

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Сабурова Анель Амантайқызы

«Шымкент пен Қызылорда арасында талшықтық-оптикалық байланысты
ұйымдастыру»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 Е.Таштай

«30» 04 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Шымкент пен Қызылорда арасында талшықтық-оптикалық байланысты ұйымдастыру»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:

Пікір беруші
PhD докторы
Энергия үнемдеу және автоматика
каф.ассистент-профессоры

 Н.Әлібек

«24» 04 2019 ж.

 А. Сабурова

Ғылыми жетекші
экон.ғыл.канд., лектор

 А.Е.Құттыбаева

«24» 04 2019 ж.

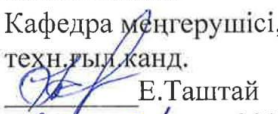
Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы
5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі,
техн. ғыл. канд.


Е.Таштай
«20» 01 2018 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Сабурова Анель Амантайқызы

Тақырыбы «Шымкент пен Қызылорда арасында талшықтық-оптикалық байланысты ұйымдастыру»

Университет ректорының «16» қазан 2018 ж. № 1162-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі “25” сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Шымкент-Қызылорда қалаларының мәліметтері, 2) Құрылғылар тізімі 3) есептеу тәсілдері

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Шымкент-Қызылорда байланыс жолдарының қазіргі жағдайы;
- ә) Оптикалық кабельдер түрлерін, DWDM технологиясын қарастыру
- б) Оптикалық байланыс жолдарын есептеу;

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары 11 слайдта көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 23 атау


дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Теориялық бөлім	20.01.2019 - 01.03.2019	орындалды
Есептік бөлім	02.03.2019 - 02.04.2019	орындалды
Техникалық бөлім	01.04.2019 – 15.04.2019	орындалды

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

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	ЭТжҒТ каф.PhD докторы Смайлов Н.Қ	30.04.19	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

А.Е.Куттыбаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



А.Сабурова

Күні

“24” 04 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: «Шымкент пен Қызылорда арасында талшықтық-оптикалық байланысты ұйымдастыру». Менің дипломдық жобамда оптикалық байланыс жолы, арналар саны мен регенерациялық бөлім ұзындығы есептелді, құрылысқа қажет оптикалық кабель, құрылыс жүргізілетін тасжол таңдап алынды. DWDM технологиясының жұмыс істеу тәртібі қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

Темой дипломной работы является: «Организация оптоволоконной связи между городами Шымкент и Кызылорда». В моем дипломном проекте были произведены расчеты линии оптической связи, число каналов и длины регенерационного участка, были выбраны оптический кабель, выбрана трасса для прокладки оптического-волоконной связи. Рассмотрены параметры и характеристики технологии DWDM.

ANNOTATION

The theme of the graduation project is: «Organization of fiber - optic communication between the cities of Shymkent and Kyzylorda ». In my graduation project, calculations were made of the optical communication line, the number of channels and the length of the regeneration section, the optical cable was chosen, the route for laying the optical fiber connection was selected. The parameters and characteristics of the DWDM technology are considered.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Теориялық бөлім	11
1.1 Шымкент қаласының географиялық – экономикалық мінездемесі	11
1.2 Қызылорда қаласының географиялық – экономикалық мінездемесі	11
1.3 Шымкент-Қызылорда байланыс жолдарының қазіргі жағдайы	13
1.4 Оптикалық кабельді байланыс желісіндегі төсеу жолын таңдау	15
1.5 Аралық нүктелер мінездемесін талдау	17
1.6 Оптикалық кабельді белгілеу	18
1.7 DWDM технологиясының жұмыс істеу тәртібі	24
2 Есептік бөлім	28
2.1 Қажетті арналар санын есептеу	28
2.2 Регенерацияланатын аумақтың ұзындығын өлшеу	31
2.3 Апертураны есептеу	35
2.4 Сенімділік көрсеткіштерін есептеу	37
3 Техникалық бөлім	39
3.1 Заманауи құрылғыны таңдау	39
3.2 Байланысты ұйымдастыру сұлбасын құрастыру	43
3.3 Кабель жүргізу құрылысын көрсету	44
Қорытынды	46
Қысқартулар тізімі	47
Әдебиеттер тізімі	48
А Қосымшасы	49
Б Қосымшасы	50
В Қосымшасы	51
Г Қосымшасы	52
	53

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда, техникалық процесстердің жылдам өсуімен қатар, байланыс құралдарының және ақпаратты беру, жинау мен өңдеу жүйелерінің қарқынды дамуынсыз өмірімізді елестету мүмкін емес.

Талшықты-оптикалық байланыс жүйелері – ақпарат беру үшін оптикалық талшықтарды қолданатын жарықтық жүйелер болып табылады. Мұндай жүйелер 1980 жылдан бері бүкіл әлемде қолданысқа кеңінен тарап, телекоммуникацияның негізіндегі технологиялар арқылы революцияланды. Жалпы алғанда, жарық толқындарының технологиясы микроэлектроникамен бірге «ақпараттық ғасырдың» негізгі маңызды талап етілетін факторы болып есептеледі.

Байланыс жүйесі бір жерден бірнеше километрге дейін, тіпті мұхиттар арасындағы қашықтыққа ақпарат береді. Деректер әдетте электромагниттік толқындар арқылы тасымалданады, олардың жиілігі бірнеше мегагерцтен бірнеше жүз терагерцке дейін өзгеруі мүмкін. Оптикалық байланыс жүйелерінде электромагниттік спектрдің көрінетін немесе инфрақызыл аймағында жоғары көтеретін жиіліктер қолданылады. Кейде оларды микротолқынды жүйелерден бөлуге ыңғайлы жеңіл жүйелер деп атайды, әдетте, олардың жиілігі бес данадан аз болады.

Ақпараттарды үлкен көлемдерде тарату үшін талшықты-оптикалық байланыс жүйесі тиімді таңдау болып табылады, себебі, байланыстың бұл түрі дыбыстық деректерді, бейне, телеметрия және ақпараттарды алыс қашықтыққа жергілікті желі немесе компьютерлік желілерде беру үшін қолданылады. Талшықты-оптикалық байланыс жүйесі электронды сигналдарды жарыққа айналдыру арқылы талшыққа деректерді беру арқылы жарық толқыны технологиясын пайдаланады.

Байланыстың бұл түрі, мысалы алсақ, жоғары өткізу қабілеттілігі, аз салмақ, ұзын қашықтықта сигнал беру, кіші диаметр, ақпараттарды беру қауіпсіздігі және т.б., сипаттары бойынша кез-келген телекоммуникациялық инфрақұрылымда жалпы негізгі құрылымдық блок жасайды. Олардың негізгі артықшылығы – жоғары өткізу қабілеттілігі. Жарықтың толқын ұзындығына байланысты үлкен көлемде ақпарат жинақталған сигнал жіберу мүмкіндігі бар.

Электр кабельдерімен салыстырғанда оптикалық кабельдердің келесі айырмашылықтары бар:

- үлкен көлемдегі деректерді беру мен жоғары тарату жылдамдығы;
- кабельдерде тапшы түсті металлдардың (мыс, қорғасын) қолданымауы, әдетте оптикалық кабельдерді шыны мен полимерден әзірлейді;
- қоршаған ортаға шағылатын сәулелердің таралмауы, осы арқылы таратылатын мәліметтерге рұқсатсыз қол жеткізуге болатын мүмкіндіктерді жояды және арнайы арналған құрылғыларды пайдаланбай-ақ, мәліметтердің құпиялығы мен қауіпсіз таратылу жолдарын қамтамасыз етеді;

- құрылыс сымдарының алыс қашықтыққа жететіндей ұзындығы, аралық станциялардың санын азайтуға және байланыс желісінің сенімділігін жоғарылатуына мүмкіндік беретін кішкентай өлшемдері мен салмағы;

- жиілігінің кең диапазонды жиіліктерден тәуелсіздігі мен сигналдардың әлсіреуінің аздығы;

- сыртқы электромагниттік бөгеуілдерден жоғары қорғануы бар;

- қауіпсіздік техникасының сенімділігі, яғни кенет ұшқын шығу мен қысқа тұйықталу пайда болуының жоқтығы;

Телекоммуникацияның дамуының басты міндеті - ел экономикасын және халықтың қажеттілігін толық қанағаттандыруды қамтамасыз ететін байланыс құралдарының кешенін құру.

Дипломдық жобаның мақсаты – талшықты-оптикалық кабельдерді және деректерді таратуға арналған қажетті құрал-жабдықтарды пайдалана отырып, магистральды байланыс желісі арқылы Шымкент және Қызылорда қалалары арасында талшықты-оптикалық жоғары жылдамдықты байланыс орнату.

Дипломдық жобаның тапсырмалары:

- 1) Шымкент-Қызылорда байланыс жолдарының қазіргі жағдайы;
- 2) Оптикалық кабельді жүргізуге төсеу жолын таңдау;
- 3) Оптикалық кабельдер түрлерін таңдау;
- 4) DWDM технологиясын қарастыру;
- 5) Заманауи құрылғыларды таңдау;
- 6) Оптикалық байланыс жолдарын есептеу;
- 7) Регенерация бөлімінің ұзындығын есептеу.

1 Теориялық бөлім

1.1 Шымкент қаласының географиялық – экономикалық мінездемесі

Шымкент – Қазақстан Республикасының оңтүстігінде орналасқан қала, еліміздегі республикалық маңызы бар үш қаланың бірі болып есептеледі. Шымкент қаласы – Қазақстанда қала тұрғындарының саны бойынша үшінші, ал ауданы бойынша бірінші орынды иеленген қала. Қаланың жалпы ауданы 1 170 км² құрайды. Халық тұрғындарының саны 1 қантар 2018 жылғы бағасы бойынша 1,011,511 адамды құраған. [1] Орталығы Шымкент қаласы болып саналатын Оңтүстік Қазақстан облысы шығысында – Жамбыл облысымен, батысында – Қызылорда облысымен, оңтүстігінде – Өзбекстан Республикасымен шектеседі. Экономикалық тұрғыдан қарасақ, Шымкент – Орталық Азия, Түрікменстан, Қытай секілді елдерімен әрдайым сауда жасауға қолайлы орталық болған. Климат жағынан қарайтын болсақ, қалаға таулы қыраттар мен тау бөктері өте жақын орналасқан, олар жақын маңдағы өзен-сулар арқылы суарылады. Ертеден бері жүзім құнарлы мекендерде өсіріледі, ал таулы аймақтарда жайылымдар орналасқан.

