

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Қанат Аружан

«Оптикалық желілер арқылы WDM мультиплексирлеудің заманауи  
технологиялары»

## **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

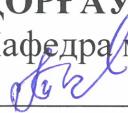
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

 Е.Таштай

« 22 » 05 2022 ж.

## ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Оптикалық желілер арқылы WDM мультиплексирлеудің заманауи технологиялары»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

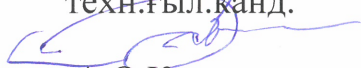
Орындаған:



А.Қанат

Пікір беруші

Даукеев ат.АЭБУ доценті,  
техн.ғыл.канд.



А.О.Касимов

«20» мамыр 2022 ж.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф.сениор-лекторы,  
экон.ғыл.канд.



А.Е.Куттыбаева

«20» мамыр 2022 ж.

Алматы 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

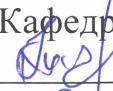
Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

 Е.Таштай

« 20 » XVI 2022 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қанат Аружан

Тақырыбы «Оптикалық желілер арқылы WDM мультиплексирлеудің заманауи технологиялары»

Университет ректорының «24» желтоқсан 2021 ж. № 489-П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

а) DWDM технологиясы, OPTISIM қолданбалы бағдарламасы; б) Бір модальды кабель 3000 км, толқын ұзындығы  $\lambda=1310$  нм,  $\lambda=1550$  нм; в) хроматикалық дисперсиясы 18 пс/км, өшулігі 0,22 дБ/км. Тарату жылдамдығы 2,5 және 10 Гбит/с; DWDM жүйесін құру кезіндегі шешуші факторлар.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: 1) Талшықты – оптикалық жүйелерді жобалау; 2) Спектралды мультиплексирлеу технологиясы; 3) DWDM көпарналы байланыс жолын модельдеу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиет 17 атау: 1. Алексеев Е.Б. Оптические сети доступа. Учебное пособие - М: ИПК при МТУ СИ, . - 140 с.2005 г

2 www.dePs.ua – Оптическое оборудование для построения сетей.12.04.2015

3 Денисьева О. М., Мирошников Д.Г. - Средства связи для последней мили. - М: Эко-Трендз - НТЦ Натэкс, 2000

4 <<https://telecom.kz/ru/purchases>> - сайт компании АО "Казахтелеком"

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
**КЕСТЕСІ**

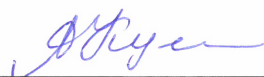
| Бөлімдер атауы,<br>карастырылатын<br>мәселелер тізімі | Ғылыми жетекшіге<br>және кеңесшілерге<br>көрсету мерзімі | Ескерту   |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| Диплом жұмысының<br>тақырыбын талдау                  | 01.12.2021-25.12.2021                                    | орындалды |
| Теориялық ақпарат                                     | 20.01.2022 -25.02.2022                                   | орындалды |
| Жабдықтар жұмысының<br>есебі                          | 25.02.2022 –<br>20.05.2022                               | орындалды |

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

**қолтаңбалары**

| Бөлімдер атауы                          | Кеңесшілер<br>(аты, әкесінің аты, тегі,<br>ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол<br>қойылған<br>күні                                                               | Қолы  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Диплом<br>жұмысының<br>тақырыбын талдау | А.Е.Куттыбаева, ЭТжҒТ<br>каф.сениор-лекторы.                       |  | 23.05 |
| Теориялық ақпарат                       | А.Е.Куттыбаева, ЭТжҒТ<br>каф.сениор-лекторы.                       |  | 21.05 |
| Норма<br>бақылау                        | PhD докторы, ЭТжҒТ<br>каф.ассоц-профессоры<br>Смайлов Н.К.         |  | 21.05 |

Ғылыми жетекшісі



А.Е.Куттыбаева

(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



А.Қанат

Күні

« 21 » 05

2022 ж.

## **АҢДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыста оптикалық желілер арқылы WDM мультиплексирлеудің заманауи технологиялары қарастырылған.

Қазақстан Республикасындағы телекоммуникациялардың жай-күйі, DWDM желісінің негізгі артықшылықтары, қолданылу аясы, жабдықтарын таңдау және техникалық параметрлер келтірілген.

Қажетті арналар саны есептеліп, регенерациялық учаскелер ұзындығы, өткізу қабілеттілігі, энергетикалық параметрлер есептелді.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной дипломной работе рассмотрены современные технологии мультиплексирования WDM по оптическим сетям.

Приведены состояние телекоммуникаций в Республике Казахстан, основные преимущества сети DWDM, область применения, выбор оборудования и технические параметры.

Подсчитано необходимое количество каналов, рассчитаны длина регенерационных участков, пропускная способность, энергетические параметры.

## **ANNOTATION**

In this thesis, modern technologies for multiplexing WDM over optical networks are considered.

The state of telecommunications in the Republic of Kazakhstan, the main advantages of the DWDM network, the scope of application, the choice of equipment and technical parameters are presented.

The required number of channels was calculated, the length of regeneration sections, throughput, and energy parameters were calculated.

## МАЗМҰНЫ

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Кіріспе                                                         | 9  |
| 1 Жоба қажеттілігінің негіздемесі                               | 10 |
| 1.1 Қазақстан Республикасындағы телекоммуникациялардың жай-күйі | 10 |
| 1.2 DWDM технолоиясының қолданылу аясын кеңейту                 | 11 |
| 1.3 DWDM желісінің негізгі артықшылықтары                       | 12 |
| 1.4 Тапсырманың қойылымы                                        | 15 |
| 2 DWDM технологиясы                                             | 16 |
| 2.1 DWDM технологиясын таңдау                                   | 16 |
| 2.2 DWDM жабдықтарын таңдау және техникалық параметрлер         | 18 |
| 3 DWDM технологиясын жобалау                                    | 23 |
| 3.1 Арналардың қажетті санын есептеу                            | 23 |
| 3.2 Регенерациялық учаскенің ұзындығын есептеу                  | 27 |
| 3.3 Дисперсияны және өткізу қабілетін есептеу                   | 29 |
| 3.4 Желінің энергетикалық параметрлерін есептеу                 | 32 |
| 3.5 Оптикалық талшық параметрлерін есептеу                      | 38 |
| 3.6 Оптикалық кабельдің сипаттамасы ОКЛ-01-0.22-16              | 39 |
| 3.7 Көлденең бағытталған бұрғылау (бурение)                     | 44 |
| Қорытынды                                                       | 49 |
| Пайдаланылған әдебиеттер тізімі                                 | 50 |

## КІРІСПЕ

Қазіргі әлемде телекоммуникация құралдарынсыз мүмкін емес. Ірі қалалардың көптеген желілері үнемі жаңартумен мақтана алмайды. Әдетте, олар ондаған жылдар бойы бірдей технологиялық деңгейде қалады. Трафиктің өсуіне әкелетін пайдаланушылардың үнемі өсуі кейбір телекоммуникациялық аймақтардың даму үшін ресурстардың болмауына әкеледі. Желінің өткізу қабілеті күрт төмендейді, оптикалық талшық "таусылады" және өзінің негізгі міндеттерін атқара алмайды. Телекоммуникациялық желілер күнделікті өсіп келе жатқан пайдаланушылар санын жеңе алуы үшін әзірлеушілер сигналдарды спектрлік тығыздаудың бірегей шешімдерін тапты, бұл бір талшықта бір-бірінен 160-қа дейін тәуелсіз оптикалық арналарды (толқын ұзындығын) ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) технологиясы бір оптикалық жұпты пайдалану кезінде ең жоғары өткізу қабілетін қамтамасыз етеді. Жоғары өткізу қабілеті толқын ұзындығы бойынша мультиплекстеу технологиясын қолдану арқылы қол жеткізіледі, онда бірнеше тәуелсіз ағындар бір оптикалық жұп арқылы беріледі, олардың әрқайсысы толқын ұзындығында болады. Қазіргі жабдық болашақта 300 арнаға дейін кеңейту мүмкіндігімен 80-ге дейін оптикалық арнаны пайдалануға мүмкіндік береді.

Толқын ұзындығы бойынша тығыз спектрлік мультиплекстеу технологиясын енгізу (Dense Wavelength Division Multiplexing-DWDM) оптикалық арналарда трафикті беру тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. DWDM технологиясының ең тартымды ерекшелігі, техникалық жағынан да, экономикалық тұрғыдан да, оның трафикті берудің шексіз мүмкіндіктерін қолдау мүмкіндігі болып табылады.

DWDM-дің ATM, IP, ADSL және басқа да перспективалы технологиялар мен сандық ақпаратты беру протоколдарымен интеграциялануы әртүрлі түрлер мен байланыс қызметтері арасындағы конвергенция процесінде қажет етеді. Сонымен қатар, DWDM технологиясы болашақ желілері үшін жарамды.

## **1 Жоба қажеттілігінің негіздемесі**

Экономикалық қатынастардың халықаралық және өңірлік интеграциясын және ұлттық экономиканың бәсекеге қабілеттілігін арттыруды талап ететін жаһанданудың кеңеюі жағдайында экономиканың жеке саласы ретінде телекоммуникация индустриясын дамыту, сондай-ақ оларды экономиканың басқа салаларында тиімді пайдалану мәселелері мемлекеттік реттеудің неғұрлым маңызды міндетіне айналуға. Техникалық мүмкіндіктерді кеңейту және осы индустрияның әлеуетін пайдалану жеке және мемлекеттік құрылымдардың стратегиялық тұрақтылығын қоса алғанда, ұлттық экономиканың бәсекеге қабілеттілігін арттыруда үлкен рөл атқарады. Әлемдік нарықты дамытудың қазіргі заманғы үрдістері ақпараттық-коммуникациялық технологиялар саласына инновацияларды енгізу және оларды тиімді пайдалану кәсіпорындарда басқару мен технологиялық процестердің тиімділігін арттырудың, экономиканың әртүрлі салаларында тауарлар мен көрсетілетін қызметтердің жаңа нарықтарын құрудың және жұмыс істеп тұрған нарықтарын кеңейтудің локомотивіне айналатынын көрсетеді, бұл сайып келгенде, халықтың өмір сүру сапасын жақсартуға алып келеді.

Телекоммуникация қызметтері Интернет ұғымымен көбірек байланысты - бүкіләлемдік ғаламтор немесе ақпараттық ресурстар мен деректерді беру желісі. Қол жетімділік Интернет адамдар арасындағы ақпарат пен білімнің қарқынды алмасуына ықпал етеді, бұл білімге негізделген қоғамның қалыптасуына әкеледі.

Демек, телекоммуникация қызметтерін, атап айтқанда Интернет желісін дамыту Қазақстанның жаһандық әлеуметтік-экономикалық қоғамдастыққа неғұрлым табысты интеграциялануына және халықтың өмір сүру деңгейін арттыруға ықпал ететін болады.

### **1.1 Қазақстан Республикасындағы телекоммуникациялардың жай-күйі**

Үкіметтің міндеттерден басымдығы бар. Бұл міндеттер компьютерлендіру мен ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың заманауи жүйелерін әзірлеу және енгізу болып табылады. Елдегі ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың техникалық инфрақұрылымын, оның ішінде ұялы байланысты, IP-технологияларды, ақпараттық-коммуникациялық желілер мен көрсетілетін қызметтердің конвергенциясын ескере отырып, деректер беруді қоса алғанда, басқа да қазіргі заманғы байланыс құралдарын жылдам дамыту, ұлттық және халықаралық ақпараттық желілерге жоғары

жылдамдықты қол жеткізуді, елді мекендерге, оның ішінде ауылдық жерлерге қол жеткізуді енгізу. DWDM технологиялары барлық жерде негізгі телекоммуникациялық желілерде енгізілуде. Аймақтық және жергілікті телекоммуникация желілеріндегі VDM технологиясы, аймақтық орталықтарда-10 Гбит / с, аймақтық орталықтарда-1 Гбит / с және жылдамдыққа қол жеткізу компоненттері-100 Мбит / с қосылыстары, перспективалық технологиялар негізінде ұялы байланыс желілерін одан әрі дамыту кең жолақты технологиялар негізінде басым желілерге айналды (FTTH, FTTC, ADSL, HDSL ...) және сымсыз қатынау (Wi-Fi, WiMax ... және басқа да.

2015-2021 жылдар кезеңінде "өндірістік және әлеуметтік инфрақұрылымды одан әрі дамыту жөніндегі қосымша шаралар туралы" Қазақстан Республикасы Президентінің шешіміне сәйкес өнеркәсіптік инфрақұрылым объектілерін салу, реконструкциялау және жаңғырту үшін негізгі параметрлер мыналар болып табылады:

## **1.2 DWDM технолоиясының қолданылу аясын кеңейту**

DWDM-hgh технологиясы негізінде Қазақстанның ірі қалаларында телекоммуникациялық желіні кеңейту.

DWDM / SDH / IP / MPLS технологиясы негізінде орталық қалаларда деректер желісін кеңейту. Ауылдық жерлерде сымсыз радио желілерін кеңейту.

Қазіргі уақытта ауылдық телефон станцияларын қайта жаңарту жүргізілуде. Қаланың қауіпсіздік қызметі орталығын (колл-орталығын) қайта жаңарту. Бұл FTTH технологиясына негізделген кең жолақты желіні кеңейту.

2018 жылы бағдарламаны іске асыру басты мақсат болып табылады. Мемлекет басшысы телекоммуникациялық қызметтердің сапасын арттыру және елдегі байланыс желілерін жаңғырту, елдегі шағын бизнесті жедел дамыту үшін жағдай жасауда, АКТ саласындағы мамандандыру, елімізге әсер етудің алдын алу бойынша нақты шараларды іске асыру, жаһандық экономикалық дағдарысты дамыту жоспарлануда, сондай-ақ, оның ішінде: қызметтер көлемінің ұлғаюы, өндіріс шығындарының төмендеуі, қызметтер көлемінің ұлғаюы, қызметтер көлемінің ұлғаюы, қаржылық ресурстардың жақсаруы, жұмсақ пайдаланылуы, АКТ саласында мамандандырылған кәсіпорындарының дамуы, жаһандық экономикалық дағдарыс әлемін қамтитын біздің елге әсер етудің алдын алу бойынша нақты шараларды іске асыру, оның ішінде: еңбек өнімділігін арттыру, өндіріс шығындарын азайту, ауылдық телекоммуникациялық желілерді қайта құру және жаңғырту жөніндегі жобаларды аяқтауды жеделдету.

Пайдаланылған дәстүрлі телекоммуникациялық технологиялар бір оптикалық талшыққа тек бір сигнал жіберуге мүмкіндік береді. Спектрлік немесе оптикалық басып шығарудың мәні-әр талшыққа көптеген жеке SDH сигналдарын ұйымдастыру, сондықтан байланыс желісінің өткізу қабілетін көбейту.

DWDM технологиясы (толқын ұзындығының тығыз спектрімен мультиплекстеу) оптикалық жұптарды пайдалану кезінде максималды жүктеме сыйымдылығын қамтамасыз етеді. Жоғары өткізу қабілеті толқын ұзындығы бойымен мультиплекстеу әдісін қолдану арқылы қол жеткізіледі, онда бірнеше тәуелсіз токтар әрқайсысы өзінің толқын ұзындығында оптикалық жұп арқылы өтеді. Қазіргі уақытта қол жетімді жабдықта 160-қа дейін оптикалық арналар болуы мүмкін, болашақта 300 арнаға дейін кеңейеді. Осы арналардың әрқайсысында ол 100 Мбит / с-тан 40 Гбит / с-қа дейінгі жылдамдықпен ақпараттық ағынды мөлдір түрде жібереді.

