ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Автоматты электробайланыс кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
Чежимбаева К.С., т.ғ.к., доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____«_____»_____20___ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Астана мен Қызылорда қалалары арасындағы магистральді желіні DWDM технологиясы негізінде ұйымдастыру

мамандығы бойынша 5В071900 РЭТ

Орындаған Берікұлы Мағжан СТК к-10-01
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Асанова К.С аға оқытушы, каф. АЭС
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша: ЭҒК, профессор Б. Бабыров
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «22» 05 20 14 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша: аға оқыт. Озғанбаев Д.М
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «23» мая 20 14 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :
т.ғ.к., профессор Тумалиева К.Х
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «28» 05 20 14 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
аға-оқыт. Үргенишбаев К.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «28» 05 20 14 ж.
(қолы)

Пікір жазушы:

_____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____«_____»_____ 20____ ж.
(қолы)

Алматы 2014

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы

Автоматты электрбайланыс кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Берікұлы Мағжан
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Астана мен Көкшетауда қалалар арасындағы магистральді желіні DWDM технологиясы негізінде ұйымдастыру

ректордың « 24 » 09. 13 № 115 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ ж.

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

1. H_0 = 687700 адам – Астана қаласындағы 2010 жылғы санақ бойынша адам саны
2. H_0 = 200900 – Көкшетауда қаласындағы 2010 жылғы санақ бойынша адам саны

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

1. DWDM технологиясының ұйымдастыру өзекшелігі
2. Астана мен Көкшетауда қалалар арасындағы магистральді желіні DWDM технологиясы негізінде ұйымдастыру
3. Қорытынды тақырып жасау

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. EDFA күшейткішінің құрылымдық сұлбасы
2. DWDM мультиплексорының құрылымдық сұлбасы
3. DWDM магистральді жүйесінің сұлбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Скляров О.К. „Современные волоконно-оптические системы передачи". М. Солон-Р. 2001.
2. Шмалько А.В. Цифровые сети связи: Основы планирования и построения. М. Эко-Трендз. 2001
3. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич Л.А. - Методическая указания для экономической части выпускной работы
4. Дюсебаев М.К. - Безопасность жизнедеятельности „Алматы" АИЭС, 2001г.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Базылов К.Б.	12.4-22.05.14	
ОТ и ОС	Оздемирова Д.М.	21.04 - 21.05	
ЕТ қолдану	Тлеумолинова К.Н.	12.04 - 28.05	
		10.09.13 - 27.05.14.	
мөлшер бақылау	Үргенишбаев К.М.		

диплом жобасын дайындау

К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Негізгі бөлім	03.10 - 25.10.13	
2.	DWDM технологиясын өрт қауіпсіздігі жүйесінде қолдану	29.10 - 22.11.13	
3.	Құрылғыға таңдау жасау	18.11 - 29.11.13	
4.	Есептеу бөлімі	02.12.13 - 5.02.14.	
5.	Өмірлік қауіпсіздігі	10.02 - 14.03.14.	
6.	Техникалық - экономикалық бөлім	17.03. - 18.04.14.	

Тапсырманың берілген уақыты «10» 09 2013 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ _____
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ Асанова К.С. аға оқытушы
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Берікұлы Мағжан
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Берілген бітіру жұмысында Астана мен Қызылорда қалалары арасындағы магистральды желіні DWDM технологиясы негізінде ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады. Тығыздаудың негізгі қасиеттері қысқаша баяндалған.

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

Бизнес-жоспарда бітіру жұмысының экономикалық тиімділігінің негізгі көрсеткіштері есептелген. Сондай-ақ, берілген аумақтағы ұйымдастырылатын магистральдік байланыс желінің қызмет көрсету және оны пайдалану кезіндегі өміртіршілік қауіпсіздігі мәселелері қарастырылған.

Аннотация

В данной выпускной работе рассматриваются вопросы организации магистральной сети между городами Астана – КызылОрда на базе технологии DWDM. Производится анализ и выбор оборудования системы передач, оптического кабеля для используемой технологии. Кратко изложены основные свойства плотного спектрального уплотнения.

Проводится расчет числа каналов рассматриваемых городов и расчет регенерационных участков данной магистрали.

В бизнес-плане рассчитываются основные показатели экономической эффективности выпускной работы. Кроме того, рассматриваются вопросы безопасности жизнедеятельности при обслуживании и эксплуатации организуемой магистральной линии связи на данном участке.

Мазмұны

Кіріспе.....9
1 Қазіргі кездегі желіге аналитикалық талдау және ұсынылатын шешім.....10
1.1 Астана мен Қызылорда қалалары жайлы жалпы мәліметтер.....10
1.2 Қызылорда қаласының байланыс желісінің қазіргі жағдайы.....10
1.3 DWDM технологиясының артықшылығы мен ерекшелігі... 13
2 Бөлімдегі байланыс ұйымдастырылуының талдануы.....15
2.1 DWDM-ң құрылымдық сұлбасы.....15
2.2 DWDM мультиплексоры мен демультиплексоры.....18
2.3 Таратқыш.....20
2.4 Қабылдағыш..... ..21
2.5 Оптикалық күшейткіштер..... ..23
2.6 Қосылу жолдары үшін жабдықтың таңдалуы..... ..25
2.7 Тізбек топологиясы.....28
Бельдің құрылымын және оның негізгі параметрлерін есептеу..... ..30
3.1 Арналардың қажетті өткізу қабілетінің есебі..... ..30
3.2 Таңдалған кабель параметрлерін есептеу.....32
3.3 Регенерация бөлігінің ұзындығын есептеу.....37
3.4 Дисперция мен өшулік кезіндегі регенерация бөлігінің ұзындығы.....39
3.5 Жүйенің сенімділігі.....42
3.6 Оптикалық күшейткіштің негізгі сипаттамалары.....44
4 Еңбекті қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі.....47
4.1 Еңбек жағдайын талдау.....47
4.2 Өміртіршілік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің техникалық шешуі.....51
4.3 Өрт қауіпсіздігі..... ..62
4.4 Қоршаған ортаны қорғау және өрт қауіпсіздігі..... 63
5 Техника-экономикалық негіз 67
5.1 Жұмыстың мақсаты 67
5.2 Жұмыстың орындалу бағдарламасы 67
5.3 Ұйымдастыру жоспары.....71
5.4 Табысты есептеу.....75
Қорытынды.....74
Әдебиеттер тізімі.....75
Қысқартылған сөздер тізімі.....76
А Қосымша.....77
Ә Қосымша.....78
Б Қосымша.....79
В Қосымша.....80

Кіріспе

Бұл бітіру жұмысының негізгі мақсаты Астана және Қызылорда қалалары аралығында байланыс жолының өткізу қабілетін арттыру үшін DWDM технологиясының көмегімен магистралдық талшықты–оптикалық тарату жүйесін ұйымдастыру болып табылады.

Қазіргі таңда дүние жүзі бойынша байланыс қызметімен қамтушылар жылына ондаған мың километр талшықты–оптикалық кабельдерді 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 техналогиялар облысында қарқынды түрде зертеулер жүргізуде. Қазіргі таңда ең озық техналогиялар қатарына толқын ұзындығы бойынша өте тығыз толқындық мультиплекстеуді DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) жатқызуға болады.

Қазіргі кезде байланыс жүйелері қоғам дамуының негізі бола бастады. Қарапайым телефон байланысынан бастап, Интернетке кең жолақты ену мүмкіндігіне дейінгі байланыс қызметтеріне сұраныс өсіп келеді. Бұл қазіргі кездегі байланыс желілеріне, олардың өткізу қабілетіне, сенімділігіне, иілгіштігіне жаңа талаптар қоюда. Ал қазір ақпаратты таратуда адамзат қоғамының қажеттіліктерін қанағаттандыру тек талшықты – оптикалық байланыс жүйелері негізінде жүзеге асырылады. Өйткені оптикалық талшық өте үлкен өткізу қабілетінен тұрады. Тығыз толқындық мультиплекстеу технологиясының мәні − бір оптикалық талшық бойымен бір уақытта, әр түрлі толқын ұзындығында бірнеше ақпараттық арналар таралады. Бұл оптикалық талшықтың мүмкіндіктерін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Осы күнде DWDM технологиясы практикада өзінің сенімділігін көрсете отырып, өткізу жолағының ең жылдам және үнемді дамушылығын қамтамасыз етеді. Бұл технология жаңа кабельдерді төсемей–ақ және әрбір талшыққа жаңа қондырғыны орнатпай, талшықты – оптикалық байланыс линиясының өткізу қабілетін көпретті арттыруға мүмкіндік береді. Жоғарыда айтылғанды ескере отырып, Астана және Қызылорда қалалары аралығында жаңа оптикалық құрылғының көмегімен сапалы байланысты ұйымдастыру керек.

1 Қазіргі кездегі желіге аналитикалық талдау және ұсынылатын шешім

1.1 Астана мен Қызылорда қалалары жайлы жалпы мәліметтер

Қызылорда – ҚР қарқынды дамып келе жатқан облыстарының бірі, мұнай өндіру саласында күрделі орынды алады. Облыстың іскерлік белсенділігі Қызылорда қаласында шоғырлануына байланысты, телекоммуникация қызмет түрлеріне сұраныс пен сапа талаптары күшейе түсуде. Облыстың орталығы Қызылорда қаласында: АҚ « Петро Қазақстан Құмкөл Ресорсиз», СП «Қазгермұнай», СП «Қуатамлонмұнай», ЖАҚ «Торғай Петролеум», ЖАҚ «КОР» және т.б. ірі мұнай компаниялары орналасқан.

Халық саны: Қызылорда облысының халық саны 639 900 адам. Әкімшілік орталық – Қызылорда қаласы. Қаланың халық саны 205 305 адам. Астана қаласында 687700 адам.

Орналасуы: Қызылорда облысы Қазақстанның оңтүстік бөлігінде орналасқан. Қызылорда облысында 7 аудан бар.

Территория ауданы – 240 шаршы км, Қызылорда қаласы Сырдария өзенінің оң жағалауында, яғни Астанадан оңтүстік– батысқа қарай 830 шаршы км қашықтықта орналасқан. Қала аумағы Ұлттық Ақпараттың супермагистралінің басты тармағымен қиылысуда. Батыс–Қазақстан теміржолы және Шымкент – Самара автомагистральдары облыс орталығынан Қызылорда – Павлодар автомагистралінан бастау алады.

Қызылорда облыстың әкімшілік, саудалық, өндірістік және қоғамдық – саясатты орталығы болып табылады. Облыс орталығында пәтер–аула саны – 57490, 100 тұрғынға телефон тығыздығы – 23,1.

Даму бағытына байланысты, облыс индустриалды – аграрлық болып келеді, физикалық көлем индексі 105,4%, өнім өндіру көлемі (жұмыс, қызмет) қазіргі кәсіпорындық бағамен 2013 жылдың көрсеткіші бойынша, 886582 млн теңге құрды.

1.2 Қызылорда қаласының байланыс желісінің қазіргі жағдайы

Қалада байланыс қызметтерін Қызылорда облыстық телекоммуникация дирекциясы АҚ «Қазақтелеком» филиалы қамтамасыз етеді. KCell, Beeline, Dalacom сияқты байланыс операторлары жұмыс істейді. Байланыс желісі толығымен дерлік цифрлық, ҚТС – да абоненттік линияда алтысандық нөмірлену жүйесі қабылданған.

ҚТО «Қазақтелеком» келесі қызмет түрлерін ұсынады:

– дауыс телефониясының барлық негізгі қызметтерін (жергілікті,

қалааралық, мемелекетаралық);

- мәліметтерді тарату желінің қызметтері, Internet–ке кіру;
- "Кулан" спутниктік желінің қызметтері;
- "J – run" телефондық бизнес–желінің қызметтері;
- интелектуалды желі;
- Tarlan Card – алдын ала төленген телефондық карталардың қызметі;
- Internet Card (IDC – Card);
- ҚҚТ қызметтері (қосымша қызмет көрсету түрі).

Қазіргі уақытта Қызылорда қаласында RSU – 22, RSU – 24, АТС – 23, АТС–21, АТС–26/27 бар. АТС–ң құрылған және қолданыстағы сыйымдылықтары туралы 10.01.13 жылғы көрсеткіштері бойынша мәліметтер А және Б қосымшасында келтірілген.

Қазіргі қолданыстағы АТС – 26/27 цифрлы АТС «DMS100/200» болып табылады және ол мемлекеттің жалпымемлекеттік автоматты коммутацияланатын желісіне кіретін басқа қалалардың телефондық желісімен қалааралық автоматты байланысты қамтамасыз етеді.

Желі топологиясы бір STM – 4 (622 Мбит/с) сақинасынан тұрады. SDH сақинасына келесі станциялар қосылған: RSU – 22, RSU – 24, АТС – 23, АТС – 21, АТС – 26/27. Стантцияаралық қосылу жолдары ретінде ТОБЖ (ВОЛС) қолданылады. Станциондық құрылғы ретінде негізгі коммутациондық элементтер мен басқару әдістерімен ерекшелінетін әртүрлі АТС жүйелелері қолданылады. АТС жүйесінің коммутационды элементтерін пайдалануына байланысты электромеханикалық (координаттық) және электронды болып бөлінеді.

Соңғы кезеңдерде Қызылорда облысы телекоммуникация жүйесінің желілі кәбіл шаруашылығын жаңартуда кешенді шаралар атқарылды. Біріншіден, Ұлттық ақпараттық супермагистраль талшықты оптикалық байланыс желісі батыс бөлігінің облыс аймағындағы құрылысын аяқтап пайдалануға берді. Облысымыздың географиялық орналасу ерекшелігін айта кету керек: барлық аудан орталықтары өтетін магистралдың бойына орналасқан және санды ағымға қосылды. Жоғары жылдамдықтағы магистраль арқылы қазіргі заман тарату жүйелерін пайдаланып Қызылорда облысы жоғарғы сапалы санды арналар арқылы ТМД және әлемнің көптеген елдерімен байланыс орнатты. Санды арналардың пайдалануға берілуімен қатар бір мезгілде деректер беру қызметі енгізіліп, қондырғылары орнатылды. Бұл, қалада локальды жүйе ұйымдастырылып, ADSL, HDSL технологиясымен жоғарғы жылдамдықтағы деректерді беру қызметін көрсетуге мүмкіндік жасады. Барлық аудан орталықтарында "Сайлау" жобасымен деректерді беру қондырғылары пайдалануға беріліп, қазіргі уақытта абоненттерге қымет көрсетуге пайдаланып отыр.

Қазіргі уақытта СТЖ талшықты – оптикалық байланыс жолының өткізу қабілеттілігі өсіп келе жатқан тұтынушылардың сұранысын қанағаттандырмайды. IP–телефония, Интернетке кеңжолақты мүмкіндік, электрондық почта, ағындық бейне және мәліметтерді тарату,

бейнеконференция, виртуалдық жеке компьютерлік желілер және т.б. қазіргі кездегі жаңа қызметтерді енгізу қажеттілігі артуда. Таратылатын мәліметтердің көлемі өскен сайын ТОБЖ арқылы таралатын сигналдың жылдамдығын арттыру керек.

Транспорттық желінің құрылымы STM – 4 деңгейлі сақинадан тұратын сақиналық топологияда негізделген.

Астана – Қызылорда қалалар аралығында талшықты – оптикалық кабель орналастырылған. Ол Ақтөбе – Петропавл – Астана арқылы өтеді. Кабель арқылы STM – 4 сандық тарату жүйесі мәліметтерді таратуды қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта СТЖ талшықты – оптикалық байланыс жолының өткізу қабілеті өсіпкеле жатқан тұтынушыларың сұранысын қанағаттандырмайды. Таратылатын мәліметтердің көлемі өскен сайын ТОБЖ арқылы таралатын сигналдың жылдамдығын арттыру керек, бұл таратушы мен қабылдағыштың жылдамдықтарын STM – 4 тен STM – 16 дейін арттыратын жаңартуларды жүргізгенде шешіледі.

Маңызды жобалардың ішінен талшықты оптикалық кабель және DWDM спектральды тығыздау технологиясы негізінде Мемлекеттік ақпараттық супермагистральдың (ҰАСМ) құрылысын атап өтуге болады. 2008 жылы 525 км ұзақтықтағы «Орал–Атырау» аймағында соңғы құрылыс аяқталды. Жобаның жүзеге асуы ҰАСМ өткізу қабілетін арттыруға және көршілес мемлекеттердің мемлекеттік желілері арасындағы күшті интерфейстерді ұйымдастыруға негізделген. Магистральдық желінің «Астана–Павлодар–Алматы», «Алматы–Ақтөбе», «Астана–Петропавл–Ақтөбе» аймақтарында еркін талшықтардың қолданылуы арқылы 2008 жылы DWDM тарату жүйесі орнатылған болатын.

DWDM технологиясы (ITU – T Rec. G.692 және Rec. G.694.1 стандарттары) арнаның өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік беретін, бір оптикалық талшық бойымен бірнеше ақпараттық арналарды таратуға мүмкіндік беретін технология. 2010 жылы Қызылорда қаласында қосымша күре жолдар мен енгізу/шығару мультиплексорларын ұйымдастыру үшін DWDM жүйесінің құрылғыларын қосу, ал жеке орындарда 2/34/S1/S4/S16 Мб порттарды арттыру мақсатында MUX SDH анағұрлым қуатты құрылғымен алмастыру жобаланды.

Осылайша, қазіргі кезде мемлекеттің цифрлық телекоммуникациялық инфрақұрылымы негіздерін құру процесі аяқталды. Бұл, өз кезегінде, маңызды мемлекеттік жобалардың бірі – «электрондық өкіметті» құруды алдағы уақытта орындауға мүмкіндік береді. Одан басқа, ҰАСМ Қазақстан интеграциясын әлемдік ақпараттық кеңістікке шығуын қамтамасыз етеді. ҰАСМ жобасының жүзеге асуы сондай–ақ Республиканың орталық азиаттық аймақта ірі транзиттік орталық ретінде құрылуын тездетеді.

Бұл бітіру жұмыстың мақсаты Астана – Қызылорда арасындағы байланыс желісін қазіргі заманғы ғылыми – техникалық жетістіктердің талабын сай етіп жаңарту болып табылады. DWDM Астана – Қызылорда арасындағы Қазақстан Республикасының магистральды желісінде қуатты сандық арналар түйінін

қалыптастыруға арналған.

DWDM – ді қолдана отырып мәліметтерді тарату 2,5 Гбит/с және 10 Гбит/с жылдамдықта жүргізілуі қажет. Таратушы DWDM құрылғысының сәулелендіру көзі (лазер) 10^5 сағаттан артық қызмет көрсету керек. Бақылау және басқару жүйелері келесі функцияларды атқару керек: оптикалық таратқыш құрылғылардың жұмысын бақылау, қызмет көрсетілетін регенерациялық орталықтың жұмысын бақылау, жалғастырушы жолдық күрежолды қадағалау, автоматты түрде қорлық жолға қосылуды бақылау.

Бітіру жұмысты орындаудың алдында келесі мақсаттар қойылған:

– Астана – Қызылорда магистральді ТОБЖ–ің өлшемдері мен құрылымын жете қарау;

– Қазіргі уақыттағы Астана – Қызылорда магистральді ТОБЖ – ің STM–64 сигналдарын беру мүмкіндігін бағалау;

– Қызылорда қаласындағы қондырғылардың жаңартылатын желідегі «Huawei» фирмасының құрылғыларымен түйісуін жете қарау және жаңартылатын желі құрылғыларын таңдау.

1.3 DWDM технологиясының ерекшелігі мен артықшылығы

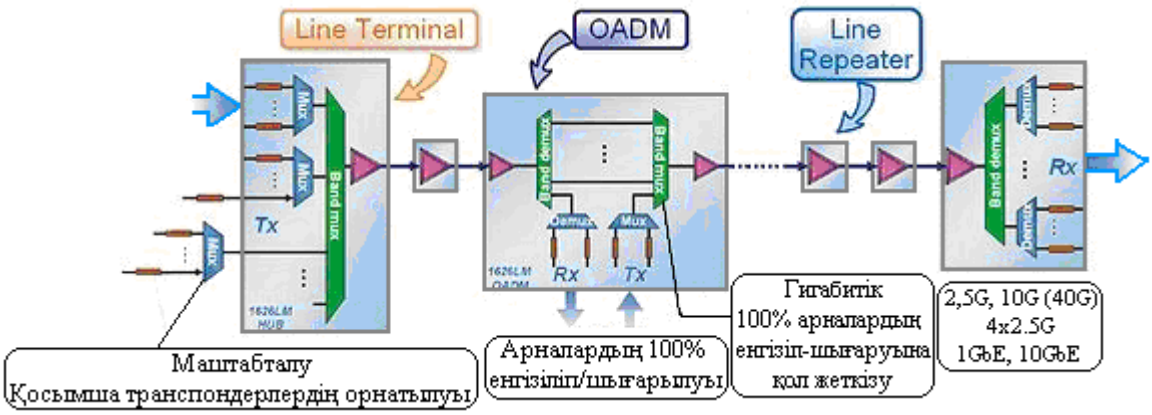
DWDM технологиясы талшықты – оптикалық арнаның өткізу жолағын жүз есе үлкейту кезіндегі ең масштабты және тиімді әдіс. DWDM негізіндегі оптикалық желінің өткізу мүмкіндігін желінің дамуына қарай біртіндеп өсіруге болады, ол үшін бар қондырғыларға транспондерлерді орната отырып жаңа оптикалық арнаны қосады. DWDM технологиясы оптикалық талшықтың өткізу мүмкіндігін жоғарлатып қана қоймай, сонымен қатар біріншілік мультисервистік инфрақұрылым және ұялы байланыс жүйелері үшін ең сенімді технология, және де жүйенің өткізу жолағын лезде көбейтуін қамтамасыз етеді және байланыс қызметінің жаңа түрлерін іске асыруға мүмкіндік береді. DWDM қазіргі уақытта оптика саласында тез дамып келе жатқан технология, талшықтың арналар сыйымдылығын 8 ден 64 дейін және одан да көп арналарға мүмкіндік береді, ал арналар арасы 0,4; 0,8; 1,6; 3,2 нм құрайды. Практикада жүйелер операторларына оптикалық арналар саны маңызды емес, талшықты – оптикалық байланыс жолының жалпы өткізу жолағының мүмкіндігі және нарықтың сұранысының өсуіне қарай ТОБЖ өткізу жолағының өсірілуі маңызды. DWDM технологиясы ең басты мүмкіншілігі электронды құрылғыларды және оитикалық кабельді ауыстырмай – ақ өткізу мүмкіндігін барынша көбейту. Жаңа толқын ұзындығында және жаңа арналарды қосқан кезде қазіргі кездегі арналарға еш бөгет жасамайды, ал жүиенің өткізу мүмкіндігін жүз есе көбейтеді. Арналар әртүрлі протоколдар мен жылдамдықтарға ие болуы мүмкін, бірақта ол өзара синхрондауды қажет етпейді. Әр WDM арнасы үшін TDM технологиясы қолдануы мүмкін, бұл тұтынушылар арасында өткізу жолағын ыңғайлы түрде таратып беруге

мүмкіндік береді. Көптеген ұлттық және халықаралық операторлары DWDM технологиясын алыс қашықтықтарға қуатты мәліметтер ағынын тарату кезінде ең қолайлы әдіс екенін мойындады. DWDM технологиясының негізіндегі құрылғылар жаңа талшықты – оптикалық желілерді құрып қана қоймай, сонымен қатар қазіргі уақытта бар желілерді жаңарту мен олардың өткізу мүмкіншіліктерін арттыруғы қолжеткізеді. DWDM технологиясына операторлардың қаржылай салымдарының тез арада қайтарылуы және пайданың келуі DWDM технологиясының тағыда бір артықшылығы болып табылады. Операторлар үшін жаңадан байланыс желісін салу қажет емес. DWDM құрылғыларын алуға кететін қаржылық шығындар DWDM–ді іске асыруға қажеті құрылғыларға (соңғы толқынды оптикалық таратқыштарға, күшейткіштерге, сүзгілерге, жүйені басқаратын құрылғыларға) жұмсалады, ол өз кезегінде жаңа желіні жүргізгеннен гөрі арзан болады.