Шымкент – тез дамып келе жатқан қалалардың бірі. Қалада халықаралық әуежай, теміржол вокзалы бар. 2000 жылдың басына дейін троллейбустік парк жұмыс жасап келді. Шымкент – Қазақстандағы автокөліктер саны көп қалалардың бірі болып есептеледі. Сондықтан да қалада көлік кептелістері салдарынан біраз қиындықтар туындап отыр. Қалада қазіргі кезде Абай атындағы саябақ, аквапарк, технопарк және «Кен-баба» деп аталатын этнографиялық саябақ та бар. Қазіргі таңда Оңтүстік Қазақстан облысындағы орыс драма театры мен Ж.Шанин атындағы Оңтүстік Қазақстан облыстық қазақ драма театры жұмыс жасап тұр. [2]

Шымкент – Қазақстандағы өндірістік және экономикалық тұрғыда көш бастап келе жатқан орталықтардың бірі. Қалада түсті металлургия өндірісі, машина жасау, химиялық және мұнай өндіретін өндіріс салалары бар. Бүгінгі күні Шымкент қаласындағы өнеркәсіпті дамытып келе жатырған кәсіпорындар:

- фармацевтикалық және мұнай-химиялық өнеркәсіпті ұйымдастыратын кәсіпорындар – ЖСШ «ПетроКазахстан Ойл Продактс», АҚ «Химфарм»(дәрілік препараттарды өндіру);
- металлургиялық кәсіпорындар – АҚ«Южполиметалл» ;
- машина жасау өнеркәсібі бойынша – АҚ «Карданвал» (машина және тракторларға арналған кардандық біліктер мен кресттерді өндіру), АҚ «Южмаш» (қосалқы бөлшектер мен жабдықтарды өндіру), ЖСШ «Электроаппарат» (қуат қосқыштары мен басқа да өнімдерді өндіру);
- құрылыс материалдарын АҚ «Шымкентцемент» т.б. өндіреді. [3]

1.2 Қызылорда қаласының географиялық – экономикалық мінездемесі

Қызылорда қаласы – Сырдария өзенінің оң жағалауында, Астана қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 830 км шақырым жерде орналасқан, Қызылорда облысының административті орталығы саналатын қала. Ескі атауы Ақ-Мешіт. Қаланың жалпы ауданы 240 км² құрайды. 2015 жылдың қаңтар айындағы санақ бойынша халық саны 268,908 адамды құраған, оның көп бөлігін қазақтар құраса (92,33%), орыс ұлты (3,71 %) , кәріс ұлты (2,29%), татар ұлты (0,47%), басқа ұлт өкілдері (0, 2%) құраған. [4] Ал, 2018 жыл 1 тамыздағы халық есептеу көрсеткіштері бойынша қалада халық өсімі 238 349 (44,3%) адамға жеткен.

Қызылорда қаласының климаты – жауын-шашын мөлшері аз, жаз күндері ұзақ әрі ыстық, ал қыс мезгілінде қақаған аяз бен бұрқасын жел соғатын, қатаң континенталды. Қаладағы өсімдіктердің өсу белсенділігі төмен, өсімдіктердің жасыл төсеніштері сирек кездеседі, бірақ бұталар мен теректер (қарағай, қайың, джида, шабдалы секілді) көптеп кездеседі, жаздың күні жасыл екпелерді суару - стационарлы суару жүйелері (құбырлар каскадының) және су өткізетін аралдарды (арықтарды) қолдану арқылы іске асырылады. Қала теңіз деңгейінен 130 м биіктікте орналасқан. Қазіргі кезде Қызылорда қаласында Қорқыт-Ата, Бегім ана ескерткіштері бар. [4]

Қызылорда қаласында облыстық Н. Бекежанов атындағы музыкалық-драма театры және Қорқыт Ата атындағы Қызылорда Мемлекеттік Университеті, «Болашақ» секілді білім ошақтары бар.

Қызылорда қаласындағы маңызды өнеркәсіп орындары – тамақ өнімдерін өндіретін, құрылыс материалдарын өндіруші өнеркәсіп орындары, үй құрылысына арналған комбинаттар, аяқ – киім, тігін тігуші және де киім тоқитын зауыт-фабрикалар бар. Қала шалғайларында ауыл шаруашылығы жақсы дамыған, күріш және қауын-қарбыз өсіретін жазықтары бар. Ауыл шаруашылығының жақсы дамығанына қарамастан, қала тұрғындарының жартысынан көбі сауда-саттықпен айналысады, оған себеп – қаладағы өнеркәсіп саласының аз болуы, бұл халықты жұмыспен қамтамасыз ете алмайды деген сөз. [4]

1890 жылдың ортасынан бастап қалада мұнай-газ өндіру саласы белсенді дамуда. Қызылорда қаласының мұнай-газ өндіруші өнеркәсіп орындары: «ПетроКазахстан Құмкөл Ресорсиз» (бұрынғы «Харрикейн Құмкөл Мұнай») «Тургай Петролеум» - Құмкөл кен орнының солтүстік-батыс бөлігін алып жатқан қазақстандық-ресейлік мұнай өнімдерін өндіруші компания. ЖШС «БК Қазгермұнай» - кен орыны арқылы мұнай өндіру коэффициентін көбейтуге арналған компания. Кәсіпорын кен орындарында газдың сұйық қоспасын алу мен тасымалдаудың жабық жүйесін қолданады. [5] АҚ «СНПС-Ай Дан Мұнай» - кен орындарын игеру, мұнай-газ өнімдерін

жинақтау, мұнай тасымалдау және сату қызметтерімен айналысатын компания.

1.3 Шымкент-Қызылорда байланыс жолдарының қазіргі жағдайы

Соңғы жылдарда Қазақстан Республикасындағы телекоммуникация байланысын жандандыру мақсатында жүзеге асырылып отырған Ұлттық Супермагистраль жобасы бойынша еліміздегі қалалар арасынадғы телекоммуникация желілерін 100 пайыздық сандық байланысқа ауыстыру жобасы аяқталды. Жаңа технологияларды қолдану арқылы облыстық орталық пен аудан орталықтары арасында транспорттық ақпарат желілерін талшықты-оптикалық желілер арқылы қамтамасыз етіле бастады. Сандық технологияларды қолдану шығыс қалааралық трафиктардың кеңеюіне жол ашты, бұл қалааралық телефон желілерінің кірісін көбейтуге себепші болды.

Бұл жобада қарастырылып отырған Шымкент – Қызылорда қалалары арасындағы ТОБЖ төсеу құрылысы Ұлттық Супермагистраль жобасына тек қосымша жоба ретінде көрсетіледі.

Жергілікті телекоммуникация желілерін жөндеу, жаңасына айырбастау арқылы байланыстың сапасын жоғарылатуына себепші болды. Ауыл – аймақтардағы телефондық байланыс желілерін жаңарту арқылы қызметтік белсенділікті жоғарылату мақсатында қолға алмақ.

Сандық байланыс жүйелерін енгізу арқылы шығыс қалааралық трафиктерді және кіріс қалааралық айырбасты кеңейтуге мүмкіндік береді, осы арқылы қала арасындағы қалааралық телефон байланыс жүйелерінен келіп түсетін кірістің ұлғаюына көмегін тигізеді.

Бүгінгі күнде, байланыс сапасын жақсартатын, ескі құрылғыларды жаңасына айырбастау, модернизациялау, қайта жаңғырту, телекоммуникация жабдықтарының қолданыс аясын кеңейтуге арналған көптеген іс - шаралар өткізілуде.

Байланыс желілерін кеңейту жобасының арқасында бүгінде телефон байланысының тығыздығы 100 адам басына 20% құрайды.

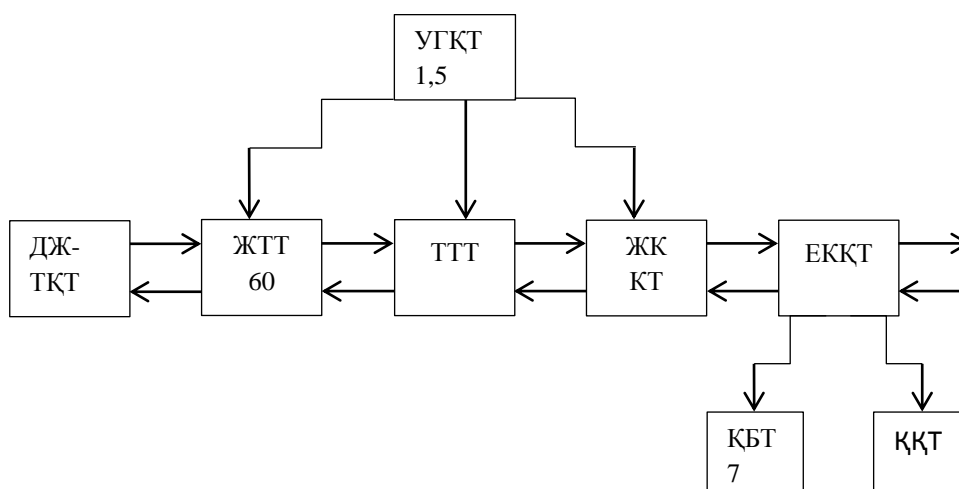
Қарастырылып отырған аумақта Шымкент – Қызылорда қалалары арасындағы байланыс жолдарын қарастырайық: аналогты тарату жүйесі 60 байланыс арнасын ұйымдастра алатын К60 арнақұрастырушы аппаратура жұмыс жасайды. Шымкент қаласындағы телефондық желі S-12, DRX-4 станциялары негізінде тұрғызылған, соңғы жүргізілген құрылыс бойынша АТС-531 сыйымдылығы – 976 арнаны құрайды, бұл АТС желіде Шымкент қаласында 1997 жылдан бері жұмыс жасап келе жатыр.

Шымкент қаласы мен Қызылорда қалаларында сандық байланысқа көшіру процесі сәтті аяқталған. Шымкент қаласында Alcatel S12 фирмасының станциялары қондырылған, телефон желілерінде SDH технологиялары негізінде құрылған станция аралық желі жұмыс жасап тұр,

желі ОКС №7 сигнализациясын пайдаланады.

Қызылорда қаласында бүгінгі күні агро-өндіріс саласында телефондық байланыс төмен дамыған, ең қиыны мұндағы АТС-тардың 70%-ы ескірген десекте болады, қаладағы телефон желілерінде 17%-ы декадты қадамдық, 66%-ы координатты АТСтар, тек 20%-ы электронды коммутация жүйелерінен құралады. Сандық байланысты енгізу арқылы қазіргі кезде қалада қалалық телефон станцияларының 80%-ы жоғары сапалы сандық арналардың байланыстырушы желілерінен тұрады.

Жоба барысында келесі қалааралық желілердің дамуы нөмір сыйымдылығын кеңейту арқылы, ескірген АТС-ы жаңартып, желілік құрылғыларды жаңасына айырбастауға негізделген.



Сурет 1.1 - К60 ақырғы станциясының құрылымдық сұлбасы

мұндағы:

- ДЖ-ТҚТ-60 Дифференциалды жүйелер мен тональды қоңырау тұрғызушысы (стойка) ;
- ЖТТ-60 Жеке түрлендіргіш тұрғызушысы;
- ТТТ Топтық түрлендіргіш тұрғызушысы;
- ЖК КТ Желілік күшейткіштер мен корректорлар тұрғызушысы;
- УГҚТ 1- 5 Унифицирленген генераторлық құрылғы тұрғызушысы;
- ЕКҚТ Енгізгіш-коммутациялық құрылғы тұрғызушысы;
- ҚҚТ Қашықтықтан қуаттандыру тұрғызушысы;
- ҚБТ-7 Қызметтік байланыс тұрғызушысы;

Соңғы жүргізілген құрылыс бойынша, кабельдердің ескіруі есебінен, сыртқы механикалық , атмосфералық әсерлерден кабельдің полиэтиленді қабықшасы зақымдануы мүмкін, бұл өз орайында, қабықшаның ылғал өткізуі, кабельдің ұлғаюы секілді мәселелерге алып келеді. Құрылыс кезінде төселген муфттардан басқа, механикалық бұзылулар салдарынан қалған ескі муфттар да бар.