DWDM (Dual Wavelength Division Multiplexing-DWDM) толқын ұзындығын екі еселеп мультиплекстеу технологиясын енгізу қалалық желілердің оптикалық арналары арқылы деректерді беру тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. DWDM технологиясының техникалық жағынан да, экономикалық жағынан да ең тартымды ерекшелігі-бұл деректерді берудің шексіз мүмкіндіктерін сақтау мүмкіндігі.

Ол қолданыстағы талшықты-оптикалық арналарға инвестиция салатын инвестицияларды қорғап қана қоймай, оның мүмкіндіктерін кем дегенде 32 есе арттырады. Сұраныстың өсуімен сіз қарапайым түзетулер арқылы желінің өткізу қабілеттілігін арттыра аласыз немесе қымбат қайта құруға жүгінбестен толқын ұзындығының санын көбейте аласыз. Мүмкіндіктерді кеңейтіңіз, сіз тек жаңа құрылғылар үшін төлейсіз. Кабельдік желіге келетін болсақ, ол өзгеріссіз қалады.

### **1.3 DWDM желісінің негізгі артықшылықтары**

- Жоғары жылдамдықты деректерді беру мүмкін емес;
- Оптикалық талшықтарды жоғары сақтау;
- Топологияның дөңгелек ағынына негізделген 100% қорғаныс;
- Оптикалық арналардың мөлдірлігі есебінен арналық деңгейдегі кез келген технологияны пайдалану;
- Сіз оптикалық желілерде оңай арналар жасай аласыз және т.б.
- DWDM технологиясын қолдану үлкен көлемдегі деректерді беру үшін негізделген. Талшыққа берілетін оптикалық арналар санының артуымен ақпараттық блокты беру құны төмендейді. Осылайша, бір биттік ақпаратты толық зарядталған 160 арналы жүйеге беру құны 40/32 арналы жүйенің

индикаторынан аз. Алайда, ішінара жүктеулер ескерілген кезде, 40/32 каналды жүйенің жабдық құны 160 каналдың бағасынан едәуір төмен екенін ескеру қажет.

Жоғарыда айтылғандай, диапазонда 80-ге дейін оптикалық арнаны пайдалануға болады. Әр түрлі оптикалық арналардың сызықты емес өзара әрекеттесуіне байланысты шығындарды болдырмау, сондай-ақ гигиеналық стандарттарға сәйкес болу үшін толқындардағы сигналдың жалпы қуаты 100 MB (немесе 20 дБм) аспауы керек. Бұл оптикалық арнаның өткізу қабілетін шектейді. 80 арналы қуат жүйесі үшін 1 арна үшін 40 арна жүйесі үшін 4 32 арна үшін 5 дБм. Сондықтан, әр учаскесінде 32 каналды жүйеде 40 каналға қатысты 1 дБ және 80 каналға қатысты 4 дБ болады. Егер болашақта DWDM желісі 80 арнада жұмыс істесе, бөлімді күшейту және қалпына келтіру ұзындығы желідегі түйіндердің санын күрт қысқартады, ал оптикалық арнада есептелген жабдықтың құны айтарлықтай артады. 80 арналы DWDM жүйесі көптеген оптикалық арналармен бірге келген кезде ғана үнемді. Осылайша, телекоммуникация нарықтары әлемде екінші орында тұрған Қытайда DWDM желілерінде қолданылатын оптикалық арналардың ең көп саны 12 - ден аспайды.

Қазіргі уақытта көптеген операторлар STM-64 аппараттық деңгейінде және негізгі және метрлік желілер үшін DWDM технологиясын құруды қарастыруда. Қазіргі заманғы қалалық жол желілері әлі де біркелкі қозғалмайды, соның ішінде SDH және кең жолақты ATM және Ethernet негізіндегі көліктер. DWDM технологиясы трафиктің әртүрлі түрлерін беруді біріктіруге мүмкіндік береді. Көліктің әр түрі үшін олар оптикалық арнасын немесе толқын ұзындығын жалға алады. DWDM технологиялық станциясы 40 Гбит / с және одан жоғары экономикалық тұрғыдан тартымды деп айтуға болады. Алайда, бұл 10 Гбит / с өткізу қабілетімен де пайдалы болуы мүмкін.

Сонымен, қазіргі уақытта ең көп тарағандары келесі DWDM желілік қосымшалары болып табылады:

- "Нүкте - нүкте" немесе "сақиналы топология" топографиясы негізінде жылдам көлік желілерін құру мүмкін емес ";

- Жоғары жылдамдықты және әртүрлі протоколдары бар көптеген пайдаланушылар пайдалана алатын қуатты қалалық жолдарды салу мүмкін емес.

Желілік инфрақұрылым саласында екі негізгі үрдіс қалыптасады: IP және оптикалық желілер. Егер IP-деректерді толығымен берудің артықшылықтары (мысалы, қарапайым, икемді және жіксіз қызметтер сияқты, абоненттерден абоненттерге өту кезінде) жақсы жарнамаланса, параллель, толық оптикалық инфрақұрылымның артықшылықтары белгілі емес.

Қазіргі заманғы желілік құрылымдар желінің оптикалық және электронды бөліктері арасында конверсия мен ауысуды қажет етеді. Енді бұл мәселе өңдеу және техникалық қызмет көрсету деңгейінде шешілді, жаңа

физикалық деңгейдегі сұраулар (мысалы, бағыттау, IP дабылы және т. б.) Болашақта толық IP желілерінде көрсетіледі. Бұл сұраныстар қашан және қалай жүзеге асырылады - талқылау барысында ол жалғасады. Сонымен бірге, нарық сарапшылары желі мүшелері арасындағы байланыс аяқталған кезде IP маршрутизаторлары оптикалық желілермен қалай жұмыс істеуі керек деген сұрақ туындайды.

Кең жолақты даму сценарийін ескере отырып, DWDM технологиясы (SDH-мен бірге) желіні біртіндеп IP-мен толық үйлесімділікке ауыстыруда өз рөлін атқара алатындығы анықталды.

DWDM және SDH технологиялары ең алдымен арнаны өзгертетін желілерде қолдануға арналған. Алайда, әлемдегі үрдістерге сәйкес, сигналдарды берудің әзірленген IP-үйлесімді оптикалық әдістеріне байланысты пакеттік және IP-желілерге байланысты болашақта телекоммуникациялардың дамуы. Осылайша, болашақта толығымен SDH желісі біртіндеп өзінің құндылығын жоғалтады, бірақ SDH функционалдығы. АЖ инфрақұрылымында маңызды рөл атқаруды жалғастыратын шығар. Бұл әсіресе қолданыстағы IP желісіне қатысты және SDH жабдықтарының функционалдығы тек Болашақ оптикалық IP желілерінде жүзеге асырылуы керек. SDH және DWDM аппараттық құралдарын ортақ пайдалану және қолданыстағы аппараттық желілерде кеңінен қолданылады, PDH IP желісімен толығымен үйлесімді желіге икемді және ауыртпалықсыз ауысуды қамтамасыз етеді. Мұндай даму сценарийі желінің функционалдығы мен өткізу қабілеттілігінің талаптарына сәйкес келеді.

Болашақта желілердегі тағы бір ықтимал техникалық жаңалық MPLS (Multiprotocol label switching) аббревиатурасымен белгілі технологияның дамуы болып табылатын "мультипроцессорлық лямбда-коммутациясы" деп аталуы керек. Іске асыру үшін шынымен қол жетімді лямбда-коммутациясы IP-төте жол форматындағы қарапайым тақырыпты ауыстырады, бұл деректерді өңдеу жылдамдығын арттырады. Бір ықшам мультипротокольдық лямбда-коммутативті байланыс саласындағы интеллектуалды оптикалық элемент, атап айтқанда жауап беру трансмиссиясы, енді желіні оңтайландыру үшін екі маршрутизатор арасындағы ең қысқа және жылдам маршрутты таңдай алады. Сонымен қатар, бұл технологияны MPLS әзірлегендіктен, IP маршрутизаторларының оптикалық тарату орталарымен толық оптикалық IP желілеріне ауысудың басқа стратегиясы ретінде өзара әрекеттесуі туралы мәселелер өздігінен шешіледі.

1970 жылдардың басында кварц талшықтарын ойлап тапқаннан бастап, талшықты-оптикалық байланыс жүйелеріне деген қызығушылық күн сайын артып келеді, өйткені олар таспа жетіспеушілігін шешуге мүмкіндік береді. Бұл мәселені мультиплекстеу технологиясы арқылы шешуге болады ұзақ тығыздықты мультиплекстеу (DWDM).

DWDM шлюзі жылдам пайдаланушы интерфейстерін қосуға арналған интерфейстері бар DWDM-мультиплексорларын орнатуға кіреді. Мультиплексорлар арасындағы қашықтық қалпына келтіру жабдықтарының шамамен 100 км болуы мүмкін, регенераторларды қолдану беріліс ауқымын 500-600 км және одан жоғары деңгейге дейін арттырады. Құрылғы "с" диапазонындағы мультиплексті пайдалануға мүмкіндік береді - 100 ГГц өткізу қабілеті бар 40 арнаға дейін немесе Ені 50 ГГц болатын 80 арнаға дейін. "L" диапазонында Ені 50 ГГц болатын 160 арнаны біріктіруге болады.

#### **1.4 Тапсырманың қойылымы**

Бүгінде Қазақстанда телекоммуникация және ақпараттық технологиялар саласында Kaztelekom, TransTeleKom сияқты көпұлтты компаниялар, сондай-ақ олар үшін ірі жеткізушілердің оптикалық арналарын пайдаланатын көптеген компаниялар жұмыс істейді.

Ауылдық телекоммуникациялық желілерде жалпы сыйымдылығы шамамен 362,3 мың болатын 1 553 ауылдық телефон станциясы өңделуде. Сондай-ақ, бүгінгі таңда жұмыс істеп тұрған лицейлердің 98,4% - ы, ауруханалардың 96,7% - ы, емханалардың 96,4% - ы, шағын банктердің 93,3% - ы, колледждердің 92,3% - ы, санаторийлердің 91,2% - ы телефон байланысымен қамтамасыз етілген.

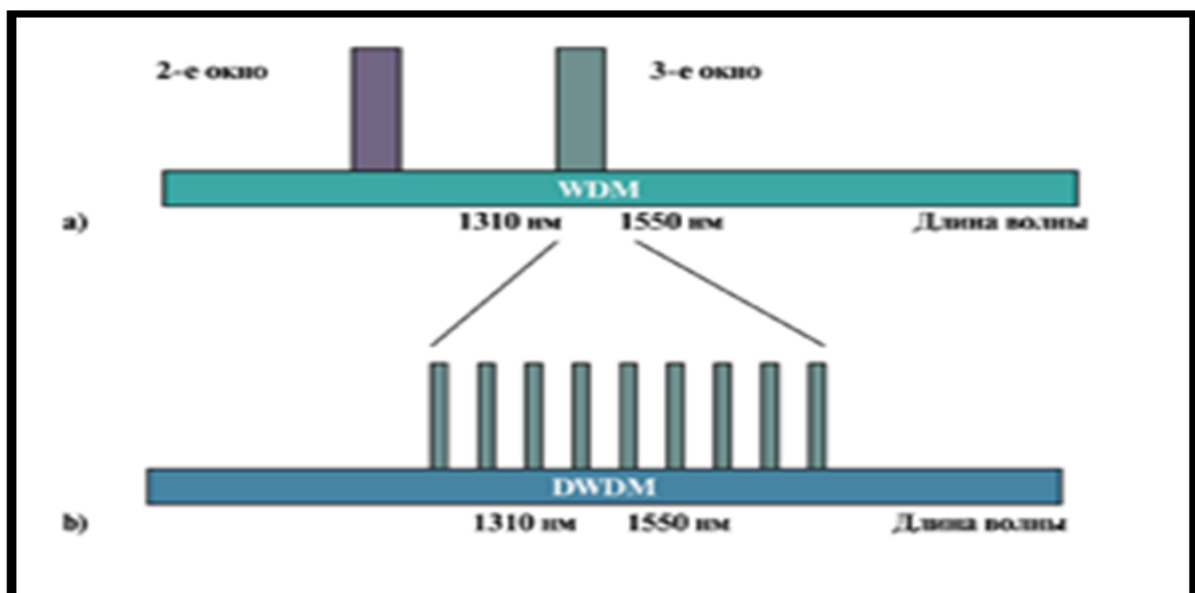
## 2 DWDM технологиясы

### 2.1 DWDM технологиясын таңдау

DWDM артықшылықтары айқын. Бұл технология оптикалық арнаның жолақты енін жүздеген есе ұлғайтудың ең үлкен және үнемді әдісін алуға мүмкіндік береді. DWDM жүйесіне негізделген оптикалық желілердің өткізу қабілеттілігін желіні қолданыстағы жабдыққа айналдыру кезінде біртіндеп жаңа оптикалық арналарды қосу арқылы арттыруға болады.

IP-үйлесімді желілердің болашағы болса да, DWDM мультиплекстеу кезінде қолданылатын толқын ұзындығының санын көбейту үшін технологияны тәуелсіз беру ретінде дамып, жетілдірілуде. Ағын көптеген ұялы байланыс операторларының басты мәселесі болғандықтан, DWDM-дің кең жолақты мультисервистік желілерді дамытуға мүмкіндік беретін технология ретіндегі рөлі ұзақ уақытқа жалғасуы мүмкін.

Алдыңғы DWDM-WDM жүйесі ("толқын ұзындығын мультиплекстеу") екі сигнал беруді қамтамасыз етті, біреуі екінші оптикалық терезеде (шамамен 1310 нм), ал екіншісі үшінші оптикалық терезеде (шамамен 1550 нм). WDM принципі 1А суретте көрсетілген. екі арналы беріліс бір талшықта, әр терезеде бір сигнал арқылы жүзеге асырылады. Осылайша, талшықтың өткізу қабілеті екі есе артады.



2.1 Сурет - WDM (a) және DWDM (b) жүйелерінде жиілік жолақтарын пайдалану

Суретте көрсетілгендей. 1В, DWDM принципін қолдана отырып, оптикалық талшықтың өткізу қабілеті бірнеше есе артады, өйткені үшінші терезеде бір сымды талшық арқылы бір уақытта сигнал беруге мүмкіндік беретін көптеген арналар бар.

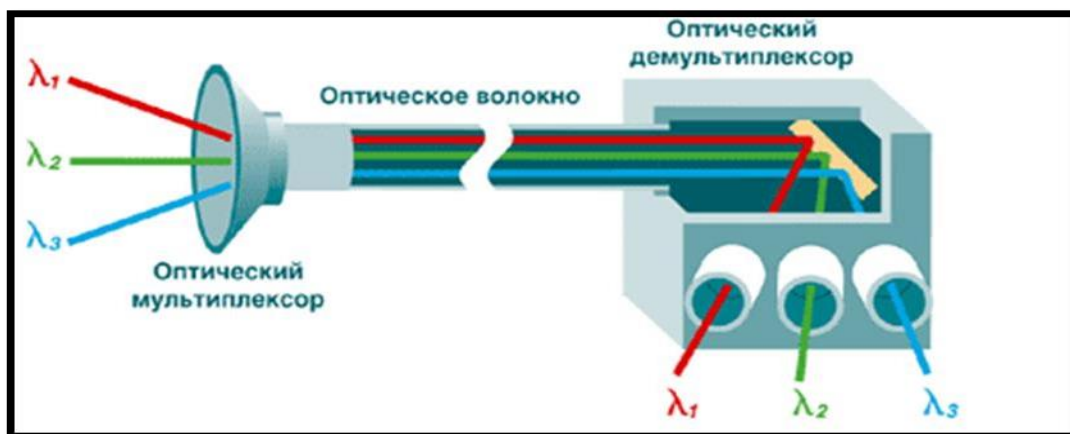
VDM және DWDM жүйелерін салыстыру (сурет. 1), бұл жүйелердегі толқын ұзындығының тұрақтылығы мен лазер ағынына қойылатын талаптар айтарлықтай ерекшеленетінін атап өтуге болады. DWDM жүйесі VDM жүйесіне қарағанда толқын ұзындығының дәлдігін талап етеді.