2 Бөлімдегі байланыс ұйымдастырылуының талдануы

2.1 DWDM–ң құрылымдық сұлбасы

Тығыз толқындық мультиплекстеу технологиясы (DWDM – Dense Wave Division Multiplexing) дегеніміз – әртүрлі толқын ұзындығындағы бірнеше сигналдарды бір оптикалық талшықта тарату технологиясы. DWDM технологиясының мәні бір оптикалық талшық арқылы тұтынушылардың көптеген бөлек сигналдарын (SDH, Data) ұйымдастыру мүмкіндіктері спектралды немесе оптикалық технологиямен қорытындыланады, демек байланыс жолының өткізу мүмкіндігін көп есе көбейтеді. Әр тұтынушының сигналына қарай бір оптикалық талшық арқылы бірнеше оптикалық арналарды орнату үшін транспондердің көмегі арқылы оптикалық сигналдың толқын ұзындығын өзгертеді. Осыдан соң мультиплексордың көмегі арқылы сигналдар біріктіріліп оптикалық желіге беріледі. Соңғы тармақта кері іс–әрекет орындалады – келген сигналдар демультиплексордың көмегі арқылы топтық сигналдан бөлінеді де толқын ұзындықтарын стандарттыға өзгерте отырып тұтынушыларға беріледі. Сигнал оптикалық талшық арқылы өтуі кезінде өлшемі бойынша аздап өшеді. Сигналды күшейту үшін, оптикалық күшейткіштер қолданылады.



2.1 – сурет. DWDM магистральды жүйесінің сұлбасы

Аяққы (соңғы) мультиплексор – бұл жүйе 192 тұтынушы арналарына дейін қолдайды. Тұтынушылардың жалғыз сигналдары берілу бағытында тұтынушылардың транспондерлік платасындағы интерфейсте көрсетіледі. Транспондер тұтынушының сигналын толқынды оптикалық арнаның пайдалы сигналына оптикалық қызметтік арнаны қоса отырып түрлендіреді. Транспондердің түрлік сәйкестігіне қарай пайдалы сигнал сонымен қатар қатені тура түзету кодымен толықтырылады немесе кеңейтілген қатені тура түзейтіндер қабылдау бөлігінде түзету мақсатында қолданылады.

Егер тұтынушының сигналы сәйкес толқын ұзындығына және кадр құрылымына ауыстырылса, онда одан әрі ол деңгейді басқару блогінің көмегімен өзгертіледі, сигналдың басқада оптикалық және электірлік сигналдарын өзгертпей, қуаттың деңгейін бақылауды жүзеге асырады.

С – диапазонының рамкасына қарай оптикалық арналар әрқайсысы 40–тан екі топқа бөлінеді, бірінші топқа немесе екінші топқа бағытталады. 100 ГГц жиілік аралығы арқылы бөлінген арналар топтық мультиплексор блогінің (Group Multiplexer Unit) кірісіне беріледі және бірге мультиплекстеледі. Бір біріне аралықтарыда 50 ГГц болатын 80 оптикалық арналардан тұратын аралас сигнал диапазонына ауысырылады.

Оптикалық сигнал дисперсиялық өтеме модулінің (Dispersion Compensation Module) көмегімен дисперсиялық өтеме қосылғанға дейін алдын ала күшейтілуі мүмкін. Бустер таратылуға дайын оптикалық сигнал қуатының деңгейін көбейтеді.

Қабылдау бағытында айнымалы оптикалық аттенюатор алдыналалық күшейткішке қондырылған, ол өшуді программалауға мүмкіндік береді және жолдағы өшу деңгейін өтеу мақсатында қолданылады. Жолдағы толқындарды құрамдарға бөлу үшін дисперсиялық өтем модулі (DCM) күшейткіштің ішіндегі өтемесінде орналасқан, соңғы күшейткіш сигналды ұстап тұрған кезде өтеуші бөлік DCM жоғалтуларын енгізеді.

С – диапазонында бір–бірінен 50 ГГц аралығандағы 80–ге жуық арналар екі топқп бөлінеді, әрқайсысы арналар арасы 100ГГц болатын екі топқа бөлінеді, әр топта 40 арнадан болады. Содан соң әр топшалар бөлек оптикалақ арналарды бөлу үшін демультиплекстенеді.

Әр оптикалық арна қабылдаушы блогіндегі тиісті транспондерлерге беріледі, содан соң ол электр сигналына айналдырылады. Қателерді тура түзетуден кейін тұтынушы сигналдары шығарылады және оптикалық арнаның қызметік мәліметтері өңделеді.

1510 нм толқын ұзындығындағы оптикалық бақылау арнасы (OSC) С – диапазоны үшін талшықты эрбимен жалатылған күшейткішпен сызықты сигналмен қабылданады және өңделеді. Берілу бағытында OSC сигналы жолға берілгенше аралас DWDM сигналымен мультиплекстеледі.

Сызықты талшықты – оптикалық күшейткіш – аралас DWDM сигналын күшейту үшін қолданылады. Күшейткіш симметрияла екі трактен тұрады – шығыстан батысқа, батыстан шығысқа қарай. Оптикалық бақылау арнасы да (OSC) күшейткіш түйінінің шегінде шығарылады және өңделеді.Ұшу жолағындағы өшу тербелісін өтеу үшін, алдын ала күшейту бөлігінде қондырылған айнымалы оптикалық аттенюатормен қамтамасыз етіледі. Осыдан соң алдын–ала күшейтетін күшейткіш сигналды Бустерде көрсету үшін күшейтеді. Талшықтың түріне және ұшу жолағының санына қарай алдын–ала күшейткіштің және Бустер бөлігінің аралығында өтеме дисперсия элементі және түзету құрамы кездеседі.Бустер сигналды одан ары тарату үшін күшейтеді. Кіріске сигнал келіп түскенше оптикалық бақылау арнасы тағыда қосылады.

Дисперсиялық өтеме модулін қолдану талшық түріне және байланыс жолының ұзындығына байланысты. SSMF үшін дисперсиялық өтем модулі күшейткіштің әр түйінінде керек. МСЭ – Т G.655 (LEAF, TrueWave) ұсынысы бойынжа жасалған талшықтар үшін, сәйкес DCM блоктары барына қарай DCM–дер өте жиі орналасуы мүмкін.

Енгізу/шығару OADM мультиплексоры – бұл сызықты күшейткіштің нұсқасы, мұнда әр диапазондағы кезкелген данадағы оптикалық арналар ауыстырылуы немесе шығарылып тасталуы мүмкін. Бұған қол жеткізу үшін оптикалық трактке тұрақты енгізу шығару блогі (Fixed Add Drop Unit (FADU)) орнатылады. Бұл блок диапазон ішінде екіжақты көршілес арналарды демультиплекстейді және мультеплекстейді.

Қайта құрылымды енгізу/шығару мультеплексоры ROADM – бұл сызықты күшейткіштің нұсқасы, мұнда әр диапазондағы кезкелген данадағы оптикалық арналар ауыстырылуы немесе шығарылып тасталуы мүмкін. Бұған қол жеткізу үшін оптикалық трактке арналарды басқару блогі (Channel Control Unit) орнатылады. Бұл блок агрегирленген сигналдар арналарына бөлуі мүмкін және таңдамалы түрде өткізеді немесе өткізбейді. Арналарды басқару блогінің шығыс жағындағы сплиттер аралас WDM сигналының энергиясының бір бөлігіне демультиплексордың шығыс бөлігіне өтуге мүмкіндік береді, онда керекті шығыс арнасы шығарылып алынады. Сонымен қатар арналарды басқару блогінің кіріс бөлігіндегі тармақтағыштың көмегімен мультиплекстелген сигналдар қабылдағыш транспондерлерде транзиттік ағындармен қосылады. Арналарды басқару блогі шығарылған кез келген арналардың қайта өтпеуін жабу үшін қолданылады, бұл мақсат осындай толқын ұзындығындағы кіргізілген арналармен беттеспеуі үшін қолданылады.

Интерконекция түйіні – бірнеше бағыттағы таралымдарды арналық қосылыс мүмкіндігі, оптикалық демультиплексор мен мультиплексорлық блоктар араларына коммутациялық панелді қолданумен негізделеді.

Эквалайзер – жүиенің тұрақтандырушы күшейту элементі, арнадағы қуат деңгейінің ауытқуын өтеу үшін қолданылады. Тұрақтандырушы күшейткіш желінің әр сегізінші бөлігінде қажет екені ұсынылады, бұл ұсыныс ең әлсіз сигнал дисперсиялық таратылуда шектік мәнінен төмен емес екеніне көз жеткізу үшін келтіріледі.

Арнадағы сигнал деңгейін теңестіру арналық эквалайзер блогін қолдана отырып қол жеткізеді. Арналық эквалайзер блогі тексеруші мәліметті қуатты бақылау блогінен қолданады, арнаның қуаттық өлшемдеріне қарай арнаның қуатын орнату арналық қуат блогіне жүктеледі. Бұл түгелімен оптикалық шешім және О–Э–О өтуді қажет етпейді. Қуатты басқарушы блок (Power Monitor Unit PMU) әр тұрақтандырушы бөлікте арнаның қуаттық өлшеміне қарай орнатылады. Қуатты басқару блогі жүиедегі қазіргі арналар санына негіздей отырып өлшемдерді автоматты түрде орнатады. Қуатты басқару блогі транспондерден шығатын қуат деңгейін бақылайды және әр транспондерге таратылу деңгейін дұрыс мәнде беру үшін кері бақылау сигналын жібереді.

Қажеті қуат деңгейін өтеу үшін қуатты басқару блогі жол бойындағы

теңестіруші түйіндерде тұрақтандыру блоктары үшін кері байланысты орнатады.

2.2 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:

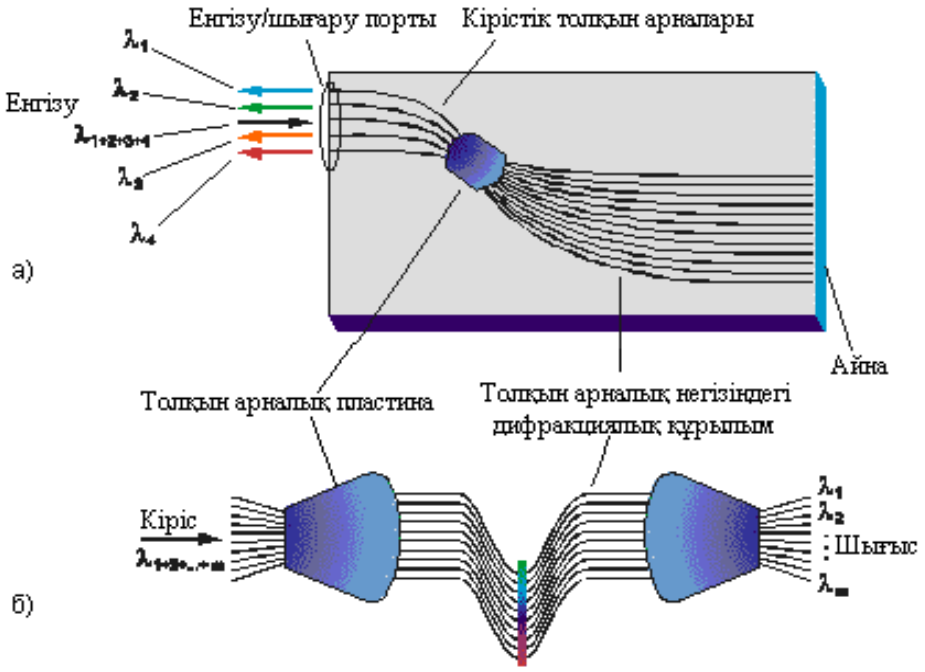
– тек бірғана 1550 нм толкын ұзындығындағы терезе жолағын қолдану, EDFA (1530–1560 нм) күшейткішінің облысында;
– мультиплекстелетін арналар арасының өте жақындығы $\Delta\lambda$, 3,2 / 1,6 / 0,8 немесе 0,4 нм.

Бұдан басқа, DWDM мультиплексорлары көп 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 арналармен 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 қамтамасыздандыру.

Оптикалық мультиплексорлар мен демультиплексорлар тізбектей немесе аралас орналасқан қысқа жолақты сүзгілерден тұрады. Көптеген жағдайда сүзгілеу үшін мөлдір қабаты сүзгілер, талшықты немесе көлемді брег дифракциялық торлары, дәнекерленген екі ұшты талшықты бөлгіштер, сұйық кристалдар негізіндегі сүзгілер, интегралды оптикалық қондырғылар

(толқындық дифракциялық торлардың фазалық матрицасы немесе фазорлар) қолданылады.

Келесі 2.2а суретте DWDM мультиплексорының айналық шағылыстыруы элементі бар түрлік сұлбасы келтірілген. Оның жұмысын демультиплекстеу режиминде қарастырайық. Мультиплекстеліп 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 интерференциясы жүреді, 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.



а) шағылыстырушы элементімен б) екі толқындық таяқшамен.

2.2 – сурет. DWDM мультиплексорының сұлбасы

Мультиплексорды құрудың басқа тәсілі бір ғана емес екі толқындық тақтайшаларды қолдануға негізделген. Ол келесі 2.2б суретінде келтірілген. Бұндай құылғының жұмыс істеу принципі Жоғарыдағы тәсілге ұқсас, бірақта мұнда фокустау мен интерференциялау үшін қосымша тақтайшалар қолданылыды.

2.3 Таратқыш

SLM және MLM қысқартулары сәйкесінше лазерлердің бір және одан да көп көлденең сәулелік модаларын белгілейді. Сәулелендіргіштің түрін көрсететін белгілену қатаң емес: MLM – лазері әр уақытта SLM – лазерімен ауыстырылуы мүмкін, ал жарық диодының жеткіліктілігін қолданатын жерлерде жарық диодының орнына кез келген лазер қолданылады.

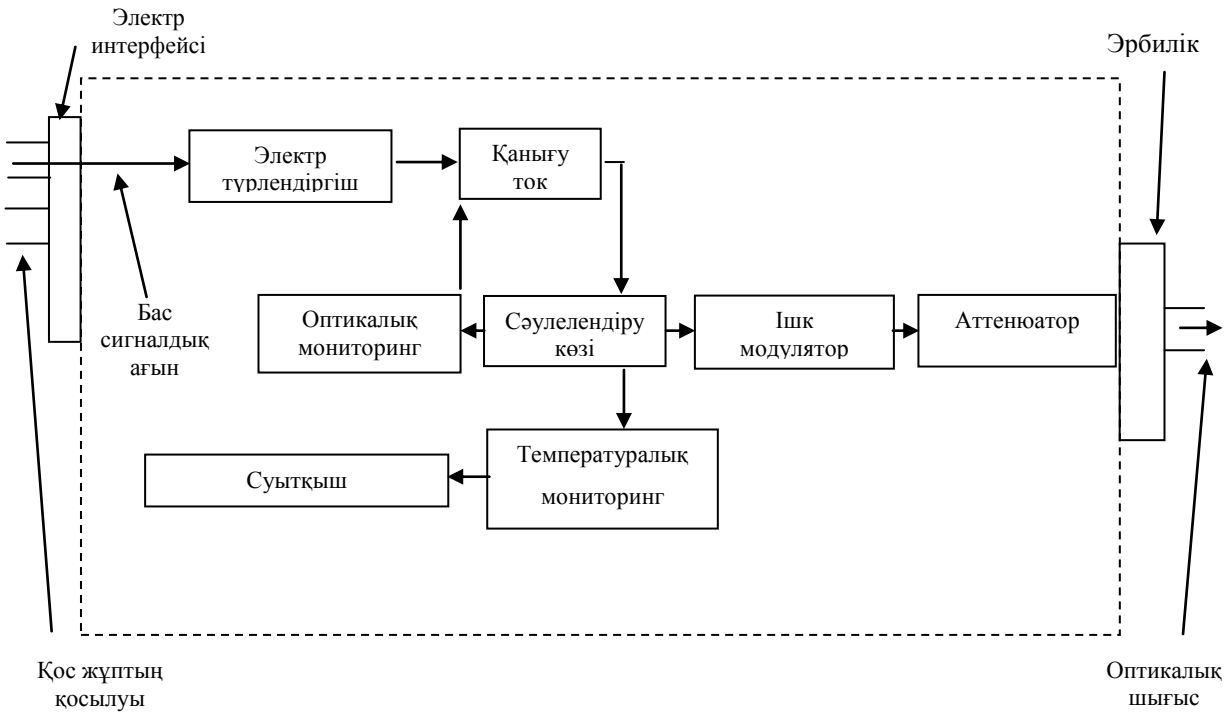
Спектордың орта квадраттық кеңдігі спектралды таратылудың стандартты ауытқуы ретінде түсіндіріледі. SLM – лазері үшін – 20дБ деңгейде орталық шыңның толық максималды кеңдігі нормаланады. Лазерлердің динамикалық сипаттамаларын нормалауды негіздеудің мүмкіндігі талшық арқылы сынаулар және бағалаулар арқылы зерттеледі.

Сәулеленудің орташа қуаты дегеніміз – таратқышпен талшыққа енгізілетін кездейсоқ тізбектердің орташа қуаты. Ол бағаның тиімділігін және қалыпты шарт көлемінде жұмыс істеуге, таратқыш жалғағыштарының ескіруінде өлшеуге және ескіру әсерлеріне рұқсат ету мүмкіндігін қамтамассыз ету мақсатындағы диапазон мәндері ретінде берілген.

Extinction ratio парметрі (өшу коэффициенті $К_{ӨШУ}$) былай анықталады: $К_{ӨШУ}$ = 10 lg (A/B), мұндағы A және B сәйкесінше логикалық сәулелену мен логикалық нолдің орташа оптикалық қуатының мәні.

Таратылатын импульстердің бейнелік жалпы сипаттамалары өсу және түсу уақыттарын қосқанда, екі бағыттағы ауытқулар және шыңдағы тербелістері қабылдағыштың сезімталдығының деградациясын алдын алу үшін бақылануы керек. G. 957 ұсынысында берілген бейнеге қарай тартқыштың көз диаграмасының маскасы S нүктесіндегідей болуы керек. Оптикалық таралатын сигналдың көз диаграмасын аықтау үшін өлшегіш құрылғыны ұсынысқа қосуды қарастырады.

2.3.1 Таратушы оптоэлектронды модульдің (ТОМ) негізгі элементтері. Оптикалық сигналдың таратылуын ұйымдастыру үшін сәулелену көзін иемдену жеткіліксіз. ТОМ–ның кез келген құрылымында әдейі ұстағышы бар, ол таратқыштың қосалқы элементтерін сәулелену көзін, электр интерфейсінің түйінін және талшықпен түйісу жерін бекітуге және қорғауға арналған. Кейде талшықтың оптималды жалғануы үшін қосалқы ішкі элементтері қажет. Лазерлік диодтардың басты элементі ретінде қанығу тогінің және температураны бақылау жүйесі жатады. Күрделі лазерлік жүйелер үшін оптикалық сигналдың шығыс талдауын қосады. Оптикалық таратқыштың жалпы құрылымдық сұлбасы 2.3 суретте келтірілген.



2.3 – сурет. Таратушы оптоэлектронды модульдің қосалқы элементі

2.4 Қабылдағыш

Жүиенің қалыпты жұмыс істеуі үшін қабылдағыштың минималды сезімталдығы мен минималды артық қуат деңгейін беру қажет. Бұл мәндер әр қабылдағыш үшін өшу диапазонымен және сәулелену қуатының орташа диапазонымен үйлесімділігі көрсетілуі керек.

Қабылдағыштың сезімталдығы R нүктесінде қамтамасыз ететін $К_{ош}$ =10E(–10) қуаттың орташа минималды мәні ретінде анықталады. Ол таратқыштың стандартты жағдайда нашар өшу коэффицентінің мәнінде, импульстің өсу және кему уақыты кезінде, сонымен қатар қабылдағыштың қосылыстарының деградациясы кезінде және өлшеулердің қателігі кезінде қуаттың қосымша жоғалту мәндерін ескереді. Қабылдағыштың сезімталдығы дисперсиямен байланысты, джиттермен және оптикалық трактегі шағылысулармен, қуаттың қосымша жоғалтуларын ескермейді, бұл әсерлер оптикалық трактің максималды қосымша жоғалтуларын үлестірген кезде жеке келісіледі. Ескіру әсері жеке түрде келіспейді, себебі ол сатып алушы мен сатушы арасында талқыланады. Қабылдағыштың сезімталдығы өзінің бастапқы және соңғы кезеңдерінде ең нашар деңгейі 2–4 дБ болғанда.

Қабылдағыштың артық қаныгу нүктесі R нүктесіндегі мына мәнде $К_{ҚАТ}$=10E(–10) қабылданатын қуаттың орташа мәні сәйкес мәні болады.

2.4.1 Қабылдаушы оптоэлетронды модуль. Қабылдаушы оптоэлектронды модульдер талшықты–оптикалық жүйенің негізгі элементі болады. Олардың

басты функциясы – талшықтан келіп түскен оптикалық сигналды электронды сигналға түрлендіру. Электр сигналдары электр құрылғыларымен өңделеді.

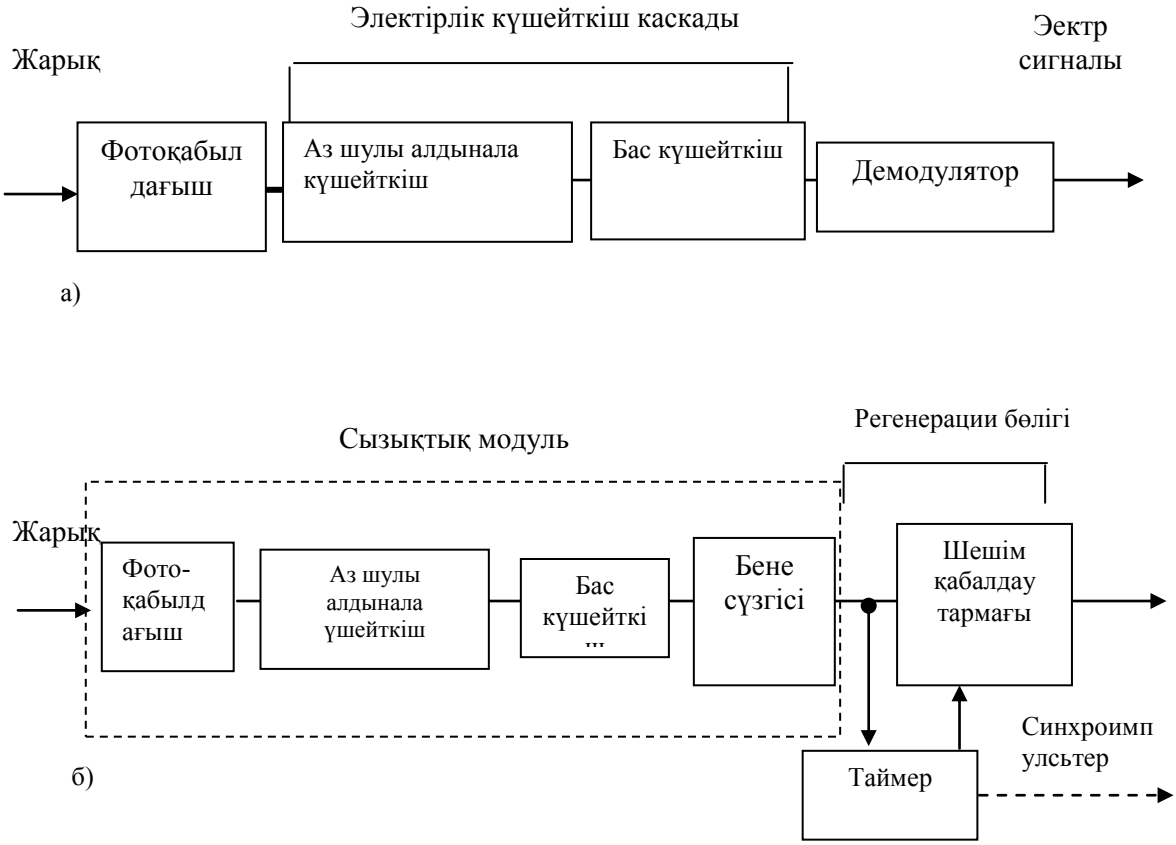
ҚОМ басты функционалдық элементі болып:

– келіп түскен сигналды электр түріне келтіретін фотоқабылдағыштар;

– электр күшейткіш каскадтары, сигналды күшейтетін және оны өңдеуге жарамды түрге өзгертетін;

– сигналдың бастапқы түрін келтіретін демодулятор;

Әртүлі ҚОМ – дарда функционалды элементтері әртүрлі болуы мүмкін. Мысалға: көшкінді фотодиод детектер түрі ішкі күшейтуді қамтиды, ол өз кезегінде келесі электронды күшейткіште пайда сигналдың арттырып, ал шуларды бірнеше есе басады. Кей жағдайларда ҚОМ да демодуляторлар немесе шешім қабылдау тармағы болмайды, каскадтан шыққан электр сигналының деңгейі басқа электр құрылғыларының түрлендіруіне жеткілікті. Кейде ҚОМ – ның тиімді жұмыс істеуі үшін детекторлар алдына күшейткіштерді қояды.