Байланыстырылып отырған К60 аппаратурасы өндірістен алынып

тасталған, енді оған қосалқы бөлшектер шығарылмайды деген сөз. Осы себептер арқылы, бұл құрылғыға аналогті, жөндеуден өткен, бірақ жұмыс жасайтын бөлшектер сатып алу қажет болады, бұл шығынды екі есеге көбейтеді.

Ішкі және халықаралық байланыс орталығының тізгінін ұстап отырған «Қазақтелеком» АҚ телекоммуникация саласындағы қызмет көрсету бойынша еліміздегі 1-ші орындағы компания. «Қазақтелеком» АҚ компаниясы бүгінгі күнде еліміздегі қалалық, қалааралық, халықаралық, ұялы байланыс жүйесін, ғаламтор желісін, ақпаратты тарату жүйесін, пейджингті байланыс жүйесін толықтай қамтамасыз етеді.

Қазіргі таңда «Сандық модернизация» жобасы бойынша Қазақтелеком компаниясы «Батыс ТОБЖ – Шымкент - Қызылорда - Ақтобе - Атырау - Ресеймен шекарасы» деп аталатын Ұлттық Ақпараттық супермагистраль құрылысын аяқтады. Осының нәтижесінде Шымкент – Қызылорда қалалары арасында байланыс желілерінің 100% - дық сандық байланысқа көшірілді. Елді-мекендерді цифровизациялау – ақпаратты жылдам тарату технологиясын жаңа әрі сапалы түрде қызмет көрсетуге ыңғайлы болуы үшін жасалған. Сандық модернизациялау – ескі аналогті телефондық станцияларының қалааралық және халықаралық байланыс желілерін тоқтаусыз қызмет көрсетуге, ғаламтор желісіне кең жолақты қатынау қызметтерін қолдану үшін арнайы ұсынылып отыр. Осы орайда, абоненттер мынадай қосымша қызметтерді пайдалана алады: қоңырауды күту және қоңырауды басқа адреске аудару, шақыртылып отырған абоненттің нөмірін анықтау, т.б. Аналогті телефон станцияларын сандық телефон станцияларына (сыйымдылығы 3000 нөмірге дейін) ауыстыру құрылыстары байланыс қызметтерін толықтай жаңартуға бағытталған. Мұндай жоба екі қала арасындағы байланыстың сапасын жақсартуға арналады, яғни IP- телефония, бейнебайланыс, спутниктік байланыс, радиобайланыс қызметтеріне қиындықсыз қосылуға мүмкіндік берді.

«Сандық Қазақстан» бағдарламасы арқылы ауруханалар мен төтенше жағдайлар желісінде кезекте тұру мәселесін, мектептерде ғаламтор арқылы ақпарат жинау немесе электронды оқулық мәселелерін шешеді. Транспорт сферасында қаладағы барлық қоғамдық көліктер GPS-датчиктері қондырылған, мұндай датчиктер нағыз уақыттағы көлік қозғалысын Орталық диспетчерлік қызметтеріне жіберіп отырады. Осылайша, ТОБЖ төсеу арқылы екі қала арасындағы байланыс сапасын біраз көтеру мақсатында құрылған мұндай жобалар ел өмірін біраз жеңілдетпек.

1.4 Оптикалық кабельді байланыс желісіндегі төсеу жолын таңдау

Талшықтық-оптикалық кабель жүргізуге арналған төсеу жолын таңдау – екі қала арасындағы аралық нүктелердің орналасуына тікелей байланысты

болады. Құрылыс барысында тасжол ұзындығын, тас жол бойында өзен-көлдердің болуын және оларды кесіп өту қиындығын, теміржол, елді-мекендердің мінездемесін зерттеу, коррозиядан қорғануды ұйымдастыра алатындай етіп ұйымдастырылуы тиіс.

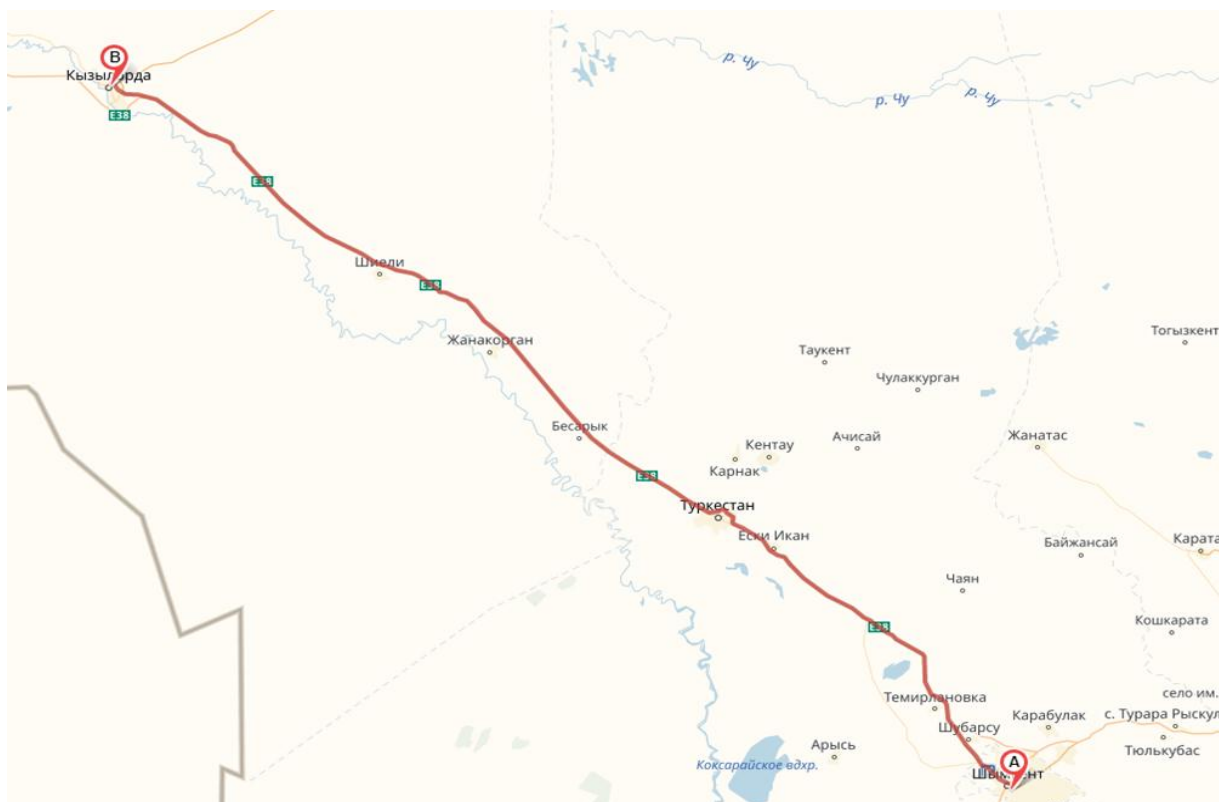
Талшықтық-оптикалық кабель жүргізуге төсеу жолын таңдауда желілік құрылғылар қымбат әрі байланыс желісінде орындалатын құрылыстың өзі қиын бөлім екендігін ескеру керек, сол себепті төсеу жолын ұйымдастыруда байланыс желісін пайдалану мен құрылыс кезінде шығатын шығын салмағын азайтуға басты көңіл бөлу керек. Құрылыстың басты мақсаты – орнатылған байланыс тиімді әрі сенімді жұмыс істеуі қажет.

ТОБЖ төсеу жолын таңдауда ең басты талаптың бірі – құрылыс төсеу жолының автокөлік жүретін тасжол бойымен өтуі тиіс. Құрылыс барысында бір-бірімен түйісетін жерасты коммуникацияларын зақымдап алудың алдын алу қажет, зақымдалған жағдайда қала арасында байланыстың нашарлауы немесе жұмысын мүлде тоқтатуға әкеліп соғуы мүмкін. Осы себепті де, жерасты жолдары құрылысы кезінде техникалық мамандарды кабель төсеу орнына дереу шақыртуға, олардың келіп жетуіне және коммуникация желілерінің зақымдануы кезінде жылдам жөндеуге қолайлы болып саналады. Аралық нүктелердегі елді-мекендердің болуы құрылыс барысында қызмет көрсетілмейтін регенерациялық орталықтарды орналастыруға мүмкіндік береді, осы арқылы құрылыс жұмыстарын азайтып, магистраль құрылысына кететін шығын санын азайтуға мүмкіндік береді.

Талшықты-оптикалық кабельді төсеу жолдары 8 аралық нүктелерден өтеді. Бұл құрылыс Шымкент қаласы мен Шұбарсу селосын, Темирлановка селосын, Ескіқан селосын, Түркістан қаласын, Шорнақ селосын, Жаңақорған селосын, Төменарық селосын, Шиелі селосын және Қызылорда қаласын қосатын автокөлік тасжолының бойымен өтеді. Жалпы тасжолының ұзындығы – 476 км құрайды, тасжолдың жекелеген аралық нүктелер қашықтығы: Шымкент –Шұбарсу –29 км, Шұбарсу – Темирлановка–33 км, Темирлановка – Ескіқан–93км, Ескіқан – Түркістан–25 км, Түркістан – Шорнақ–51км, Шорнақ – Жаңақорған–64км, Жаңақорған –Төменарық–24 км,Төменарық–Шиелі–26 км, Шиелі – Қызылорда–131 км құрайды.

Кабель жүргізілетін төсеу жолы автокөлік жүріп өтетін тасжолдың өсінен 40 – 60м (жергілікті жердің нақты жағдайларына байланысты) қашықтықта жүргізілетін болады. Шымкент пен Қызылорда қалалары арасындағы тасжол тегіс, біркелкі болғандықтан, оптикалық кабельді толық механизмді әдіспен жүргізуге мүмкіндік береді. Екі қала арасындағы елді – мекендер Сырдария өзенінің оң жағалауында орналасқандықтан, кабель төсеу өзен арқылы өту жолдарынсыз ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Қалалар арасындағы жалпы арақашықтық картасы келесі 1.1 суретте көрсетілген:



Сурет 1.2 – Оптикалық кабельді төсеу жолдары

1.5 Аралық нүктелер мінездемесін талдау

Шұбарсу селосы – Қазақстан Республикасы, Оңтүстік-Қазақстан облысы, Ордабасы ауданына қарасты ауыл. Шұбарсу ауылдық округінің жалғыз елді-мекені болып саналады. 2009 жылғы есептік жазбаларға сүйенсек, ауылда 16350 адам тұрған.

Темирлановка селосы – Қазақстан Республикасы, Оңтүстік-Қазақстан облысы, Ордабасы ауданының административті орталығы болып саналады. Арыс өзенінің оң жағалауында орналасқан. 2009 жылғы санақ бойынша селода 12495 тұрғын болған.