Стандартты лазердің орташа толқын ұзындығының типтік дәлдігі (DWDM емес)  $1550 \pm 40$  нм.

Салыстыру үшін: 16 арналы DWDM жүйесіндегі канал аралығы 1,6 нм, яғни қалыпты (DWDM лазері емес) пайдалану мүмкін емес. DWDM жүйесінде толқын ұзындығының тұрақтылығы өте маңызды, өйткені тіпті DWDM лазері үшін қоршаған ортаның төмен толқын ұзындығы көрші арнада дұрыс емес сигналдарға әкелуі мүмкін.

Адамның көзге көрінетін көзі сияқты, жарық әртүрлі түстерден тұрады, оны талдауға болады, содан кейін оны түзетуге болады, ал DWDM технологиясымен берілетін жарық ағыны әртүрлі толқын ұзындығынан ( $\lambda$ ) тұрады. Сондықтан бір талшықты жүзден астам стандартты арналар жібере алады. Сондықтан DWDM желісін жобалау кезінде қолданылатын құрал 160 толқын ұзындығына дейін максималды конфигурацияны қамтамасыз етеді.

DWDM технологиясының принципі радио және теледидар тарату принциптеріне ұқсас, онда таратқыштардан әртүрлі жиіліктегі электромагниттік толқындар ауа арқылы бір-бірімен әрекеттеспейді. Сонымен қатар, DWDM технологиясында: оптикалық талшық әр түрлі жиіліктегі оқшауланған Электромагниттік толқындарды таратады, олардан кез-келген қозғалыс берілуі мүмкін.



2.2 Сурет - DWDM технологиясының жұмыс принципі

DWDM тұжырымдамасы өте қарапайым. Ұйымдар үшін бір талшықта SDH сигналдарының бірнеше "түс" оптикалық арналары бар, яғни олар осы сигналдардың әрқайсысы үшін оптикалық толқындардың ұзындығын өзгертеді. "Түсті" сигналдар мультиплексор арқылы араласып, оптикалық сызыққа беріледі. Ақыр соңында, кері операциялар-сигналдар "боялған" болады. SDH сигналдар тобынан және тұтынушының берілуінен бөлінеді. Талшықты беру үшін көптеген толқын ағындары, DWDM қосылған жабдық нақты дәлдікті қамтамасыз етеді. Осылайша, телекоммуникацияда қолданылатын лазерді қамтамасыз ететін толқын ұзындығы мәселесі DWDM жүйесінде қажет болғаннан жүздеген есе көп. Оптикалық кабель өткен кезде сигнал біртіндеп әлсірейді. Оны жақсарту үшін оптикалық күшейткіштер қолданылады. Бұл оптикалық сигналды электр сигналына жіберместен 4000 км-ге дейін деректерді жіберуге мүмкіндік береді (SDH-де салыстыру үшін бұл қашықтық 200 км-ден аспайды).

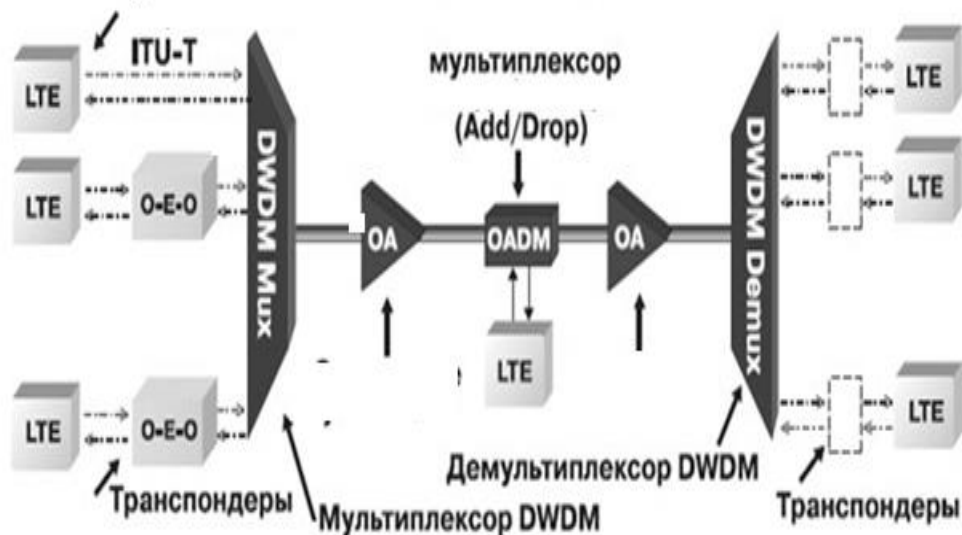
## **2.2 DWDM жабдықтарын таңдау және техникалық параметрлер**

Шинаны салу үшін сізге арнайы DWDM құрылғыларын орнату керек: оптикалық араластырғыштар ықшам форматтар, CADMS және Модульдер, транзисторлар, күшейткіштер және регенераторлар жасайды. Көптеген жетекші өндірушілерде DWDM құрылғылары бар, олар s диапазонында (1530-1565 нм) бірдей ені 100 ГГц 40 оптикалық арнаға дейін немесе 50 ГГц өткізу қабілеті бар 80 оптикалық арнаға дейін көбейте алады. Бұл жағдайда бір оптикалық арнаның максималды сыйымдылығы-10 Гбит / с (STM-64). L диапазонында (1570-1605 нм) оптикалық арналардың максималды саны 50 ГГц арнаның ені бойынша 160-қа жетуі мүмкін.

- Желінің негізгі элементтері және DWDM:
- DWDM - демультиплексорға арналған мультиплексор;
- DWDM - бұл мультиплексордың кірісі және шығысы қол жетімді емес;
- Оптикалық сигналдарды (бір немесе көп режимді) DWDM толқын ұзындығының біріне түрлендіретін DWDM транспондерлері;
- оптикалық күшейткіштер;
- дисперсиялық компенсаторлар жоқ.
- DWDM қуатына қосымша, басқа да көптеген артықшылықтарға ие:
- Ашықтық. DWDM физикалық сәулет болғандықтан, ол жалпы физикалық деңгейде ашық интерфейстері бар ашық уақытты бөлу мультиплексингін (TDM) және ATM, Gigabit Ethernet, ESCON және Fibre Channel деректер форматтарын қолдай алады.

- Бұл масштабталу. DWDM-ді нүкте-нүкте түйіндерінде және SONET / SDH сақиналарының сегменттерінде қуатты жылдам құру үшін пайдалануға болады.

- Қол жетімді динамикалық ресурс (динамикалық брондау). Жылдам және қарапайым динамикалық желі қосылымы провайдерлерге стратегиялық өткізу қабілеттілігін бөлуге (Стратегиялық Bandwidth Allocation) қол жеткізуге, яғни оптикалық арналарды жеке ғимараттарға жеткізуге мүмкіндік береді.



2.3 Сурет - DWDM магистральдық жүйесінің құрылымдық схемасы

Халықаралық және қалааралық қоңыраулар, интернет функциясы, көптеген ірі компаниялардың корпоративтік желілері магистральдық желілердің сенімді жұмысына байланысты.

Оптикалық мультиплексордың негізгі оптикалық түйіндері оптикалық мультиплексор (ОМ) және оптикалық демультимплексор (ОД) болып табылады. Мультиплекстелген сигналдар бағытында тұрақты толқын ұзындығы бар от берілісі оптикалық кабель арқылы берілетін топтық сигналдағы қабылдағыш Шығыс кезінде қалыптасады. ОД тобын жазу кезінде ол транспондерлер белгілеген толқын ұзындығының сигналдарына демультимплекстеледі.

Оптикалық регенератор топтық сигнал форматтарын қалпына келтіру, джиттерді басу және сигнал - шу қатынасын жақсарту үшін қолданылады. Осы мақсатта o-Uh-oh (оптикалық - электрооптикалық) түрлендіруі жүзеге асырылады. Сигнал формасы қалпына келтіріліп, ол қайтадан REG түрлендіргішінің кірісіндегі оптикалық топтық сигналға 3R электр формасына айналады. Регенератор транспондердің артқы панеліндегі кері тізбекке қосылған екі OTM мультиплексорына негізделген. Бұл конфигурация барлық оптикалық арналарды енгізуге / шығаруға мүмкіндік береді.

## 2.1 Кесте -DWDM жабдыктарының негізгі техникалық сипаттамалары

| Модель            | Компания            | Оптикалық арна саны | Жиілік жоспары    | интерфейс                                             | Оптикалық арнадағы жылдамдық     | Электрлік регенерация ұзақтығы |
|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1                 | 2                   | 3                   | 4                 | 5                                                     | 6                                | 7                              |
| Alcatel 1686 WM   | Alcatel             | 16                  | 200 ГГц           | PDH, STM-1/4/16, 10 Гбит/с                            | 10 Гбит/с                        | 900                            |
| Alcatel 1640 WM   | Alcatel             | 40/80               | 100 ГГц / 50 ГГц  | PDH, STM-1/4/16, 10 Гбит/с                            | 10 Гбит/с                        | 900                            |
| WaveStar OLS-80G  | Lucent Technologies | 16/32               | 100 ГГц           | STM-1/4/16, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet           | 2,5 Гбит/с, 10 Гбит/с            | 640                            |
| WaveStar OLS-1.6T | Lucent Technologies | 160                 | 50 ГГц            | STM-1/4/16, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet           | 10 Гбит/с                        | 640                            |
| WaveLine MN       | Siemens             | 32/64               | н/д               | STM-1/4/16, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, ATM, PDH | 2,5 Гбит/с                       | 100                            |
| MTS2              | Siemens             | 40/160/640          | 50 ГГц            | STM-1/4/16, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, ATM, PDH | 2,5 Гбит/с, 10 Гбит/с, 40 Гбит/с | 1500                           |
| WL                | Siemens             | 8/16                | 200 ГГц / 100 ГГц | STM-1/4/16, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, ATM, PDH | 2,5 Гбит/с, 10 Гбит/с            | 300/900                        |
| OpticX BWS320G    | Huawei Technologies | 32                  | 100 ГГц           | PDH, STM-1/4/16, 10 Гбит/с                            | 10 Гбит/с                        | 640                            |
| OpticX Metro 6100 | Huawei Technologies | 32/64               | 200 ГГц / 100 ГГц | PDH, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, STM-1/4/16/64   | 10 Гбит/с                        | н/д                            |
| ZXWM-32           | ZTE Corporation     | 32                  | н/д               | PDH, STM-1/4/16, IP, ATM                              | н/д                              | 640                            |
| XDM500            | ECI Telecom         | 8                   | н/д               | STM-1/4/16, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, ATM,     | 2,5 Гбит/с                       | н/д                            |

| 1                    | 2               | 3     | 4   | 5                                                              | 6                         | 7   |
|----------------------|-----------------|-------|-----|----------------------------------------------------------------|---------------------------|-----|
| XDM 1000             | ECI Telecom     | 40    | н/д | STM- 1/4/16,<br>Fast Ethernet,<br>Gigabit Ethernet,            | 2,5<br>Гбит/с             | н/д |
| XDM 2000             | ECI Telecom     | 80    | н/д | STM- 1/4/16,<br>Fast Ethernet,<br>Gigabit Ethernet,PDH         | 2,5<br>Гбит/с             | н/д |
| OPTera Metro 5000    | Nortel Networks | 32/64 | н/д | STM-1/4/16,<br>Fast Ethernet                                   | 2,5<br>Гбит/с             | н/д |
| OPTera Long Hau 1600 | Nortel Networks | 160   | н/д | STM- 1/4/16,<br>Fast Ethernet,<br>Gigabit Ethernet,<br>ATM,PDH | 10<br>Гбит/с,40<br>Гбит/с | н/д |

Оптикалық күшейткіш, тиісінше, топтың сигналын арттырады, пішінін қалпына келтірмейді. Деректерді ұзақ қашықтыққа беру кезінде күшейткіштерде эквалайзер бар-оптикалық арналардың қуатын теңестіру. Қалалық жағдайда эквалайзер функциясы жұмыс істемейді, бұл күшейткіштің құнын төмендетеді. Оптикалық күшейткіш-ең арзан DWDM торабы (OTM мультиплексоры мен регенератормен салыстырғанда).

Оптикалық мультиплексордың шығысы оптикалық оң күшейткішке негізделген, ол толқын ұзындығының шектеулі оптикалық арналарын іске асыру үшін пассивті оптикалық карта қосады. Бұл торлар ультракүлгін сәуле шығаратын кернеулерде перфорацияға жететін сыну көрсеткішінің мезгіл-мезгіл өзгеруіне ұшырайды. Бұл 1-ден 12-ге дейін оптикалық арналарды енгізуге / шығаруға мүмкіндік беретін bregg желісіне негізделген oadm мультиплексоры. Басқа арналар үшін ол күшейткіш ретінде жұмыс істейді. Бұл мультиплексордың OTM мультиплексоры мен регенераторға қарағанда басты артықшылығы-әлдеқайда төмен баға.

Lucent Technologies. Lucent Technologies wavestar жалпы атауымен бірге бірқатар синхронды жабдықтар мен оптикалық тығыздағыштар шығарады. Соңғы SDH желісі STM-1 мультиплексорының үш моделінен тұрады.

Nortel Networks. Бұл компанияның DWDM жабдығы әлемдегі ең танымал жабдықтардың бірі болып табылады. DWDM жабдықтарының ішінде желінің жылдамдығын қала деңгейіне дейін жеткізуге арналған OPTera Long 1600 және OPTera Metro 5000 ауыр тартқышты атап өткен жөн.

Siemens. Басқа компаниялар сияқты, Siemens арсеналында мультиплексорлардың бүкіл отбасы TransXpress деп аталады. DWDM Siemens саласында ол тамырлы, аймақтық және қалалық желілерге арналған жабдықтардың кең спектрін ұсынады. Мысалы, үлкен сыйымдылығы мен

сыйымдылығы бар үлкен желілерге арналған mts2 моделі 1000 км-ден астам қашықтықта 2,5 Гбит / с жылдамдықпен 640 арнаны жібере алады.

Huawei Technologies. Жақында Huawei Ресей нарығында маңызды рөл атқара бастады. Ол телекоммуникацияның көптеген салаларында, соның ішінде ірі желілік жабдықты дамытуда жұмыс істейді. Осы мақсаттар үшін OptiX SDH деңгейіндегі STM-1/4/16/64 мультиплексорынан, 16/32 каналдарындағы DWDM жабдығынан және mstp платформасының мультисервистік көлігінен тұратын өнімдер тобын жасады. Соңғысы SDH және DWDM артықшылықтарын біріктіреді. Қазіргі уақытта тек үш өнім шығарылады, оларда MSTP жүзеге асырылады. Олардың барлығы қалалық желілерді құруға арналған және SDH, ATM және IP трафигін біріктіруге мүмкіндік береді.