а) аналогті б) цифрлық

2.4 – сурет. Қабылдаушы оптоэлектронның функционалды элементтері

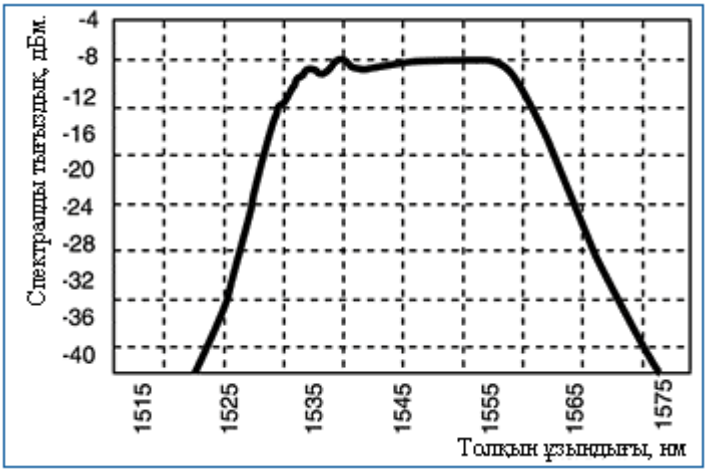
Жоғарыдағы 2.4 – суретте аналогті және цифрлық ҚОМ – ның функционалды элементтерінің сұлбасы келтірілген. Аналогті ҚОМ – дар аналогті оптикалық сигналдарды қабылдайды және шығысында аналогті сигналдарды береді. Аналогті қабылдағыштарға қатаң талаптар қойылады,

минималды енгізілетін шу деңгейінде сигналдың түрлендірілуі және күшейтілуі, әйтпесе сигналдың өзгерілуі байқалады. Ұзын желілерде тарату – қабылдау құрылғылары көп жолдарда сигналдың өзгеруі және шулардың көбеюі соңғы қабылдай блогіне әсер етеді және осыған байланысты аналогті көп ретронсляциялық байланыс желісі тиімді емес.

Цифрлық тарату кезінде импульстардың дәл бейнелерінің таралуы қажет емес. Цифрлық қабылдағыш өзінің құрамында шешім қабылдау түйінін және 0 мен 1 қабылдайтын деңгей өлшемі болуы және дискреттеуші элементі бар болу керек

2.5 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 2.5–суретте келтірілген. Осындай байланыс жолындағы күшейткіштер өзінің көрсеткіштерінің ерекшеліктері мен артықшылығына қарай DWDM жүйесінде және оптикалық тарату желілерінде кең қолданылады.



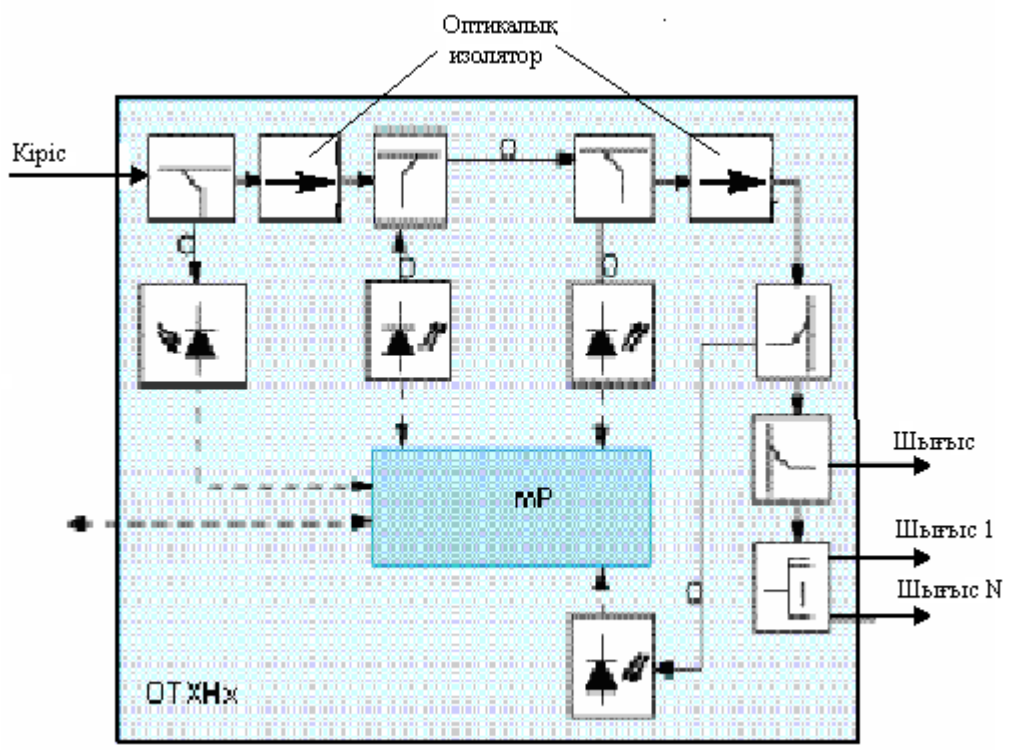
2.5 – Сурет. EDFA кушейткішінің күшейту коэффициентінің толқын ұзындығына тәуелділігі.

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;



2.6 – Сурет. EDFA күшейткішінің құрылымдық сұлбасы.

EDFA күшейткіші эрбилі қоспасы бар талшық бөлігінентұрады, оның құрылымдық сұлбасы 2.6 – суретте келтірілген. 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 демаей. 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. ОС–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.

2.6 Қосылу жолдары үшін жабдықтың таңдалуы

Huawei компаниясының OptiX BWS 1600G жүйесін таңдадым. Huawei компаниясының OptiX BWS 1600G жүйесі мәліметтерді таратудың максималды жылдамдығы 1,6 Тбит/с болатын, бір оптикалық талшықтың ішінде 160 толқын ұзындығы бойынша таратуды қамтамасыз етеді. Қазіргі уақытта ақпарат жарық жылдамдығымен таралады, ал осы жарық, өз кезегінде, DWDM технологиясы көмегімен нақты байланыс арналары ұсынатын оптикалық талшық бойымен өтеді. Арналар санын арттыру туралы ойлау қажет емес, жай ғана таратудың негізгі желісіне OptiX BWS 1600G жүйесін қосу керек және мұндай шешім ұсынған барлық экономикалық артықшылықтарды пайдалану керек.

Қазіргі кездегі тарату желілері желі ресурстарын максималды қолдануды, ашық және әр түрлі сервистік қолдауды, қызмет арналарын қорғаудың сенімді тәсілдерін және қалпына келтіру механизмдерін ұсына алатын қуатты транспорттық инфрақұрылымды қажет етеді. Берілген мақсатқа жету үшін DWDM технологиясы ұсынылды. Бұл технология желінің өткізу қабілетін арттырып қана қоймай, сондай–ақ желінің барлық оптоталшықтық ресурстарын толығымен пайдалануға мүмкіндік береді. Жоғалтулары аз бірмодалы оптикалық талшықтың өткізу қабілетін тиімді қолдану DWDM технологиясының қолданылуына мүмкіндік береді. Осы мақсатта, Huawei компаниясы өткізу жолағы 1.6 Тбит/с болатын, OptiX BWS 1600G жүйесінің мәліметтерді тарату бойынша аяқталған шешімін ұсынады.

Құрылғының толық спектрін қамтамасыз ету арқылы Huawei компаниясы оптикалық тарату аумағында әр түрлі қызмет түрлерін ұсынуды жалғастыруда. SDH құрылғысынан бастап, DWDM құрылғысына дейін компания жылдам өтімді, тиімді және сенімді транспорттық шешімдерді ұсынады. OptiX BWS

1600G жүйесінің арқасында Huawei компаниясы максималды өткізу жолағы бар желілік шешімдерді ұсынады. 160 толқын ұзындығы, өз кезегінде, кабельдің бір өзекшесіндегі 160 ақпараттық ағындар болып табылады, яғни магистральдық деңгейдегі тарату желісі үшін нағыз таңдау болады. Әрбір арна 10 Гбит/с тарату жылдамдығын қолданады. Бір оптикалық талшықтың өткізу жолағының максималды мәні 1600 Гбит/с дейін жетеді. Оған қоса, берілген жүйе операторлар үшін басқарудың ыңғайлы платформасын, желінің өткізу қабілетін оңай және жеңіл түрде кеңейту мүмкіндігін ұсынады. OptiX BWS 1600G – мәліметтерді оптикалық тарату желісі үшін дұрыс таңдау. Құрылымның үлкен мүмкіндіктерімен және қорғаныстың оңай тәсілдерімен сәйкес келетін OptiX BWS 1600G жүйесінің модульді кескіні оптикалық тарату желісінде негізгі рольді атқарады. Оптикалық талшықтың қолданылып жүрген өткізу қабілеті 10 Гбит/с бастап 1600 Гбит/с кеңеюі мүмкін. Желі сыйымдылығын кеңейту кезінде құрылғыны өшірмеуге және қызметті таратуды тоқтатпауға болады. Жай ғана жаңа құрылғыны қою керек немесе жаңа түйін орнату керек. Стандартты құрылым кезінде OADM түйінін қосудың өзі жүйенің қалыпты жұмысына кедергі жасамайды.

OptiX BWS 1600G жүйесінің негізгі тапсырмасы – магистральді деңгейде DWDM құрылғысының үлкен өткізу қабілетін ұсыну. Сондықтан желілерді тұрғызудың анағұрлым ыңғайлы түрлері сақина және тізбек топологиялары таңдалынады.

OptiX BWS 1600G жүйесі арнайы мәліметтерді жоғары жылдамдықты тарату үшін арналған. Бір оптикалық талшықта 160 арнаны таратуға болады. Ары қарай OptiX BWS 1600G жүйесі мүмкіндіктерінің қысқаша сипаттамасы келтірілген.

Кеңейтушілік пен иілгіштік:

Жаңа толқын ұзындығында қолданылмаған арнаны қосу арқылы жүйені оңай жақсартуға болады. Әрбір толқын ұзындығы ақпаратты 10 Гбит/с жылдамдықпен тарата алады. Жүйеге жаңа мультиплексорлар мен демультиплексорларды қоса отырып, өткізу қабілетін 400 Гбит/с бастап 800Гбит/с дейін (максималды түрде 1.2 Тбит/с немесе 1.6 Тбит/с) өсіруге болады.

Көпжылдамдықты және көпсервисті мүмкіндік:

– келесі қызметтер үшін мөлдір арналарды ұсыну.

– стандартты SDH қызметтері: STM–16/64

– стандартты SONET қызметтері: OC–48/192

– каскадты қосылған стандартты SDH қызметтері: STM–16c/64c

– каскадты қосылған стандартты SONET қызметтері: OC–48c/192c

– жүйе POS және IP қызметтерін қолданады.

Тиімділік:

Электрлік деңгейде мультиплекстеу функциясын және өткізу жолағының қолдану коэффициентін жақсартатын төменжылдамдықты қызметтердің конвергенция функциясын атқарады.

Қорғаныс:

1+1 оптикалық линияны қорғау, 1+1 активті/резервті режимінде синхрондауды қорғау, 1:8 оптикалық толқын ұзындығын түрлендіру платаларын қорғау қызметтерін орындайды.

Сенімді тарату:

FEC (Қателерді тура түзету) / EFEC (жаңартылған FEC) қолдайды, тарату сапасын жақсартады және тарату кезінде пайда болған қателерді түзету мүмкіндігі бар.

Магистральдық деңгейде тарату:

EDFA күшейткіштерінің қолданылуы электрлік регенерация құрылғысын пайдаланбай, тарату қашықтығын 640 км дейін арттыруға мүмкіндік береді. Raman және EDFA күшейткіштерінің әр түрлі комбинацияларда қолданылуы күшейтудің кеңжолақты теңестіруін, және бір уақытта жүйенің тарату қашықтығын өсіретін жүйелік шуылдарды азайтуға мүмкіндік береді.

Синхрондау арнасын ұсыну:

Басқарудың оптикалық арнасы синхрондауды (PDH деңгейі) таратудың 3 сенімді арнасын ұсынады.

Орнатылған басқарудың оптикалық арнасы оптикалық доменнің (секцияның) жұмыс параметрлерін басқаруды ұсынады. Толқын ұзындығы арналарын басқару, трассалауды басқару, толқын ұзындығы ресурстарының статикалық анализі жіне модельдеудің қуатты функциялары қызметтерін ұсынады.

IMES желі элементіне тәуелсіз орнатылуы және жаңартылуы мүмкін. Автоматтық тестілеу, жұмыс параметрлерін және жаймалау кезіндегі авариялық ақпаратты анализдеу, құрылғыны әрекетке келтіру және эксплуатациялау фукцияларын ұсынады.

Анализдеу процесін ыңғайлы және сенімді ететін “black box (қара қорап)” функциясын ұсынады.

Жеңіл орнатылу, техникалық қызмет көрсету және кеңею. Әр түрлі өндірушілердің түрлерімен сәйкес келуі.

2.6.1 OptiX BWS 1600G жүйесі тарату желісінде. Желінің қауіпсіздігі және сенімділігі желі қызметінің сапасын анықтау кезінде маңызды фактор болып табылады. Тарату желісінің орнықтылығын және сенімділігін қамтамасыз ету үшін OptiX BWS 1600G желісінің құрылғысына мониторинг жасаған уақытта тиімді қорғаныста қолдану қажет.

OptiX BWS1600G платформасы үлкен өткізу қабілетінен тұратын және өте алыс қашықтыққа таратуды қамтамасыз ететін, жаңа ұрпақтағы DWDM–жүйесі болып табылады.

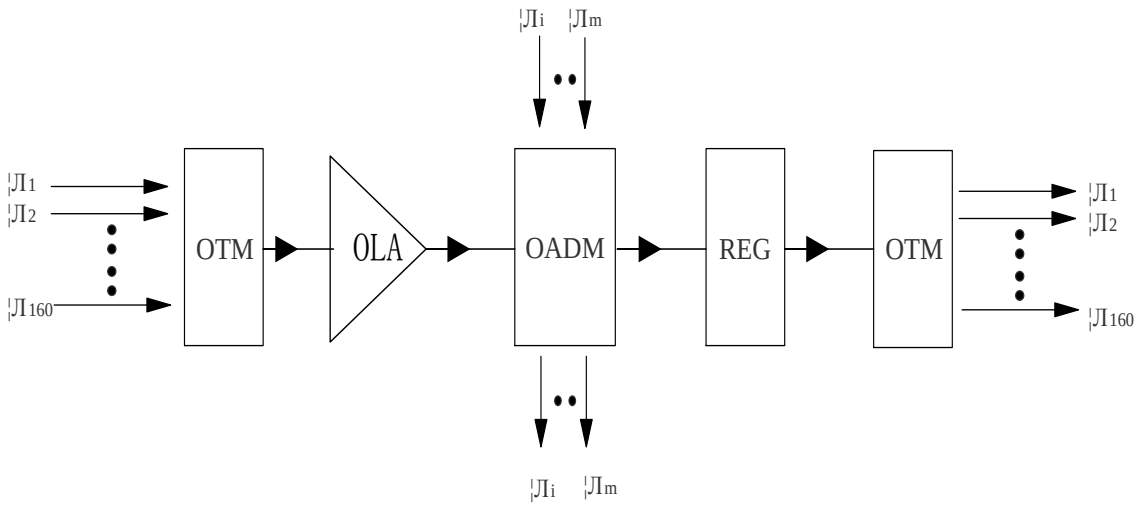
Жүйенің сипаттамалары:

- сыйымдылығы үлкен және интеграциясы жоғары: 160 толқын ұзындығы алты стативамен қамтамасыз етіледі;
- талшықтың әр түрлі типінде жұмыс істейді;
- тарату қашықтығы 4000 км (электрлік регенерациясыз) патенттелген SuperWDM технологиясы арқылы қамтамасыз етіледі;
- тиімді қорғаныс OTU 1:8;

– шығыс қуатының ALC және AGC арқылы реттеледі;
– дисперсияның тиімді басқарылуы және сызықсыз әсерлердің басылуы;
– EDFA\Raman күшейткіштері;
– FEC\EFEC қателерді түзету технологиясы.

2.7 Тізбек топологиясы

OptiX BWS 1600G жүйесінің негізінде желіні ұйымдастыру үшін нүкте–нүкте және тізбек топологиялары анағұрлым көп қолданылады. Себебі нүкте–нүкте топологиясы тізбек топологиясының жеке жағдайы болып табылады. Ары қарай тізбек топологиясының ерекшеліктерінің сипаты келтіріледі.



2.7– сурет. Тізбек топологиясы

Көрсетілген суретте
– OTM – оптикалық терминалдық мультиплексор;
– OLA – оптикалық сызықтық күшейткіш;
– OADM – оптикалық енгізу/шығару мультиплексоры;
– REG – регенератор;
– Protection channel – қорғаныс арнасы;
– Working channel – жұмыс арнасы.

Тізбек топологиясы негізіндегі желінің типтік тұрғызылуы 2.7 – суретте келтірілген. Кейбір қызмет арналары олардың толқын ұзындықтары түрленетін, мультиплекстелетін, демультиплекстелетін OTM–ге келіп түседі. Желіге қойылатын талаптарға сәйкес, оптикалық күшейткіш OLA және регенератор REG тарату қашықтығын арттыру үшін қолданылады. Егер екі OTM арасында

арналарды енгізу/шығару қажет болса, онда оптикалық енгізу/шығару модульдері қолданылады. Линияның қорғанысы оптикалық деңгейде орындалады немесе оптикалық толқын ұзындығын түрлендіру платасында 1:8 қорғанысы болады.

Бір оптикалық кабельдегі екі оптикалық талшық екі жаққа бағытталған жұмыс арнасы, ал екінші оптикалық кабельдегі басқа екі оптикалық талшық қорғаныс арнасы ретінде қолданылады. Жұмыс арнасында қандай да бір ақаулар пайда болса, онда мәліметтер ағыны автоматты түрде OLP платасы арқылы қорғаныс арнасына ауысады. Сондай–ақ, құрылғы резервті арнадағы ақаулықтарды уақытында таба алады. Осылайша, DWDM құрылғысымен, OLP платасының көмегімен оптикалық деңгейдегі тарату линиясының қорғанысы жүзеге асырылады.

3 Кабельдің құрылымын және оның негізгі параметрлерін есептеу

3.1 Арналардың қажетті өткізу қабілетінің есебі

«Астана – Қызылорда» аймағы үшін арналар саны осы орындарда тұратын халық санына байланысты есептелінеді. Халық саны соңғы халық санағының статистикалық мәліметтері негізінде анықталады. Әдетте халық санағы бес жылда бір рет жүргізіледі, сондықтан халық санының өсімін ескеру маңызды. 2010 жылғы халық санағының мәліметтерін қолданамыз.

Астана қаласында 687700 адам, Қызылорда қаласында 200900 адам.

Осылайша, осы орындардағы, аймақтағы халық саны орташа өсім бойынша келесі түрде анықталады:

$$H_t = H_0 \cdot (1 + \frac{\Delta H}{100})^t, \text{адам} \qquad (3.1)$$

мұндағы H_0 – халық санағы жүргізілген уақыттағы тұрғындар саны, адам;

ΔH – осы жердегі халықтың орташа жылдық өсімі, % ((2–3)% деп қабылданады);

t – болашаққа жобаланатын белгіленген жыл мен халық санағы жүргізілетін жыл арасындағы айырым ретінде анықталатын период, жыл.

Болашаққа жобаланатын жыл кезектегі жылмен салыстырғанда 5÷10 жыл алға қабылданады. Егер жұмысты 5 жыл алға қабылдасақ:

$$t=5+(t_n–t_o) \qquad (3.2)$$

мұндағы t_n – жобаның жасалған жылы; t_n = 2014 жыл,

t_o – H_o мәліметтерге қатысты жыл; t_o = 2010 жыл,

t=5+(2014–2010)=5+4=9 жыл

(3.1) формула бойынша Астана қаласындағы H_{tA} және Қызылорда қаласындағы H_{tT} халық санын есептейміз:

H_{tA}= 687700 x $(1+3/100)^5$ = 797232 адам,

H_{tT} =200900 x $(1+3/100)^5$ = 232898 адам

Қалааралық байланыстағы телефон арналары басым мәнінен құралғандығын ескере отырып, алдын ала берілген орындар арасындағы телефон арналарының санын анықтаған жөн. Телефон арналарының санын есептеу үшін жуық формуланы пайдаланамыз:

$$n_{тлф} = \alpha \cdot K_T \cdot y \cdot \frac{m_A \cdot m_T}{m_A + m_T} + \beta \qquad (3.3)$$

мұндағы α және β – бекітілген мүмкіндікке және берілген жоғалтуларға сәйкес келетін тұрақты коэффициенттер; әдетте жоғалтулар 5% тең деп алынады, сонда α=1,3; β=5,6;

у – меншікті жүктеме, яғни бір абоненттің орташа жүктемесі, у=0,15 Эрл.;

K_T – 0,1 %–дан 12%–ға дейінгі кең аралықта тербелетін тартылыс коэффициенті. Бұл жұмыста K_T=12%, яғни K_T=0,12 тең деп қабылдаймыз;

m_A және m_T – қандай да бір ақырғы орынмен қызмет көрсетілетін абоненттер саны қызмет көрсетіліп отырған аймақта тұратын халық санына байланысты анықталады.

Халықтың телефон аппараттарымен жабдықталуының орташа коэффициентін 0,3 тең деп алсақ, абоненттер саны келесі түрде анықталады:

$$m = 0.3 \cdot H_t \qquad (3.4)$$

$m_a = 0.3 \cdot H_{t_\alpha}$ = 0,3*797232 = 239169 адам,

$m_б = 0.3 \cdot H_{t_\delta}$ = 0,3*232898 = 69869 адам

Енді (3.4) формуласы бойынша Астана–Қызылорда аймағындағы $n_{тлф}$ табамыз:

$$n_{тлф} = 1{,}3 \times 0{,}12 \times 0{,}15 \times \frac{(239169 \times 69869)}{(239169 + 69869)} + 5{,}6 = 1271$$

Біріншілік цифрлық арна 2 Мбит/с 30 стандартты арнадан тұратындығын ескерсек, келесіні аламыз:

1271/ 30 = 42 х 2Мб/с ағын немесе 1300 арна

Астана мен Қызылорда қалалары үлкен өндірістік және әкімшілік орталықтар екенін ескере отырып, жобаланатын магистральды желіде 120 ағын бөлінеді.

2 мегабиттен 63 ағын болғанда 120·30=3600 арна шығады.

Біз оптиканы жартқандықтан толығымен 100%–дық барлық арналар қорын қарастыруымыз қажет, сонымен ол келесідей анықталады:

$$N_{ЖАЛІ} = Nтлф + Nв + Nтр \qquad (3.5)$$

мұндағы Nв – сигналдарды тарату үшін тональдік жиіліктердің арналар

саны,1 х 2Мб/с ағынды;

Nтр–транзитты арналар саны. Транзитты арналар санына облыс орталығын райондар орталықтарымен қосатын арналар жатады

$N_{ЖАЛ}$= 1271+3600= 4871 арналар (қорсыз),

Қормен N=4871+4871= 9742 арналар.

Тағыда бір сараптама жүргізейік:

STM–1–де 63 2 мегабиттік ағын бар, осыдан шығатыны

63·30=1890 арналар.

STM–4 сыйымдылығы

63 30 ·4=7560 арналар.

STM–16 сыйымдылығы

63 30 ·16=30240 арналар.

Есептеулерден көрініп тұрғандай, сыйымдылығы 30240 арна болатын синхронды транспорттық модульді қолданған жөн, сәйкесінше бұл талапқа келесі синхронды транспорттық модуль жауап береді (STM–16).

Есептеулерден көрініп тұрғандай DWDM технологиясын енгізу орынды және барлық талаптарға сай келеді. 2 Мбитті ағындардағы мәліметтерді таратқан кезде сенімді қызмет атқарады.