Ескіикан селосы – Оңтүстік-Қазақстан облысында орналасқан, Түркістан қалалық администрлігіне қарасты ауыл. Ескіикан селосы Түркістан орталығынан 25 км ара-қашықтықта орналасқан. Ауылда 2009 жылғы санақ деректеріне сүйенсек 14295 тұрғын болған.

Түркістан қаласы – Қазақстан Республикасының оңтүстігінде, Сырдария өзенінің бойында орналасқан қала. Қала Шымкент қаласынан солтүстік-батысқа қарай 160 км ара-қашықтықта, Қызылорда қаласы мен Ташкент қаласының ортасындағы Ташкент темір жолының бойында орналасқан. Еліміздегі ең көне қалалардың бірі болып саналады. 2015 жылғы санақ деректеріне сүйенсек қалада 157765 тұрғын болған. Қалада 13 үлкен

өнеркәсіп орындары жұмыс жасайды. Қала тұрғындары мал шаруашылығы мен егін , бау – бақша шаруашылығымен айналысады.

Шорнақ селосы – Оңтүстік-Қазақстан облысында орналасқан, Түркістан қалалық министрлігіне қарасты ауыл. Шорнақ ауылдық округының административті орталығы болып саналады. 2009 жылғы санақ мәліметтері бойынша ауылда 2986 тұрғын болған.

Жаңақорған селосы – Қызылорда облысы, Жаңақорған ауданына қарасты ауыл. Ауыл Сырдария өзенінің оң жағалауында орналасқан. Ауылда Жаңақорған лай-балшықты сауықтыру орталығы бар, санаторий жыл бойы жұмыс жасайды. 2009 жылғы санақ мәліметтері бойынша ауылда 22716 адам тұрған.

Төменарық селосы – Қызылорда облысына қарасты , Жаңақорған ауылынан 15 км қашықтықта орналасқан. 2009 жылғы санақ мәліметтері бойынша ауылда 4069 адам тұрған.

Шиелі селосы – Қызылорда облысына қарасты, Шиелі ауданында орналасқан ауыл. Ауыл Сырдария өзенінің оң жағалауында орналасқан. Шиелі ауылында уран өндіру өнеркәсібі дамыған. 2009 жылғы санақ мәліметтері бойынша ауылда 29632 адам тұрған.

1.6 Оптикалық кабельді белгілеу

Оптикалық кабельдер өз алдына оптикалық тарату жүйесінің бөліктерін көрсетеді, бұндай тарату жүйесі ең қымбат оптикалық-талшықтық тарату жүйесі болып табылады, өйткені байланыс орнату кезінде шығатын шығындардың басты бөлігі оптикалық кабельді сатып алу мен кабельдік магистраль төсеу құрылысына жұмсалады екен.

Тиімділігіне қарай таңдау жасалынған оптикалық кабель – ТОВЖ орнатылатын аумақтағы шығатын шығындарды және эксплуатациялау кезінде жұмсалатын қаражат санын азайтуға мүмкіндік береді. Кабельдің сенімділігі қаншалықты берік болса, кабель бағасы соншалық қымбат саналады. Оптикалық кабель таңдау кезінде талшықты – оптикалық тарату жүйесінің кейбір қасиеттері де әсер етеді, мысалы:

- сыртқы әсерлерге төзімділігі (механикалық әсерлерге, климаттық әсерлерге);
- ұзақ мерзімге қызмет ету сенімділі мен тоқтаусыз қызмет көрсетуі;
- кеңжолақтығы мен тарату жылдамдығының мейлінше жоғары болуы;
- техникалық қауіпсіздігінің сенімділігі (қысқа тұйықталуыз);

электрлік кабельдерге қарағанда массасы мен габариттік өлшемінің кішкентай болуы.

Көп жағдайда оптикалық талшық кабельдің түрлі типтерін қолдану арқылы қоршаған орта әсерінен қорғалған болуы керек. Талшықтардың сыртын кабельмен қоршау – талшықты қашықтыққа созу кезінде беріктікті, иілу кезінде сынбауын, ұзақ мерзімге қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді.

Оптикалық кабель өндіруде ең маңызды механикалық қасиеттердің бірі

кабелге максималды түрде жүктеме түсіру, бұндай фактор қондырылған кабель ұзындығын анықтауға мүмкіндік береді. Мыстан жасалатын кабельдерде сымдардың өзі тасымалдаушы элемент болып табылады, сондықтан кабельдің 20 пайыздан жоғары ұзартуы зақымдарсыз өтеді. Бір жағынан, шектен тыс берік оптикалық-талшықтар 4 пайыздық ұзарту кезінде көптеген зақымдануларға тап болады. Тәжірбиеде қолдану арқылы оптикалық – талшықтар кабельдегі басқа компоненттерден алшақтатылады, талшықтар кабель осінің нейтралды аумағына жақын орналастырылады және кабельдің созылуы мен иілу кезінде талшықтардың еркін орын ауыстыруын қамтамасыз етеді. Келесі айта кететін мәселе – ол талшықтардың сынғыштық қасиеті. Шыныдан жасалған талшықтар пластик қосу арқылы жасалған талшықтарға қарағанда олардың иілу қасиеті төмен, бұндай талшықтар ауыр жүктеме кезінде энергия жұтылу қасиетін төмендетеді. Сондықтан, оптикалық кабельдің сыртқы қабығы шыныдан жасалған талшықтарды ішінен қосылып кетуінен, ал сыртынан езіліп кетуден, қапталынан келетін сыртқы әсерлерден және қоршаған ортаның агрессивті элементтерінен қорғайтындай етіп құрастырылуы тиіс. Жерасты құрылысы кезінде металлдық ішкі гильза орналытуын талап етуі мүмкін, себебі жерастында топырақ қазатын кеміргіштерден (көртышқан секілді) қорғау үшін орнатылады. Оптикалық – талшықты кабельдерді құрастыру кезінде талшықтардың орналастырылуы бойынша бірнеше типті болуы мүмкін, оның ішіне компоненттердің әртүрлі етіп қосылуы керек.

Полимерлік материал арқылы құрастырылатын оптикалық кабель температуралық флуктуациялар кезінде ұлғаю мен қысылу процессіне ұшырайды, бұл оптикалық талшықтарда механикалық кернеулердің пайда болуына әкеліп соғады. Мұндай кернеулер әдетте, оптикалық талшықтың мінездемелеріне біраз өзгертулер тудырады, яғни, өшу коэффициентін жоғарылатып, сандық апертурасының белсенділігін төмендетеді. Полимерлік қабықшада орналасқан оптикалық талшыққа кері температура – қабықшаның ұлғаюы себебінен сандық апертурасы төмендеуіне ықпал етеді.

Оптикалық кабельдерді қазіргі таңда көптеген өндіріс орны өндіреді, соның ішінде ең ірі және әлемдік деңгейде өндіруші компаниялар – AMP, BICC Cables Company, Alcatel, Focas, Hellucabel, Phillips, Samsung, т.б., ал отандық оптикалық кабель өндіруші өндіріс орындарына «Альянс Телекоммуникация», «Kazcenterелектропрвод» секілді ірі өндіріс орындары бар. Отандық кабель өндіруші компаниялар әлемдік стандарттар мен сертификаттарға сай, сапалы оптикалық – талшықтар мен құрылғыларды пайдаланады, бұл өз орнында отандық тұтынушылар арасында тиімді пайлануға мүмкіндік береді.

Ережелерге сәйкес, транспорттық желіде түйіндерді бір-бірімен қосу үшін бірмодалы талшықты-оптикалық кабельдер орнатылады. Талшықтардың жалпы саны сандық сызықты тракттардың сыйымдылығымен анықталады, өйткені оларды резервтеу қажеттілігінің туындауы себебінен (техникалық қажеттіліктер, жергілікті немесе зоналық байланыс бұтақтары үшін, т.б.)

есепке ала отырып анықтайды.

Кабель сыртындағы қабықшалар, бронды қабықшалар қолдану ортасына қарай және жұмыс істеу функцияларына байланысты:

- ылғалдылыққа төзімділік және герметивтілік;
- механикалық және климаттық әсерлерден қорғаныс;
- кеміргіштерден қорғаныс;
- қысқа тұйықталудың жоқтығы мен өрт шығу себептерінен қорғаныс;
- күннің сәулесінің тікелей түсу әсерінен толықтай қорғанысты қамтамасыз ете алуы қажет.

Талшықтардың топтасуы мен оптикалық талшықтар кабель ішінде белгілі бір түс арқылы анықталатындай етіп, түстік идентификациядан тұрады. Оптикалық талшықтарды идентификациялау үшін қолданылатын, біріншілік сыртқы қабықшаға енгізілетін немесе соның үстіне жағылатын бояу – өз тұрақтылығын жұмыс жасау мерзімі аяқталғанша өңін жоғалтпауы керек.

Станциялық кабельдерден басқа құрылыс кезіндегі кабель ұзындығы өндірушінің техникалық құжаттамаларында көрсетілгендей, 6 км кем болмау қажет.

Оптикалық кабельдердің дайындау кезінде, төсеу кезінде пайда болатын механикалық әсерлерге деген жоғары сезімталдығы – олардың құрастыруына жоғары жауапкершілікпен әрі ерекше тәсіл арқылы құрастырылуы тиіс. Сол себепті, талшықты-оптикалық кабель құру барысында қарастырылатын жағдайлар:

- электр кабельдері төселетін жағдай секілді, оптикалық кабель де сондай жағдайда төселуі керек;
- жазықтыққа төселеін монтаждау әдісінің жақын арада, яғни уақытылы жасалуы керек;
- ұзақ мерзімге жұмыс жасау сенімділігі;

Оптикалық талшықтар әртүрлі жолдармен өндіріледі, оптикалық талшықтар әртүрлі толқын ұзындығында оптикалық сәулеленуді таратуды ұйымдастырады, олардың әрқайсысы әртүрлі мінездемелерге ие және әрқайсысы әртүрлі жұмыс орындайды. Көптеп, сериялармен шығарылатын оптикалық кабельдер үшін көпмодалы және бірмодалы оптикалық талшықтарды өндіреді. Оптикалық талшықтардың профильдік кескіні Сурет 1.2 – көрсетілген.

Көпмодалы талшықтар импульстардың сәулеленуі кезінде әртүрлі таралады, бұл дисперсияның кеңжолақтығында әсерін тигізеді. Бірмодалы талшықтар:

- сатылы бірмодалы талшықтар (step index single mode-fiber);
- стандартты талшықтар (standard fiber);
- дисперсиясы ығыстырылған бірмодалы талшықтар (dispersion-shifted single mode-fiber);
- нөлдік емес дисперсиясы ығыстырылған бірмодалы талшықтар (non-zero dispersion shifted singlemode-fiber) деп бөлінеді.