ECI Telekom. 2001 жылдың қаңтарында тиісті жабдық ECI Telekom тобының құрамына кіретін Lightscape Networks -қа айналды. Өндіруші Ресей нарығында әйгілі, онда ол SDH мультиплексорларының сериясын ұсынды, STM-1/4/16-да жұмыс істейді, сонымен қатар бұл SDM-1-ден STM-1-ге дейінгі бір тақталы микрофонның мультиплексоры. Бір платформада мультиплекстеу, DWDM, кросс-коммутация, маршрутизатор-IP, коммутатор, ATM және SDH араластырғыштары біріктірілген әмбебап XDM мультиплексорларының сериясы сығылған форматтарды ұсынады. Қазіргі уақытта тұтынушыларға үш модель ұсынылады. Кіші, XDM 500, DWDM желісіндегі сандық желілерге кіру шлюзі. XDM 1000-бір га талшықты-оптикалық желі. Ескі модель, XDM 2000, компанияны бай зияткерлік қосқыш ретінде көрсетті. Барлық құрылғылар E1-ден STM-64-ке дейінгі ағындарды басқара алады.

### 3 DWDM технологиясын жобалау

#### 3.1 Арналардың қажетті санын есептеу

"Қызылорда-Қазалы" учаскесі үшін арналар саны осы пункттерде тұратын халық санына қарай есептеледі. Саны соңғы халық санағының статистикалық деректері негізінде анықталуы мүмкін. Әдетте халық санағы бес жылда бір рет жасалады, сондықтан халықтың өсуін ескеру қажет. 2012 жылғы санақ деректерін пайдаланамыз : Қызылорда қаласында - 388600 адам, Қазалы қаласында-143 600 адам.

Осылайша, осы пункттердегі халық саны, сондай-ақ қоршаған орта орташа өсімді ескере отырып анықталады:

$$H_{\tau} = H_0 \times \left(1 + \frac{\Delta H}{100}\right)^{\tau} \quad (3.1)$$

мұндағы,  $H_0$ -халық санағын өткізу кезіндегі тұрғындар саны, адам;  
 $\Delta H$  - осы жердегі халықтың орташа жылдық өсімі, %, (қабылданады (2-3)%);

$t$ -перспективалық жобалаудың белгіленген жылы мен халық санағын жүргізу жылы арасындағы айырма ретінде айқындалатын кезең, жыл.

Перспективалық жобалау жылы ағымдағы жылмен салыстырғанда 5/10 жыл бұрын қабылданады. Егер жоба 10 жыл бұрын қабылданса, онда:

$$t = 10 + (t_n + t_0) \quad (3.2)$$

мұндағы,  $t_n$ -жобаның жасалған жылы;  $t_n = 2018$  жыл,

$t_0$  -  $H_0$  деректері жататын жыл;  $t_0 = 2017$  жыл,

$t = 10 + (2018 - 2017) = 10 + 1 = 11$  жыл.

(3.1) формула бойынша Қызылорда қаласындағы халық санын есептейміз -  $H_{tc}$ ,  $H_{tj}$  – Қазалы қаласындағы.

$$H_{tc} = 388600 \times \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 537913 \text{ адам}$$

$$H_{tj} = 143600 \times \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 198775 \text{ адам}$$

Қалааралық байланыстағы телефон арналарының басым мәні бар екенін ескере отырып, алдын ала берілген пункттер арасындағы телефон

арналарының санын анықтау қажет. Телефон арналарының санын есептеу үшін шамамен формуланы қолдануға болады:

$$n_{\text{тлф}} = \alpha \times K_T \times y \frac{T_c \times T_j}{T_c + T_j} + \beta; \quad (3.3)$$

мұндағы,  $\alpha$  және  $\beta$  - тұрақты қол жетімділікке және берілген шығындарға сәйкес келетін тұрақты коэффициенттер; әдетте шығындар 5%-ке тең болады, онда  $\alpha = 1,3$ ;  $\beta = 5,6$ ;

$y$ -нақты жүктеме, яғни бір абонент жасаған орташа жүктеме,  $y = 0,15$  Эрл.;

$K_T$  - тартылыс коэффициенті 0,1-ден 12% - ға дейін кең ауқымда ауытқиды. Жобада біз  $K_T = 12 \%$ , яғни  $K_T = 0,12$  қабылдаймыз;

$T_c$  және  $T_j$  - белгілі бір терминалды пункт қызмет көрсететін абоненттердің саны қызмет көрсету аймағында тұратын халықтың санына байланысты анықталады.

Халықтың телефон аппараттарымен жабдықталуының орташа коэффициентін 0,3-ке тең етіп, санын анықтаймыз:

$$T = 0.3 * H_t$$

$$T_c = 0.3 * H_{tc} = 0.3 * 537913 = 161373 \text{ адам},$$

$$T_j = 0.3 * H_{tj} = 0.3 * 198775 = 59632 \text{ адам}.$$

Енді (3.3) формуласы бойынша біз сайттан  $n_{\text{тлф}}$  табамыз:

$$n_{\text{тлф}} = 1.3 * 0.12 * 0.15 \frac{161373 * 59632}{161373 + 59632} + 5.6 = 1025.$$

2 Мб/с бастапқы сандық арна 30 стандартты арнадан тұратындығын ескере отырып, біз аламыз:

$$\frac{1025}{30} = 35 * 2 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}} \text{ поток немесе } 1055 \text{ канал}.$$

Кәбілдік тарату желісі бойынша байланыстың басқа түрлерінің арналары ұйымдастырылады, сондай-ақ транзиттік арналар ескеріледі.

Арналардың жалпы саны осы жүйе бойынша анықталады:

$$N = N_{\text{тлф}} + N_B + N_{\text{тр}}, \quad (3,5)$$

мұндағы,  $N_B$  - хабар тарату сигналдарын беруге арналған ТЧ арналарының саны, хабар таратуға  $1 \times 2$  Мбит/с ағын бөлінеді;

$N_{тр}$  - транзиттік арналар саны. Транзиттік арналардың қатарына облыс орталықтарының аудан орталықтарымен байланыс арналары кіреді. Олар үшін  $63 \times 2$  Мбит/с ағын көзделеді.

Осы бағыттағы байланыс үшін барлығы:

$$35 \times 2 \text{ Мбит/с} + 63 \times 2 \text{ Мбит/с} = 98 \times 2 \text{ Мбит/с поток.}$$

Бұдан басқа, магистраль Шығыс ТОБЖ-ның бір бөлігі болып табылатынын және транзиттік қосылыстарды қамтамасыз ететінін ескере отырып, қосымша:

$380 \times 2$  Мбит/с поток; онда:

$$N = 98 + 1 + 380 = 479 \times 2 \text{ Мбит/с поток.}$$

Байланысты ұйымдастырудың сақиналық схемасы ұйымдастырылатындығын ескере отырып, ағындардың 100% резерві қажет, содан кейін:

$$N_{общ} = 479 \times 2 = 958 \times 2 \text{ Мбит/с поток.}$$

Осылайша, қажетті қажеттілікті ескере отырып, "Қызылорда Қазалы" магистраліне  $958 \times 2$  Мбит/с ағын немесе 28740 арна қажет. Алынған мәліметтерге сүйене отырып STM - 16 беру жүйесі қолайлы,  $63 \times 16 = 1008 \times 2$  МВ/с ағыны немесе 30240 арнасы бар.

Алынған мәліметтерге сүйене отырып, осы жоба үшін MLink-STM 16/64 таңдадым.

Mlink-STM 16/64-толық функционалды мультиплексор, ол STM-16/64 деңгейіндегі SDH магистральдық желілерін құруға арналған. Mlink-STM-16/64-тің басты артықшылығы-бір дизайндағы STM-1/STM-4/ STM-16/STM-64 деңгейлерін қолдау.

- MLink-STM-16/64 - TDM және IP трафигін бірлесіп таратумен бірге жоғары жылдамдықты талшықты-оптикалық желілерді құру үшін арнайы жасалған. Mlink-STM 16/64 сізге басқа конфигурациясы бар желіні құруға мүмкіндік береді.

Сапасы:

- Агрегаттар мен ағындар арасында интерфейстің кең таңдауы бар;
- PDH / SDH / ATM / IP қолдау;
- Құрылыс модульдерін ауыстыруға байланысты беріліс жылдамдығын (155 мбит / с-тан 10 Гбит / с-қа дейін) оңай арттыру мүмкіндігі;

- TDM және IP трафигін беру үшін жоғары беріктігі бар SDH арналарын ұсынады;
  - Ол Vc-12, VC-3, VC 4-ке қосыла алады;
  - ITU-T G. 962 сәйкес мультиплекстеу толқынының (DWDM) бекітілген арнасы;
  - Талшықты байланысы бар бір жұп арқылы 32 арнаға дейін беру мүмкіндігі;
  - Сіз оны икемді және қолдануға оңай реттей аласыз;
  - MLink-STM-SNMP арқылы орталықтандырылған басқару;
  - MLink-STM 16/64-тің басты артықшылығы-DWDM технологиясын қолдау.
  - MLink-STM 16/64 DWDM функциялары әртүрлі желілік конфигурацияларға негізделген. Модульдік сәулет жүйенің кез-келген конфигурациясын қамтамасыз етеді: желідегі төрт түрлі толқын ұзындығы бар мультиплекстеу / дедупликация модулі, 2,5 Гбит / с дейінгі бірнеше арнасы бар желілік енгізу / шығару модулі және оптикалық арнаға беру мүмкіндігі.
- Техникалық сипаттамалары MLink-STM 16/64:
- ITU-T G. 962 сәйкес бекітілген толқынның мультиплекстеу арнасы (DWDM) бар;
  - Талшықты байланысы бар бір жұп арқылы 32 арнаға дейін беру мүмкіндігі;
  - Әр түрлі желілік топологияларды ("нүкте-нүкте", сызық, дөңгелек ағын);

### 3.1Кесте - Оптикалық желілік интерфейстер

| Интерфейс типі       | Тарату жылдамдығы, Мбит/с | Интерфейс С типі | Толқын ұзындығы, нм | Ара қашықтық, км | Минималды сыйымдылық |
|----------------------|---------------------------|------------------|---------------------|------------------|----------------------|
| STM-1<br>рек. G.957  | 155,520                   | S-1.1            | 1310                | 15               | 32                   |
|                      |                           | L-1.1            | 1310                | 40               | 32                   |
|                      |                           | L-1.2            | 1550                | 80               | 32                   |
| STM-4<br>рек. G.957  | 622,080                   | S-4.1            | 1310                | 15               | 32                   |
|                      |                           | L-4.1            | 1310                | 40               | 32                   |
|                      |                           | L-4.2            | 1550                | 80               | 32                   |
| STM-16<br>рек. G.957 | 2,488<br>Гбит/с           | S-16.1           | 1310                | 15               | 8                    |
|                      |                           | L-16.1           | 1310                | 40               | 8                    |
|                      |                           | L-16.2           | 1550                | 80               | 8                    |
| STM-64<br>рек. G.957 | 10 Гбит/с                 | S-64.2           | 1550                | 40               | 4                    |
|                      |                           | L-64.2           | 1550                | 80               | 4                    |

- TDM қосымшасының қосымшалары мыналарды қамтиды: клиент сигналын (STM-1-ден STM-16-ға дейін) толқын ұзындығына қосу мүмкіндігі;
- 3R функционалдығы;
- Ешқандай күшейту жоқ (EDFA);
- 1 + 1 " сызықтық қорғаныс;
- Орталықтандырылған басқару жоқ MLink-STM-SNMP;

### 3.2 Кесте - Пайдаланушы интерфейстері

|                        | Интерфейс              | Тарату жылдамдығы | Толқындық кедергі, Ом | Максималды сыйымдылығы       |
|------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------------|
| Электрлік интерфейстер | E1. Рек. G.703         | 2.048             | 120/75                | 168                          |
|                        | E3/DS3 G.703           | 34.368/44.736     | 75                    | 24                           |
|                        | IP/Ethernet IEEE 802.3 | FE: 10/100<br>GE: | 120                   | 48(L2).64(transparent)<br>16 |
|                        | STM-1E                 | 155.520           | 75                    | 8                            |

### 3.2 Регенерациялық учаскенің ұзындығын есептеу

ТОБЖ төселген және керілген кабельдің құрылыс ұзындығынан тұрады және оның ұштарындағы алғашқы ажыратылатын қосылыстарға дейін өтеді. Талшықты-оптикалық кабельдік желілерді жобалау кезінде ескерілуі керек ең маңызды беріліс параметрлері қолданылатын талшықты жарық өткізгіштердің тозуы және өткізу қабілеттілігі болып табылады, алмалы-салмалы қосқыштардағы, тармақтауыштардағы, енгізу-шығару құрылғыларындағы және т. б. шығындар, сондай-ақ аппаратура жобасына салынуы қажет қор, бір бөліктен тұратын қосылыстарды жөндеу кезінде шығындарды өтеу қоры, өйткені кабельдік желілер ұзақ жұмыс кезеңіне арналған. ТОВЖ сипаттамалары  $L_p$  регенерация учаскесінің максималды ұзындығын қамтамасыз етуі тиіс. Регенераторлар сигналдың бастапқы пішінін және уақыт өте келе оның орнын толығымен қалпына келтіреді, сондықтан  $L_p$  ТОВЖ негізгі параметрлерінің бірі болып табылады. Siccot A-DF(ZN)2Y 3x4 E9/125 0,22H18 фирмасының талшығын қолданатын кабель үшін құрылыс ұзындығы 6000 м.

DWDM жабдығының желілік тракті жабдықтарының техникалық сипаттамалары МЭС нормаларына сәйкес келеді және мынадай параметрлерге ие:

- Таратқыштың шығысындағы оптикалық қуат деңгейі:  $P_{\text{шығ пер}} = 3$

дБ;

- Күшейткіштің шығысындағы оптикалық қуат деңгейі:  $P_{\text{шығ ус}} = 13...16$  дБ;

- Предусилительдің кіреберісіндегі оптикалық қуат деңгейі:  $P_{\text{кіріс предус}} = -45...-15$  дБ;

- Қабылдағыштың кіреберісіндегі оптикалық қуат деңгейі:  $P_{\text{кіріс пр}} = -40$  дБ;

Қызылорда-Қазалы магистралінің ең ұзын учаскесі 780 км құрайтынын ескере отырып, осы учаске үшін есептеу жүргіземіз.

Осы бөлімдегі муфталардың санын табыңыз:

$L = 780$  км; кабельдің құрылыс ұзындығы  $L_{\text{құр}} = 6$  км:

$$N_{\text{муфт}} = \frac{L - 1}{L_{\text{құр}}}$$

$$N_{\text{муфт}} = \frac{780}{6} - 1 = 129 \text{ муфт.}$$

Кабельдің өшуін анықтаңыз:

$$S_{\text{к}} = 0,22 \cdot 780 = 171 \text{ дБ,}$$

мұндағы  $S_{\text{к}}$ -кабельдің сөнуі, 171 дБ

$A_{\text{эзап}}$  - аппаратураның пайдалану қоры, 3 дБ;

$A_{\text{рс}}$  - алмалы-салмалы қосқыштардағы шығындар, 0,2 дБ;

$A_{\text{эзк}}$  - кабельдің пайдалану қоры, 3 дБ;

$\Delta\alpha$  – жоғалтуларды табамыз:

$$\Delta\alpha = N_{\text{муфт}} \cdot A_{\text{нс}} \quad (3.7)$$

мұндағы  $A_{\text{нс}}$  - бір бөліктен тұратын қосылыстың өшу мәні, 0,05 дБ.

$$\Delta\alpha = 129 \cdot 0,01 = 1,29 \text{ дБ.}$$

Содан кейін біз жалпы тозуды табамыз:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{к}} + A_{\text{эзап}} + 4A_{\text{рс}} + A_{\text{эзк}} + \square\square, \quad (3.8)$$

$$S_{\text{общ}} = 129 + 3 + 0,8 + 3 + 1,29 = 137 \text{ дБ.}$$

Қабылдағыштың кіру деңгейі болады:

$$P_{\text{кіріс}} = 3 - 137 = -134 \text{ дБ.}$$

Қабылдағыштың кірісіндегі сигнал деңгейі қабылдағыштың сезімталдығының шекті деңгейінен төмен болады ( $P_{\text{кіріс пр}} = -40 \text{ дБ}$ ), сондықтан сигнал деңгейін 20 дБ арттыратын берілістегі күшейткіш қажет, регенераторлар санын есептеу қажет.