3.2 Таңдалған кабель параметрлерін есептеу

Даму перспективасын ескере отырып, λ=1550 нм толқын ұзындығында жұмыс істейтін, 2488,320 Мбит/с ақпаратты тарату жылдамдығы бар, A–DF(ZN)2Y4X2E9/1250,22H18 маркалы бірмодалы талшығы және сатылы дисперсиясы бар, SIECOR фирмасының 8–талшықты кабелі болып табылады. Бұл кабел маркасының құрылымы мен параметрлері төмендегі келтірілген:

A – Сыртқа төсейтін кабел;

D – компаунтпен толтырылған жартылай қабықшалы көп жарық өткізгішті желі;

F – Кабел жүрекшесінде бұралатын элементердің арасына құйылатын сұйықтық;

(ZN) – металл емес күштік элемент;

2Y – қабықшасы полиэтилен;

Е – бірмодалы шыны талшық;
9 – бірмодалы талшық үшін модалар өрісінің диаметрі;
125 – қабықша диаметрі;
0,22 – өшу коэффициенті;
Н – толқын ұзындығы 1550нм;
18 – бірмодалы талшық дисперсиясы, пс/нм·км.

Кабель 8–талшықты болып келеді. Кабельдің сипаттамалары келесідей:

- 1–8 бірмодалы талшықтар;
- толқынның жұмыс ұзындығы 1550 нм;
- металликалық емес орталық элемент;
- SZ типті есілуі бар оптикалық модульдер;
- қуыстар мен оптикалық модульдер гидрофобты материалмен толтырылған;

3.1–к е с т е . A–DF(ZN)2Y2x4 E9/125 0,22H.18 типті кабельдің оптикалық сипаттамалары

Кабель параметрлері	Оптикалық сипаттамалары
Модалық өріс (1550нм) дағының диаметрі	10,5мкм+/–1,5мкм
Жабыны бар талшықтың диаметрі	125мкм+/–2мкм
Модалық өріс дағының шоғырлану қателігі	≤ 1мкм
Жабынның дөңгелек еместігі	≤ 2%
Сыну коэффициентінің профилі	N_1 қадамды
Типі	N_2 келістірілетін жабыны
1550нм үшін өзекшенің сыну көрсеткіші	1,4681
Сандық апертура	0,13
Талшықты кабельдің критикалық толқын ұзындығы	≤ 1250нм
1550нм болғандағы өшулік	≤ 0,22 дБ/км
1550нм болғандағы дисперсия	≤ 18пс/(нм · км)

Өткізу ортасы ретінде SL–4 сызықты құрылғысында бір модалы талшықтар қолданылады.

3.2 – к е с т е . A–DF(ZN) 2Y 2x4 E9/125 0.22H.18 типті кабельдің техникалық сипаттамалары

Кабель паратерлері	Техникалық сипаттамалары		
Талшықтар саны	2 – 30	32 – 48	50 – 96
Диаметрі, жуықпен (мм)	10,3	12,3	13,8
Салмағы, жуықпен (кг/км)	85	125	141
Бүгілістің минималды радиусы, мм Монтаж кезінде Орнатылған түрде	 300 200	 350 250	 400 300
Созылуға беріктік, Н Қысқа мерзім (монтаж кезінде) Ұзақ мерзім (монтаждалған)	 2700 1300	 2700 1300	 2700 1300
Қысу/жаншылған кернеу кезіндегі кернеу (өшуліктің толығымен реверсивті өсуі) (Н/10см)	2000	2000	2000
Соққы кедергісі (E=3Nm, r=300mm) (өшуліктің толығымен реверсивті өсуі) (импульстер)	30	30	30
Транспортирлеу және сақтау кезіндегі температураның диапазоны (0С)	–30...70	–30...70	–30...70
Монтаж кезіндегі температураның диапазоны (0С)	–5...50	–5...50	–5...50

Сыну көрсеткіші сатылы оптикалық талшықтың өлшемдеріне есептеулер жүргізейік. Сыну көрсеткіші сатылы жарық өткізгіш талшықта бір модалы тәртіп орындау үшін, қалыпталған жйілік V 2,405 тең немесе одан кем болуы керек. V шамасы келесі формуламен анықталады:

$$V = \frac{a\pi}{\lambda} * NA, \tag{3.6}$$

мұндағы a – жарық өткізгіштің жүрекшесінің диаметрі;

λ – сәулелену толқынының ұзындығы;

NA– талшықты жарық өткізгіштің сандық аппертурасы;

π = 3,14.

Сандық аппертураның физикалық мағынасы сәулелердің конусын көрсетеді, оның осі жарық өткізгіштің осінде жатады. Осы конуста жататын және торецке келіп түскен сәулелер жарық өткізгіш арқылы таратылады. Сандық аппертура жарық өткізгіштің ең басты сипаттамасы болып келеді. Оны келесі формуламен анықтайды:

$$NA = n_o \sin\theta n = \sqrt{n1^2 - n2^2} = n1\sqrt{1-(1-\Delta_n)^2}, \qquad (3.7)$$

мұндағы n_o– жарық өткізгіш пен сыртқы айналамен салыстырғандағы сыну көрсеткіші;

θ_n – жарық өткізгіштің аппертуралық бұрышы;

Δ_n – қабыршақ пен жүрекшенің сыну көрсеткіштерінің салыстырмалы айырмасы.

$$\Delta_n = \frac{n1 - n2}{n1}, \qquad (3.8)$$

ITU –T ұсынысы бойынша бір модалы жарық өткізгіштер үшін Δ_n=0,0036 шамасына тең, ал NA мәні 0,1 ден 0,12 аралығында жатуы қажет.

Бір модалы талшықты жасаған кезде жүрекшенің сын көрсеткішінің ең көп тараған мәні n1=1,468 тең.

Сандық аппертураны анықтаймыз:

$$N_A = 1{,}468\sqrt{1-(1-0{,}0036)^2} = 0{,}12$$

ITU–T ұсынысы бойынша бір модалы жарық өткізгіш талшықтың жүрекшесінің диаметрі 10–нан 12 мкм аралығында болады, ал сыртқы қабыршағының диаметрі 125 мкм құрайды. Ең көп 10 мкм өлшеміндегі диаметрлер кездеседі

λ.=1,55мкм тең болғанкездегі қалыпты жйілік мәнін келесі өрнектен табамыз:

$$V = \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 3{,}14}{1{,}55 \cdot 10^{-6}} \cdot 0{,}12 = 2{,}4$$

Сыну көрсеткіші сатылы талшықты–оптикалық жарық өткізгішінде келесі өлшемдер кезінде бір модалы талап орындалады: n1 = 1,468, Δ_n=0,0036, NA = 0,12, а = 10 мкм, в = 125 мкм және λ = 1,55 мкм жұмыс толқынының ұзындығында.

Сыну көрсеткіштерінің қатысты айырымын Δ және өзекшенің сыну көрсеткішін біле отырып, қабықшаның n_2 сыну көрсеткішін есептейміз:

$$n2 = n1 \cdot (1-\Delta) = 1.4681 \cdot (1-0.003) = 1.4636$$

Толық ішкі шағылысу шарты орындалатын критикалық θс бұрышты табамыз:

$$\theta c=\sqrt{1-\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}=\sqrt{1-\left(\frac{1.4636}{1.4681}\right)^2}=0.077\,рад\approx 4.41^0$$

360^0 толық айналым өрісінің қадамы, S бұралу қадамы деп аталады.

Элементтердің есуі мен кабелдің көлденең қимасының арасындағы бұрышын бұрама бұрышы α. Кабел өсі мен есілетін элементтің өртасының қашықтығы бұралу радиуы R деп аталады.

Берілген кабелдер түрі үшін бұралу қадамы S=170мм және бұралу радиусы R=4,3мм, онда қосымша ұзындық Z мынаған тең болады:

$$Z=\left(\sqrt{1+\left(\frac{2\pi R}{S}\right)^2}-1\right)\cdot 100\%=\left(\sqrt{1+\left(\frac{2\pi\cdot 4.3}{170}\right)^2}-1\right)\cdot 100\%\approx 1.25\%\,.$$

Сол себептен әр 100 метр кабел ұзындығына бұралатын элементтің ұзындығы 1,25м болып келеді.

Бұралу бұрышы мынаған тең:

$$\alpha=arctg\,\frac{S}{2\pi R}=arctg\,\frac{170}{6.28\cdot 4.3}\approx 1.413 \qquad .....$$

Сәйкесінше қисықтық радиусы мынаған тең:

$$\rho=R\left(1+\left(\frac{S}{2\pi R}\right)^2\right)=4.3\cdot\left(1+\left(\frac{170}{6.28\cdot 4.3}\right)^2\right)\approx 175мм$$

Иілулермен қоса желідегі жарық өткізгіштердің созылуы мен қысылуын шектеу қажет, берілген диапазон аралығында созылу және температуралық жүктемелер талшықты–оптикалық кабелде берілістік сипаттамаларға аздаған өзгерістер енгізбеу үшін. Ұзындықтың салыстырмалы өзгерісі ΔL/L ТОК, немесе рұқсаттық ұзару Ек және кабелдің сығылуы Етк мынаған тең:

$$E=-1+\sqrt{1+\frac{4\pi^2R^2}{S^2}\left(2\frac{\Delta R}{R}\pm\frac{\Delta R^2}{R^2}\right)}, \qquad (3.9)$$

мұндағы «+»таңбасы кабелдің сығылуы үшін Етк;

«–» таңбасы кабелдің ұзаруы үшін Ек.

Сонымен қабықшаның номиналды ішкі диаметрін біле отырып αi = 2мм, баспалдақты (қайталаушы профилмен) сыну көрсеткішті 12 жарық өткізгіші жалпы саңылауға ие:

ΔR = (2.0мм – 1,0мм)/2=0,4мм.

Сонда кабелдің максималды шектік ұзаруы мынаған тең:

$$Ek = -1 + \sqrt{1 + \frac{4\pi^2 \cdot 4.3^2}{170^2}\left(2\frac{0.4}{4.3} - \frac{0.4^2}{4.3^2}\right)} \approx 0.002238 = 0.2236\%$$

MathCad есептеу бағдарламасын қолдана отырып жүргізілген есептеу Б қосымшасында көрсетілген

3.3 Регенерация бөлігінің ұзындығын есептеу

Регенераторлар іс жүзінде сигналдың бастапқы формасын және оның уақыт бойынша күйін толығымен қалпына келтіреді, сондықтан Lp ТОБЛ негізгі параметрі болып табылады. Siecor A–DF(ZN)2Y 4x2 E9/125 0.22H18 фирмасының талшығын пайдаланатын кабель үшін жүргізу ұзындығы 6000 м., тарату жылдамдығы 2,5 Гбит/с болатын STM–16 ағыны қолданылады. SMA–16 сызықтық күре жолы құрылғысының техникалық сипаттамалары МСЭ нормаларына сәйкес келеді және 1550 нм тең толқын ұзындығында келесі параметрлерден тұрады:

– таратқыш шығысындағы оптикалық қуаттың деңгейі:

$P_{шығ\ тар}$= 3 дБ;

– күшейткіш шығысындағы оптикалық қуаттың деңгейі:

$P_{шығ\ құр}$ =13…16 дБ;

– алдын ала күшейткіш кірісіндегі оптикалық қуаттың деңгейі:

$P_{кір\ аак}$ = –45…–15 дБ;

– қабылдағыш кірісіндегі оптикалық қуаттың деңгейі:

$P_{кір\ қаб}$ = –40 дБ.

Магистральдің ең ұзақ аймағы Қызылорда – Арал 476 км құрайды, сәйкесінше осы аймақты есептейміз.

Осы аймақтағы муфталар санын табамыз:

L=476 км; Кабельдің құрылыстық ұзындығы $L_{құр}$=6 км.:

$N_{муфта}$=L/$L_{құр}$–1=476/6–1=78.3 муфта

Кабельдің өшулігін анықтаймыз:

$S_к$=0,22·476=104.72 дБ

мұндағы $S_к$ – кабельдің өшулігі, 40,04 дБ;

$A_{қэк}$ – құрылғының эксплуатациялық қоры, 3 дБ;

$A_{ак}$ – алмалы–салмалы байланыстардаға жоғалтулар, 0,2 дБ;
$A_{кэк}$ – кабельдің эксплуатациялық қоры, 3 дБ;
$\Delta\alpha$ – пісіріп қосу кезіндегі жоғалтулар.

$$\Delta\alpha=N_{муфта}\cdot A_{акп} \qquad (3.10)$$

мұндағы $A_{акп}$ – ағытылмайтын қосу өшулігінің орташа мәні, 0,05 дБ.

$\Delta\alpha$ = 78,3 x 0,05 = 3,915 дБ

Сонда толық өшулік келесіні құрайды:

$S_{толық}=S_к+A_{қэк}+A_{ак}+A_{кэк}+\Delta\alpha=104,72+3+0,8+3+3,915=115,435$ дБ

Қабылдағыштың кірісіндегі деңгей келесідей болады:

$P_{кір}$ = 3 дБ – 115,435 дБ = – 112,435 дБ

Қабылдағыштың кірісіндегі сигнал деңгейі қабылдағыш сезгіштігінің шекті деңгейінен төмен болады, сәйкесінше тарату кезінде сигналдың деңгейін 13дБ–ге күшейтетін бустер қажет:

$P_{кір}$ = 3 дБ + 13 дБ – 115,435 дБ = –99,435 дБ

Бұл қабылдағыштың кірісіндегі оптикалық қуаттың деңгейіне сәйкес келеді.

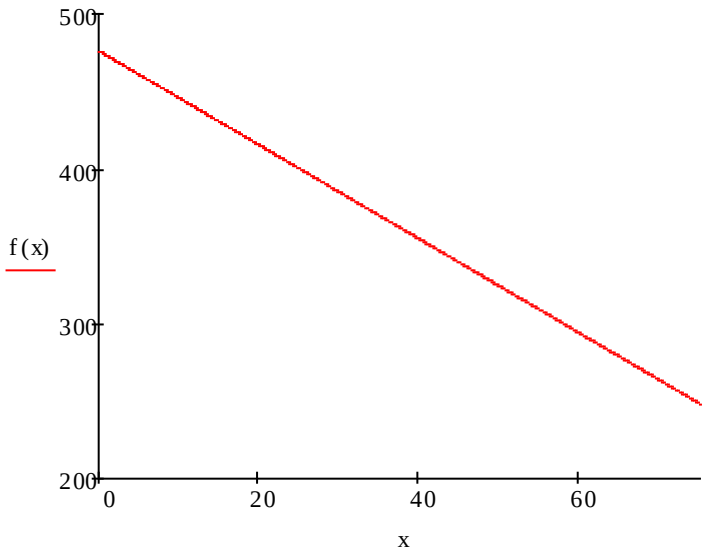
Бустерді тарату кезінде қосымша күшейтуді қажет етпейтін, регенерациялық аймақтың ұзындығын анықтаймыз.

$P_{кір}$ сигнал деңгейі –40дБ кем емес болуы тиіс, ал аймақтың ұзындығы 476 км болды, ал аймақтағы 476 км ұзындықта біз 115,435 дБ өшулікті алдық, онда өшулікті арттыру келесіні құрайды:

α =115,435 дБ – 40 дБ = 75,435 дБ

Сонда регенерациялық аймақтың ұзындығы алдын ала күшейткішсіз мына мәннен көп болмауы тиіс:

$$Lрег= Lқұр–\alpha/ \alpha опт; \qquad (3.11)$$



3.1 – сурет. Сигнал деңгейінің регенерациялық аймақтың ұзындығына қатынасы

$L_{рег}$= 476– 75,435/0,22= 134 км

Қызылорда – Арал (L = 467 км);
Арал – Қарабұтақ (L = 397 км);
Қарабұтақ – Ақтөбе (L = 222 км);
Қарабұтақ – Рудный (L= 464 км);
Қостанай – Петропавл (L= 438 км);
Петропавл – Көкшетау (L= 175 км);
Көкшетау – Астана (L= 298 км).

Келесі аймақта күшейткіштер қолданылмайды: Рудный – Қостанай (L=46 км)

3.4 Дисперсия мен өшулік кезіндегі регенерация бөлігінің ұзындығы

Кез келген оптикалық талшық дисперсиялық көрсеткішпен сипатталады. Дисперсия дегеніміз – топтық сәулелене таралатын жылдамдықтың сәулелену сөлшеміне тәуелді құбылыс, немесе жарық өткізгіш арқылы импульстің кеңею құбылысы. Талшықты жарық өткізгіштің үш дисперсиялық түрін ажыратады: мода аралық, материалды және толқындық. Жарық өткізгіш арқылы бірнеше мода таралған кезде модалық дисперсия туады. Бір модалы жарық өткізгіштерде мода аралық дисперсиясы жоқ болады. Материалды дисперсия жүрекшенің сыну көрсеткішінің материалдық құрамының толқын ұзындығына тәуелділігі. Толқындық дисперсия толқындық ұзындықтың таралуымен

түсіндіріледі, сәулелендіру көзі еш уақытта бір ғана толқын ұзындығын λ бермейді, толқынның спекторын таратады, ал ол өз кезегінде сәулелендіру көзінің спектралды кеңдігімен Δλ түсіндіріледі.

Дисперсия кезіндегі регенерация бөлігінің ұзындығы:

– Меншікті хроматикалық дисперсия Д(λ)=18 пс/нм·км;
– Меншікті өткізу жолағы W=0,44/ τ МГц·км;
– Лазер импулсінің ені Δλ= 0,1нм;
– Дисперсия τ=Δλ· Д(λ) пс/км;
– Жиілік модуляциясы нормаланған Δf(λ)=1,25·2500МГц =3125МГц;
– L–регенерация бөлігінің ұзындығы; L= W/ Δf(λ).

Дисперсия бойынша шектеу:

1 Дисперсиялық импульс :

τ=Δλ*Д(λ)=0,1·18=1,8 пс/км

2 Меншікті өткізу жолағы:

W=0,44/τ=0,44/1,8·10^{-12}=0,244МГц·км

3 Регенерация бөлігінің ұзындығы

L=W/Δf(λ)=0,244/3125=78 км.

Материалды дисперсия келесі формула арқылы анықталады:

$$\tau_{MAT} = \Delta\lambda \cdot M, \qquad (3.12)$$

мұндағы М – бас кварц үшін материалды дисперсияның меншікті коэффициенті (М = 0,3098);

Δλ – лазерадің спектралды кеңдігі (Δλ = 0,5нм);

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

Сатылы жарық өткізгіш үшін толқындық дисперсия келесі формула арқылы анықталады:

$$\tau_{вв} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot \frac{2n^2 \cdot \Delta}{c}, \qquad (3.13)$$

мұндағы с – вакуумдағы жарық жылдамдығы (3–10^8 м/с).

$$\tau_{вв} = \frac{0{,}5 \cdot 10^{-9}}{1{,}55 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{2 \cdot 1{,}468^2 \cdot 0{,}0036}{3 \cdot 10^8} = 0{,}0016 \cdot 10^{-9}.$$

$$\tau_{\Sigma} = \tau_{вв} + \tau_{МАТ}, \qquad (3.14)$$

$$\tau_{\Sigma} = 0{,}0016 \cdot 10^{-9} + 0{,}1549 \cdot 10^{-9} = 0{,}1565 \cdot 10^{-9}.$$

Жалпы дисперсияның көмегі арқылы жарық өткізгіштің өткізу жолағын ΔF анықтауға болады:

$$\Delta F = \frac{1}{|\tau\Sigma|}, \qquad (3.15)$$

$$\Delta F = \frac{1}{0{,}1565 \cdot 10^{-9}} = 6{,}34 \cdot 10^9 \, Гк/км.$$

Регенерация бөлігінің ұзындығы екі фактор арқылы анықталады: жарық өткізгіштің дисперсиясы және регенерация бөлігінің өшуімен.

Жарық өткізгіштің дисперсиялық сипаттамасын қолдана отырып регенерация бөлігінің ұзындығын анықтайық:

$$\frac{\Delta F}{\Delta Fx} = \sqrt{\frac{\lambda x}{\lambda}}, \qquad (3.16)$$

мұндағы ΔF – 1 км жарық өткізгіштің өткізу жолағының кеңдігі;
ΔF_x – Регенерация бөлігінің соңындағы өткізу жолағының кеңдігі;
ℓ – кабелдің құрылыс ұзындығы (ℓ = 6 км);
ℓ x – бөліктің регенерациялық ұзындығы;

Келесі есептеулер үшін ΔFx=622 МГц деп аламыз.
Регенерация бөлігінің ұзындығын анықтаймыз:

$$\lambda x = \frac{\Lambda F^2}{\Delta F v^2} \cdot \lambda = \left(\frac{6{,}34 \cdot 10^9}{2{,}5 \cdot 10^9}\right)^2 \cdot 6 \approx 35 км$$

3.4.1 Өшулік кезіндегі регенерация бөлігінің ұзындығы. Оптикалық күшейткіштерді қолданғанда,1550 нм толқын ұзындығы кезінде тарату деңгейінің мәні 15 дбм ге жетуі мүмкін,олай болса төмендегі формуланы қолданамыз:

$$L_P = \frac{A - M}{L_к + \frac{L_м}{L}} \quad (3.17)$$

мұндағы А –энергетикалық жүйе қоры;
Lк –километрлік өшу;
М –ескіру кезіндегі өшулік;
Lм – сәулежол – сәулежол кезіндегі өшулік;
L – кабелдің құрылыс ұзындығы;

Энергетикалық жүйе запасы қабылдағыш пен таратқыш соңындағы барынша мүмкін болатын сигнал деңгейлерімен анықталады:

$$A=(Pтарmax)+(Pкабmin) \quad (3.18)$$

A=45+15=60дБн

DWDM құрылғысы үшін өшулік 11 дБ,онда нәтиже төмендегідей:

$$L_P = \frac{60-11}{0{,}22 + \frac{0{,}05}{6}} = 214км.$$

3.5 Жүйенің сенімділігі

Сенімділік – жалпы қолданыстағы байланыс жүйелері мен магистральды желілердің қазіргі заманғы сипаттамаларының бірі. Сенімділік боиынша ең қатаң талаптар үлкен өткізу мүмкіндігі бар DWDM магистральды кабелдік желілер үшін талап етіледі. Оптикалық тракт пен арналарды қолданудың техникалық қолдану жүйелерінің басты мәселелері. Дұрыс жұмыс істемеу және бұзылу DWDM–ді қолданған кезде кез келген уақыта кезінде ағындардың жүрмей қалу мүмкіндігі бар.

DWDM жүйесінде бұзылуларды жою процесі қайта қалпына келтіру уақытымен сипатталады $t_В$, осы дипломдық жобада ол 0,5 сағат деп қабылданған. Бас тартпай жұмыс істеу уақыты $T_{Б.Р}>>t_В$ и $T_{Б.Р}=7{,}72\cdot10^4$ сағат.

Ағындардың бас тарту интенсивтілігі мынаған тең болады:

$\nu=1/T_{Б.Р}=1/7{,}72*10^4=13*10^{-6}$ сағат$^{-1}$,

DWDM қалыпты жағдайға қайта келтіру кездейсоқ уақыт мезетінде болады, Пуассон заңы бойынша сипатамалары таратылса, онда ол жүйенің өнімділігі болып табылады:

$\mu=1/t_B$=1/0,5=2 $ч^{-1}$,

L=2940 км ұзақтықтағы DWDM–нің жұмыстан бас тарту интенсивтілігін анықтайық:

$\lambda= \nu/L=13*10^{-6}/2940=4,406*10^{-9}ч^{-1}/км$

DWDM–нің жұмыс істеуіне берілетін басты сипатамалардың бағасы жылына 100 км трассада өтетін m бұзылулар тығыздығымен анықталады:

$$m=\lambda*100*8760, \quad (3.19)$$

мұндағы 8760– бір жылдағы сағат саны;
100 км – m мәні анықталатын трасса ұзындығы.

$m=4*10^{-9}*100*8760=3,86*10^{-3}$

Құрылғының жағдайын көрсететін көрсеткіштерді есептейік: Тарату құрылғылары тоқтаусыз қолданыстағы құрылғыларды негіздейді, ол үшін қолданыс уақытының кезектеліп келуінің тағайындалуы, техникалық қызмет көрсету немесе жөндеулер, қалпына келтіру уақыты т.с.с процестер тарату жүйесінің құрылғылары тұтыныс кезінде барлық жағдайда болып шығады.

Дайындық коэффициенті:

$K_Г=\mu/(\mu+\lambda)=2/(2+5*10^{-9})=0,9999999939$

Қалыптасқан тұтыныс тәртібіндегі құрылғының дұрыс жағдайда екенін көрсететін ықтималды сипатама.