Талшықты-оптикалық байланыс желілерінде талшықтардың келесі

стандарттары кеңінен қолданысқа ие:

- көпмодалы градиентті талшық 50-125;
- көпмодалы градиентті талшық 62,5-125;
- бірмодалы сатылы талшық 8-10-125;
- дисперсиясы ығыстырылған бірмодалы талшықтар 8-10-125;
- нөлдік емес дисперсиясы ығыстырылған бірмодалы талшықтар 8-10-125;

Әрбір талшық жүрекше мен сыну көрсеткішін көрсететін қабықшадан тұрады. Жарық сигналының таралуы іске асатын жүрекшеде оптикалық берік әрі нығыз материал арқылы жасалады. Талшықты белгілеп, көрсету кезінде жүрекше мен қабықшаның диаметрі бөлшек арқылы жазылады.

Модааралық дисперсияның болмауы себебінен бірмодалы талшықтардың жүрекшелері кішігірім диаметрді құрайды, бұл жоғары өткізгіштік қасиетін тудырады. Дегенмен, бірмодалы талшық жоғары сапалы әрі қымбат лазерлі таратқышты қолдануды талап етеді. Нөлдік емес дисперсиясы ығыстырылған бірмодалы талшықтары NZDSF бір ғана толқын ұзындығын таратуға емес, бірден бірнеше толқын ұзындығын таратуға бағытталған. Оптикалық сигналды тарату кезінде оптоэлектрондық түрлендіру болмайтын түйіндік желілерде, яғни толық оптикалық желілік магистраль құрылысы кезінде оңтайлы түрде қолдануға мүмкіндік береді.

ТОБЖ төсеу құрылысы кезінде Corning Optical Communications (АҚШ) өндіріс орны өндіретін SMF 28 E+ LL оптикалық талшықтарын қолданамыз. Corning SMF 28 E+ LL оптикалық талшықтары – G.652.D категориясына жататын, жоғалтулары төмен әрі талшықтарыдың иілу, созылу сапасы жоғары саналады. Бұл талшықтар – поляризациялық модальдық дисперсия кеңдігімен, стандартты бірмодальдық талшықтармен дәнекерлеу әдісін қолданбай-ақ байланыса алатын, өшу коэффициенті төмен, жаңа желілерді құру және қолданыстағы желілерді модернизациялауға арналған. [6] SMF 28 E+ LL – дыбыстық трафиктер мен бейне-баян, абоненттерге ақпараттарды тарату секілді бірқатар мәселелерді шешуге арналған. Бұл премиум класстық бірмодальдық оптикалық талшық – аймақтық, қалааралық, қалалық, сымсыз байланыс және үй ішіндегі желілерге арналып жасалған.

Дисперсиясы, модасы бойынша төселетін кабельдер бөлек аумақтарда бір-бірімен үйлесімділікте болуы үшін кабельді бір түрден және бір өндірушіден қолданған жөн, осындай себептерге байланысты біз үшін тиімді болып табылатын «Kazcenterелектропрвод» өндіріс орны өндіретін, жерастына төселетін, брондалған КС-ОКБ-SM-28-FF типті кабельді қолданамыз. Отандық талшықты-оптикалық кабель өндіруші компанияның өнімдері шетелдік өндірушілерден кем түспейтінін ескере отырып, әрі Қазақстан аумағында орналасқандықтан, құрылыс орнына дейін тасымалдауға кететін шығынды азайтуға біраз мүмкіндік береді.

КС-ОКБ-SM-28-FF брондалған оптикалық кабельдің кескіні 1.3- суретте көрсетілген. Бұл кабель механизмделген әдіс арқылы жерастына төсеу құрылыстарына арналған. Механикалық жүктемелерге, созылу мен

деформациялануға төзімді, сыртқы және ішкі төсеу құрылыстарына арналған.

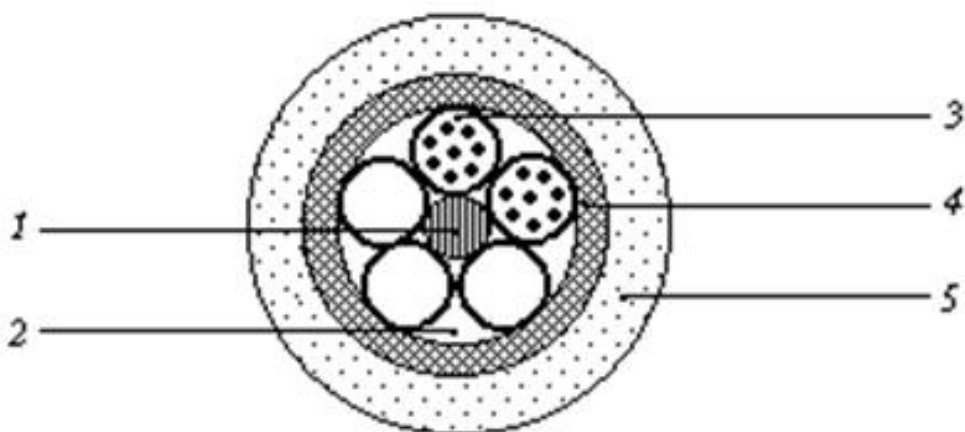


Сурет 1.3 – КС-ОКБ-SM-28-FF брондалған оптикалық кабельдің кескіні

Брондалған КС-ОКБ кабельі трубалар ішінде, барлық жерасты төсеу жолдарында, көпірлерде, су арқылы өту жолдарында, коллекторларда, т.б. төсеу жолдарында қолдануға тиімді.

Таңдалып, алып отыған кабельдің артықшыларына тоқталсақ :

- құрылысқа арналған ұзындығы ұзақ қашықтыққа (6000м) дейін ;
- механикалық кернеулерге төзімділігі;
- кеміргіштерден қорғану сенімділігі;
- кез-келген жерлерде төсеуге мүмкіндігі;
- күн сәулесі мен найзағай сәулелерінен берік қорғанысы;
- салмағының жеңіл болуы;
- иілу радиусының төмендігі;
- соққылар мен сыртқы механикалық факторларға (езілу) қорғанысының сенімділігі.



Сурет 1.4 – КС-ОКБ маркалы брондалған оптикалық кабель сұлбасы

мұндағы:

- 1) оптикалық талшық
- 2) модуль толтырғыш (тиксотропты гель)

- 3) бірмодалы талшықтармен толтырылған модуль
- 4) орталық күштік элемент(мырышталған болат сым)
- 5) сыртқы полиэтиленді қабықша

Кабельдің жалпы құрылымы:

- бірмодалы немесе көпмодалы талшық;
- тиксотропты толтырғыш гель;
- оптикалық модуль қабықшасы;
- орталық күштік элемент(мырышталған болат сым);
- оптикалық модульдер мен кордельдер, орталық күштік элементке SZ - оралымымен оралған;
- кабель жүрекшесі гидрофобты толтырғышпен толтырылған;
- болат сымдардың иілуі ;
- сымдардың арасында бос орын тиксотропты толтырғышпен толтырылған;
- кабель қабықшасының түсі – қара;

Кабельдің техникалық мінездемелері:

- мырышталған болат сымдармен брондалған оптикалық кабельдер ;
- -40 °С-тан +60 °С-қа дейінгі циклдық температура ауысуына тұрақтылығы;
- сақтауға және тасымалдауға арналған қолайлы температура – -40 °С-тан +60 °С-қа дейін;
- монтаждау кезіндегі температура – -10 °С-тан 50°С- ка дейін;
- кабельдің минималды иілу қасиеті –300мм;
- максималды езілуге тұрақтылығы – 0,4 кН/см;
- 35 °С-та рұқсат етілетін ылғалдылық – 98%;
- құрылыс кезіндегі кабель ұзындығы – 6000 м;
- салмағы – 220кг/км;
- габаритті көлемі – 12,4 мм;
- рұқсат етілетін созылу жүктемесі – 8,0 кН;

Талшықтардың оптикалық мінездемесі:

- талшықты өндіруші фирма және талшық маркасы - Corning SMF 28 E+ LL;
- талшықтардың стандарты - SM, G.652D;

Монтаждау кезіндегі кабельге қолайлы ауа температурасы –10° С төмен болмау қажет.

Кабельдерді мехнаизмделген әдіспен де, қара күш арқылы да төсеуге болады.

Кабельдерді монтаждау – оны зақымдануларға әкеліп соғатын әдістерден аулақ болуы шарт, тек қана құрал-жабдықтар көмегімен жүзеге асырылуы тиіс.

Монтаждау кезіндегі кабельдің ішіндегі талшықтардың минималды иілу

қасиеті – 10 мин. аспайтын, 300 мм дейн.

Кабель төсеу кезінде созылу және езілу жүктемелері рұқсат етілген көлемнен аспауы қажет.

1.7 DWDM технологиясының жұмыс істеу тәртібі

Көптеген дамыған елдерде сандық тарату әдістері мен коммутациялауды желілі базаларда құруды көздейтін байланыс желілерін сандық байланыс желілеріне ауыстыру әдістері қарастырылған. Бұндай сандық тарату әдістері аналогті тарату әдістеріне қарағанда біраз артықшылықтарын қарастыруға болады, мысалы:

- сандық түрде берілген ақпараттың бөгеуілдерге жоғары тұрақтылығы;
- тарату сапасының байланыс желісінің ұзындығына деген тәуелділігінің аз болуы. Әрбір регенерацияланған аумақтардағы таратылатын сигналдың бұрмалануы өте аз мөлшерде жетеді.

Үлкен масштабтағы ақпарат тарату желісін орналастыру барысында, сол желінің архитектурасының өзі модификацияға ұшырайды. Осы себептерге байланысты, желілерді қадағалау, оларды байланыстыру, басқару, жобалау принциптерінде біршама өзгерістер енгізу мәселесі туындайды. Осындай желілік технологиялардың жаңа ұрпақтарына – тығыз толқындық мультиплексірлеу негізіндегі DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) көптолқындық оптикалық желілерді жатқызуға болады.

Толқын ұзындығын бөлу арқылы жасалатын тығыз толқындық мультиплексірлеу технологиясы DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) – талшықты-оптикалық желілерде қолданылатын өткізу жолғын ұлғайтуға арналан оптикалық мультиплексірлеу әдісі. DWDM технологиясы бір талшықтан әртүрлі толқын ұзындығында және бір уақытта бірнеше сигналдарды тарату әрі біріктіру жолымен жұмыс жасайды. Бұндай технология – бірнеше виртуалды талшықтарды шығарып, физикалық ортасының сыйымдылығын ұлғайта алады.

Бір талшық арқылы бірнеше оптикалық арналарды әрбір тұтынушы сигналдарға ұйымдастыру үшін оптикалық толқын ұзындығын өзгерту үшін транспондерді қолданамыз. Кейін, мультиплексірді қолдану арқылы сигналдар бір-бірімен араласып, оптикалық желіге қарай жіберіледі. Ақырғы нүктеге жеткен кезде кері процесс басталады – демультимплексір көмегі арқылы келіп түскен сигналдар топтық сигналдардан бөлініп шығып, толқын ұзындықтарын бастапқы қалпына келтіреді, одан кейін тұтынушыға қайта жіберіледі. Оптикалық талшық арқылы таратылатын сигналдар уақыт өте келе өше бастайды, сигналдарды күшейту мақсатында оптикалық күшейткіштерді қосады.