Қабылдау деңгейі болады:

$$P_{\text{кіріс}} = 3 + 20 - 137 = -114 \text{ дБ.}$$

Бұл қабылдағыштың кірісіндегі оптикалық қуат деңгейіне сәйкес келмейді.

Берілісте қосымша күшейткішті (күшейткішті) қажет етпейтін регенерация аймағының ұзындығын анықтаңыз.

$P_{\text{кіріс}}$  сигналының деңгейі  $-40 \text{ дБ}$ -дан кем болмауы тиіс екенін, ал учаскенің ұзындығы 780 км болғанда  $-137 \text{ дБ}$  сөніп қалғанымызды ескерсек, сөніп қалудың артуы мынаны құрайды:

$$\square = 137 - 40 = 97 \text{ дБ.}$$

Содан кейін преамплизаторсыз регенерациялық учаскенің ұзындығы артық болмауы керек (А Қосымшасы):

$$L_{\text{рег}} = 780 - \frac{141}{0.22} = 135 \text{ км.}$$

Учаскелерді есептеу деректерін ескере отырып, ұзындығы 135 км-ден аспайтын, бірақ мультиплексорлардың стандартты аралықтары 120 км-ден аспайтын келесі учаскелерде күшейткіштерді пайдалану қажет. Сондықтан байланыс схемасында біз осы мәндерді ескереміз.

### 3.1-сурет-жергілікті жердің картасы

### 3.3 Дисперсияны және өткізу қабілетін есептеу

ТОБЖ бойынша сигналдарды беру кезінде ИКМ әдістері пайдаланылады, соның нәтижесінде берілетін ақпарат 1 және 0 екілік кодтар - биттер түрінде ұсынылады, оның үстіне 1 қуаттың жоғары деңгейіне, ал 0 - төмен деңгейге сәйкес келеді. Модуляцияланған сигнал  $\tau_0$  ұзақтығымен және  $B_0$  бит/с берілу жылдамдығымен импульстар арқылы беріледі. дисперсияға байланысты таралу процесінде импульстардың "эрозиясы" жүреді, яғни

олардың ұзақтығының артуы. [7] Егер қабылдағыш алған  $\tau_0$  импульстің ұзақтығы бит аралығынан асып кетсе, онда көрші импульстардың бір-біріне қабаттасуы орын алады, бұл символдар арасындағы кедергіні тудырады. Сондықтан қабылдағыш жеке импульстарды тани алмайды, нәтижесінде BER бит қателіктерінің коэффициенті артады.  $T_0$  бит аралығы  $B_0$  қатынасында сигнал беру жылдамдығымен байланысты:

$$T_0 = \frac{1}{B_0}$$

Осылайша, ТОВЖ қалыпты жұмыс істеуі үшін қажет:

- алынған  $\tau_L$  импульсінің бастапқы бит аралығынан аспайтын ұзақтығын қамтамасыз ету;

- алынған қуатты сезімталдыққа тең етіп қамтамасыз етіңіз  $P_{пр}$  қабылдағышына немесе  $P_{пр}$  - дан асатын резервті енгізіңіз;

Сондықтан ТОВЖ-ны жоғары жылдамдықпен жобалау кезінде ең маңызды техникалық сипаттамалар-бұл дисперсия және ОВ-нің азаюы. [7]

Поляризациялық мод дисперсиясын есептеу. Егер  $N$  сызығы ВОК сегменттерінен тұрса, олардың әрқайсысында дисперсия  $D_{PMDi}$  - ге тең болса, онда алынған поляризациялық режим дисперсиясы тәуелсіз кездейсоқ шамалардың қосындысының заңына сәйкес өрнектен анықталады:

$$D_{PMD}^2 = D_{PMD1}^2 + D_{PMD2}^2 + \dots + D^2, \quad (3.11)$$

Әр бөлім үшін  $\tau_{PMDi}$ , пс поляризациялық мод дисперсиясы өрнектен есептеледі (3.12):

$$\tau_{PMDi} = D_{PMD} \times \sqrt{L_i}, \text{ пс} \quad (3.12)$$

$$\tau_{PMD1} = 0,5 \times \sqrt{80} = 4,47 \text{ пс},$$

$$\tau_{PMD2} = 0,5 \times \sqrt{76} = 4,36 \text{ пс},$$

Хроматикалық дисперсияға байланысты импульсті кеңейту өрнектен анықталады (3.13):

$$\tau_{chri} = D * \Delta\lambda * L, \text{ пс} \quad (3.13)$$

$$\tau_{chr1} = 3 * 0,09 * 80 = 21,61 \text{ пс},$$

$$\tau_{chr1} = 3 * 0,09 * 76 = 20,52 \text{ пс},$$

Поляризациялық мод дисперсиясын ескере отырып, алынған дисперсия келесі өрнектен анықталады [8]:

$$\tau_{pvi} = \sqrt{\tau_{chri}^2} + \sqrt{\tau_{pDmi}^2}, \text{ пс}$$

$$\tau_{pv31} = \sqrt{21,61^2} + \sqrt{4,47^2} = 22,07 \text{ пс},$$

$$\tau_{pv32} = \sqrt{30,78^2} + \sqrt{4,36^2} = 31,09 \text{ пс},$$

Себебі, биттік интервал  $T_0 = \frac{1}{B_0}$ , онда: STM-16 үшін:  $T_0 = 100,5 \text{ пс}$

Импульсті кеңейтудің максималды рұқсат етілген мәні импульстің рұқсат етілген ұзақтығы деген шартпен анықталады:

$$\tau = \frac{T_0}{2} \quad (3.15)$$

Демек, берілу жылдамдығы  $T_0 = 9953,28 \text{ Мбит / с}$  болған кезде импульстің рұқсат етілген ұзақтығы  $\tau = 50,25 \text{ пс}$  болады. Импульстардың бастапқы ұзақтығы [9]өрнегінен анықталады:

$$\tau_0 = \frac{T_0}{4} \quad (3.16)$$

Импульстің соңғы ұзақтығы оның бастапқы ұзақтығы арқылы  $\tau_0$  қатынасы арқылы көрінеді

$$\tau_i = \sqrt{\tau_{0i}^2 + \tau_{pvi}^2} \quad (3.17)$$

Содан кейін бірінші бөлімдегі дисперсияға байланысты импульстің ұзақтығы тең болады:

$$\tau_i = \sqrt{25,125^2} + \sqrt{22,07^2} = 33,44 \text{ пс}$$

Яғни тарату жылдамдығы  $B_0 = 9953,28 \text{ Мбит / с}$  (STM-16) кезінде дисперсия салдарынан кеңейтілген оптикалық импульс рұқсат етілген мәннен аспайды, мәні  $\tau = 50,25 \text{ пс}$ . Бірақ транзиттік трафик сигнал сапасының нашарлауына жол берілмейтіндіктен, ВОК арқылы DWDM сигналдарын беру үшін әр нүктеде хроматикалық дисперсияны өтеу қажет. [9]

Дисперсияны өтеу үшін DCM-10 және DSM-20 модулін таңдап, енгізілетін 3,7; 4,1 дБ және толық дисперсиямен (-170); (-340) пс/нм сәйкесінше.

Өтемақы модульдерінің толық теріс дисперсиясы:

$$\tau_{DC1} = (-170) * 0.09 = -15.3 \text{ пс},$$

$$\tau_{DC2} = (-340) * 0.09 = -30.6 \text{ пс}.$$

Сондықтан байланыс желісінің әр бөлігінде толық өтелген дисперсия болады:

$$\tau_{резCi} = \tau_{резi} + \tau_{DCi}, \text{ пс} \quad (3,18)$$

$$\tau_{резC_1} = 22.07 + (-15.3) = 6.77 \text{ пс},$$

$$\tau_{резC_2} = 31.09 + (-30.6) = 0.49 \text{ пс},$$

Нәтижесінде, берілу жылдамдығы  $B_0 = 9953,28$  Мбит/с (STM - 16) болған кезде әр учаскедегі оптикалық кабельдің шығысындағы импульстің соңғы ұзақтығы болады:

$$\tau_{Ci} = \sqrt{\tau_{0i}^2 + \tau_{резCi}^2}, \text{ пс}, \quad (3.19)$$

$$\tau_{C1} = \sqrt{25,125^2} + \sqrt{6,77^2} = 26,02 \text{ пс},$$

$$\tau_{C2} = \sqrt{28,15^2} + \sqrt{0,49^2} = 28,15 \text{ пс},$$

Бұл нәтиже рұқсат етілген мәннен әлдеқайда аз, яғни сигнал сапасы нашарлаған жоқ. [9]

### 3.4 Желінің энергетикалық параметрлерін есептеу

Жобалау кезінде олар қалпына келтіру учаскесінің (РУ) мүмкін болатын үлкен ұзындығын алуға тырысады, бұл ВОБЖ-не техникалық қызмет көрсетілмейтін қалпына келтіру пункттерінің азаюына әкеледі және нәтижесінде магистралды салу мен пайдалануға күрделі шығындардың азаюына ықпал етеді. 2.7-суретте көрсетілген байланысты ұйымдастыру

сызбасына сәйкес РУ ұзындығын Қазалы-Қызылорда учаскелерінде есептейміз.

Қазалы-Қызылорда учаскесіндегі РУ ұзындығын есептейміз. Бұл бөлімде Қажетті РУ ұзындығы 120 км болғандықтан, біз жоғары қуатты күшейткішті пайдалануымыз керек. Осыған сәйкес біз келесі параметрлерді таңдаймыз ПОМ және ПРОМ.

Параметрлері:

Жарық өткізгіштегі толқын ұзындығы, нм.....1510...1560

Берілу жылдамдығы, кбит/с.....2488320

Беру жағы:

Лазер түрі.....Кіріктірілген сыртқы модуляторы бар DFB

Спектрдің ені, нм.....0,1

Бүйірлік режимді басу, дБ.....30

Беру деңгейі, дБ.....13... 16

Қабылдау жағы:

Диод қабылдау.....APD стандартты

Қабылдау деңгейі, дБ (BER кезінде  $\leq 10^{-10}$ ).....-28...-6

Регенератор секциясы:

Тип.....бір модаль

Рұқсат етілген дисперсия, пс/км.....4500

Дисперсияға байланысты шығындар, дБ.....2

Секцияның рұқсат етілген өшуі, дБ.....22

Жүйенің энергетикалық әлеуетін есептеңіз:

$$PЭ = 16 - (-28) = 44 \text{ дБ},$$

Анықтаймыз саны құрылыс ұзындығы РУ:

$$q^{СТР} = Ц \left( \frac{250}{6} \right) = 41$$

Бір бөліктен тұратын қосқыштардың санын анықтаймыз:

$$N^{H,C} = 41 - 1 = 40.$$

Сонда РУ-дағы толық шығындар:

$$P^k = 0,22 * 250 + 0,1 * 40 + 0,5 * 2 = 60 \text{ дБ}.$$

Жоғарыда келтірілген есептеулерден  $P_E > P^k$  шарты орындалмағанын көруге болады, сондықтан таңдалған ПОМ және ПРОМ параметрлері қабылданбайды. Сондықтан сіз осындай параметрлермен ПОМ және ПРОМ таңдауыңыз керек.

Жоғарыда келтірілген деректерге қайта қарап, жоспарлау үшін таңдаңыз:

Параметрлері:

|                                                          |                                         |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Жарық өткізгіштегі толқын ұзындығы, нм.....              | 1510...1560                             |
| Берілу жылдамдығы, кбит/с.....                           | 2488320                                 |
| Беру жағы:                                               |                                         |
| Лазер түрі.....                                          | Кіріктірілген сыртқы модуляторы бар DFB |
| Спектрдің ені, нм.....                                   | 0,1                                     |
| Бүйірлік режимді басу, дБ.....                           | 30                                      |
| Беру деңгейі, дБ.....                                    | 13... 16                                |
| Қабылдау жағы:                                           |                                         |
| Диод қабылдау.....                                       | APD стандартты                          |
| Қабылдау деңгейі, дБ (BER кезінде $\leq 10^{-10}$ )..... | -28...-6                                |
| Регенератор секциясы:                                    |                                         |
| Тип.....                                                 | бір модалы                              |
| Рұқсат етілген дисперсия, пс/км.....                     | 500                                     |
| Дисперсияға байланысты шығындар, дБ.....                 | 2                                       |
| Секцияның рұқсат етілген өшуі, дБ.....                   | 22                                      |

$$PЭ=16-(-40)=56 \text{ дБ.}$$

РУ бойынша толық шығындарды есептейміз :

$$P^k = 0,22 * 250 + 0,1 * 40 + 0,5 * 2 + 0,3 + 3 + 2 = 50,9 \text{ дБ.}$$

Есептеулерден шарт орындалғанын көруге болады, біз қорды РЗ, дБ қуаты бойынша анықтаймыз,):

$$PЗ=56-50,9=5,1 \text{ дБ.}$$

Қуат Қоры 5,1 дБ құрайды, демек, құлдырау тұрғысынан Қазалы - Балқаш учаскесіндегі РУ ұзындығы 250 км. рұқсат етіледі.

Аппаратураның энергетикалық әлеуетін табамыз ( $A_{\text{макс}}$ ) – аппаратураның беру және қабылдау түйіспелерін есепке алмағанда учаскенің барынша сөнугі:

$$A_{\text{макс}} = P_{\text{пер}} - P_{\text{пр}} \quad (3,29)$$

$P_{\text{пер}}$  – беру деңгейі;

$P_{\text{пр}}$  – қабылдау деңгейі ең төмен;

$$A_{\text{макс}} = P_{\text{пер}} - P_{\text{пр}} = 2 - (-28) = 30 \text{ дБ};$$

Ысырапты ескере отырып,  $\alpha_{\text{пер}}$  және  $\alpha_{\text{пр}}$ :

$$A_{\text{макс}} = P_{\text{пер}} - P_{\text{пр}} - \alpha_{\text{пер}} - \alpha_{\text{пр}}, \quad (3,30)$$

$\alpha_{\text{пер}}$  - таратқышпен ОВ түйісу кезіндегі шығындар;

$\alpha_{\text{пр}}$  - ОВ қабылдағышпен түйістіру кезіндегі шығындар;

$$A_{\text{макс}} = P_{\text{пер}} - P_{\text{пр}} - \alpha_{\text{пер}} - \alpha_{\text{пр}} = 2 + 28 - 0,1 - 0,1 = 29,8 \text{ дБ}.$$

Аппаратураның энергетикалық әлеуетін табамыз –  $A_{\text{мин}}$ ) - учаскенің ең аз өшуі:

$$A_{\text{мин}} = P_{\text{ист}} - П, \quad (3.31)$$

П - қабылдағыштың шамадан тыс жүктелу деңгейі (-8 дБ);

$P_{\text{ист}}$  - сәулелену көзінің берілу деңгейі,  $P_{\text{ист}} = 2 \text{ дБ}$ .

$$A_{\text{мин}} = 2 - (-8) = 10 \text{ дБ}$$

Табылған мәндерді формулаға қоя отырып, аламыз

$$L_{\text{атах}} < \frac{30 - 6 - 3 * 0.3}{0.22 + \frac{0.08}{6}} = 100,4 \text{ км},$$

$$L_{\text{аmin}} > \frac{10}{0.22 + \frac{0.08}{6}} = 43,7 \text{ км},$$

$$L_{\text{ш}} < \frac{4,4 * 10^5}{6 * 10^{-6} * 1 * 2488 * 10^6} = 247,97 \text{ км},$$

Есептеулер нәтижелері бойынша  $L_{\text{ш}} > L_{\text{атах}}$  тах, яғни регенерация аймағында кең жолақты қамтамасыз ететін техникалық мәліметтермен жабдықтар мен кабельдер таңдалғанын білдіреді. Жоғарыда келтірілген есептеулерге сүйене отырып, біз қалпына келтіру учаскесінің ұзындығын 90 км-ден аспайтын етіп тандаймыз, егер біз ұшу ұзындығы (80 км) туралы жоғарыда келтірілген ұсыныстарды алсақ, онда есептеулердің дұрыс орындалғанына көз жеткіземіз.