Тұрып қалу коэффициенті:

$K_П=1-K_Г=1-0,9999999939=6,1*10^{-9}$

Техникалық қолдану коэффициенті:

$$K_{ТИ}=T_0/(T_0+T_{Б.Р}+T_В), \quad (3.20)$$

мұндағы $T_о$ – қосымша жұмыстан бас тартудың орташа мәні, 10^9 ч ;
$T_{Б.Р}$–техникалық қызмет көрсетудің орташа уақыты, $7,72\cdot10^4$ ч;
$T_В$ – құрылғыны қалпына келтірдің орташа уақыты, 0,5 ч.

$$К_{ТИ}=\frac{10^9}{10^9+7,72\cdot10^4+0,5}=0,999922805$$

Тарату жолы мен құрылғы жүйесінің қажетті сенімділіктің көрсеткіштерін қамтамассыз ету келесі тәсілдер арқылы жүзеге асырылады:

элементтердің үзілісіз сенімдлігінің көбеюі ТҚ жоблау бөлігін өндірумен тұтыну;

жүйені және тарату жолының техникалық қолданысын жетілдіру қолданыс кезінде жүзеге асырылады;

кез келген жүйе арасында мәліметтерді таратумен қамтамасыз ету үшін арналар мен трактердің қорлануы.

Есептің MathCad бағдарламасындағы кескіні қосымша В–де келтірілген.

3.6 Оптикалық күшейткіштің негізгі сипаттамалары

Оптикалық күшейткіш үш негізгі техникалық көрсеткішті сипаттайды – күшейту коэффициенті, күшейткіштің шығысындағы қанығу қуаты және шу факторы.

Күшейту коэффициенті G (gain) және оның логрифмдік эквиваленті g =10lgG [дБ] келесі формулаларда анықталады:

$$G = P_{Sout}/P_{Sin}, \tag{3.21}$$

$$g = p_{Sout} - p_{Sin} \tag{3.22}$$

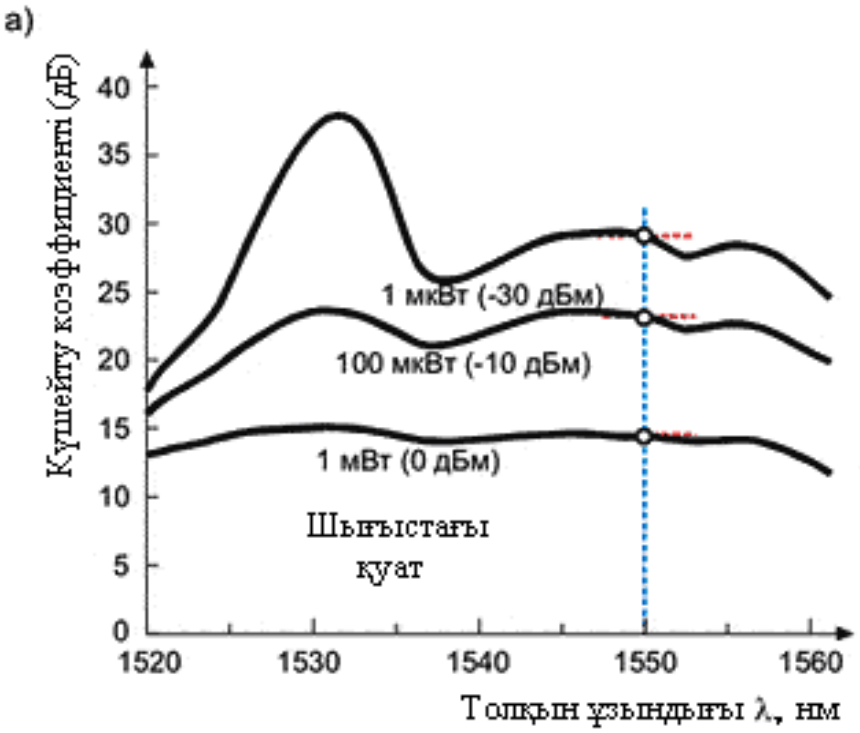
мұндағы P_{Sout} және P_{Sin} — күшейткіштің кірісі мен шығысындағы пайдалы сигналдардың қуаты;

p = 10lg(P/1мВт) [дБм] қуаттың логорйфмдік эквивалентін белгілейді.

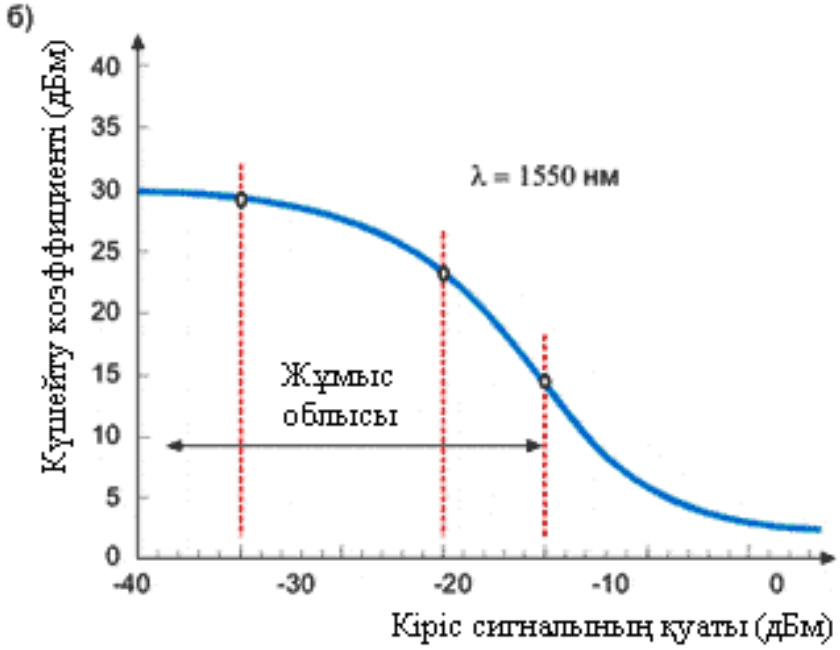
3.42 формулаға сандық мәндерді қоя отырып күшейткіштің күшейту коэффицентін табамыз:

G = 33,5/5=6.7

EDFA күшеиткішінің күшейту коэффициенті кіріс сигналының қуаты мен толқын ұзындығы бойынша анықталады. Толқын ұзындығына тәуелділік легирленген эрби атомдарының энергетикалық деңгейінің бейнесі бойынша, концентрациясымен, таралуымен, және де басқада сипаттамаларымен анықталады. Тұрақты үш қуат мәні үшін күшейту коэффициентінің толқын ұзындығына тыәуелді графигі 3.2 – суретте келтірілген. Одан да қарапайым түрі (монотонды кемімелі функциясы) күшейту коэффициентінің кіріс сигналының қуатына тәуелділігі бар. Осындай тәуелділік 1550 нм толқын ұзындығындағы үшін тәуелділік 3.3 – суретте көрсетілген.



3.2 – Сурет. EDFA күшейткішінің күшейту коэффициентінің толқын ұзындығына тәуелді графигі (қуаттың белгілі мәндегі кіріс сигналы)



3.3 – Сурет. EDFA күшейткішінің күшейту коэффициентінің белгілі толқын ұзындығындағы (1550 нм) кіріс сигналының қуатына тәелді графигі.

Тәжірибелік көзқарас бйынша EDFA сипаттамасына тағы бір параметр мәнін енгізген ыңғайлы — $P_{out\ sat}$ – күшейтіштің шығысындағы қуатың

қанығуы. $P_{out\ sat}$ аз кіріс сигналындағы G_{max} күшейту коэффицентінің максималды мәнінен екі есе (g 3 дБ–ге) кем болатын G күшейту коэффиценті кезіндегі шығысындағы сигнал қуатының мәні ретінде табылады. Шығыстағы сигнал қуаты қанығу қуатына жақын болғанда немесе қанығу қуатынан асқандағы қаныру режиміндегі күшейткіш жұмысынан ординарсыз ештеңе болмайды. Бұл режимде максималды шығыс қуаты және максималды серпіліс тиімділігін алуға болатындай қуат күшейткіштер жұмыс істейді. Оптикалық сигналдың сапалық шамасын сипаттайтын сигнал– шу (OSNR) қатынасының шамасымен айту қабылданған. OSNR пайдалы сигнал деңгейінің шу қуатының Dn спектралды интервалындағ қатынасына тең, қабылдау жағындағы сүзгі терезесімен немесе демультиплексормен анықталады. Сигналдың таралуына қарай OSNR тек кмуі ғана мүмкін. Шу– фактор NF (noise figure) пайдалы сигналмен салыстырғанда шудың күшейткіште қалай күшейетінін көрсетеді және кірістегі сигнал–шудың $OSNR_{in}$ шығыстағы сигнал–шуға $OSNR_{out}$ қатынасы ретінде анықталады:

$$NF = \frac{P_{S\,in}}{P_{N\,in}} \Big/ \frac{P_{S\,out}}{P_{N\,out}} \equiv OSNR_{in} / OSNR_{out} \qquad (3.22)$$

EDFA–ны сипаттаған кезде шу–фактор мәні күшейту коэффицентінің мәні сияқты дБ көрсетіледі: nf = 10 lg NF. G>>1 $NF=2n_{sp}$ болғанда. Сол себептен минималды шу–факторы NF 2 тең (nf = 3 дБ) және $n_{sp}=1$ болғанда осы мәнге жетеді. Тізбектей екі күшейткіштің шу–факторы NF, тиісінше G_1 және G_2 күшейту коэффициентімен және NF_1, NF_2 шу–факторларымен сипатталады. Тиісінше шу–фактор келесі формула бойынша анықталады:

$$NF=NF_1+(NF_2-1)/G_1 \qquad (3.23)$$

EDFA күшейткіштерінің каскадтарына келесі қорытындылар орын алады:

1. EDFA–ның алдын–ала күшейткішінде 980 нм толқын ұзындығындағы серпіліс лазерлері қолданылады және NF_1 шу–факторының аз мәнін қамтамасыз етеді.

2. EDFA қуат күшейткіштерінде 1480 нм толқын ұзындығындағы лазерлік серпілісі қолданылады және G_2 күшейту коэффициентінің үлкен мәнін қамтамасыз етеді.

4 Еңбекті қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі

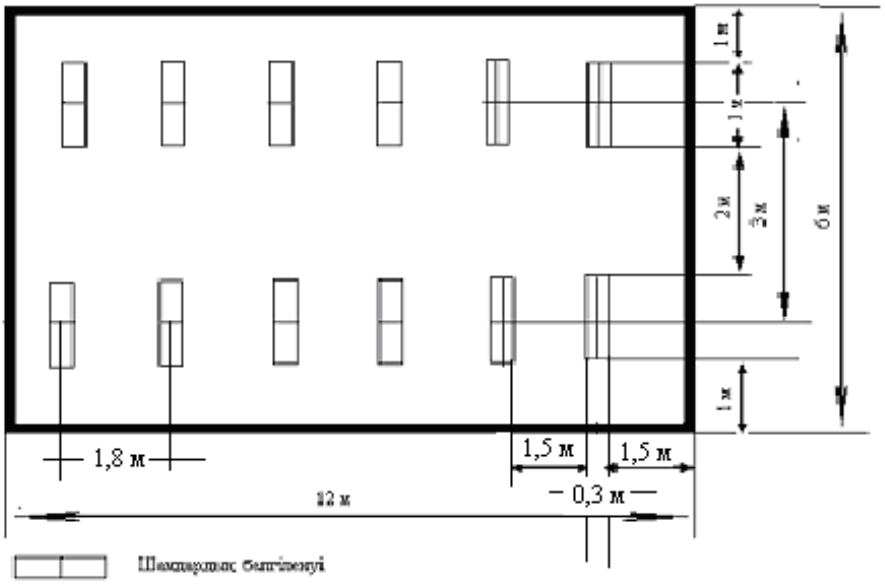
4.1 Еңбек жағдайын талдау

Бөлменің өлшемі ұзындығы 12 м, ені 6 м, биіктігі 3 м. Ток соғу қауіпсіздігіне қарай бөлме: қауіпсіздігі төмен бөлмелер классына жатады, бұл құрғақ, шаңсыз және қалыпты температурадағы бөлмелер классы. Торапты – аппарат бөлмесінде келесі құрылғылар орнатылады.

OptiX BWS 1600G талшықты тарату жүйесінің модульді бағанасы. Оның сипаттамасы: тарату құрылғысы; Фабри Перо лазері 48 В тұрақт ток кернеуін қажет етеді.

- Жұмыс температурасы: 0 ºС ден +55 ºС дейін.
- Өлшемдері: биіктігі 50 см; ені 40 см; ұзындығы 60 см.

Сонымен қатар бұл бөлмеде құрылғыны бақылау және диагностика жасау үшін опратордың терминалды компьютері орнатылған жұмыс үстелі бар.



4.1 – сурет. Жұмыс бөлмесі

4.1.1 Адам ағзасы үшін лазерлік сәулеленудің әсері. Адам ағзасына лазерлік сәулелену әсер еткен кезін екі бологиялық жағдайға бөледі: біріншілік және екіншілік. Біріншілік әсер кезінде ағзаның сәулеленген ткандарының өзгерісі байқалады. Ал екіншілік сәулелену кезінде басқада қосымша құбылыстары байқалады.

Кез келген толқын ұзындығындағы лазерлік сәулелендіру адамға тікелей әсерін тигізеді, бірақта, басқада шектік мүмкін мөлшердегі сәулелену және ағзаның зақымдануы спектрлік ерекшеліктеріне байланысты.

Лазер сәулесінің көзге түскен кезінде, сәуле көздің оптикалық жүйесінде сынып көз торшасында фокусталады және фокусталу аймағында сәуленің ең көп энергиясы жиналады.Адамның көру мүшесінің ең басты элементі көз торшасы – көрінетін (0,4 мкм ден) және инфрақызыл (1,4 мкм дейін) диапазонына жақын сәулелермен ғана сәулеленуі мүмкін, бұл адам көзінің спектралды сипаттамасымен түсіндіріледі. Осыған орай көз хрусталиктері және көз алмасы қосымша фокустаушы оптика ретінде әсер ете отырып тордағы энергия концентрациясын көбейтеді, бұл өз кезегінед көз қарашығының сәулеленуінің максималды рұқсатетілген деңгейін бірнеше ретке түсіреді /20/.

Көрінбейтін ультракүлгін (0,2 < λ <.0,4 мкм) немесе инфрақызыл сәулеленулер (1,4 < λ < 1000 мкм) көз торшасына жетпегендіктен олар адам көзінің сыртқы бөліктерін зақымдайды. Ультракүлгін сәлеленулер фотокератитті тудырады. Қысқа толқынды инфрақызыл сәулеленулер (1,4 < λ < 3 мкм) – ісік, шел (катаракта) және көздің ебей (роговой) қабықшасын зақымдайды. Алыстық инфроқызыл сәулеленулер (3 мкм < λ < 1мм) – ебейдің күйігін тудырады. Тері қабыршақтарының лазерлік сәулеленуі кезінде жеңіл эрмитемден беттік көмірленуге дейін сәулеленген терінің тікелей өзгерістері байқалады. Ішкі ткандердің және ағзаның зақымдануы кезінде қанның таралуы, шиыршықталуы, қан құйылуы және ісік пайда болады. Аз интенсивті лазерлік сәулеленулер қызмет көрсетуші қызметкерлердің орталық нерв жүиесінің, жүрек – қан тамыр жүиесінің, эндокринологиялық темілердің, көздің және ағзаның шаршауын көтереді, артериалды қысымның тербелуіне, бас ауыруларына, ұйқының бұзылуына, терлеушілікке алып келеді /20/.

Лазерлік сәулемен қызметкерлердің сәулеленуін максималды азайту мүмкіндіктері немесе шектелуін, сонымен қатар басқа да факторлардың әсер етуін қауіпсіздік талаптарының орындалуы қамтыйды. Лазерлік өнімдердің жөндеуіне, тексеруіне, бақылауына техника қауіпсіздігін тиісті тәртіпте өткен және мамандығы сәйкес келетін адамдар ғана жіберіледі. Екінші кластан жоғары өнімдерді пайдаланған кезде еңбек қауіпсіздігіне жауапты адамдар тағайындалады /21/.

Қолданыстағы лазерлік өнімдер әрдайым профилактикалық тексерістерден өтіп тұруы керек. Профилактикалық тексерістерді өткізген кезде тиісті түрде барлық қауіпсіздік құрылғыларының жұмыс істеп тұрғанына ерекше зейін салу керек.

4.1.2 Жұмыс орнын жасанды жарықтандыру. Жасанды жарық табиғи жарықтың жоқ немесе аз болған жағдайда қолданылады. Жасанды жарық көздері жоғары және төменгі қысымды газразрядты шамдар, жазық және тесікті сәулежолдар шамдары болып бөлінеді.

Еңбектің қолайлы шарттарын орнату үшін өндірістік жарық келесі талаптарға сәйкес болуы керек.

- жұмыс орнындағы жарық ҚР СНиП 2.04–05–2002 бойынша орындалатын жұмыстың сипаттамасына сәйкес болуы керек («Табиғи және жасанды жарық. Жалпы талаптары»);
- жарық жұмыс бетіне немесе айналасына мүмкіндігінше бірқалыпты

берілуі керек;

– кенет көлеңкелер болмауы керек;
– дұрыс жарық берілуі үшін жарық шамның керекті спектральді құрамын қамтамасыз етуі керек;
– жарық жүйесі басқа зиянды факторлардың (шу) қайнар көзі болмауы керек, онымен қоса электр және өртке қауіпсіз боуы керек.

Жасанды жарықтың түрлері: жұмыстық, авариялық, күзеттік.

Жұмыстық жарық – ғимарат іштерінде және жұмыстардың өндірістік жерлерінде нормаланған жарықтық талаптар беретін жарық.

Авариялық жарық қауіпсіздік және эвакуациялық жарық болып бөлінеді. Қауіпсіздік жарық жұмыстық жарықтың 5%–ын құрайды. Бұл жарық жұмыстық жарық өшіріліп, ол өз кезегінде өрт, жарылыс, адам улануына, т.с. секілді процестерге әкеле алған жағдайда қолданылады.

Эвакуациялық жарық нормативтік жарықтың авариялық өшуі кезінде адамдарды ғимараттан эвакуациялау үшін қолданылады. Ол адам өтуіне қауіпті жерлерде орнатылады. Ғимарат ішінде жарық 0,5 лк–ден және ғимараттан тыс 0,2 лк–ден аз болмауы керек.

Күзеттік жарық түнгі уақытта күзетіліп отыратын терриориялларға қойылады.

Жарықтың келесі жүйелері бар:

– жалпы жарық ғимаратты бірқалыпты жарықпен қамтамасыз ету үшін керек;
– жергілікті жарық – стационарлы және жылжымалы – тек қана жұмыстың орынды жарықтандыру үшін керек;
– комбинирленген жарық – жергілікті және жалпы жарықтардың қосындысы.

Тек қана жергілікті жарықты қолдануға тыйым салынады.

Жасанды жарықтың нормалануы ҚР–ның СНиП 2.04–05–2002 бойынша жүргізіледі («табиғи және жасанды жарық. Жалпы талаптар»). Жұмыс орнындағы жарық жасалынатын жұмыстың шартына, жарық көзінің түріне және жарық жүйесіне байланысты нормаланады.

Көрермендік жұмыстың шарттары келесі параметрлермен анықталады:

– ажыратылатын объект өлшемі – жұмыс орындау кезінде көрсетіліп қойылатын ең кіші өлшем;
– фон – ажыратылатын объекттің беті шағылу коэффицентімен (р) сипатталады. Бұл коэффициент беттің түсіне және фоктурасына байланысты, егер $p>0,4$ болса, фон жарық, $0,2<p<0,4$ орташа, $p<0,2$ қаранғы фон болып саналады;
– объекттің фонмен контрасты (К) – фонның және объекттің шағылу коэффициенттерінің айырмасының фонның шағылу коэффициентіне қатынасы, $К<0,2$, контраст кішкентай, $0,2<К<0,5$ орташа, $К>0,5$ болса контраст үлкен болып саналады.

Көрермендік жұмыстың шарты фонның жарықтығын үлкейткен кезде жақсарады. Оны ғимараттың және өндірістік құрылғының беттерінің шағылу

коэффициентін үлкейткен кезде алуға болады.

Жарықтылықтың абсолютті шамасынан басқа, жарықтың сапалы сипаттамалары номирленеді: соқырлықтың көрсеткіші және жарықтылықтың пульсациясының коэффициенті.

Жасанды жарықтың есептелуі келесі тапсырмаларды орындауға негізделген: жарықтық жүйесін, жарық қайнар көзінің түрін, жарықтандырғыштардың орналасуын тандау, жарықтехникалық есептеуді орындау және жарықтандырғыш қондырғының қуатын анықтау.

Жарықтехникалық есептеу былай орындалады:

- қолдану коэффициенті әдісі арқылы;
- нүктелік әдіс арқылы;
- меншікті қуат әдісі арқылы.

Өнеркәсіптегі жарықтандыру адамның көру жұмыс әрекетіне, физикалық және моралді жағдайына, яғни жұмыс өнімділігіне, сапасына және өнеркәсіптік жарақаттануға үлкен әсерін тигізеді.

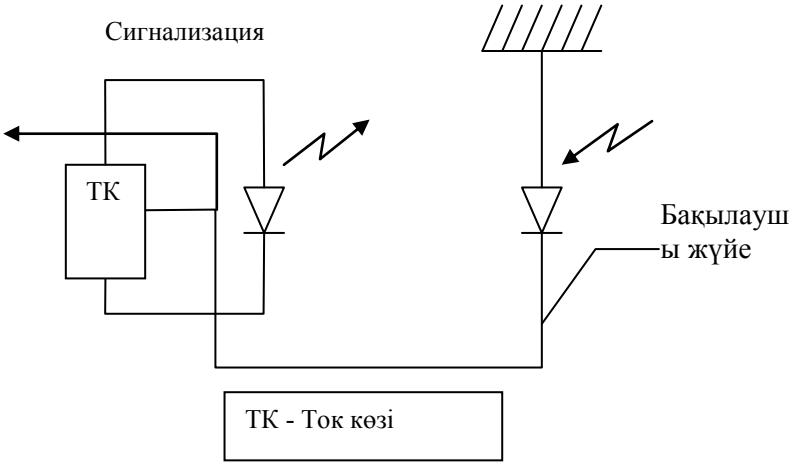
Сызықты – аппарат цехына ең қолайлысы ЛД типті люминесцентті шам болып табылады. Аспалы төбеде АОД шамдары (люминесцентті шамдары мен екі шамды ЛБ–40) орналасқан. Еңбек етудің қолайлы жағдайын жасау үшін өнеркәсіп бөлмелері келесі талаптарға сай жасалынады:

Қабырға мен төбеден жарық ағынының шағылу коэффициенті:

$p_к$ =50%, $p_т$ = 70%. Люминесцентті шамдарды 2,5–4 м биіктікте орнату ұсынылады. Төбеге бекітілетін шамдар шаңдануды аздату үшін төбеден 50 мм–ден аспай ілінеді. Шам қалпақшалары өткізу коэффициенті 0,7–ден кем болмайтын сәуле шағылыстырушы материалдан жасалады. Жалпы жарықтандыру кезінде еңбектің осы категориясы үшін ең аз жарықтандыру E_{min} = 300 лк. Жарықтандырудың лүпілдеу коэффициенті 15 % астам емес.

Принтер және басып шығару құрылғылары орнатылған бөлмеде үнемі адамдар болғандықтан табиғи жарықтандыру орнатылған. Ол жанама (қабырға терезелері), жоғарғы (шамдар) немесе аралас (жоғарғы және жанама) болып бөлінеді. Ауа райына (жауын, қар, тұман және т.б.), тәулік мезетіне және мекеменің орналасуына байланысты жобаланып отырған бөлмеде табиғи жарықтандыру жеткіліксіз. Техникалық шарт бойынша жарық ағымының берілген мәні 500 лк. Жарықтандыру коэффициентінің нормалық мәні жоғарыда айтылған талаптар бойынша жеткіліксіз, сондықтан бөлмені жасанды жарықтандырумен толықтыруға тура келеді. Жарықтандыру аспаптарын бөлмеге орналастыру кезінде келесі негізгі шарттарды есепке алу керек: нормаланатын жарықтандыруды ең тиімді жолмен құру (газразрядты шамдарды қолдану); жарықтандыру сапасына қойылған талаптарды ұстау; қызмет етуге қауіпсіз және ыңғайлы жол; топтық желінің ең аз ара–қашықтығы мен пайдалану ыңғайлығы; беріктетудің сенімділігі.