Тығыз толқындық мультиплексірлеу (DWDM) кезіндегі ең маңызды талаптардың бірі – көршілес жатқан арналар арасындағы ара-қашықтық.

Мұндай арналар арасындағы кеңістіктің болуы – әртүрлі өндірушілердің құрылғысын қолданар алдында өзара үйлесімділігін тексеру үшін арналған.

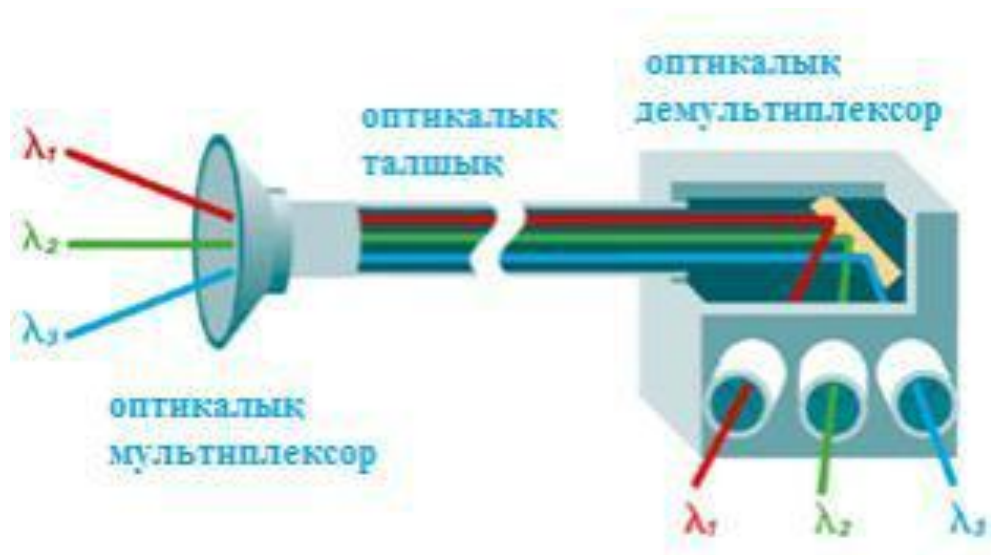
ТОБЖ қолданар кезінде қазіргі кезде WDM/DWDM технологиясы кеңінен қолданылады. WDM технологиясы (Wavelength-division multiplexing) – арналардың спектралды түрде тығыздау немесе толқын ұзындығына бөлу арқылы мультиплексірілеу. Бұндай тәсіл бірнеше сигналдарды әртүрлі толқын ұзындығындағы инфрақызыл сәулелері бар лазерлік сәуле ішіне біріктіріп, талшықты-оптикалық желілер арқылы таратуды ұйымдастырады. Әрбір лазерлік сәуле сигналдарды тәуелсіз түре жинақтайды. Толқын ұзындығына сезімтал фильтрлар, көрінетін жарықтық түсті фильтрлардың инфрақызыл түрдегі аналогы, қабылдап алатын соңғы нүкте жақта орналастырады. WDM технологиясы жиілік арқылы мультиплексірілеу технологиясына (FDM) ұқсайды. Бірақ, радиожіліктерден өту орнына, WDM технологиясы электрмагниттік спектр ішінде орындалады.

WDM технологиясы арналардың өткізу қабілетін біршама арттыра алады, оған қоса бұрын төселген талшықты – оптикалық желілерді қолдануға мүмкіндік береді. WDM технологиясының көмегімен бір талшықтан екі жақты көпарналы трафиктерді тарата аламыз.

DWDM технологиясының тағы бір артықшылығы, ол аралық нүктелер көмегінсіз (регенерациялық аралық күшейткіштерсіз) алыс қашықтықтарға жоғары жылдамдықта сигналдарды тарату қасиеті. Бұндай тәсіл адам саны аз елді-мекендерде ақпарат таратуда тиімді саналады.

Спектралды немес оптикалық тығыздау технологияларында басты мәселе - көптеген бөлектелген SDH сигналдарын бір ғана талшық арқылы тарату болып саналады, бұл өз кезегінде байланыс желісінің өткізу қабілеттілігі артады деген сөз.

Жалпы, DWDM жүйесі қарапайым TDM жүйесіне өте ұқсас. Бір немесе бірнеше оптикалық таратқыштар арқылы генерацияланатын, толқын ұзындықтары әртүрлі сигналдар – мультиплексорге топтық оптикалық сигнал ретінде жиналады, содан кейін оптикалық талшықтар арқылы жіберіледі. Үлкен ара – қашықтықтарға байланыс желілеріне бір немесе бірнеше оптикалық қайталағыштар қондырылады. Ал, демультимплексор виртуалды пакеттерді шығарып, ол пакеттерден әртүрлі ұзындықтағы толқындарды арналарды бөліп алады да, оларды фотоқабылдағышқа жібереді.

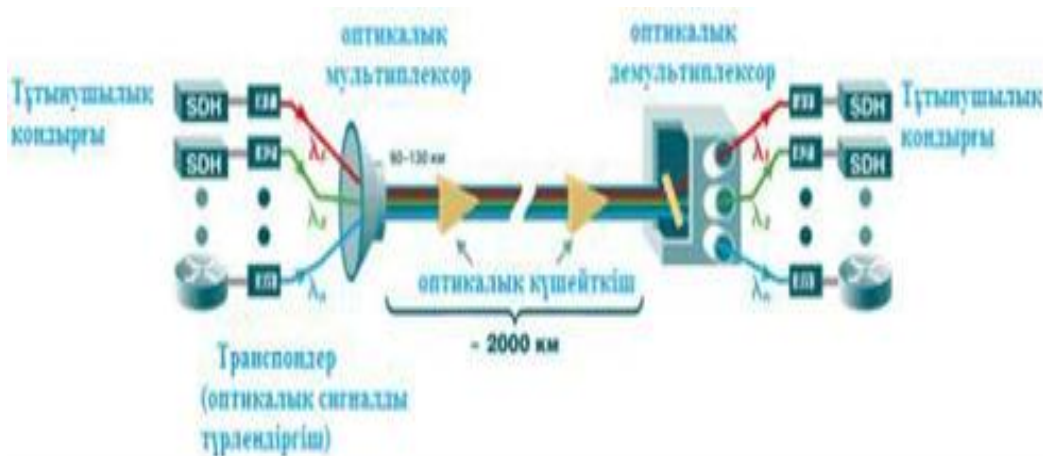


Сурет 1.5 – DWDM технологиясының сұлбасы

DWDM жүйесінің мультиплексорлары саны жағынан көп арналармен (32 арна немесе одан да көп) жұмыс істеуге есептелген, DWDM құрылғыларының қасында барлық арналар бір уақытта мультиплексірленетін және демультитплексірленетін болса, WDM жүйесінде де басқа да көп арналар ұсынатын мультиплекстік ағындарда бір немесе бірнеше арнаны қосып, шығара алатын жаңа құрылғылар қолданыла алады.

DWDM құрылғыларының полюстерінде өткел аралық бөгеуілдерге жақын (бағытталған коэффициент) және алыс (оқшаулағыш) жоғары мінездемелерді ұйымдастыру маңызды.

DWDM жүйесінің құрылғылары арқылы бір ғана талшықтан көптеген толқындар ағынын тарата аламыз. Сондықтан, стандартты сәулелік лазер қамтамасыз ететін толқын ұзындығының ауытқулары DWDM жүйесіне қарағанда бірнеше есе көп. Оптикалық талшықтар арқылы таратылатын сигналдар белгілі бір уақыттан кейін ақырындап өше бастайды. Сол себепті, сигналдарды күшейту үшін оларға оптикалық күшейткіштерді қосамыз.



Сурет 1.6 – DWDM құрылғысының сұлбасы

DWDM технологиясы арқылы талшықты- оптикалық арналардың өткізу жолағын бірнеше есе ұлғайта аламыз. Жаңадан оптикалық арналарды қосу арқылы оптикалық желілердің өткізгіштік қасиетін біраз өсіруге болады.

DWDM технологиясында толқын ұзындығы мен оптикалық арна ең аз,минималды түрдегі дискретті сигналы болып табылады, сол себепті алыс қашықтықтарға ақпарат тарату кезінде транспорттық немесе магистральды желілерді құрастыру кезінде 10 Гбит/с арна сыйымдығы бар толық толқын ұзындығын ішкі желілер арасына орналастыруға болады. DWDM технологиясының тағы бір артықшылығы ол – қызметтік арналардың және басқарушы арналардың таза, яғни мөлдір болуы. Оптикалық арналарға SDH/IP сигналдарын жүктеу кезінде олардың мазмұны мен құрылымдары өзгеріссіз қалады.

DWDM жүйесінің ең негізгі бес компоненттері:

- DWDM жүйесінің терминалды мультиплексор құрылғысы – бұл құрылғыда әрбір таратылатын толқын ұзындығына бір толқын ұзындығын түрлендіргіш орналастырылады. Ол кірісіндегі оптикалық сигналды қабылдап, оны электрлік сигналға түрлендіреді де , оны қайтадан 1550 нм лазерлік сәулесін қолдану арқылы оптикалық сигнал түрінде таратады. MUX(мультиплексор) 1550 нм оптикалық сигналдар тобын қабылдап, оларды бір ғана талшық ішіне орналастырады. Бұл ақырғы мультиплексор оптикалық сигналды күшейтуге арналған EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) эрбилік талшық негізіндегі күшейткішті қолдана алады;
- аралық желіні қайталағыш – оптикалық қуатты жоғалту кезіндегі әрбір 80-100 км-ге орналастырылатын күшейткіштер. Күшейткіштердің бірнеше каскадтарынан тұрады;
- аралық оптикалық терминал немесе оптикалық енгізу/шығару мультиплексоры – бұл сигналдың 140 км-ге дейін таратыла алатын жерде орналастырылған жойылған түйін күшейткіші, диагностикалық немесе телеметриялық сигналдар оқшауланады;
- DWDM жүйесінің демультиплексор құрылғысы – көптолқынды сигналдарды жеке сигналдарға бөледі, олар тұтынушы деңгейіне,яғни белгіленген адресаттрға жіберілместен алдын шығысындағы қабылдап-таратқыштарға жіберіледі;
- оптикалық бақылаушы канал – көптолқынды оптикалық сигнал жайлы ақпарат алады, аралық желідегі қайталағыштың аумағында сол ақпараттарды көрсетеді;

Тәжірбиеде көрсеткендей, желілік оператор үшін оптикалық арналардың саны маңызды емес, керісінше, жалпы оптикалық – талшықтық байланыс желісінің өткізу қабілеттілігі маңызды, әрі оптикалық – талшықтық байланыс желісінің өткізу қабілеттілігін нарықтың сұранысы бойынша ұлғайта алу қасиетін маңызды санайды. DWDM технологиясы электронды құрылғыларсыз және оптикалық кабельді ауыстырусыз-ақ өткізу

кабілеттілігін ұлғайта алатын қасиетке ие. Толқын ұзындықтары басқаша шамада берілетін жаңа арналарды қосу кезінде ескі арналарды өзгертпейді, ал өткізу қабілеттілігін жүз есе ұлғайта алады. Арналар әртүрлі тарату жылдамдығы мен протоколдарға ие болуы мүмкін, сондықтан оларды өзара синхрондаудың қажеті жоқ.