Оптикалық кабельдегі өзара әсерді есептеу.

ОК-нің жалпы ядросында орналасқан жарық өткізгіштер көрші талшықтарға әсер етуі мүмкін. ОК-дағы өзара кедергі деңгейі кабельдік өзектің дизайнына, яғни талшықтардың өзара орналасуына байланысты. ОВ арасындағы әсер ету дәрежесін екі көрші талшықтан екінші әсер ету параметрлерін есептеу арқылы бағалауға болады. Жақын ұшындағы өтпелі ыдырау формула бойынша есептеледі:

$$A_0 = 201g \left| \frac{4\alpha}{N^2 m (1 - e^{2\alpha L})} \right|;$$

Кедергіден қорғау мына формула бойынша есептеледі:

$$A_3 = 201g \left| \frac{2}{N^2 mL} \right|$$

Алыс ұшындағы өтпелі басылу мына формула бойынша есептеледі:

$$A_l = A_3 + \alpha L$$

$\alpha$  - өшу коэффициенті ОВ [дБ / км];

L - ОК күшейткіш учаскесінің ұзындығы (км);

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

N - талшықты қабық арқылы өрістің ену коэффициенті

$$N = (g_{1.2}g_{23} * e^{-kt} / 1 - P_{1.2}P_{23} * e^{-2kt} ).$$

Мұнда  $k = \omega \sqrt{\mu_a \varepsilon_a}$  - қабықтағы шығындар коэффициенті;

t - қабықтың қалыңдығы; (1/3 мкм);

$g_{1.2}$  мен  $g_{23}$  - ядро шекарасындағы сыну коэффициенттері ( $n_1$ ), қабықта ( $n_2$ ) және ауа ( $n_3$ )

$$g_{12} = \frac{2n_1}{n_1 + n_2}$$

$$g_{23} = \frac{2n_2}{n_2 + n_3}$$

ОВ параметрлерінде:

t = 2, мкм;  $\alpha$  = 0,22 дБ/км; L = 119, км; f = 1,935<sup>14</sup> Гц.

Біз қабықтың шекарасында және ауада сыну коэффициенттерін формула бойынша есептейміз :

$$g_{12} = \frac{2n_1}{n_1 + n_2}$$

$$g_{23} = \frac{2n_2}{n_2 + n_3}$$

Шекарада сыну ықтималдығын табамыз ядро-қабық және қабық ауа формулаларға сәйкес:

$$P_{1.2} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$$

$$P_{23} = \frac{n_2 - n_3}{n_2 + n_3}$$

k қабығындағы шығын коэффициентін 2.21 формуласы бойынша анықтаймыз:

$$k = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{1550 \cdot 10^{-9}} \sqrt{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 1,48^2} = 6 \cdot 10^6$$

Енді 2.24 және 2.25 формулалары бойынша ядро-қабық, қабық-ауа шекараларындағы сыну коэффициенттерін есептейміз:

$$g_{12} = \frac{2 \cdot 1,4681}{1,4681 + 1,4623} = 1,002$$

$$g_{23} = \frac{2 \cdot 1,4623}{1,4623 + 1} = 1,187$$

2.26 формулаларына сәйкес шекараларда сыну ықтималдығын есептейміз:

$$P_{12} = \frac{1,4681 - 1,4623}{1,4681 + 1,4623} = 0,002$$

$$P_{23} = \frac{1,4623 - 1}{1,4623 + 1} = 0,188$$

Өрістің өту коэффициентін табу үшін алынған мәндерді 2.21 формуласына алмастырамыз:

$$N = \frac{1,002 \cdot 1,187 \cdot e^{-6 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}}{1 - 0,002 \cdot 0,188 \cdot e^{-2 \cdot 6 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}} = 2,46 \cdot 10^{-8}$$

Алынған мәндерді 2.19 формуласына алмастыра отырып, біз кедергіден қорғауды табамыз:

$$A_3 = 20 \lg \left| \frac{2}{(2,46 \cdot 10^{-8})^2 \cdot 0,65 \cdot 119} \right| = 272,61 \text{ дБ}$$

Енді 2.18 формуласы бойынша алыс ұшындағы өтпелі тозуды табыңыз:

$$A_1 = 272,61 + 0,22 \cdot 119 = 298,7 \text{ дБ}$$

N өрісінің өту коэффициенті талшықтың қабығы арқылы энергияның түсу үлесін сипаттайды. Егер осы коэффициенттің алынған мәні  $10^{-5}$ - $10^{-6}$  - дан аз болса, онда жобада қолданылатын оптикалық талшықтар мен  $A_3$  және  $A_3$  шамалары үшін олардың өзара әсерін елемеуге болады.

### 3.5 Оптикалық талшық параметрлерін есептеу

#### 3.4 Кесте - Талшықтың оптикалық параметрлері

| Параметрлер                                            | Оптикалық талшық түрі |                |            |            |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|------------|------------|
|                                                        | ITU-T ұсыныстары      |                |            |            |
|                                                        | SM                    |                | MM (50)    | ~MM (62,5) |
|                                                        | G.652D                | G.655          | G.651      |            |
| 1                                                      | 2                     | 3              | 4          |            |
| Жұмыс толқын ұзындығы, нм                              | 1310-1550             | 1550-1625      | 850-1300   | 850-1300   |
| Өшулік, дБ/км 850-нм<br>1300 нм                        | -<br>-                | -<br>-         | 2,5<br>0,7 | 3<br>0,7   |
| 1310 нм                                                | - 0,36                | -              | -          | -          |
| 1383 нм                                                | 0,36                  | -              | -          | -          |
| 1550 нм                                                | 0,22                  | - 0,22         | -          | -          |
| 1625 нм                                                | 0,25                  | 0,25           | -          | -          |
| толқын ұзындығы                                        | 1260                  | 1470           | -          | -          |
| Нөлдік дисперсия<br>толқын ұзындығы, нм                | 1300-1324             | <1530<br>>1565 | -          | -          |
| Дисперсия                                              | 0,093                 | 0,05           | -          | -          |
| Хроматикалық<br>дисперсия, пс/(нм*км),<br>1285-1330 нм | 3,5                   | -              | -          | -          |
| 1530-1565 нм                                           | 18                    | 2,6            | -          | -          |
| 1565-1625 нм                                           | 22                    | 4,5-11,2       | -          | -          |

| 1                                       | 2   | 3   | 4           | 5           |
|-----------------------------------------|-----|-----|-------------|-------------|
| Сандық апертура                         | -   | -   | 0,200±0,015 | 0,275±0,015 |
| Поляризацияланған<br>мода дисперсиясы   | 0,2 | 0,1 | -           | -           |
| Кежолақтылық<br>коэффициенті,<br>МГц*км | -   | -   | 400/800     | 200/600     |

Осы жоба үшін магистралды ОК таңдалды, маркасы ОКЛ-01- 0.22-16.

Оптикалық кабель жалпы қорғаныс қабығына бекітілген кварц әйнегінен (жарық өткізгіштерден) белгілі бір жүйе бойынша бұралған оптикалық талшықтардан тұрады. Қажет болса, кабельде қуат (қатайтатын) және демпферлік элементтер болуы мүмкін.

ОК негізгі элементі оптикалық талшық (жарық өткізгіш) болып табылады, цилиндр пішінді жұқа шыны талшық түрінде жасалған, толқын ұзындығымен жарық сигналдары берілетін 0,85...1,6 мкм, бұл жиілік диапазонына сәйкес келеді (2,3...1,2) \* 10<sup>14</sup> Гц.

### 3.6 Оптикалық кабельдің сипаттамасы ОКЛ-01-0.22-16

ОК - оптикалық кабель L - кабель түрі – болаттын ламинированный гофрирленген лента сияқты броньнан тұрады.

ОКЛ магистральдық кабелі диаметрі 10 мкм болатын бір режимді талшықтардан жасалған, екі модификациясы бар: регенераторларды қашықтықтан қоректендіруге арналған диаметрі 1,2 мм мыс өткізгіштері бар (3.12-сурет) және жергілікті желіден немесе жылу электр генераторларының автономды көздерінен (ТЭГ) қоректендірілетін мыс өткізгіштері жоқ.



3.1 Сурет - ОКЛ магистральдық кабелі  
1-оптикалық талшық;

- 2-оптикалық модуль қабығы;
- 3-шыны талшықты өзектен жасалған Орталық күш элементі;
- 4-қабық;
- 5 - мыс өзегі;
- 6-мыс өзегін оқшаулау;
- 7-гидрофобты толтыру;
- 8-орамалы таспа;
- 9-полиэтиленнен жасалған аралық қабық;
- 10-креп-қағаз жастығы;
- 11-болат құрыш;

Конструкция сипаттамасы:

- Оптикалық талшықтар бүкіл ұзындығы бойынша тиксотропты гельмен полимерлі түтіктерге (оптикалық модульдерге) еркін енеді.
- (TSE) орталық қуат көзі, диэлектрлік талшықты-оптикалық өзек (немесе PE қабығындағы болат арқан) бар, оның айналасында оптикалық модульдер бұралған.
- Cordels – (қажет болған жағдайда) - құрылымның тұрақтылығы үшін күшейтілген JP шыбықтары.
- Бұл мөлдір Dacron оқшаулағыш таспасы ілмектер арқылы жүктеледі.
- Гидрофобты гель бүкіл қуысты толтырады.
- Ол жоғары серпімді модулі бар Nite ретінде жіктеледі.
- Сыртқы қабығы полиэтилен композициясынан жасалған.

Варианттар:

- G. 651, G. 652, G. 655 ұсыныстарына сәйкес оптикалық талшықтарды қолдану;
- суды, блоктық иірімжіпті, таспаны пайдаланбай ("құрғақ" өзек құрылымы);
- сұйытылған кабельдер;
- жанбайтын материалдар;

Артықшылықтары:

- Минималды салмақ және диаметр;
- жоғары механикалық қасиеттері;
- өмірдің барлық кезеңінде экрандаушы қабықтарға жоғары электр кедергісі (алюминий қабықтары бар кабельдер үшін);
- оңтайлы қаттылық және корпусың төмен үйкеліс коэффициенті (арнайы құбырлардағы пигменттер үшін);
- ең төменгі тығыздау температурасы және жұмыс;
- үздік шетелдік және отандық өндірушілердің материалдарын пайдалану;
- Тығыздау және орнату жарамдылығы;

- үлкен өмір.

Ерекшеліктері:

- Өнімдегі оптикалық талшықтардың саны 2 - ден 144-ке дейін.
- Ол статикалық күшке төзімді-1,5; 2,7; 3,5 кН.
- Олар -40-тан +60-қа дейінгі температурада жұмыс істей ала ма?

Шегінде

- Жұмыс толқынының ұзындығы 1310 нм диффузия коэффициенті - 0,7 дБ / км кем, 1550 нм-0,22 дБ / км кем
- Сыртқы диаметрі 14,4 ММ.
- ОКЛ кабелінің болжамды салмағы 194 кг / км-ден басталады.
- Кабель құрылымының ұзындығы-кемінде 6 км.

### 3.5 Кесте – Кабель сипаттамалары

| Стандарт                                      | ITU-T G.652D                              |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Талшық сипаттамасы                            | Кең жолақты                               |
| Қолданылу аймағы                              | Қалалық, аймақтық, магистралдық желі үшін |
| Талшық маркасы                                | Corning SMF-28e+                          |
| Жүрекше/қабықша диаметрі                      | 9/125/250                                 |
| Мода өрісі диаметрі, мкм                      |                                           |
| Толқын ұзындығы 1310 нм                       | 9,2±0,4                                   |
| Толқын ұзындығы 1550 нм                       | 10,4±0,5                                  |
| Жүрекше мен қабықшаның орталықтанбауы, мкм    | <0,5                                      |
| Қабықша ауытқуы, %                            | <0,7%                                     |
| Сыну көрсеткіші                               |                                           |
| Толқын ұзындығы 1310 нм                       | 1,4677                                    |
| Толқын ұзындығы 1550 нм                       | 1,4682                                    |
| Толқын ұзындығы, нм                           | 1310...1625                               |
| Хроматикалық дисперсия коэффициенті, пс/нм*км |                                           |

|                                            |             |
|--------------------------------------------|-------------|
| Толқын ұзындығы 1310 нм                    | <3,5        |
| Толқын ұзындығы 1550 нм                    | <18         |
| Толқын ұзындығы 1625 нм                    | <22         |
| Нөлдік дисперсия толқын ұзындығы, нм       | 1300...1324 |
| Поляризацияланған модалық дисперсия, пс/км | <0,2        |
| Длина волны отсечки в кабеле, нм, не более | <1260       |
| Өшулік, дБ/км, не более                    | <0,35       |
| Толқын ұзындығы 1310 нм                    | <0,31       |
| Толқын ұзындығы 1550 нм                    | <0,22       |
| Толқын ұзындығы 1625 нм                    | <0,24       |

### 3.6 ОК төсеу әдістері

Қазіргі уақытта топырақта REDU-да үлкен қашықтықты гидроизоляциялау үшін үш әдіс қолданылады: кабель төсеу, траншеялар және пластикалық құбырларға кабель төсеу.

Бұл әдістер мен технологиялар сыртқы электромагниттік кедергілерден, найзағайдан және вандализмнен механикалық зақымданудан қорғайтын тақталар мен кабельдерді, сондай-ақ қасқырлар кездесетін аудандардағы жаңа объектілерде штаттағы зақымдануды немесе толтырылған ағаштар мен бұтақтарды тез жоюға мүмкіндік береді.