4.2 Өміртіршілік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің техникалық шешуі



4.2 – сурет. Лазердің қысқартылған схемасы.

Есептеуге қажетті бастапқы шарттар 4.1 – кестеде келтірілген.

4.1 – к е с т е Есептеуге қажетті бастапқы шарттар

Параметрлер	Мәндер
Толқын ұзындығы, $\lambda*10^{-6}$, м.	1,55
Бақылау нүктесінен жарықтану бтіне дейінгі қашықтық, R, м.	0,5
Бақылау бағыты мен беттік нормаль арасындағы бұрыш, Q	45^0
Көздің қасаң қабығындағы фондық жарықтылық, $Ф_р$, лк	100
Сәуле шығару көзінің диаметрі, $d*10^{-2}$, м	0,02
Лазердің максималды шығыс қуаты, P, Вт	$4*10^{-3}$

4.2–кестеде лаздердің есептеуге қажетті қысқаша сипаттамасы келтірілген.

4.2 – к е с т е . Лазердің қысқаша сипаттамасы

Параметрлері	Мәндері
Толқын ұзындығы, $*10^{-6}$ м.	1,55
Сәуле шығару қуаты, $*10^{-3}$ Вт	2 – 4
Активті элементтің ұзақтығы, сағ.	10^6
Жұмыс температурасының интервалы, C^0.	+5 – +55
Габариттік өлшемдері, мм.	60x10x10
Пайдаланатын қуаты, мВт	2

Сәуле шығару көзінің бұрыштық өлшемі мына формуламаен анықталады:

$$L = d*cosQ/R, \quad (4.1)$$

мұндағы d – сәуле шығару көзінің диаметрі;
Q – Бақылау бағыты мен беттік нормаль арасындағы бұрыш;
R – Бақылау нүктесінет жарықтану бетіне дейінгі қашықтық;

$L = 0{,}02*10^{-2}*\cos(45^0/0{,}5) = 2{,}8*10^{-4}$.

Біріншілік биологиялық әсерге лазерлік сәуле шығарудың энергетикалық тығыздығы немесе энергетикалық экспозиция:

$$H_n = H_1*K_1, \quad (4.2)$$

мұндағы H_1 – көз қарашығының максималды диаметрінің сәуле шығару көзініңбұрыштық өлшеміне байланысты көз деңгейіндегі энергетикалық экспозиция (H_1 = 52 Дж/м^2);
K_1 – толқын ұзындығына және қарашық диаметрінің түзету коэффициенті (K_1 = 2,2).

$H_n = 52*2{,}2 = 114{,}4$ Дж/м^2

Екіншілік биологиялық әсері үшін лазерлік сәуле шығарудың таралуы, айналық шағылысуы, энергия тығыздығы немесе энергетикалық экспозициясы:

$$H_в = 0{,}1*H_2*Ф_р \quad (4.3)$$

мұндағы H_2 – қарашық димаетрі мен толқын ұзындығына баиланысты көз қасаң қабығының энергетикалық экспозициясы (H_2 = 700 Дж/м^2);
$Ф_р$ – көздің қасаң қабығындағы фондық жарықтылық.

$H_в = 0{,}1*700*100 = 7000$ Дж/м^2

Энергия шығарудың мәне:

$$E_c = P*K \quad (4.4)$$

мұндағы К – шоқ диаметрін ескеретін коэффициент (К = 0,2);
Р – лазердін максималды шығыс қуаты.

$E_c = 4x10^{-3}*0{,}2 = 8*10^{-4}$ Вт

Берілген лазер біріншілік әсері бойынша 2 – класс, ал екіншілі бойынша 3

– класс қауіптілік классына сәйкес келеді.

Оператордың жұмыс істеуіне болатын қашықтық (осыған орай оператордың әдейі еңбек киімі тығыз тігілген ақ комбинизоннан тұрады).

$$r = (P*\rho*t/(E_o*\varphi))^{1/2} \quad (4.5)$$

мұндағы ρ – шағылу коэффициенті (ρ = 0,5);
t – кезектің ұзақтығы (t = 28800 с);
φ – сәуле шығарудың денелік бұрышы ($\varphi = 2^0$);
E_o – сәулеленудің мкасималды энергиясы;

Сәулеленудің максималды энергиясы келесі формуламен анықталады:

$$E_o = H/\tau^m \quad (4.6)$$

мұндағы τ – ақ матаның өткізу коэффициенті (τ = 0,1);
m – мата қабатының саны (m =1).

Онда (5.6) формуласы бойынша сәулелену энергиясын табамыз:
а) біріншілік биологиялық әсер үшін:

$E_{оп} = 114{,}4/0{,}1^1 = 1144$ Дж/м^2

б) екіншілік биологиялық әсер үшін:

$E_{ов} = 7000/0{,}1^1 = 70000$ Дж/м^2

Рұқсат етілген ара қашықтык формула бойынша табылады:
а) біріншілік биологиялық әсер үшін:

$r_п = (4*10^{-3}*0{,}5*28800/(1144*2))^{1/2} = 0{,}16$ м

б) екіншілік биологиялық әсер үшін:

$r_в = (4*10^{-3}*0{,}5*28800/(70000*2))^{1/2} = 0{,}02$ м

Қорытынды: жоғарыда есептелген есептеулерді тұжырымдай келе сәулеленудің энергия шашыратуы 1144Дж/м^2 және 70000Дж/м^2 барлық санитарлық мөлшерлерге сай келеді. Операторлардың жұмыс істеуіне 0,16м және 0,02м ара қашықтық рұқсат етілген мөлшерден аспайды.

4.2.2 Жасанды жарықтануды есептеу. Берілген мәліметтер:
Көру жұмысының разряды – 4;
Бөлменің өлшемдері – 6х12х3;
Көру жұмысының 4 разряды бойынша шағылу коэффициенті:
төбе $\rho_{тобе}$ = 70%;

қабырға $\rho_{каб}$ = 50%;

еден $\rho_{еден}$ = 30%.

Нормаланатын жарықтандыру – 200 лк.

4.3 – к е с т е .төмен қысымдағы газоразрядтық шамдардың техникалық сипаттамалары

Номиналды қуат, Вт	Номиналды жарықтық ағын, лм. шам түрімен					Шам өлшемі, мм.	
	ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛТБ	ЛБ	Диаметр	Қадауыштармен ұзындығы
15	500	590	675	700	760	27	451,6
20	820	920	935	975	1060	40	604,0
30	1450	1640	1720	1720	2100	27	908,8
40	2100	2340	3000	3000	3120	40	1213,6
65	3050	3570	3820	3980	4650	40	1514,2
80	3740	4070	4440	4440	5220	40	1514,2

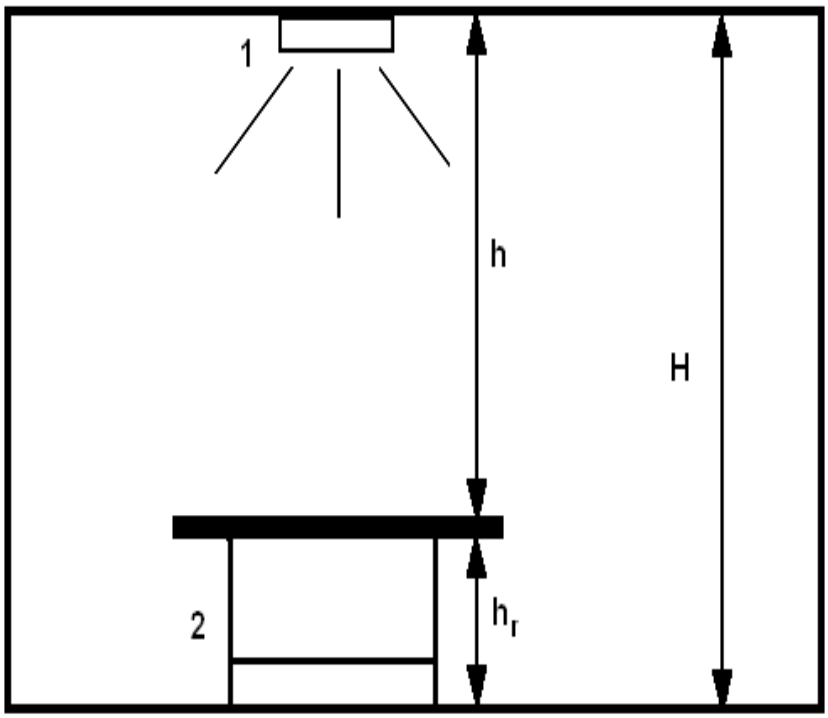
4.4 – к е с т е . Өнеркәсіп бөлмелерінің $\rho_{төбе.}$ және $\rho_{қаб.}$ мәндері

Төбе күйі	$Р_{төбе.}$ %	Қабырға күйі	$Р_{каб.}$ %
Жаңа ақталған	70	Терезелі жаңа ақталған, ақ перделермен жабылған	70
Дымқыл бөлмеде ақталған	50	Терезелі жаңа ақталған, перделерсіз	50
Таза бетонды	50	Терезелі бетонды	30
Ашық ағаш (боялған)	50	Сыланбаған кірпішті	10
Кір бетонды	30	Кір	10
Кір	10		

Жұмыс бөлмесінің сұлбасы 4.3 – суретте келтірілген.

1– люминесценттік шамдармен (ЛТБ), қуаты 40 Вт және жарық ағыны $Ф_л$ = 3000 лм, диаметрі 40 мм және қадауыштармен қоса ұзындығы 1213.6 мм.

2 – жұмыс бетке келетін үстел биіктігі $h_r = 0.8$ м.



4.3 – сурет. Жұмыс бөлмесінің сұлбасы

Шамдар арасындағы керекті ара–қашықтықты анықтаймыз:

$$L = \lambda \times h \tag{4.7}$$

мұндағы $\lambda = 1.2 \div 1.4$

Жарықтанатын беттен шамдарға дейінгі биіктік:

$$h = H - h_P = 3 - 0.8 = 2.2 \text{ м}$$

Осы мәліметтерге сай шамдар арасындағы қашықтықты табамыз:

$$L = \lambda \times h = 2.2 \times 1.35 = 2.97 \approx 3.0 \text{ м}$$

Бөлме индексін келесі формуламен анықтаймыз:

$$I = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{6 \times 12}{2.2 \times (6 + 12)} = 3.56$$

Қабырғадан 1 метр қашықтықта 2 шамдар қатарын қабылдаймыз, қатар арасы 3 метр. Қолдану коэффициентін 4.3 – кестеден табамыз: $\eta = 74\%$.

4.5 – к е с т е . Люминисценттік шамдары бар шам үшін жарық ағынының қолдану коэффициент мәндері

Шам үлгісі	Шағылу коэф. %			Бөлме индексі кезіндегі қолдану коэффициенті, %										
				0,5	0,7	0,9	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I топ	70	50	30	28	38	46	49	55	60	65	70	73	77	80
	50	30	10	21	30	37	40	45	49	55	58	61	64	67
	30	10	10	18	26	32	35	40	45	51	55	58	61	65
II топ	70	50	30	30	38	47	50	56	61	68	73	76	80	84
	50	30	10	20	39	36	39	44	48	54	58	60	64	67
	30	10	10	16	24	30	33	38	42	48	52	55	59	62
III топ	70	50	30	26	37	45	48	53	57	63	67	70	73	77
	50	30	10	30	29	36	38	43	48	53	56	58	61	64
	30	10	10	17	26	32	35	39	44	49	53	55	59	62
ЛОУ–2х40–1001	70	50	30	28	36	43	46	51	55	60	65	67	70	74
	50	30	10	19	28	34	36	41	45	49	52	54	57	59
	30	10	10	17	24	29	32	36	40	44	48	50	53	56

Кестеде келтірілгендей жарық көзі ретінде 40 Вт қуатты екі шамға есептелген ЛСП–02 аламыз, диаметрі 40 мм, қадауыштармен қоса ұзындығы 1213,6 мм:

Шамдар санын келесі формуламен есептейміз:

$$N = \frac{E \times K_З \times S \times z}{n \times \Phi_Л \times \eta} \tag{4.8}$$

мұндағы S – бөлме ауданы, $S = 72м^2$;

$K_З$ – қор коэффициенті, $K_З = 1{,}5$;

E – берілген минималды жарықтандыру, $E = 200лк$;

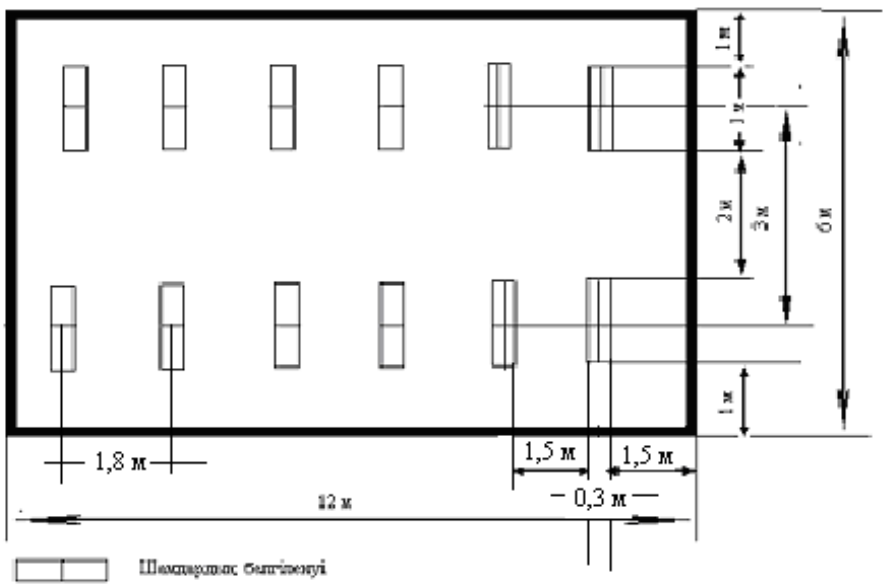
Z – жарықтандырудың бірқалыпсыз коэффициенті,Z=1,1÷1,2;

n – светильниктегі шам саны, $n = 1$;

$\Phi_Л$ – таңдалған шамның жарықтық ағыны, $\Phi_Л = 3000лм$;

η – қолдану коэффициенті, $\eta = 0{,}74$.

$$N = \frac{200 \times 1{,}5 \times 72 \times 1{,}15}{1 \times 3000 \times 0{,}74} = \frac{24840}{2220} \approx 12 \text{ шам}$$



4.4 – сурет. Жұмыс бөлмедегі шамдардың орналасуы

Нүктелік әдіс бойынша дөңгелек симметриялық нүктелік сәуле шығарғыштарда, шамдардың сәулелік ағыны әр жарықтандырғышта 1000 лм болып алынады. Осындай шаммен жасалған жарықтандыруды шартты деп атайды.

Шартты жарықтандырудың шамалары шамның жарық таратуы мен геометриялық өлшемдеріне байланысты болады: нүктенің шам жарықтандырып тұрған проекциясына дейінгі ара–қашықтығы және жарықтандырылатын беттің деңгейінен шамның орналасу биіктігі. Алынған жарық ағыны бойынша шам таңдалынады.

А бақылау нүктесін белгілейміз. А нүктесінен шамға дейінгі ара қашықтығын және осы шаммен А нүктесінің жарықтылығын есептейміз. Жарықшамның қажетті жарық ағыны талап етілетін мәнімен –10% немесе +20% ауытқуы рұқсат етіледі. Есептеуді тексеруді нүктелік әдіспен жүргіземіз. Бұл жағдайда жарықтандырғыштардың сызықтық өлшемдрі 1213,6 мм және орналасу биіктігі 0,5 м асады. Бұл жағдайда олар жарықтандырғыш сызықтар ретінде қарастырылады.

Шамдар арасындағы керекті ара–қашықтықты анықтаймыз:

$$L = \lambda \times h \tag{4.9}$$

мұндағы $\lambda = 1.2 \div 1.4$

Жарықтанатын беттен шамдарға дейінгі биіктік:

$h = H - h_P = 3 - 0.8 = 2.2$ м

Осы мәліметтерге сай шамдар арасындағы қашықтықты табамыз:

$L = \lambda \times h = 2.2 \times 1.35 = 2.97 \approx 3.0$ м

Шартты тексереміз:

$$\text{Ег} \geq \text{Енорм}\, E_Г = \Phi \cdot \mu \cdot \frac{\sum_{i=1}^{m} e_Г}{1000 * K_з} \qquad (4.10)$$

Орталық нүкте мен d1 шам арасындағы арақашықтық:

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{1,8}{2}\right)^2 + \left(\frac{3}{2}\right)^2} = 1,7\, м$$

$$tg\alpha_1 = \frac{d}{h1} = \frac{1,7}{2} = 0,9$$

Онда кесте бойынша

$e_{Г1} = 20$ л.к.=40 л.к

$L_{Г2}$ есептейміз:

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{1,8}{2} + 1,8\right)^2 + \left(\frac{3}{2}\right)^2} = 3,09\, м$$

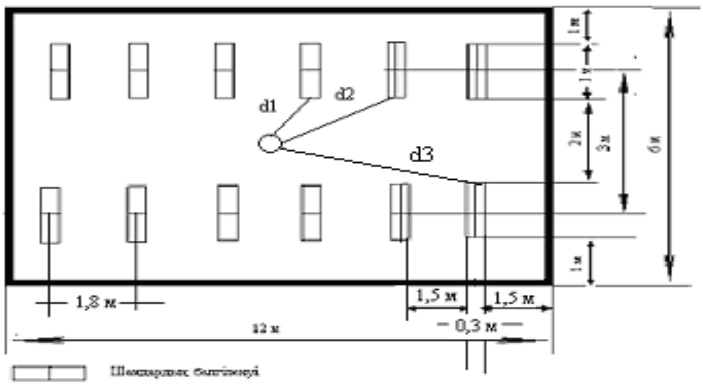
$$tg\alpha_2 = \frac{3,09}{2} = 1,5$$

$e_{Г2} = 4$ л.к., яғни $e_{\sum Г2} = e_{Г2} \times 2 = 4 \cdot 2 = 8$

$L_{Г3}$ есептейміз:

$$d_3 = \sqrt{(2)^2 + (1,5 + 1,8)^2} = 3,9\, м$$

$e_{Г3} = 3$ л.к.. $e_{\sum Г3} = e_{Г3} \times 2 = 3 \cdot 2 = 6\, л.к$



4.5 – сурет. Залдағы шамдардың орналасуы

Изолюкс қисықтары координаттық жүйеде тұрғызылған:

$$(P^1 - L^1) \tag{4.11}$$

$$P^1 = \frac{P}{h} \tag{4.12}$$

$$L^1 = \frac{L}{h} \tag{4.13}$$

мұндағы L – жарықтандырғыш сызықтардың жалпы ұзындығы;
P = 1,5; h = 2,4; L = 9,75.
Сонда мәндерді өрнекке қоя отырып:

$$P^1 = \frac{P}{h} = \frac{1,5}{2,4} = 0,63$$

$$L^1 = \frac{L}{h} = \frac{9,75}{2,4} = 4$$

Берілген нүктеде қажетті жарықтылықты E_H қамтамасыз ету үшін Ф меншікті жарық ағыны болу керек. Әр жарықшамның жарық ағыны келесі формуламен анықталады:

$$\Phi = \frac{1000 \times E_H \times K_З}{\mu \times \sum E_У} \tag{4.14}$$

мұндағы μ – жарықтарды құраушылардың шағылуы мен алшақтатылған жарықшам әсерін ескеретін коэффицент және ол 1.1 – 1.2 құрайды;

$\sum E_y$ – бақылау нүктесіндегі шартты жарықтандыру қосындысы ($\sum E_y$ ең аз мәнде болатын нүктелер таңдалады).

$\sum E_y$ = 40 × 2 = = 80;

Еу – кеңістіктік изолюкс графигінен анықталады, Еу = 40.
Сонда мәндерді өрнекке қоя отырып, келесі мәнді аламыз:

$$\Phi = \frac{1000 \times E_H \times K_З}{\mu \times \sum E_y} = \frac{1000 \times 200 \times 1{,}5}{1{,}2 \times 80} = 3125 \text{ лм}$$

Жарықшамның қажетті жарық ағыны талап етілетін мәнімен –10% немесе +20% ауытқуы рұқсат етілетіндіктен, жүргізілген есептеулер дұрыс деп қорытындылауға болады.Есептеу барысында құрылғы орнатылған бөлмеде жасанды жарықтандыру жүргізілді. Шамдардың саны анықталып, орнатылды. Шамдар саны – 12. Бөлме ұзындығы 12 м, ені 6 м болғандықтан төрт шамнан үш қатар орналастырамыз, ұзындығы бойынша шамдардың арасындағы арақашықтық Z=1,7 м, дуал мен шам арасындағы қашықтық 1,5 м, ал ені бойынша шамдардың арасындағы арақашықтық Z=3 м, дуал мен шам арасындағы қашықтық 1 м. Жасалған есептеулер нәтижесінде СНиП және ГОСТ стандарттарынасәйкес келед. Жұмыс бетінің керекті жарықтандыруы жасалды.Нормаланған жарықтандыруға сай жарық көзінің үлгісі жарық ағынымен таңдалды. Жарық көздерінің орналасуы есептеліп сұлбада көрсетілген.

4.3 Өрт қауіпсіздігі

Өрт сөндіру қауіпісіздігі жағынан жұмыс орны "Д" сыныбына жатады. Өрт сөндіру қауіпсіздігінің типтік ережелеріне сәйкес әкімшілік ғимараттар мен бөлек орналасқан бөлмелер және технологиялық құрылғылар алғашқы өрт сөндіру құрылғыларының нормативтеріне сәйкес қамтамасызданды–рылады.

Мекемедегі пайда болған өртті сөндіретін өрт сөндіру құрылғыларына: өрт стволдары, ішкі өрт супроводтары, өрт сөндіргіштер, құрғақ құм, асбесттік жамылғылар және т.б. жатады.

Жетысу мемлекеттік университетінде өрт сөндіру крандары коридорларда, баспалдақ алаңшаларында және кіреберістерде орналасқан. Өрт сөндіру крандары еденнен 1,35 метр биіктікте, қолдануға қолайлы және қауіпсіз жерлерде орналасқан. Өрт сөндіру крандары диаметрі 50 мм және ұзындығы 10–20 метр қолғабымен қамтамасыз етілген.

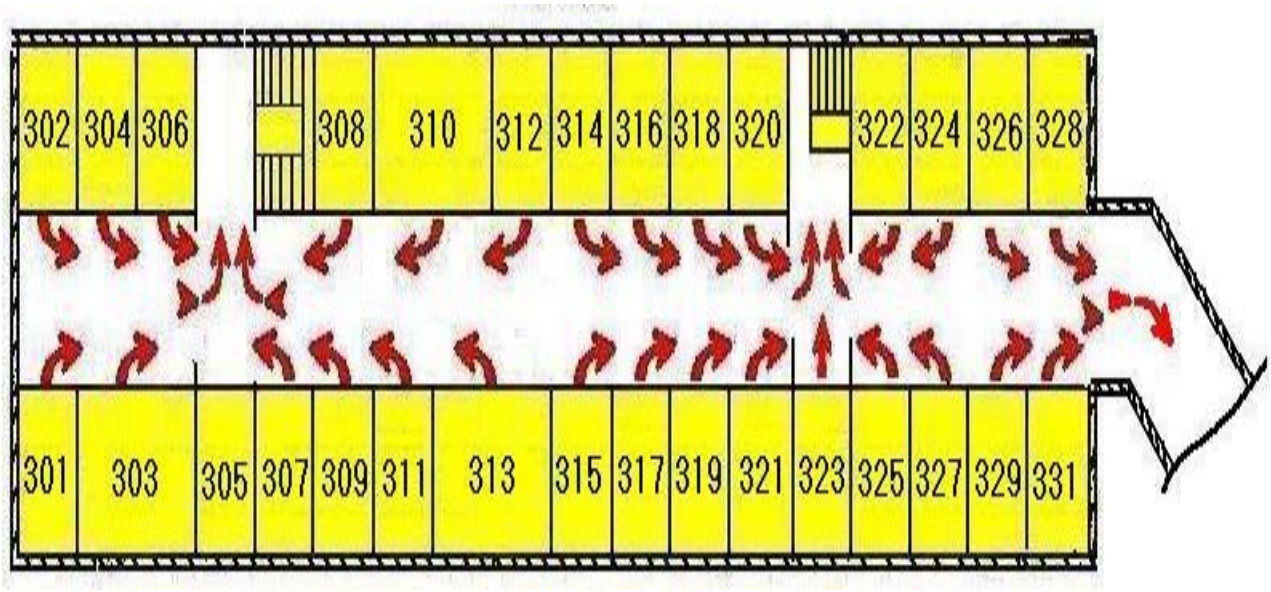
Компьютерлік сыныптарда қымбат электронды жабдықтардың бұзылуын немесе толық жұмыстан шығуын болдырмау үшін судын қолданылуы өте сирек болып табылады. Бұл жағдайда өртті сөндіруге кететін судың мөлшері минималды болу керек, ал ЭЕМ және телекоммуникационды жабдықтарды брезентпен немесе жамылғымен қаптап, судан қорғау керек.