Егер екі түрлі өндірушінің құрылғыларын пайдалатын болсақ, екі ішкі желіде бір өндірушінің ақпарат таратушысы мен басқа өндірушіні DWDM желісі арқылы қосуға болады, яғни DWDM базасы арқылы әртүрлі типтегі трафиктерді таратуға әртүрлі өндірушілердің желісін біріктіруге мүмкіндік бар.

DWDM технологиясы негізіндегі құрылғы жаңадан талшықты-оптикалық желілерді құру үшін ғана емес, жұмыс жасап тұрған ескі желілердің өткізу қабілеттілігін кеңейту мақсатында да қолданылады, яғни құрылысшылар мен операторларға жаңа желілерді төсеу құрылыстарын жүргізуге ешқандай негіз жоқ десек те болады.

2 Есептік бөлім

2.1 Қажетті арналар санын есептеу

Шымкент – Қызылорда қалалары үшін қажетті арналар саны осы қалаларда тұратын адам санына байланысты және оған қоса, адам санының көбеюін еске алу қажет. Шымкент қаласында халық тұрғындарының саны 1 қаңтар 2018жылғы бағасы бойынша - 1,011,511 адамды құраған, Қызылорда қаласында - 2018 жылдың тамыз айындағы санақ бойынша халық саны 238 349 адамды құраған.

Екі қала арасындағы халық саны мен орта өсуді есептеп аламыз:

$$N = N_0 \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) t, \quad (2.1)$$

мұндағы:

N_0 – статистикалық әдістемеліктен алынған санақ деректері бойынша елді – мекендердегі тұрғын саны;

p – елді-мекендегі орташа жылдық өсу пайызы, % (санақ бойынша 3%);

t – санақ жүргізілген жыл мен құрылыс жүргізу жобасы кезіндегі уақыттың айырмашылығы;

Құрылыс жүргізу жобасының уақыты қазіргі уақыттан 10 жыл алдына жобаланады.

Құрылыс жүргізу жобасының уақытын мына формула арқылы анықтай аламыз:

$$t = 10 + (t_m - t_0), \quad (2.2)$$

мұндағы:

t_m - жобаны құрастыру уақыты (2019 жыл) ;

t_0 - санақ жүйесі жүргізілген жыл, яғни H_0 (2018 жыл) ;

$$t_1 = 10 + (2019 - 2018) = 10 + 1 = 11 \text{ жыл}$$

Берілген қалалардағы тұрғындар санының өсуін осы формула арқылы есептейміз(2.1):

Шымкент қаласы:
$$H_t = 1011511 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 1400166 \text{ адам}$$

Қызылорда қаласы :
$$H_t = 238349 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 329930 \text{ адам}$$

Қалааралық байланыс пен телефон арналарының кең таралуын ескере отырып, беріліп отырған қалалар арасындағы телефон арналарының санын анықтап алу қажет. Телефон арналарының санын анықтау үшін келесі формуламен есептейміз:

$$N_{\text{тф}} \approx \alpha_1 \cdot f_1 \cdot y \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{m_A + m_B} + \beta_1, \quad (2.3)$$

мұндағы:

α_1 мен β_1 – белгіленген қолжетімділік пен берілген жоғалтуларға сәйкес келетін тұрақты коэффициенттер, жоғалтулар әдетте 5%-ға сәйкес келеді, сонда $\alpha_1=1,3$; $\beta_1=5,6$;

f_1 – тартылыс коэффициенті, $f_1=0,1$ (10 %);

y – бір абоненттен пайда болатын орташа жүктеме, $y = 0,05$ Эрл;

m_A және m_B – А және Б пунктіндегі АТС ақырғы құрылғысы арқылы қызмет көрсетілетін абоненттер саны, қызмет көрсету аймағында тұрып жатқан халық саны арқылы анықталады;

Тұрғындардың телефон аппараттарымен қамтамасыз етілу коэффициенті – 0,3-ке тең деп алсақ, АТС қызмет көрсету аумағындағы абоненттер санын мына формула арқылы есептейміз:

$$m_{A,B} = 0.30 \cdot H_t ; \quad (2.4)$$

Осы формула арқылы енді берілген қалаларда тұратын абоненттер санын анықтаймыз:

Шымкент қаласы: $m_{A,B} = 0.30 \cdot 1400166 = 420049$ абонент;

Қызылорда қаласы: $m_{A,B} = 0.30 \cdot 329930 = 98979$ абонент;

2.3 – формула арқылы берілген аумақтағы телефон байланысына қажет арналар санын анықтаймыз

Шымкент қаласы – Қызылорда қаласы :

$$N_{\text{тф}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{420049 \cdot 98979}{420049 + 98979} + 5,6 = 1880 \text{ арна}$$

Кабельдік желі арқылы таратылатын байланыстың басқа түрлерін де (телеграфтық, радиохабарлама, ғаламтор желісі, т.б.) тарату үшін арнайы арналар қолданады.

Алғашқы 2Мбит/с-тік цифрлық арналар 30 стандартты арналардан тұрады деп есептесек:

$$\frac{1880}{30} = 62 \cdot 2 \text{ Мбит/сек ағын}$$

Аралық нүктелер мен Шымкент қаласы арасындағы телефон арналар санын және ағын санын 2.3 – формула арқылы анықтаймыз:

Шымкент – Шұбарсу аумағы үшін:

$$N_{\text{тф}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{420049 \cdot 67896}{420049 + 67896} + 5,6 = 161 \text{ арна}$$

$$\frac{161}{30} = 5 \cdot 2 \text{ Мбит/сек ағын}$$

Шымкент – Темирлановка аумағы үшін:

$$N_{\text{тф}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{420049 \cdot 51888}{420049 + 51888} + 5,6 = 125 \text{ арна}$$

$$\frac{125}{30} = 4 \cdot 2 \text{ Мбит/сек ағын}$$

Шымкент – Ескіқан аумағы үшін:

$$N_{\text{тф}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{420049 \cdot 59361}{420049 + 59361} + 5,6 = 142 \text{ арна}$$

$$\frac{142}{30} = 4 \cdot 2 \text{ Мбит/сек ағын}$$

Шымкент – Түркістан аумағы үшін:

$$N_{\text{тф}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{420049 \cdot 655011}{420049 + 655011} + 5,6 = 1332 \text{ арна}$$

$$\frac{1332}{30} = 44 \cdot 2 \text{ Мбит/сек ағын}$$

Шымкент – Шорнақ аумағы үшін:

$$N_{\text{тф}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{420049 \cdot 12399}{420049 + 12399} + 5,6 = 34 \text{ арна}$$

$$\frac{34}{30} = 1,1 \cdot 2 \text{ Мбит/сек ағын}$$

Шымкент – Жаңақорған аумағы үшін:

$$N_{\text{тф}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{420049 \cdot 94044}{420049 + 94044} + 5,6 = 221 \text{ арна}$$

$$\frac{221}{30} = 7 \cdot 2 \text{ Мбит/сек ағын}$$

Шымкент – Төменарық аумағы үшін:

$$N_{\text{тф}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{420049 \cdot 16956}{420049 + 16956} + 5,6 = 44 \text{ арна}$$

$$\frac{44}{30} = 1,4 \cdot 2 \text{ Мбит/сек ағын}$$

Шымкент – Шиелі аумағы үшін:

$$N_{\text{тф}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{420049 \cdot 167215}{420049 + 167215} + 5,6 = 285 \text{ арна}$$

$$\frac{285}{30} = 9 \cdot 2 \text{ Мбит/сек ағын}$$

Арналардың жалпы санын мына формула арқылы анықтаймыз:

$$N = N_{\text{тлф}} + N_{\text{в}} + N_{\text{тр}} \quad (2.5)$$

$N_{\text{в}}$ – хабар сигналдарын таратушы тоналды жиіліктегі арналар саны, бір хабарда 1×2 Мбит/с ағын;

Сондықтан осы бағытта байланыс ұйымдастыруға керекті ағын: 128×2 Мбит/с ағын;

Сонымен, біздің ұйымдастырылып отырған магистраль бойы Ұлттық Ақпараттық Супермагистральдың бір бөлшегі екенін ескере отырып, транзиттік байланыс жолдар бар екенін ескереміз. Осы себепті қосымша ағын қажет:

360×2 Мбит/с ағын;

Шымкент – Қызылорда магистральна қосымша қажетті 488×2 Мбит/с ағын немесе жалпы 14330 арнаны қажет етеді. Осы себепті, STM – 16 тарату жүйесінде $63 \times 16 = 1009 \times 2$ Мбит/с ағын немесе 30240 арнаны қамтамасыз ете алады. Сондықтан, осы алынған нәтижелер бойынша сандық ағынның жылдамдығы үшін STM – 16 – 2488,32 Мбит/с тарату жүйесінің деңгейін таңдаймыз және желінің кейінгі дамуына қалдық қалдыру үшін алынып отырылған сандық ағын жылдамдығына есептелген мультиплексорды таңдаймыз.

Шымкент – Қызылорда қалалары арасында құрылысты ұйымдастыру үшін есептелген ағын санына байланысты қажетті мультиплексор – STM – 16, тарату жылдамдығы 2488,32 Мбит/с.

2.2 Регенерацияланатын аумақтың ұзындығын өлшеу

Құрылысты жобалау кезінде регенерацияланатын аумақты ұзындығының көп бөлігін қамтуды жоспарлайды, себебі құрылыс аумағында қызмет көрсетілмейтін регенерацияланатын аралық нүктелерді қысқартуға септігін тигізеді, әрі құрылысқа кететін магистраль төсеу жолы мен оларды пайдалануға кететін шығындар санын азаюына ықпал етеді.

Регенерацияланатын аумақтың ұзындығы таратудың екі негізгі параметрі арқылы анықталады, олар: регенерацияланатын аумақта өшуі мен оптикалық кабель дисперсиясы. Жалпы өшу саны оптикалық талшықта қуаттың жоғалуы мен алынатын және алынбайтын тұрақты қосылғыштардағы жоғалтулардан тұрады.