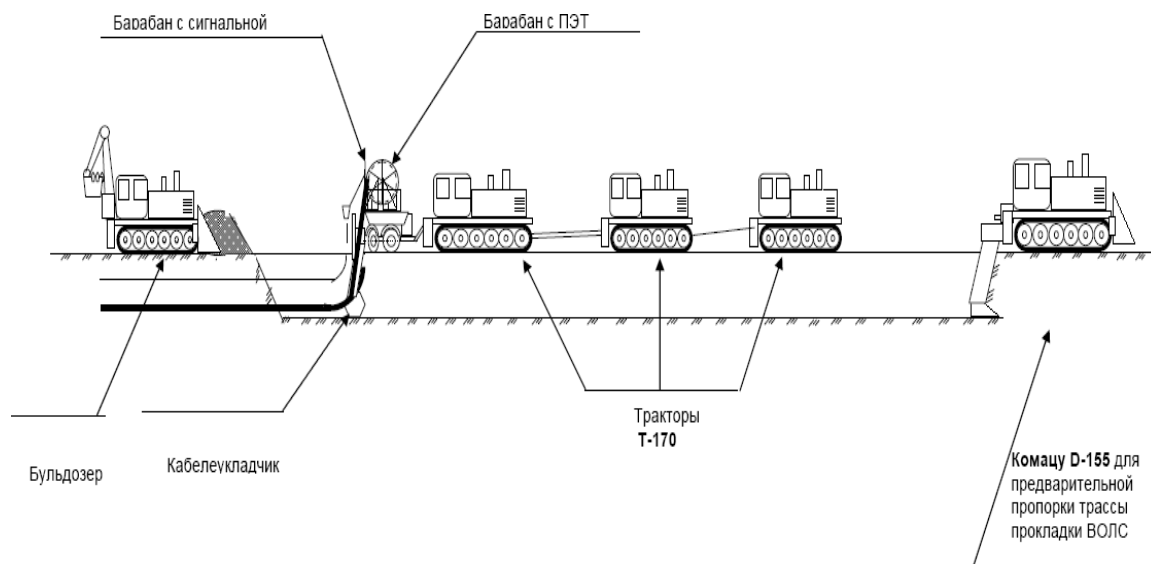
Ең бастысы-жоғары өнімділік пен тиімділікке байланысты кабельдік хабпен жолды төсеу тәсілдері. Ол бұлыңғыр рельефі және әртүрлі жерлері бар жолдарда кеңінен қолданылады. Қондырғылар үшін белсенді және пассивті жұмысшылары бар кабельдік жылытқыштар қолданылады. Пышақ кабелінің көмегімен тар саңылау арқылы төменгі жолда, ал кабель түбіне белгілі бір тереңдікте 0,9 орнатылады ... Сонымен қатар, кабельде механикалық жүктемелер бар. Барабаннан шығатын кабельдік арнаға дейінгі жолдағы Кабель үздіксіз экструзияға, көлденең қысымға және қисықтыққа, сондай-ақ діріл дірілінің әсеріне ұшырайды. Рельефтің топографиясына және жердің түріне байланысты кабельдердің дизайны мен техникалық жағдайы, сондай-ақ кабельдің механикалық деформация әдісі әр түрлі болуы мүмкін.

ОК Dozer төсемес бұрын маршрутты жоспарлауды ұмытпаңыз. Көтерілу және көтерілу жолдары 30 °аспауы керек. REDU-ға ауыр жерге орналастыру

кезінде сіз үлестік үлесті пайдалануыңыз керек. Пропорцияларға бағытталған мақсат-кабельді зақымдауы мүмкін жасырын кедергілерді анықтау. Егер бұл кедергі ретінде анықталса, онда бұл аумақтардағы жер машиналар мен жару жұмыстары, траншеяларды дамыту механизмдері мен механизмдері және т. б. арқылы дамиды.

Кабельді тығыздау үздіксіз оптикалық басқару кезінде ұсынылады. Басқару оптикалық тестерді, оптикалық рефлектометрді немесе басқа ұқсас өлшеу құралдарын қолдана отырып орындалатын кабельдің ауытқуын өлшеу нәтижелері негізінде жүзеге асырылады.

Қорғаныс полиэтилен түтігі (РТА) дәстүрлі кабельдік арналарға заманауи балама болып табылады. РТА дәстүрлі кабельдік арналардың қуатын арттыру үшін пайдаланылуы мүмкін, ал жаңа мүмкіндіктер бар (қолданыстағы кабельдік арналардың арналарына төсеу арқылы) және тікелей жерге төсеу, негізінен, қашықтан кабельдік арнаның функциясы.



3.2 Сурет - ТОВЖ төсеу схемасы

РТА-бұл 25-63 мм (ұзындығы 2 км) жоғары тығыздықты полиэтиленнен жасалған, үйкеліске қарсы жабыны бар түтік, бұл үйкеліс коэффициентінің қарапайым пластикалық қосылыстардың бетімен салыстырғанда екі есе төмендеуін қамтамасыз етеді, қалыпқа келтірілген РТА уақыты кем дегенде 50 жыл. ЗРТ тығыздағышы кәдімгі кабельді төсеуді орындайды (кабельдер, таяқшалар, қолданыстағы кабельдік арналардың арналары). Оптикалық тарату желілерін құру кезінде РТА қолдану бірнеше РТА арналарын бір рет тиімді пайдалануға мүмкіндік береді, кейіннен ОК-ны РТА резервтік арналарына орналастыру немесе қажет болған жағдайда ОК-ны ауыстыру арқылы, қазба жұмыстарын қажет етпестен.

РТА REDU-ға енгізілген кеміргіштерден тиімді механикалық қорғаныс пен қорғауды қамтамасыз ететіндігін ескере отырып, механикалық қасиеттері бойынша кабельдерге жоғары талаптар қоймаңыз. Сонымен, РТА-ға сәйкес

келу үшін арзан жеңіл (бронды емес) ОК, оның ішінде диэлектрикті қолданған дұрыс. Іздеу жолын жеңілдету үшін металл құрылымдық элементі бар РТА пакетіне салынған REDU-дің біреуін пайдалану ұсынылады.

РТА-да ОК-ны тығыздау, әдетте, мамандандырылған жабдықты қолдана отырып, пневматикалық үйлестіру әдісімен жүзеге асырылады, бұл РТА конструкциясының максималды ұзындығында "ұзарту" мүмкіндігін қамтамасыз етеді (өлшемі 4) ... 6 км), оларды жер асты ескерткіші бар жолдың бүйірлеріне қайта кесудің қажеті жоқ.

### **3.7 Көлденең бағытталған бұрғылау (бурение)**

Көлденең бағыттаушы тесікті (GNB) орнату болжанған шығыс құбырының орнында орналасқан.

Бұл өзен жағасы, тас жолдың кез-келген жағы, жол немесе басқа кедергілер болуы мүмкін. Өрескел өңдеу (пилоттық) ұңғыма белгіленген жол бойынша бұрғыланды. Көлденең бұрғылау кедергінің қарама-қарсы жағында берілген қалыпта шығулардың жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді.

Құбыр (жұмыс құбыры немесе құбыр) кеңейтілетін ұңғыманың диаметрін арттыру үшін ол қосымша кеңейеді (болады немесе одан да көп).

Арнаны майлайтын және қалыптастыратын сазды бұрғылаудың арнайы ерітіндісінің арқасында құбыр ұңғымаға енеді. Көлденең бұрғылау пластикалық құбырларды пайдалану арқылы ең тиімді болып табылады.

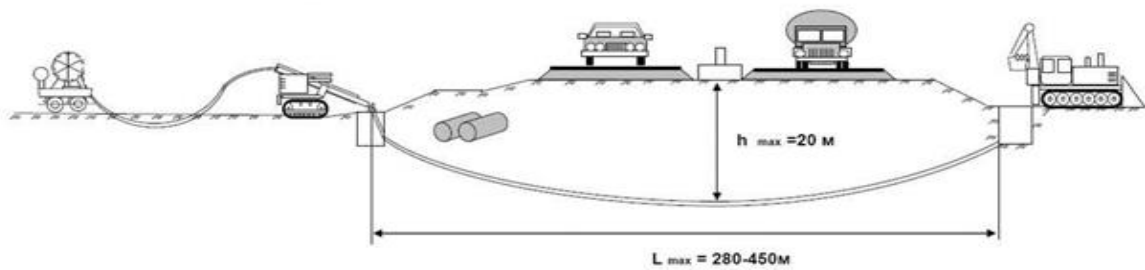
GNB технологиясы жоғары вольтты электр беру әуе желілерінің, газ құбырларының, мұнай өндіруші өндірістердің және тығыз жағдайда өндірістік желілердің қауіпсіздігі жоғары аймақта белгілі бір учаскелерде (қабырғаларда, қалқымалы қабырғаларда) өзен, орман, шатқал астындағы жерасты коммуникацияларын салуға, жөндеуге және қалпына келтіруге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, көлденең бұрғылау технологиясы пайдалану басталғанға дейін ұйымдастырушылық және техникалық үйлестірудің ұзындығы мен көлемін қысқартуды қамтамасыз етеді, өйткені жолдар мен темір жолдарды жауып, жер үсті көлігінің барлық түрлерінің қозғалысын тоқтатудың қажеті жоқ.

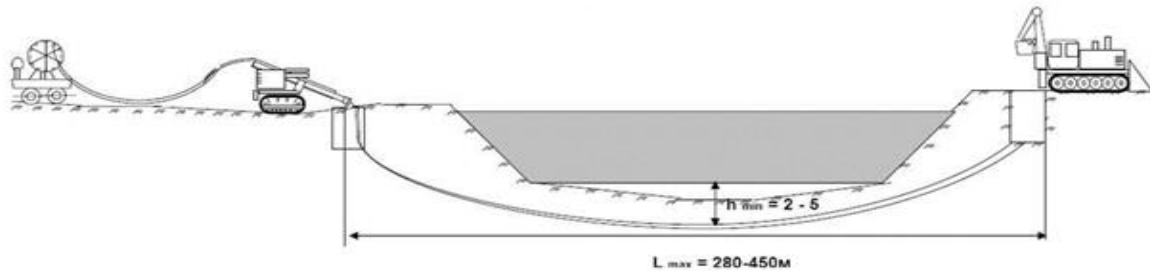
Өсімдіктердің толық автономиясына байланысты жұмыс кезінде сыртқы энергия көздерін пайдалану қажет емес.

Көлденең бұрғылау сонымен қатар жоғары жер сілкінісі жағдайында су қызметінен бас тартуға мүмкіндік береді.

### Автомобиль жолдары арқылы тарту



### Өзен-көл, су асты арқылы тарту



3.3 Сурет - Автомобиль жолдары, магистральдық құбырлар және өзендер арқылы КББ орнату схемасы

### Көлденең бұрғылаудың үш кезеңі

#### 1. Ұңғымаларды пилоттық бұрғылау

Пилоттық бұрғылау-бұл жұмыстың ерекше маңызды кезеңі, бұл көбінесе түпкілікті нәтиже болып табылады. Ол жиналған бұрғымен және кіріктірілген таратқышпен орындалады. Жаппай принтер садақ ату процесін бақылауға және бұрғылау кезеңінде табылған жер асты кедергілерін кез-келген бағытта жақсартылған жіптің табиғи иілісі шегінде айналып өтуге мүмкіндік беретін икемді құрылымы бар қуыс корпусы жалғады. Қоршауда ұңғымаға айдалатын және жарыс топырағынан суспензия түзетін арнайы бұрғылау ерітіндісін беруге арналған тесіктер бар. Sverlilny шешімі басып шығару және штамптау үшін Бұрғылаудағы үйкелісті азайтады, оны бұзудан жақсы қорғайды, суға бату құралын салқындатады, жарысты жояды және оны қоқыстардан жақсы тазартады және оны бетіне шығарады. Бұрғылау басының жағдайын бақылау зондтың бұрғылау басының корпусында орнатылған сигналдарды қабылдайтын және өңдейтін рецептор локаторы арқылы жүзеге асырылады. Монитордың локаторы орналасқан жер, көлбеу, азимутты бұрғылау басы туралы көрнекі ақпаратты көрсетеді. Бұл ақпарат Бұрғылау жабдығының операторының экранында көрсетіледі. Бұл деректер салынған конвейер құрылысын бақылау үшін өте маңызды және жұмыс істейтін жіптің пайда болу қаупін азайтады.

Егер сіз жоба жолынан жарқыраған бас тартсаңыз, оператор пандустың айналуын тоқтатады және бөлінген басын қажетті позицияға қояды. Осыдан

кейін бұрғылау таяқшасы бұрғылау жолын шешу үшін бұрылмай тұншықтырылады. Тәжірибелік ұңғыманың құрылысы бұрғылау басының нақты нүктелік жобаға шығуымен аяқталады.

Барабан өзегі (BSH) - диаметрі шамамен 60-80 мм және ұзындығы 1-3 метр болатын түтік. BŞ ұштарында олар ашық және қарама - қарсы ұштары бар бұрандалы қосылыстармен-ішкі жіптермен байланысады. BS машинасының саңылауында, бұралып, бір-біріне бұралып, басын бұрғылау кезінде. Жоқ, икемді арқан сияқты, кәріз құбырларын тазартады.

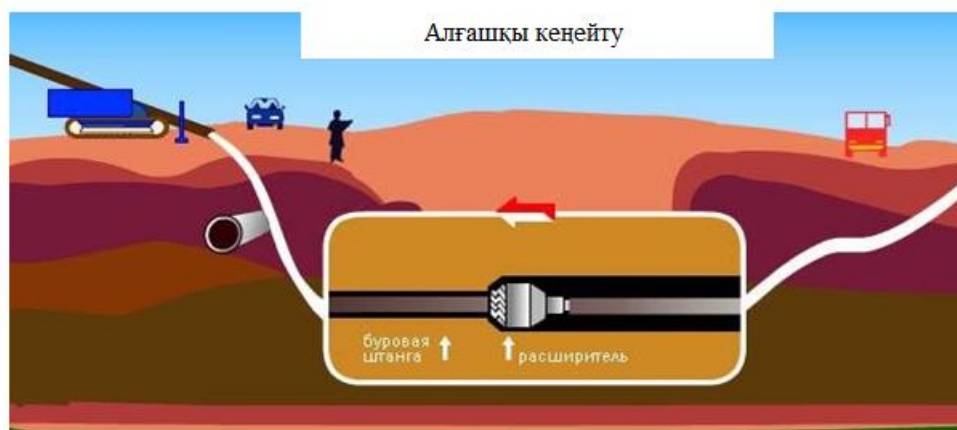
Жергілікті орнату операторы қалта қабылдағышының экранында бұрғылау басының бұрылу бұрышы мен оның бағытын көреді, ал егер тесіктің бағытын өзгерту қажет болса, ол "бұрғылау" операторының командасына береді, содан кейін "ашылады". Қызыл "/" Қала" (бірақ тек бір бағытта - артқы немесе бұта бағытында!), Сондықтан қатенің басы дұрыс бағытта болады және "өнімді К-ге Алға жіберіңіз"дейді. Сонымен қатар, оператордың тәртібіне сәйкес, барабан принтерінде жұмыс істейтін қашықтан басқару құралы х пайызының өзгеруіне қарай, бұрғылау машинасының операторы құралдың айналуымен су (немесе бентонит) беруді қамтиды. Әрі қарай, бұрғылау принтерінде.



3.4 Сурет– Пилоттық ұңғыма

#### Ұңғыманы кеңейту

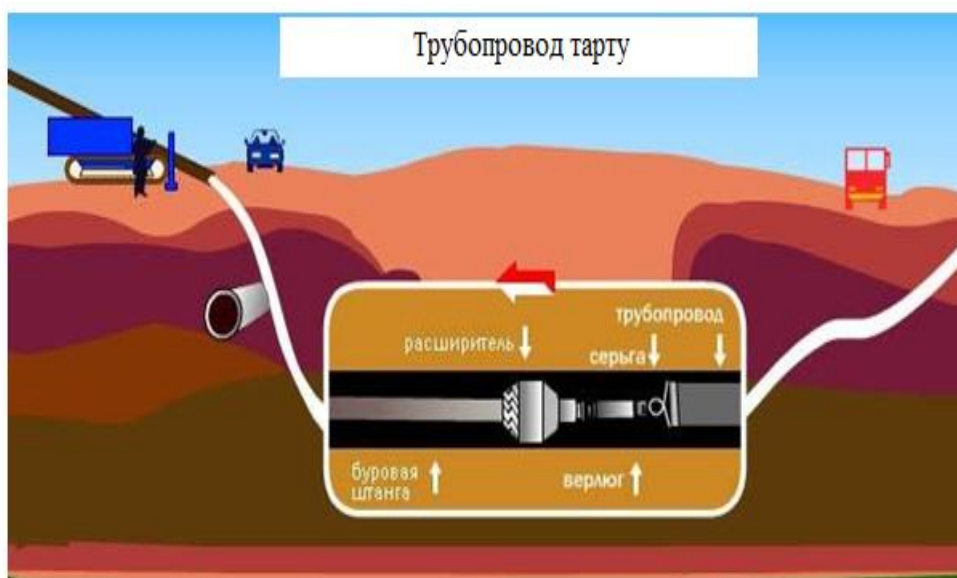
Ұңғыманың кеңеюі пилоттық тесік аяқталғаннан кейін пайда болады. Бұл жағдайда тесіктің басы ашуланудан бөлініп, оның орнына соңғы кеңейткіш бекітіледі. Бір уақытта айналу арқылы тарту күшін қолдану арқылы Кеңейткіш ұңғыманың пердесі арқылы бұрғылау қондырғысы бағытында өтеді және несие саңылауын газ құбырының қажетті диаметріне дейін кеңейтеді. Құбырдың ұзартылған диаметрі арқылы құбырдың кедергісіз кеңеюін қамтамасыз ету үшін құбыр құбырдың диаметрінен 35-50% үлкен болуы керек. Қажетті кеңейтудің үлкен диаметрімен бірнеше таратқыштардың сериялық кеңеюі диаметрдің ұлғаюымен артады.



