно-оптические кабели. – М.: Издательство НТЛ, 2009.

3 Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Техносфера, 2006. – С. 512.

4 Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Современные проблемы волоконно-оптических линии связи. Том 2. Источники излучения и передающие оптоэлектроные модули. – Томск: Издательство НТЛ, 2001.

5 Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. – М.: Радио и связь, 2006.

6 История DWDM. http://si.ibs.ru/content/si/119/1195-article.asp.

7 DWDM в Казахстане. http://www.alcatel.ru /products/networks/all/ wdm/a1626lm/.

8 Оборудование DWDM. http://www.c-tt.ru/content/?fl=486&sn=312

9 Методическое указание к выполнению курсовой работы по теме «Расчет основных параметров сети при проектировании оптической лини связи».

10 Экономика связи: Учебник для вузов. – Под ред. О.С. Срапионова. – М.: Радио и связь, 2004.

11 Волков О.И. Экономика предприятий связи. – М.: Экономика, 1998.

12 Н.П. Резникова. Маркетинг в телекоммуникациях. – М.: Эко-Трендз, 2012.

13 Буров В.П., Новиков О.И. Бизнес-план: методика составления. – М.: ЦИПКК, 2010.

14 Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа. – М.: Финансы и статистика, 2002.

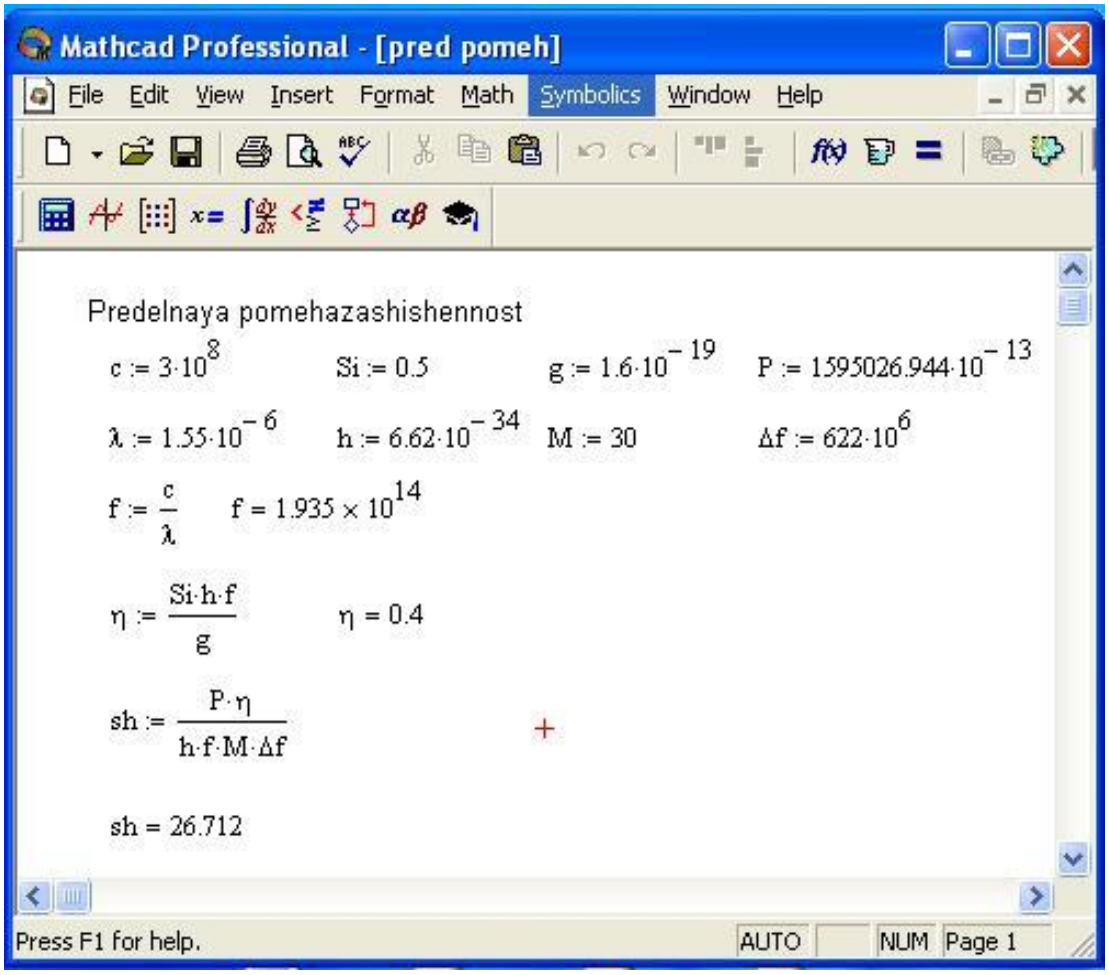
15 Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Высшая школа, 2006.