Компьтерлік сыныптарда негізгі қолданылатыны көмірқышқыл өрт сөндіргіштері. Оладың артықшылықтары өрт сөндірудің жоғарғы тиімділігі, электронды жабдықтың сақталуы, көмірқышқыл газының диэлектрлік қасиеттері болып табылады, бұл осы өрт сөндіргіштерді электр құғыларды тоқсыздандырылуы бірден іске аспаған жағдайда да қолдануға мүмкіндік береді.

4.6 – сурет. Өрт түтінаулағыштары, шашыратқыш құрылғылар және газ баллондары модулдері

Мекемеде автоматты өрт сигнализация (АӨС) жүйесі бар, ол өрт басталуының бастапқы сатыларын анықтап, нақты және тез арада өрт сақтау қызметіне хабарлайды. Өрт қауіпсіздігі ережелеріне сәйкес компьтерлік сыныптар түтіндік өрт хабарлаушыларымен жабдықталған.

Эвакуациялық жолдарына өту жолдары, коридорлар, фойе және сыртқа шығу жолы бар баспалдақтар жатады. Университет ішіндегі эвакуациялық жолдар өрт қауіпсіздігі ережелеріне сай. Эвакуациялық жолдарда орналасқан есіктер мекемеден шығу бағытына қарай ашылады, эвакуациялық жолдардағы есіктер ені 1,6 м тең, ал есіктер биіктігі 2,3 м кем емес, адамдар эвакуациясы сұлбалары дұрыстап қарастырылып, көрінетін жерлерде ілінген.



4.7 – Сурет. Адамдарды эвакуациялау жоспары өрттің пайда болу жағдайында

Бұл бөлімде еңбек шарттарының талдауы өткізілген болатын, жарықтандырудың сұрақтары қарастырылған, желдету және өрт сөндіру қауіпсіздігі. Табиғи және жасанды жарықтандырудың есеп–қисабы жүргізілді, сонымен қатар ауа тазарту жүйелері.

4.4 Қоршаған ортаны қорғау және экология

Халықаралық Аралды құтқару қорына 2008 жылдың желтоқсанында өткен БҰҰ–ның Бас ассамблеясының 63–сессиясында бақылаушы статусын беру туралы резолюция қабылданды. Еліміздің ЕҚЫҰ–на төрағалығы бұл ұйыммен ынтымақтастық қарым–қатынастың күшеюіне игі ықпал етті.Мәжілістің негізгі баяндамаларының бірі Арал теңізінің қазақстандық бөлігінің қазіргі ахуалы мен Қызылорда облысының әлеуметтік–экономикалық дамуы туралы болды. Бұл жайында облыстық табиғи ресурстар және табиғат пайдалануды реттеу басқармасының бастығы Ибрагим Әбибуллаев айтып берді. Арал теңізінің тартылуы, Сырдария өзенінің ластануы Арал өңіріндегі қоршаған ортаның ластануына, табиғи–климаттық, санитарлық–эпидемиологиялық ахуалдың нашарлауына әкеп соқты. Егер дер кезінде шаралар қолданылмай, Арал одан әрі тұздана түссе, теңіздің жер бетінен жойылуы мүмкін еді. Соңғы жылдардағы судың молдығы мен Аралдың солтүстік бөлігін сақтап қалуға жасалған қадам өзінің жемісін берді. Ғалымдардың зерттеулеріне қарағанда теңіз суының деңгейі 1961 жылдан төмендей бастаған. Бұдан 4,2 млн. гектар аумақ (оның 2 млн. гектары Қазақстан жағында) құрғап кетті. Соның салдарынан климат нашарлап, өзендер құрғады,

алқаптар тұзданып, мал жайылымдары құнарынан айырылды. Құрғақшылықтың теріс әсерлерінің алдын алуда фитомелиоративтік жұмыстардың маңызы зор. Соңғы 10–15 жылдың тәжірибесі теңіздің құрғаған табанына сексеуіл мен сарсазан егу арқылы тұз бен тозаңның жайылуына тосқауыл қоюға болатынын дәлелдеп берді. Бұл жұмыстар өткен ғасырдың 80–жылдары Қазақ орман шаруашылығы ҒЗИ–ның бағыт берумен басталып, 1993 жылға дейін жүзеге асты. Осы аралықта облыстың орман шаруашылығы қызметкерлерінің күшімен 54 мың гектар жерге сексеуіл мен сарсазан егілді. Орман мелиоративтік жұмыстары микроклиматтың жақсаруына әсер етіп, топырақтың эрозияға ұшырауына айтарлықтай кедергі келтірді. Бір өкініштісі, қаржының бөлінбеуіне байланысты бұл жұмыстар 2001 жылға дейін тоқтап қалды. Қаржылық мәселелер шешілген 2001 жылдан бері жыл сайын 2500 гектар жерге сексеуіл отырғызу басталды. Осы мақсатқа облыстық бюджеттен 9–10 млн. теңге бөлініп келеді. Оған қоса, 2007 жылдан бері Қазақстан Республикасы мен Халықаралық Қайта құру және даму Банкімен бірге «Республика ормандарын сақтау және орманды аумақтарды көбейту» жобасын жүзеге асыра бастады. Бұл жобаның стратегиялық бағыттарының бірі Аралдың кепкен табанын орманға айналдыру және мал жайылымдарын қалпына келтірумен астасып жатты. Осы ретте 79000 гектар алқапқа сексеуіл отырғызу жоспарланды. 2008–2009 жылдары көктемде 5500 гектарға, 2012 жылы 6600 гектарға сексеуіл көшеттері отырғызылды. Бүгінгі күні 70,9 мың гектар аумаққа сексеуіл мен сарсазан егілген. Бұл Аралдың кепкен табанының бар болғаны 0,04 пайызын құрайды. Орманды зиянкестер мен аурудан қорғау мәселесінің де маңызы зор. 2010 жылғы 1 қаңтардағы мәлімет бойынша облыста мемлекеттік орман қоры мен ерекше қорғалған табиғи аумақтар 6,5 млн. гектарды құрайды. Еліміздің сексеуіл қорының жартысына жуығы, яғни 2,5 млн. гектардан астамы Сыр өңірінде өседі. Бірақ бүгінде сексеуіл ормандары зиянкестердің кесірін тартып келеді. Залалданған аумақ жыл сайын ұлғайып барады. Сондықтан облыстың орман қоры жан–жақты зерттеуді қажет етеді.Хабарламашы одан әрі «Сырдария өзенінің арнасын реттеу және Аралдың солтүстік бөлігін сақтап қалу» жобасының 1–кезеңі іске асқан соң солтүстік Аралдың деңгейі 42 метрге жеткенін айтты. Су айдынының аумағы 2606 шаршы шақырымнан 3156,6 шаршы шақырымға жетті. Балық аулау көрсеткіші 0,4 тоннадан 3 мың тоннаға дейін өсті. Жоғалып кеткен 13 балықтың түрі қайта пайда болды. Теңіз Арал қаласынан 120 шақырымға қашықтап кеткен болса, қазір 70 шақырымға жақындады. Жобаны жүзеге асыру барысында 2 мыңнан астам адам жұмыспен қамтылды. Соңғы үш жылда жұқпалы аурулар тіркелген жоқ. Ана мен бала өлімі едәуір азайды.Елбасы 2005 жылдың сәуірінде САРАТС–1 жобасының нысандарын аралап көріп, бұл нысандардың жергілікті халық үшін маңыздылығын ерекше атап өтті. Жобаның 2–кезеңін іске асыру Қазақстандағы басым бағытты бағдарламалар қатарына енді.Дөңгелек үстел басындағы мәжілісте ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігі Су ресурстары комитетінің САРАТС жобасы бойынша үйлестірушісі Серік Смайылов «Сырдария өзенінің арнасын реттеу және Аралдың солтүстік бөлігін сақтап қалу» жобасы 1–

кезеңінің қорытындыларымен егжей–тегжейлі таныстырды. САРАТС жобасы 2002 жылдан жүзеге аса бастады. Ол үшін Дүниежүзілік Банктен 64,5 млн. АҚШ доллары, республикалық бюджеттен 21,29 млн. АҚШ доллары бөлінді. Жобаның жалпы құны 85,79 млн. долларды құрады. Нәтижесінде Көкарал бөгеті, Әйтек су торабы, Сырдария өзеніне қорғаныс дамбалары салынып, Ақсу ауылы тұсындағы өзен арнасы түзетілді. Қызылорда, Қазалы тоспалары, Шардара және Арнасай бөгеттері күрделі жөндеуден өтті. Бұл нысандардың құрылысы Елбасының тікелей бақылауында болды. Дегенмен, Ақлақ су тоспасын салып жатқан ресейлік «Зарубежводстрой» мекемесі құрылысты аяқтамай отыр. Бұл Арал өңірі халқының балықшылық кәсібіне кедергі келтіруде. Одан әрі хабарламашы САРАТС–2 жобасына енгізілген нысандар құрылысы туралы айтты.Арал теңізінің солтүстік бөлігін сақтап қалу үшін Көкарал бөгеті салынды. Соның нәтижесінде теңіз деңгейі біршама көтеріліп, экологиялық ахуалдың жақсара түсуіне ықпал жасалды. Сондай–ақ тоспалар салынып, ежелгі көлдердің де өз қалпына қайта келуіне жол ашылды.GTZ бағдарламасының аймақтық кеңесшісі Александр Николаенко мен Оңтүстік Қазақстан гидрогеология–мелиоративтік экспедициясы жетекшісінің орынбасары Карл Анзельм әлем назарын аударған Арал теңізін қорғап қалу жөнінде осы кезең аралығына дейін дәйекті жұмыстардың жүргізілгендігін атады. Өз сөздерінде олар сор басқан аймақтардың санын азайту мақсатында сексеуіл көшеттерінің отырғызылғанын және бұл үрдіс алдағы уақытта да өз жалғасын табуы тиістігін қадап айтты.Бұл тақырыпты тарқата айтар болсақ, 1991–1993 жылдар аралығында 54 мың гектар аймаққа сексеуіл егілген. Соның басым бөлігі Қасқақұлан өңіріне отырғызылған. Мамандар пікіріне сүйенсек, осы көшет түрі шаң–тозаңды болдырмауға тікелей әсер етеді екен. Сондықтан дөңгелек үстел басында бұл мәселеге айрықша назар аударылды. Сол себепті егілген Сексеуіл көшеттерін көздің қарашығындай сақтауымыз тиіс. Барлық елді мекендерде аталмыш істі қолға алу ісі жедел жүзеге асуы қажет.Жиында мамандар Арал теңізінің кемеріне келуі үшін 5 млрд. текше метрден астам су қажеттігін айтты. Сондай–ақ олар Сыр бойындағы кейбір көлдерді бір жүйеге түсіру қажеттігіне баса назар аударды. Халықаралық Аралды құтқару қоры ғасыр жобасының бірінші кезеңінде 62,911 млн. теңгені құрайтын 36 жоба әзірлесе, ал екінші кезеңіне 11 жоба ұсынған. Осы жобалардың дерлігі ауданның әлеуметтік–экономикалық ахуалын жақсартуға бағытталған. Елбасының тікелей бастамасымен Арал теңізін құтқарып қалуға дәйекті де батыл қадам жасалып, ол бойынша бүгінде іргелі істер жүзеге асырылуда.

5 Техника–экономикалық негіз

5.1 Жұмыстың мақсаты

Қазіргі кезде Қазақстан Республикасындағы магистралды байланыс желісі бойынша ақпаратты тарату сапасын арттыруды қажет етеді. Ең негізгі себеп, магистралды және аумақтық байланыс желілерінде пайдаланылатын, құрылғы бөлшектерінің физикалық және моральды тозуы болып табылады. Осы мәселенің шешімі, ақпаратты тарату үшін жаңа технологияларды және қазіргі заманға сәйкес әлемдік стандарттарға жауап беретін құрылғыларға көшу болып саналады.

Қазіргі таңда АҚ «Қазақтелеком» – Қазақстандағы телекоммуникация саласының негізі болып табылатын ұлттық байланыс операторы, республиканың барлық аймақтарында байланыс қызметін көрсетеді.

АҚ «Қазақтелеком» Қазақстан интеграциясын әлемдік ақпараттық кеңістікте жылдамдата алатын байланысты,ақпараттануды,және теледидарды қосатын мемлекеттің бірегей ақпараттық инфрақұрылымын құру ең негізгі мақсаты болып табылады. АҚ «Қазақтелеком» Ұлттық Ақпараттық Супермагистральдың (ҰАСМ) қызмет көрсетуші ұйым және құраушысы болып саналады. ҰАСМ модернизация бағыттарына DWDM технологиясын қолданумен, жеткізу қабілеттілігінің артуы жатады. Оның жұмысы бірнеше кезеңдер бойынша жүргізілуі мүмкін, ең бірінші, каналдар санының артуын талап ететін ҰАСМ–нің жеке аймақтары бойынша жүргізіледі.Осындай аймақтарының бірі болатыны Астана–Қызылорда арақашықтығы.

Капиталды салым–134000 мың тг; Эксплуатациялық шығын–37939,2972 мың тг; Таза пайда –109807,5622 мың тг; Ақтау мерзімі –1,3 жыл.

5.2 Жұмыстың орындалу бағдарламасы

DWDM құрылғысы, Huawei компаниясының OptiX BWS 1600G жүйесі. Бұл жүйе мәліметтерді таратудың максималды жылдамдығы 1,6 Тбит/с болатын, бір оптикалық талшықтың ішінде 160 толқын ұзындығы бойынша таратуды қамтамасыз ете алады.

Бұл желіні орнатуды көздейтін менің бітіру жұмысымда «Қазақтелеком» ұлттық операторының базасына негізделеді. Яғни , желінің тікелей иесі осы компания болып табылады. Бұның себебі, «Қазақтелеком» – нің бұл желіні орнатуға барлық мүмкіншіліктері бар. Оларға: жалпы желіге шығу мүмкіндігі, инженерлік базаның молдығы, қаржының жеткіліктігі және т.б. жатады. Басты қаржыландыру көзі «Қазақтелеком» компаниясының даму бөлімшесі болады деп жоспарлануда.

Бұл бітіру жұмысының бөлімінде мынандай мүмкіншіліктер қарастырылады:

– өте үлкен жылдамдықта жұмыс жасау;
– уақыт үнемділігі;
– толқын ұзындығындағы аз айырмашылығы;
– бір уақытта бірнеше арналармен жұмыс істеу.

5.2.1 Қызметтерді (өнімдерді) бейнелеп жазу. Құрылғының толықтай спектрін қамтамасыз ету арқылы Huawei компаниясы оптикалық тарату аумағында әр түрлі қызмет түрлерін ұсынуда. SDH құрылғысынан бастап, DWDM құрылғысына дейін компания өтімді, тиімді және сенімді транспорттық шешімдерді ұсынады. OptiX BWS 1600G жүйесінің арқасында Huawei компаниясы максималды өткізу жолағы бар желілік шешімдерді ұсынады. 160 толқын ұзындығы, өз кезегінде, кабельдің бір өзекшесіндегі 160 ақпараттық ағындар болып табылады, яғни магистральдық деңгейдегі тарату желісі үшін нағыз таңдау болады.

Негізгі сапалық көрсеткіштер ретінде келесі көрсеткіштер қолданылады:

– дыбыстық мәліметтің қосындылық бөгелуі;
– байланысты орнату уақыты;
– хаттамаларды жоғалту ықтималдығы;
– тұтынушының байланыс қызметін бес балды шама бойынша бағалауы;
– өте үлкен жылдамдықта жұмыс жасау;
– уақыт үнемділігі.

Келтірілген сапалық талаптарды 99% DWDM технологиясының құрылғылары орындайды.

5.2.2 Нарықтық өтімді талдау. Нарық қызметтерін зерттеу. Телекоммуникация қызметінің нарығы DWDM жүйесі қызмет ету аумағының кеңеюі үшін арналған негізді ұсынады және бүкіл әлемге желінің жеткізуші тапсырмасын іске асыруға қабілетті.Жаңа қызметке деген сұраныс арту үстінде болғандықтан, DWDM сандық желісі өзінің абоненттеріне жоғары сапалы, қала аралық және халықаралық байланыс каналдарына басымды шығыс, ISDN технологиясының қолданылуымен каналдар бойынша мәліметтерді тарату,интернет желісіне шығу, парасатты желі қызметі, сонымен қатар көптеген телекоммуникациялық шешімдер туындайды .

Тығыз толқындық мультиплекстеу технологиясының мәні − бір оптикалық талшық бойымен бір уақытта, әр түрлі толқын ұзындығында бірнеше ақпараттық арналардың таралуында. Бұл оптикалық талшықты тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Осы күнде DWDM технологиясы практикада өзінің тиімділігін көрсете отырып, өткізу жолағының ең жылдам және үнемді дамушылығын қамтамасыз етеді. Бұл технология жаңа кабельдерді төсемей–ақ және әрбір талшыққа жаңа қондырғыны орнатпай–ақ, талшықты – оптикалық байланыс линиясының өткізу қабілетін көпретті арттыруға мүмкіндік береді.

5.2.3 Менеджмент. АҚ «Қазақтелеком» HUAWEI компаниясымен DWDM технологиясын орнату үшін келісім шартқа отырады. Оларға: қаржының

жеткіліктігі, жалпы желіге шығу мүмкіндігі, инженерлік базаның молдығы және т.б. жатады. Басты қаржыландыру көзі «Қазақтелеком» компаниясының даму бөлімшесі болады.

Қондырғыны монтаждау және құру уақытына байланысты кәсіпорында оны жүзеге асыратын бөлім құралады. Бұл жобаны жүзеге асыру 5.1 – кестеде көрсетілген этап бойынша жасалады:

5.1 – к е с т е . Жобалау этаптары

Қызмет атауы	Этап аттары
Бірінші дәрежелі инженер	Желіні ұйымдастыру, жобаны жүзеге асыру
Инженер	Жүйедегі жүктемені және құрылғыны ұйымдастыру
Электромеханник	Жүйенің дұрыс жұмыс атқаруын ұйымдастыру
Оператор	Абоненттерді қосу

5.1 – Кестеде берілген құрылғының түріне қызмет көрсету үшін штатта 1 магистралды инжинердің АО және АКО–да 4–ауысымды электрмеханиктерді болса да жеткілікті екенін көреміз.

5.2.4 Маркетинг стратегиясы. Бағалық саясат: Соңғы жылдары бағалар оң динамиканы түзуде. Жалдаушылармен келісімшартында бағалар бекітілген және сұраныс пен ұсыныс әсеріне бағынбайды. Индексация тек инфляция кезінде ғана қарастырылған.

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

- Зерттеме және «Қазақтелеком» АҚ–ның жалпы жарнамалық жобасын шығару;
- Жарнамалық материалдарды арнайы баспа басылымдарда және басқа жарнама тасушыларда орналастыру;
- DWDM демонстрациясы бар қысқа видеофильмді түсіру.
- Арналарды немесе бір топ арнаны жалға беру жөнінде келісімшарттар жасау.

5.3 Ұйымдастыру жоспары

DWDM жобасын іске асыру үшін келесі экономикалық есептеулер қажет.Салымдар көлемін табу қажет. Салымның жалпы көлемі келесі формула бойынша анықталады:

$$И_{САЛ} = C_{КУР.} + C_{МОН.ЖУМ.} + P_{К.ШЫГ.} + P_{КЫЗ.ОКЫ.}, \quad (5.1)$$

мұндағы $И_{САЛ.}$ – салымдар көлемі;
$С_{ҚҰР.}$ – құрылғының өзіндік құны;
$С_{МОН.\ ЖҰМ.}$ – монтаждық жұмстың құны;
$Р_{К.\ ШЫҒ.}$ – көліктік шығындар;
$Р_{ҚЫЗ\ .ОҚЫ.}$ – қызметкерлерді оқыту ;

Құрылғының құнын анықтайық:

$$C_{КУР.} = Ц_{КУР.} \cdot N_{КУР.САНЫ.} + N_{КУШ.САНЫ.} \cdot Ц_{КУШ.} \quad (5.2)$$

мұндағы $Ц_{ҚҰР.}$ – құрылғының бағасы;
$Ц_{КҮШ.}$ – күшейткіштер бағасы;
$N_{ҚҰР.\ САНЫ..}$ – құрылғы саны;
$N_{КҮШ.\ САНЫ.}$ – күшейткіштер саны;

$C_{КУР.} = 2 \cdot 30000 + 20 \cdot 3000 = 120000$ мың тг.

Көліктік шығынды құрылғының жалпы құнының 5 % аламыз:

$$P_{КОЛ.} = Ц_{КУР.} \cdot 0{,}05, \quad (5.3)$$

$P_{ТРАН.} = 120000 \cdot 0{,}05 = 6000$ мың тг.

Монтаждық жұмыстың шығынын жалпы құрылғы құнының 5% аламыз:

$$З_{МОНТ.ЖУМ.} = Ц_{КУР.} \cdot 0{,}05, \quad (5.4)$$

$З_{МОНТ.ЖУМ.} = 120000 \cdot 0{,}05 = 6000$ мың тг.

Қызметкерлерді оқыту шығыны 1 000 000 теңгені құрайды.

5.2–Кестеде келтірілгендей қажетті инвестиция көлемі 134 000 мың теңгені құрайды.

5.3.1 Эксплуатациялық шығындар. Құрылғының жылдық эксплуатациялық шығын есебі мына формула бойынша жүргізіледі:

$$Э = Ф_{от} + Н_{с} + М + Р_{эл} + А + К + Н_{р} \quad (5.5)$$

мұндағы $Ф_{от}$–төлеу қоры(негізгі және қосымша ақы);
$Н_{с}$–әлеуметтік салық (13%– $Ф_{от}$–дан) ;
М–материалды шығындар және қосалқы бөлімдер (қосалқы бөлімге кететін шығындар және капиталды салымдардан 0.5% құратын ағымдық

жөндеу) ;

$Р_{эл}$–өндірістік қажеттіліктерге кететін электроэнергия;

А–амортизаторлық аударым;

К–несиелер (банктік шығындар);

$Н_р$–жүк құжаттық шығындар(жанама шығындар, мұнда барлық есепке алынбаған басқарылмайтын, шаруашылықты, көліктік шығындар) , өзіндік құнның 75% .

5.2–к е с т е . Салымдар көлемі

Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	Бірлік –тер саны	Құны (теңге)	Жалпы инвестиция сомасы
1.DWDM мультиплексоры	Тал	2	30 000	60 000 000
2. EDFA күшеиткіштері	Тал	20	3 000 000	60 000 000
3.Құрылғыны жөңдеу және монтаж шығындары.				6 000 000
4.Қызмет ететін жұмысшыларды оқыту шығыны.				1 000 000
5. Көліктік шығындар.				6 000 000
6. Басқа шығындар.				1 000 000
7.Барлығы :				134 000 000

Күшейткіш бекіністердің қызмет көрсетуші жұмыскерлердің дәрежесі,олардың саны және 5.3 – кестеде көрсетілген жалақысы $З_{АКО}$ бойынша алынған мәліметтер.

5.3 – к е с т е . Жұмыскерлер жалақысының көрсеткіші

Қызмет атауы	Жалақы, тг.	Адам саны
1. Бірінші дәрежелі инженер	60000	3
2. Инженер	55000	3
3. Электромеханик	40000	6
4. Кабельщик	45000	6
5. Оператор	30000	6
БАРЛЫҒЫ	873000	24

Кесте 5.3 – де қызметшілердің орташа жалақысы көрсетілген, штаттағы адамдар саны 24, жалақы 873000 тг құрайды.