3.5 Сурет - алдын ала кеңейту

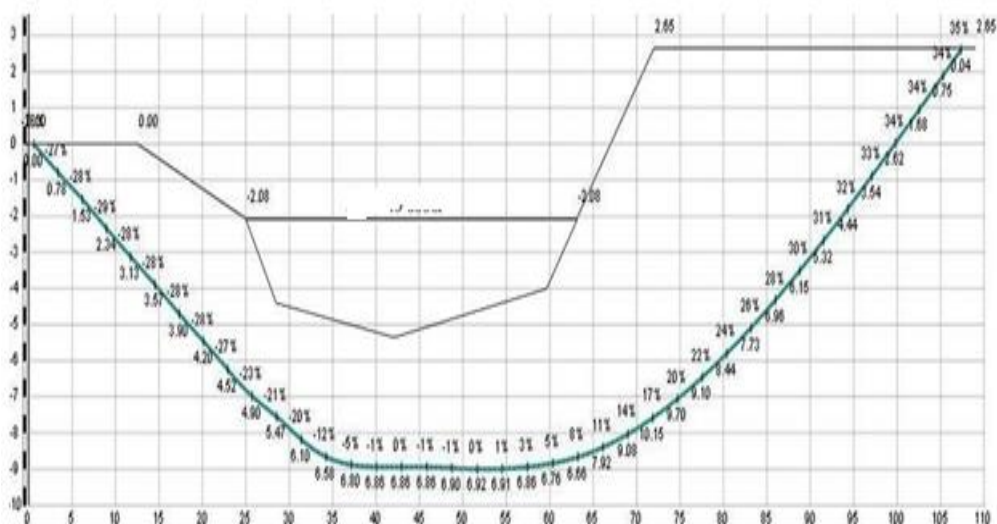
### Құбырды тарту

Ұңғыманың бұрғылау қондырғысына қарама-қарсы жағында тартуға дайын құбыр желісі орналасады. Қамшының соңына қарай, кеңейткіштің артына алдымен айналмалы қозғалысты құбырға, содан кейін құбырдың өзін арнайы ұстау арқылы өткізбейтін бұранда бекітіледі. Осылайша, бұрғылау қондырғысы жобалық траектория бойынша құбырдың қамшысын ұңғымаға тартады.



3.6 Сурет - Құбырды тарту

Негізгі технологиялық кезеңдер аяқталғаннан кейін инженерлік - техникалық персонал Тапсырыс берушіге жергілікті жердегі бағдарларға міндетті түрде "байланыстыруды" көрсете отырып, әр түрлі жазықтықтағы төселген құбырдың нақты жағдайы көрсетілген атқарушы құжаттаманы тапсырады.



### 3.7 Сурет - Өтпелі атқарушы схеманың мысалы

Ең маңызды сипаттамалары:

- Пайдаланылатын агрегаттардың экономикалық тиімділігі есебінен электр энергиясын бұрғылау құнын азайтады.
- Жолдар мен темір жолдардың бүлінген учаскелерін, жасыл аймақтар мен қалалық инфрақұрылым объектілерін қалпына келтіруге қосымша шығыстардың қажеті жоқ.
- Жоғары технологиялық бұрғылауды қолдану арқылы жұмыс уақыты едәуір қысқарады және ауыр техника мен құбырларды салуға қатысатын зауыттардың санын едәуір азайтады.
- Бұл төтенше жағдайдың пайда болу қаупін азайтады, сонымен қатар құбырларды пайдалануды қамтамасыз етеді.

Артықшылықтары:

- Бұл әдісті қолданудың айтарлықтай жетістігі табиғи ландшафттарды сақтау және жұмыс орындарындағы экологиялық тепе-теңдік болып табылады.
- Флора мен фаунаға жасанды әсер жетіспейді.
- Жағаны және топырақ майын Судан сүртуге болмайды.
- Жұмыс аймағындағы адамдардың өмір сүру жағдайларына теріс әсерін азайту.
- Пайдалану кезінде құбырларды бақылау және жөндеу үшін пайдалану шығындарын азайту.

## ҚОРЫТЫНДЫ

"Қазақстан теміржолы" АҚ компаниясының қажеттіліктері үшін темір жол бойындағы Қызылорда - Қазалы учаскесінде талшықты-оптикалық байланыс желісінің жобасын жасадым. Жұмысты орындау барысында мен ТрансТелеком кабель төсеу әдісі бойынша материал жасадым. Маршрутты таңдау нұсқасын қарастыра отырып, мен төсеу әдісіне, маршруттың ұзындығына, жоспарланған жүктеме санына байланысты бірнеше нұсқаны ұсындым.

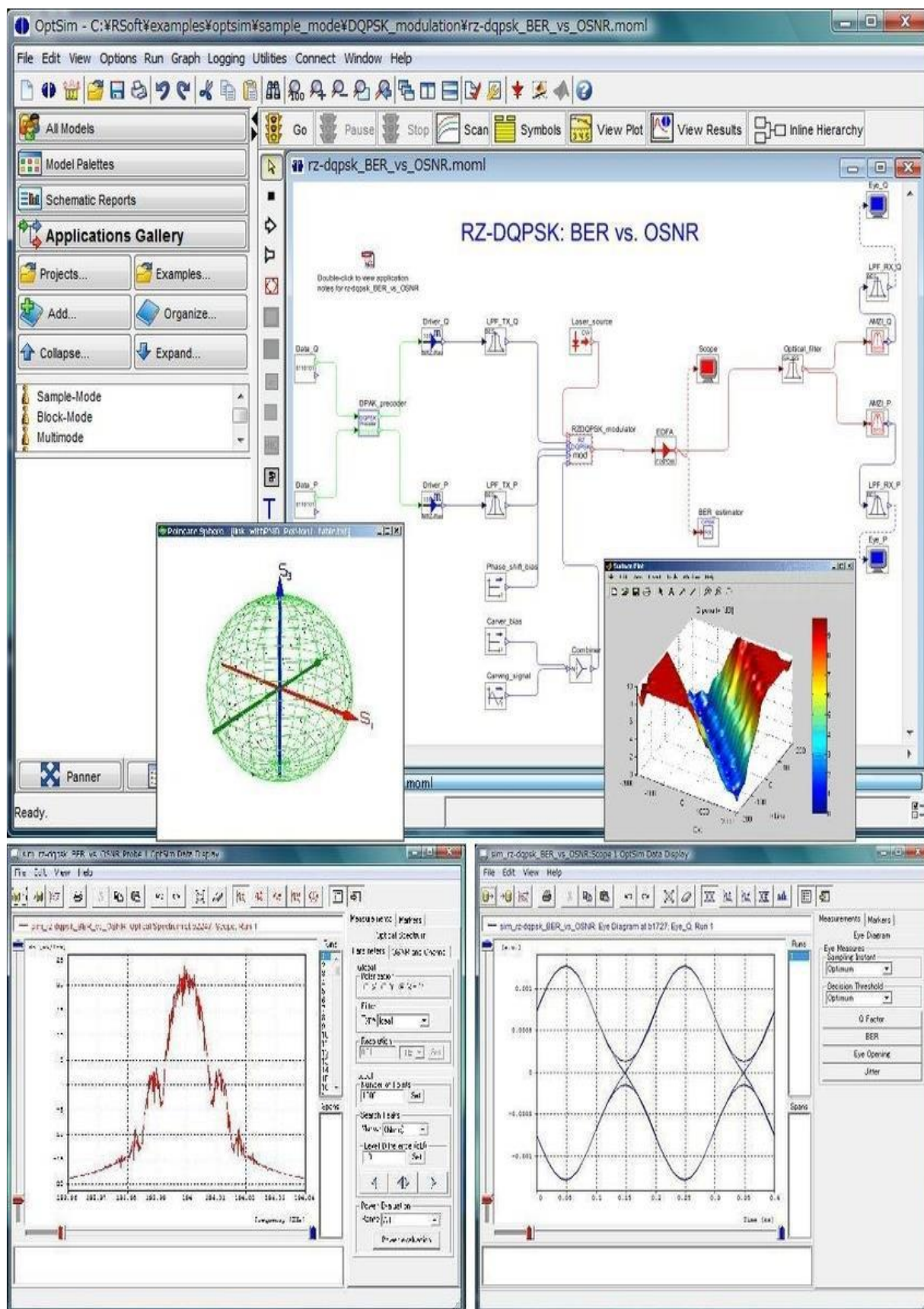
Талдау нәтижесі бойынша мен теміржол бойымен өтетін ең қысқа нұсқаны таңдадым. Транстелеком компаниясы қабылдаған нормалар мен стандарттар бойынша магистральдық учаскеде DWDM деңгейіндегі мультиплексорлар қолданылады.

Дисперсия бойынша регенерация учаскесінің есептеулері жасалды және осы есептеулерден бас тарту арқылы мен дисперсия бойынша регенерация учаскесінің ұзындығын 95 шақырымға тең деп анықтадым. Бұл учаске үшін мен электрленген теміржолдың байланыс желісіне салынатын кабельді ең тиімді және перспективалы деп таңдадым. Техникалық есептеулерде мен кабельді іліп қоюдың ең оңтайлы орнын анықтадым. Орындалды сенімділікті есептеу және тез жүйесі. Жобаның экономикалық тиімділігі есептелді. Осы есептеулерден жоба үнемді және 1,2 жыл ішінде өтелетінін көруге болады.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Концепция создания сети связи МПС РК с интеграцией услуг / Под ред. Казанского А.Ю. - Москва: НИИЖА, 2007. - 92 с.
- 2 Джеймс Дж. Рэфи. Волоконно-оптические кабели - световоды. TeleTraining, Inc, 2010. - 212 с.
- 3 Мурадян А.Г., Гольдфарб И.С., Иноземцев В.П. Оптические кабели многоканальных линий связи. - М.: Радио и связь, 2004. - 200 с.
- 4 Андрушко Л.М., Гроднев И.И., Панфилов И.П. Волоконно-оптические линии связи. - М.: Радио и связь, 2010. - 136 с.
- 5 Строительство линейных сооружений железнодорожной связи: Справочник; Под ред. Соболева В.И. М.: Транспорт, 2007. - 335 с.
- 6 Антонян А.Б., Гренадеров Р.С. Оптические кабели связи, применяемые на ВСС РК. // Технология и средства связи. - 2009. - с. 14-21.
- 7 Правила подвески и монтажа самонесущего волоконно-оптического кабеля на опорах контактной сети и высоковольтных линий автоблокировки. - М., 2013. - 59 с.
- 8 Никольский К.К. Волоконно-оптические кабели связи России // Электросвязь. - 2015. - № 2. - с.5-8.
- 9 Виноградов В. В. и др. Волоконно-оптические линии связи. – М.: Транспорт, 2012.
- 10 Липская М.А. Волоконно-оптические линии связи. УП. А.-А.: КазАТК, 2007.
- 11 Волоконно-Оптическая линия связи. МУ к курсовому проектированию. - Хаб-к: 2010
- 12 <http://www.cisco.com>.
- 13 <http://www.tmn.ru>.
- 14 <http://www.almatytelecom.kz>.
- 15 Н.П. Резникова Маркетинг в телекоммуникациях. - М.; Эко - Трендз, 2010г. - 364 с

## Қосымша 1 – OPTISIM бағдарламасы терезесі



## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Қанат Аружан

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар  
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «Оптикалық желілер арқылы WDM мультиплексирлеудің заманауи технологиялары»

Берілген бітіру жұмысында оптикалық желілерге шолу жасалған. Оптикалық желі негізгі стандарттау ұйымдары, жұмыс принциптері, параметрлері, жиіліктер келтірілген.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жаңа технологияны қолдану нұсқалары, оптикалық байланыс желісін көрсету өте орынды.

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

### Ғылыми жетекші

ЭТ және ҒТ каф.сениор-лекторы,

экон. ғыл. канд.



Куттыбаева А.Е.

(қолы)

«15» мамыр 2022 ж.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Қанат Аружан

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар  
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «Оптикалық желілер арқылы WDM мультиплексирлеудің заманауи технологиялары»

Берілген бітіру жұмысында оптикалық желілерге шолу жасалған. Оптикалық желі негізгі стандарттау ұйымдары, жұмыс принциптері, параметрлері, жиіліктер келтірілген.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

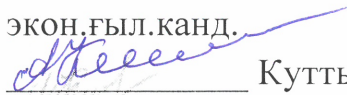
Жаңа технологияны қолдану нұсқалары, оптикалық байланыс желісін көрсету өте орынды.

Жалпы, студент Қанат Аружан 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне алдын-ала қорғауға ұсынылады.

**Ғылыми жетекші**

ЭТ және ҒТ каф.сениор-лекторы,

экон.ғыл.канд.

 Куттыбаева А.Е.

(қолы)

«5» мамыр 2022 ж.

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Қанат Аружан

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар  
(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбына: «Оптикалық желілер арқылы WDM мультиплексирлеудің  
заманауи технологиялары»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 5 парақ;  
б) түсініктеме 51 бет.

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында оптикалық технологияларға шолу жасалған, оның сипаттамаларымен мәлімет таратуды талдау мәселелері талданған.

Талшықты-оптикалық желісін құрудың, пайдаланудың негізгі талаптары, және технологияның негізгі көрсеткіштері және болашақ желінің ықтимал болатын архитектуралары келтірілген.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

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

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Қанат Аружан мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

**Сын - пікір беруші**

АУЭС доценті,

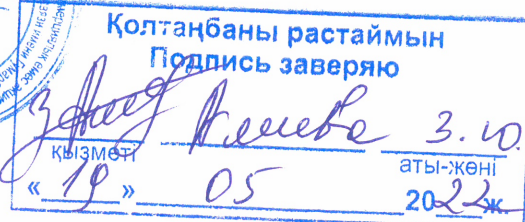
техн.ғыл.канд

(қызметі, ғыл. дәрежесі атағы)

А.О.Қасимов

(қолы)

« »



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қанат Аружан

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Оптикалық желілер арқылы WDM мультиплексирлеудің заманауи технологиялары

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 10.5

Коэффициент Подобия 2: 3.7

Микропробелы: 42

Знаки из других алфавитов: 14

Интервалы: 6

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

проверяющий эксперт

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

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

**Автор: Қанат Аружан**

**Тақырыбы: Оптикалық желілер арқылы WDM мультиплексирлеудің заманауи технологиялары**

**Жетекшісі: Айнур Куттыбаева**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 10.5**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 3.7**

**Дәйексөз (35): 0.9**

**Өріштерді ауыстыру: 14**

**Аралықтар: 6**

**Шағын кеңістіктер: 42**

**Ақ белгілер: 0**

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

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

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

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

**Негіздеме:**

Күні

Кафедра меңгерушісі