16 Баклашов Г.Д. и др. Охрана труда на предприятиях связи: Учебник /Санитарные правила и нормы по гигиене труда в промышленности. Часть 3/ Под ред. Козловского А.Р. – Алматы: 2003. – 123 с.

17 Рахманов Б.Н., Чистов Е.Д. Безопасность при эксплуатаций лазерных установок. М.: Машиностроение, 2001.

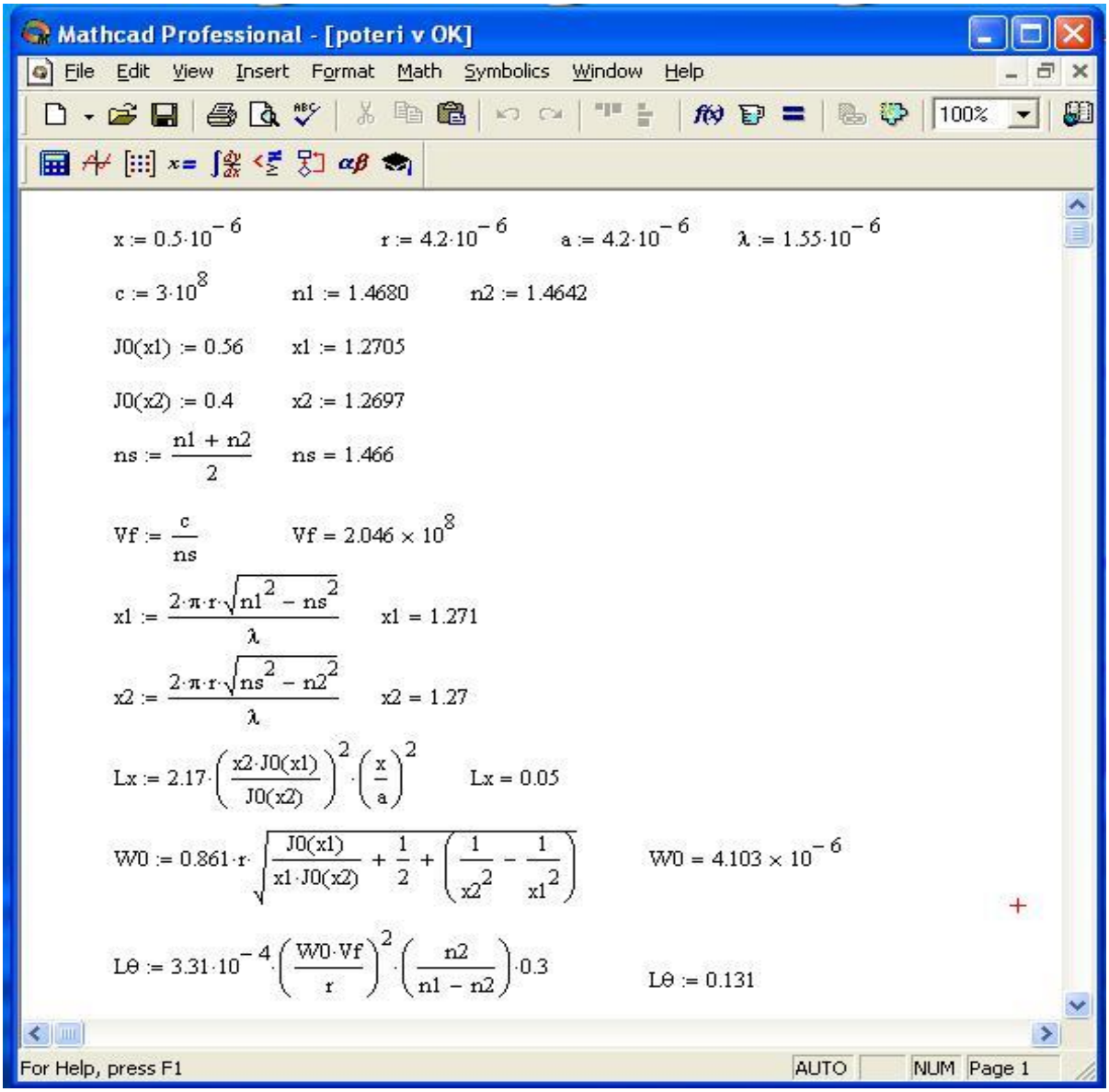
18 Дюсебаев М.К. Лазерная безопасность. Методическая разработка по курсу «Охрана труда» Алма-Ата: Издательство НиК, 2005.

А қосымшасы



А-1 Қосымшасы Сигнал-шуыл қатынасы

Б қосымшасы



Б-1 Қосымшасы Қосымша шығындар