Шығындар:

1.Еңбекақы төлеу қоры:

Бір жылдағы негізгі жалақы:

$$Ж_1 = 12 \cdot Ж_{ор.} \cdot N = 12 \cdot 873000 = 10476000 \text{ тг.}$$

Қосымша жалақы көлемі негізгі жалакының 20% құрайды:

$Ж_{КОС} = 0,2 \cdot Ж_1 = 0,2 \cdot 10476000 = 2095200$ тг.

Бірінші жыл үшін еңбекақы төлеу қоры (ЕТҚ):

$ЕТК = Ж_1 + Ж_{КОС} = 1047600 + 2095200 = 3142800$ тг.,

$ПФ = ЕТК \cdot 0,1 = 3142800 \cdot 0,1 = 314280$

2. Әлеуметтік салық

$С_{ӘС.}$ – әлеуметтік салық еңбекақы төлеу қорының 11% құрайды:

$C_{АС} = (ЕТК - ПФ) \cdot 0,11 = 2828520 \cdot 0,11 = 311137,2$ тг.

3. Материалдық шығын мен қор бөлімдері:

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

$M = К_{ИНВ.} \cdot 0,5\% = 134000000 \cdot 0,005 = 670000$ тг.

4. Электрэнергия:

$Э = W \cdot Б_{КВТ} \cdot N_{РП} \cdot 8760 = 1 \cdot 14 \cdot 3 \cdot 8760 = 315360$ тг

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

Бквт – энергияның киловаттық бағасы (Бквт = 14 тг.);

Nрп – регенерациондық пунктер саны (Nрп = 3);

8760 – бір жылдағы сағат саны.

5. Амортизациялық төлем 25% құрайды:

$A_0 = К \cdot 0,25 = 134000000 \cdot 0,25 = 33500000$ тг.

6. Үстемелік шығындар:

$$У = Ж_Ш \cdot 50\%, \quad (5.6)$$

мұндағы $Э_р$–негізгі шғындар

$$Э_р = Ф_{от} + Н_с + А + М + Р_{эл} \quad (5.7)$$

$Э_р = 3142800 + 311137,2 + 33500000 + 670000 + 315360 = 37939297,2$ тг,

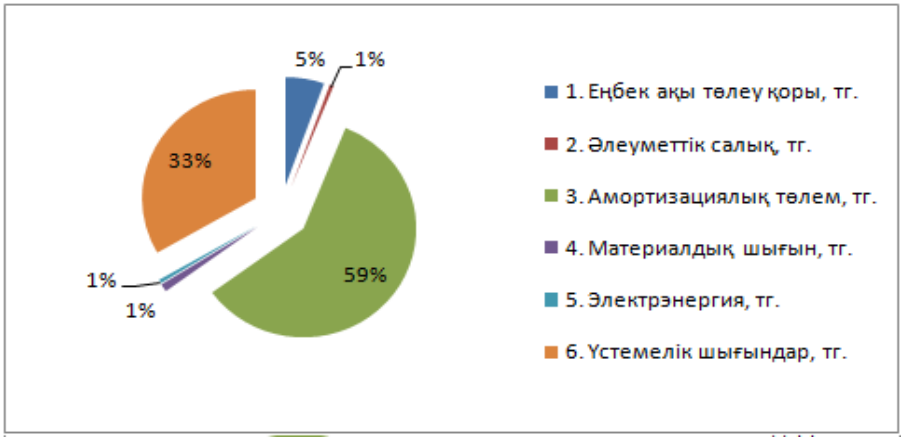
$$У = Ж_{Ш} \cdot 50\% = 37939297{,}2 \cdot 0{,}5 = 18969648{,}6 \text{ тг},$$

$Э_{жыл} = Э_р + Н_р = 37939297{,}2 + 18969648{,}6 = 56908945{,}8$

Эксплуатациялық шығындарды келесі 5.4 – кестеге енгізейік. Содан соң шығындардың пайыздық қатынас сұлбасын тұрғызайық, 5.1 – сурет.

5.4 – к е с т е . Эксплуатациялық шығындар

Шығындар атауы	Мәні
1. Еңбекақы төлеу қоры, тг.	3142800
2.Әлеуметік салық, тг.	311137,2
3.Амортизациялық төлем, тг.	33 500 000
4. Материалдық шығын,тг.	670 000
5. Электрэнергия, тг.	315 360
6. Үстемелік шығындар, тг.	18969648,6



5.1 – сурет. Шығындардың пайыздық қатынас сұлбасы

5.1 – Суретте шығындардың пайыздық сұлбасы көрсетілген, көріп тұрғанымыздай шығыннын көп бөлігін амортизациялық пен үстемелік шығындар алып тұр.

5.4 Табысты есептеу

Жобаланатын DWDM–нің пайдалануына еңгізгеннен кейінгі табыс республикадағы байланыс операторларға сандық каналдарды жалға беру. Белгілі бір уақытта аралығындағы табыс саласы келесі формула бойынша анықталады:

$$D=Q*Ц_{ак}*к \quad (5.8)$$

мұндағы Q–жалаға берілетін каналдар саны;
$Ц_{ак}$–бір сандық каналдың сағатына жалға беру бағасы,200 тг;
к – жылына каналдарды жалға беру сағатының саны;
сағат саны(бір кварталда – 2190 сағат, бір жылда – 8760 сағат);

D=100*200*8760=175200000 тг

Шаруышылық қызметтен алынған таза пайда:

$$П=Д–Э_{жыл} \quad (5.9)$$

П=175200000–37939297,2=137260702,8 тг

Бюджетке түсетін табыстың 20%–ті келесі формула бойынша есептеледі:

$$Н_{П}=0,2* П \quad (5.10)$$

$Н_{П}$=0,2*137260702,8=27452140,56 тг

Кәсіпорынның таза пайда:

$$ЧД_{не}= П– Н_{П} \quad (5.11)$$

$ЧД_{не}$=137260702,8–27452140,56=109808562,2 тг

5.4.1 Жобаның өзін–өзі ақтау мерзімі. Бұл жобаның ең басты бөлігінің бірі болып табылады, сондықтан да бұған қатты көңіл бөлетіндіктері осыдан. Қаншалықты жоба тиімді және тез өзін–өзі ақтау мерзіме тез болатын болса, онда бұл жобаның тиімділігі көрсетеді.

$$Т=1/0,8 \quad (5.12)$$

Т=1/0,8=1,3 жыл

5.4.2 Еңбек өнімділігін есептеу. Еңбек өнімділігі еңбек тиімділігінің дәрежесін сипаттайды және бірлік уақытта бір жұмысшымен өндірілген өнім сапасымен анықталады.

$$П_{тр} =Д/П \quad (5.13)$$

мұндағы П – штаттағы адам саны;

$П_{тр}$ =109808562,2/24 =4575356,758 тенге/адам

Жобаның экономикалық көрсеткіштері 5.5 кестеде көрсетілген.

5.5 – К е с т е . DWDM–нің экономикалық ұйымдастыру көрсеткіштері

Көресткіштің атауы	Шамасы
Инвестициялар, тг	134 000 000
Штат, адам	24
Эксплуатациялық шығындар,.тг	37 939 297
Таза пайда,тг	109808562,2
Ақтау мерзімі, жыл	1,3
Өнімділігі, тг/адам	4575356,758

5.5 – Кестеде келтірілгендей DWDM 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 жұмысты енгізу кезіндегі жалпы шығындар мен пайда мөлшерін есептеп шығардық. Жұмыстың өзін–өзі ақтау мерзімі 1 жыл.

Қорытынды

Бизнесті сәтті жүргізу үшін және ҚР халқының жеке қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін, ұсынылатын қызметтер көлемін арттыруға, одан да көп пайда алып келетін, Астана – Қызылорда аймағында байланыс арналары санын арттыру қажеттілігі пайда болды. Сондықтан бұл бітіру жұмысының мақсаты, жаңа DWDM технологиясының негізінде желіні жаңарту қосымша шығындарсыз Қазақстан Республикасының ұлттық біріншілік магистральдық байланыс желісінің сыйымдылығын шексіз өсіру керек.

Бұл бітіру жұмысында Астана–Қызылорда автокөлік жолының аймағында қазіргі кезде жұмыс істейтін байланыс қызметтерін және ақпаратты таратудың жетілдірілген тәсілдерін талдау жүргізілді. Нәтижесінде, байланыс сапасын жақсарту және ұсынылатын қызметтер көлемін арттыру мақсатында осы аймақтағы байланыс жолын жетілдіру қажеттілігі дәлелденді. Есептеулер нәтижесінде құрылғы түрі (Huawei компаниясының OptiX BWS 1600G жүйесі) және талшықты оптикалық кабель түрі (SIECOR фирмасының бірмодалы 8–талшықты кабелі) анықталды.

Бизнес жоспардың техникалық – экономикалық есебі көрсеткендей, жұмыстың рентабельдігі, тиімділігі жоғары, қайтарылым уақыты 1,3 жыл. Сондай–ақ, қымбат бағалы құрылғы қондырылатын бөлменің сипаттамалары есептелінді, сонымен қатар байланыс кәсіпорнындағы өміртіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау мәселелері қарастырылды.

Әдебиеттер тізімі

1 Кемелбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Волоконно–оптические кабели. Современные проблемы волоконно–оптических линий связи. М..1999

2 Кемелбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В. А. Приемники и приемные модули. Современные проблемы волоконно–оптических линий связи. М.. 2000

3 Алибаева С.А. Дипломное проектирование. Методические указания (для студентов всех форм обучения направления – 652400 – радиоэлектроника и телекоммуникации). Алматы. АИЭС. 2009

4 Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. “Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды”. М.. Радио и связь. 1989

5 Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. “Экономика связи”. М.. Радио и связь. 1999

6 Дюсебаев М.К. Безопасность жизни деятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах для студентов всех специальностей. Алматы. 2001

7 Рахманов Б.Н., Чистов Е.Д. Безопасность при эксплуатаций лазерных установок. М.. Машиностроение. 1991

8 Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. – М.. Высшая школа. 2006

9 Кошулько Л.П., Суляева Н.Г., Генбач А.А. Производственное освещение. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломном проекте. Алматы. 1989

10 Сергеев И.В. “Экономика предприятия” М.. Финансы и статистика. 1997

11 Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа. – М.. Финансы и статистика. 1994

12 Синхронный мультиплексор SMA–16, /Пер. с английского/ Public Communication Networks Group. Siemens Aktiengessellschaft. Germany. 2001

13 Скляров О.К. “Современные волоконно–оптические системы передачи”. М.. Солон–Р. 2001

14 Убайдуллаев Р.Р. “Волоконно–оптические сети”. М.. Эко–Тренз. 2000

15 Хакимжанов Е.Т. Безопасность жизнедеятельности. Расчет аспирационных систем. Дипломное проектирование. Методические указания для студентов всех форм обучения всех специальностей. Алматы. АИЭС.2002

16 Dong L. Novel Add/Drop filters for WDM Optical fider system using assisted mismathed coupler // IEEE Photon/ Techn/Lett/–1996.–Vol.8.–№ 12.–P.1656–1658

17 Шмалько А. В. Цифровые сети связи: Основы планирования и построения. М.. Эко–Трендз. 2001

18 Хволес Е. А., Ходатай В. Г., Шмалько А. В. Волоконно–оптические линии связи и проблемы их надежности. ж. ВКСС. Connect. 2000

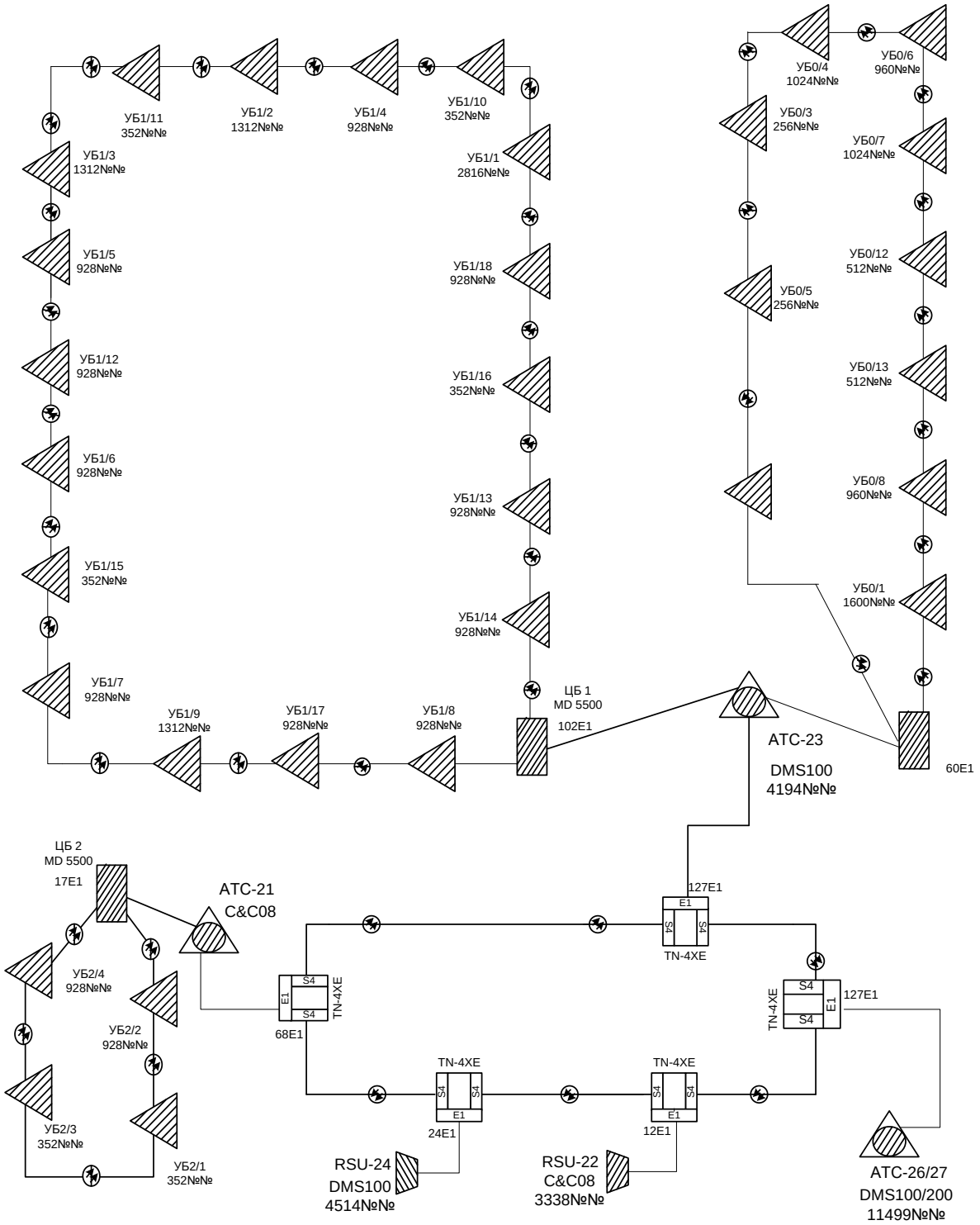
19 Слепов Н. Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. М.. Радио и связь. 2000

20 http://www.teralink.ru/?do=stech2&id=647
21 http://www.tssonline.ru/keywords.php?keyword=2052&word=DWDM
22 http://cti.ru/telecommunications/networks/dwdm/
23 http://si.ibs.ru/content/si/119/1195–article.asp

Қысқартылған сөздер тізімі

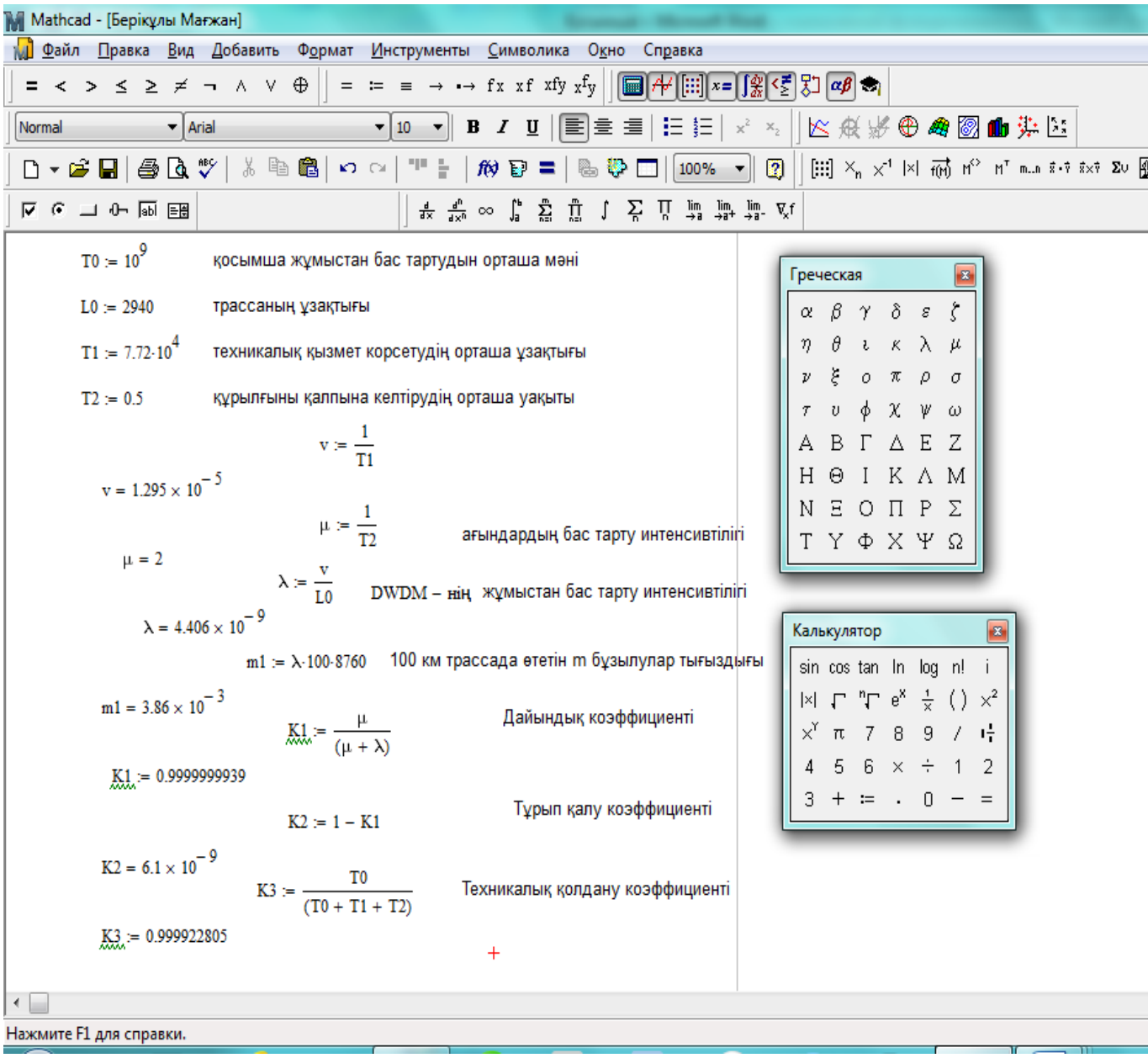
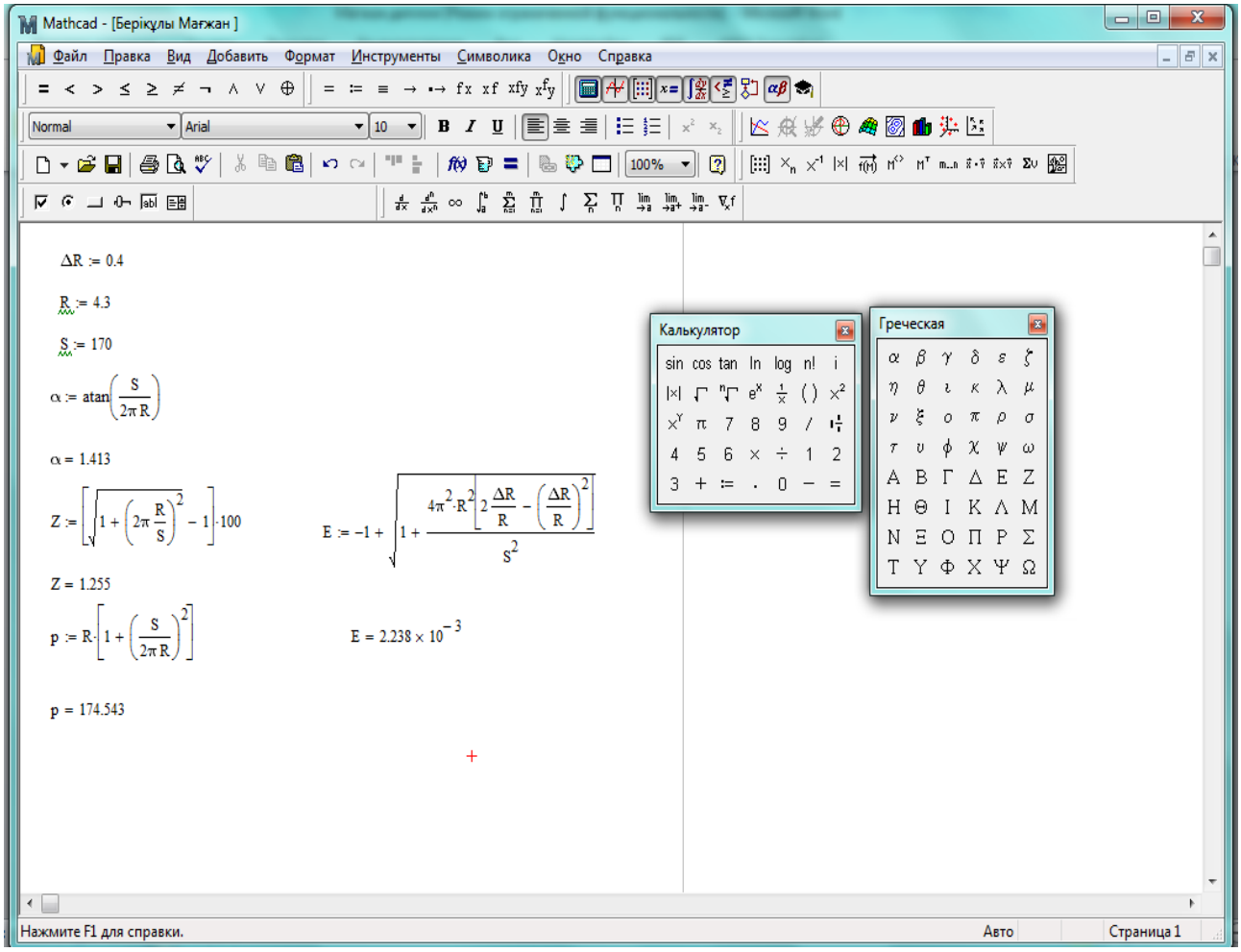
ASE	Кездейсоқ эмиссиялы күшейту
ATM	Ассинхронды транспорты модуль
AWG	Дифракциялық құрылым
DCM	Компенсациялық дисперсиялық модуль
DEMUX	Демультиплексор.
DWDM	Тығыз толқын спекторы бойыншм мультиплекстеу
EDFA	Эрбилі оптикалық күшейткіш
FADU	Анықталған енгізу–шығару блогы
IMT–2000	Халықаралық мобилді телекоммуникациялары – 2000
ITU	Халықаралық электрбайланыс одағы
IP	Интернет протоколы
MLM	Көпмодалы лазер
MUX	Мультиплексор
OSC	Оптикалық бақылау арнасы
OADM	Енгізу–шығару мультиплексоры
ROADM	Қайта ішкіқұрылымдық енгізу–шығару мультиплексоры
SDH	Синхронды цифрлық иерархия
SLM	Бірмодалы лазер
STM	Синхронды транспорттық модуль
TDM	Уақыт бойынша толқын ұзындығының мультиплекстеу
VOA	Айнымалы оптикалық аттенюатор
WDM	Толқын ұзындығы бойынша мультиплекстеу

Қосымша А
Қызылорда қаласындағы қалалық телефон желісінің сұлбасы



Қосымша Ә
Қызылорда қаласындағы ҚТЖ құрылым сұлбасы

Қосымша Б
MathCad есептеу бағдарламасын қолдана отырып жүргізілген есептеу келесі



Қосымша В
MathCad есептеу бағдарламасын қолдана отырып жүргізілген есептеу келесі