Регенерацияланатын аумақтың жалпы жоғалтулар санын (дБ) келесі формула арқылы анықтай аламыз:

$$a_{\Sigma} = n_{a.қ} \cdot a_{a.қ} + n_{т.қ} \cdot a_{т.қ} + a_B + a_t \quad (2.6)$$

мұндағы:

$n_{a.қ}$ – алынатын қосқыштардың саны (17);

$a_{a.қ}$ – алынатын қосқыштардағы жоғалтулар (0,25дБ);

$n_{т.қ}$ – алынбайтын тұрақты қосқыштардың саны;

$a_{т.қ}$ – алынбайтын тұрақты қосқыштардағы жоғалтулар (0,02дБ);

a_B – регенерацияланатын аумақтағы уақыт бойынша мінездемелерін өзгертуге арналған рұқсат етілген шамасы (3дБ);

a_t – оптикалық талшықта өшу кезіндегі температуралық өзгертуге арналған рұқсат етілген шамасы (1дБ);

Алынбайтын тұрақты қосқыштардың санын анықтау үшін:

$$n_{\text{т.қ}} = \frac{L_{\text{ҚРА}}}{l_{\text{к.ұ}}} \quad (2.7)$$

мұндағы:

$L_{\text{ҚРА}}$ – қызмет көрсетілетін регенрацияланатын аумақтың арақашықтығы(км);

$l_{\text{к.ұ}}$ – номаланған кабельдің құрылыстық ұзындығы – 6 км.

$$n_{\text{т.қ1}} = \frac{29}{6} - 1 = 3$$

$$n_{\text{т.қ2}} = \frac{33}{6} - 1 = 4$$

$$n_{\text{т.қ3}} = \frac{93}{6} - 1 = 14$$

$$n_{\text{т.қ4}} = \frac{25}{6} - 1 = 3$$

$$n_{\text{т.қ5}} = \frac{51}{6} - 1 = 7$$

$$n_{\text{т.қ6}} = \frac{64}{6} - 1 = 9$$

$$n_{\text{т.қ7}} = \frac{24}{6} - 1 = 3$$

$$n_{\text{т.қ8}} = \frac{26}{6} - 1 = 3$$

$$n_{\text{т.қ9}} = \frac{131}{6} - 1 = 20$$

$$\sum n_{\text{т.қ}} = 3 + 4 + 14 + 3 + 7 + 9 + 3 + 3 + 20 = 66$$

$$\alpha \sum = 10 \cdot 0,25 + 66 \cdot 0,02 + 1 + 3 = 7,82 \text{ дБ}$$

Қуат жоғалтуларын еске ала отырып, регенерацияланатын аумақтың ұзындығын (км) анықтау үшін мына формуланы қолданамыз:

$$l_{\text{р.а}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{п}} - \alpha \Sigma}{\alpha} \quad (2.8)$$

мұндағы:

α – оптикалық талшықтағы өшу коэффициенті (1550 нм – 0,22 дБ);

$\mathcal{E}_{\text{п}}$ – талшықтық – оптикалық тарату жүйесіндегі энергетикалық портенциал(30 дБ);

$$l_{p.a} = \frac{30 - 7,82}{0,22} = 100 \text{ км}$$

Қызмет көрсетілетін аумақ	Қала
ҚА – 1	Шымкент
ҚРА – 2	Шұбарсу
ҚРА – 3	Темирлановка
ҚРА – 4	Ескіқан
ҚРА – 5	Түркістан
ҚРА – 6	Шорнақ
ҚРА – 7	Жаңақорған
ҚРА – 8	Төменарық
ҚРА – 9	Шиелі
ҚРА – 10	Қызылорда

Кесте –2.1. Жобаланып отырылған аумақтағы регенерацияланатын қызмет көрсетілетін аумақ

Есептеулерде көріп тұрғандай, $l_{p.a} = 100$ км тең болды, яғни бұл аумақтардағы ара – қашықтық бұл шамадан аспайды, яғни бізге бұл аумақтарға қосалқы оптикалық күшейткіштерді қосудың қажеті жоқ.

Өшу бойынша аумақ ұзындығын есептеп алғаннан кейін, дисперсияны есептейміз. Дисперсия бойынша қарапайым кабельдік аумақтың есептеулері регенераторлар қондырылатын ара-қашықтықты анықтау үшін жаңадан байланыс желілерін қосу арқылы жобалау кезінде анықталады.

Дисперсияның жалпы шамасын хроматикалық дисперсия мен поляризациялық модалық дисперсияның қосындысы ретінде анықтауға болады:

$$T_d = \tau_{\text{хром}} + \tau_{\text{ПМД}} \quad (2.9)$$

Бірмодалық сәуле өткізгіштерде поляризациялық модалық дисперсия кейде болмайды, сондықтан импульстардың ұлғаюын хроматикалық дисперсия арқылы анықтаймыз:

$$\tau_{\text{хром}} = D(\lambda) \cdot \Delta\lambda \cdot L \quad (2.10)$$

мұндағы:

$D(\lambda)$ – оптикалық талшықтағы хроматикалық дисперсияның коэффициенті $-3,5$ пс/нм·км;

$\Delta\lambda$ – лазерлік сәулеленудің жолағының ені – $0,5$ нм;

L – байланыс желісінің жалпы ұзындығы; $L = 476$ км (Шымкент – Қызылорда қалаларының ара-қашықтығы)

Шымкент – Қызылорда бағыты бойынша стандартты оптикалық

талшықты қолдану арқылы DWDM желісін ұйымдастыру барысында толық хроматикалық дисперсиясының шамасын анықтаймыз:

$$\tau_{\text{хром}} = 3,5 \cdot 0,5 \cdot 476 = 833 \text{ пс}$$

Орташа квадраттық импульсті кеңейтуді анықтаймыз:

$$\sigma_y = \frac{\sigma}{L} = \frac{833}{476} = 1,75 \text{ пс/км}$$

Оптикалық талшықтағы дисперсияны есепке ала отырып, регенерацияланатын аумақтың ұзындығы:

$$l_{\text{p.a.max}} = \frac{0,25}{\tau \cdot B} \quad (2.12)$$

мұндағы:

B – ақпаратты таратуға қажетті жылдамдық, бит/с;

τ – орташа квадраттық импульсті кеңейту шамасы, с/км;

сонда:

$$l_{\text{p.a.max}} = \frac{0,25}{4 \cdot 10^{-12} \cdot 621 \cdot 10^6} = 100 \text{ км.}$$

2.11- формула арқылы есептеген регенерацияланатын аумақтың ұзындығы келесі талапты қанағаттандыру қажет:

$$l_{\text{p.a.max}} \geq l_{\text{p.a.}} \quad (2.13)$$

Осы шарт арқылы алынған регенерацияланатын аумақтың ұзындығын салыстырып көреміз:

$$l_{\text{p.a.max}} 100 \text{ км} \geq l_{\text{p.a.}} 100 \text{ км.}$$

Регенерацияланатын аумақ ұзындығын өшу коэффициенті мен дисперсиясы арқылы салыстыра отырып, мәнді қабылдаймыз, яғни 100 км.

2.3 Апертураны есептеу

Апертура – жалпы талшықты сәуле өткізгіштің негізгі сипаттамасы болып табылады. Апертура – оптикалық өсі мен ішкі шағылысу талаптары орындалатын, талшықты сәуле өткізгіштің шетіне түсетін жарықтық конусты

түзетін бұрыш.

N_2 қабықшасының сыну көрсеткішін есептейміз, мұнда алынған кабельдің сипаттамаларын ескере отырып, кабельдің сандық апертурасы $NA = 0,13$ тең деп аламыз.

бізге белгілі:

$$NA = \sqrt{n_1^2 + n_2^2} \quad (2.14)$$

мұндағы:

n_1 – жүрекшенің сыну көрсеткіштері, 1,4681-ге тең. n_2 – табу үшін біз келесі формуланы қолданамыз:

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 + NA^2} \quad (2.15)$$

Сонда:

$$n_2 = \sqrt{1,4681^2 + 0,13^2} = \sqrt{2,1553 + 0,0169} = 1,462$$

n_2 – қабықшасы мен n_1 – жүрекшесінің сыну көрсеткіштерін анықтап алғаннан кейін, Δ сыну көрсеткішінің салыстырмалы айырмашылығын қарастырамыз:

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (2.16)$$

$$\Delta = \frac{1,4681 - 1,462}{1,4681} = 0,00415 \approx 0,415\%$$

Талшықтық сәулеөткізгіштің жалпы маңызды сипаттамаларының бірі – сәуле өткізгіштің жалпылама қасиеттеріне баға беру үшін қолданылатын шамаланған жиілік, V . Шамаланған жиілік жүрекше мен қабықшаның цилиндрлік функцияларының аргументтерінің жалпы қосындысы ретінде анықталады:

$$V = \frac{2\pi \cdot a \cdot NA}{\lambda} \quad (2.17)$$

мұндағы:

a – қабықшасының жүрекше радиусы, $a = 4,5$ мкм;

n_1 – жүрекшенің сыну көрсеткіші, $n_1 = 1,4681$;

n_2 – қабықшасының сыну көрсеткіші, $n_2 = 1,462$;

$$V = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,13}{1,55 \cdot 10^6} = 2,3702.$$

Сыну көрсеткішінің шамасы бойынша жүрекшесінің диаметрі $2a = 9$ мкм болатын, толқын ұзындығы $\lambda = 1250$ нм, толық ұзындығы 1550 нм болғанда мода жазықтығының диаметрі $2w_0$ – тең болатын, бізде сатылы бірмодалы талшықтар екенін ескере отырып, кабель сипаттамаларына есептеулер жүргіземіз:

$$2w_0 \approx (2,6 \cdot \lambda / V_c \cdot \lambda_c) \cdot 2a \quad (2.18)$$

мұндағы :

λ - жұмыс жасап тұрған толқын ұзындығы, 1550 нм;

λ_c – сәуле өткізгіштен жоғары қарай негізгі модаға бағытталған толқын ұзындығының критикалық ұзындығы;

V_c – шамаланған критикалық жиілік, бір модальқ шамасы үшін $V_c = 2,405$;

Осы арқылы біз оптикалық талшықтың жүрекшесінің диаметрі 12 мкм болатындай қылып таңдауға болады. Сәуле өткізгіш θ_a болатын денелік бұрыш шектерінде тұйықталған, көлемі ішкі толық шағылған θ_b бұрышы арқылы анықталатын жарықтарды ғана өткізе алады. Мұндағы денелік бұрыш θ_a сандық апертура ретінде сипатталады:

$$NA = \sin \theta_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = 0,13$$

Бұл шама бір модальқ талшық үшін қалыпты шама ретінде саналады.

Толық ішкі шағылу бұрышы мен апертуралық бұрыш арасында өзара үйлесімділік бар болады. Толық ішкі шағылу бұрышы θ_b көп болған сайын, талшықтағы апертура θ_a соншама аз болады. Сәуленің түсуі бұрышы жүрекше мен қабықша шегіндегі wr әрдайым толық ішкі шағылу бұрышынан үлкен болуы тиіс, әрі θ_b -нан бастап 90° -қа дейінгі аралықта болуы қажет, ал сәуле өткізгіштің екі шетіне енгізілетін сәуле бұрышы w апертуралық бұрышқа θ_a сыю қажет.

$$\theta_c = \sqrt{\left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)^2} \quad (2.19)$$

$$\theta_c = \sqrt{\left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)^2} = \sqrt{\left(1 - \frac{1,462}{1,4681}\right)^2} = 3,95 \cdot 10^{-3} = 0,09 \text{ рад.} \approx 17^\circ$$

2.4 Сенімділік көрсеткіштерін есептеу

Сенімділік көрсеткіштері – берілген режимдерде және пайдалану шарттарында талап етілетін функцияларды орындау қабілеттілігін сипаттайтын барлық параметрлердің белгіленген уақыт шегінде, белгіленген шектерде сақталатын қасиеті.

Сенімділіктің негізгі көрсеткіштері келесі параметрлер болып - табылады:

- дайындық коэффициенті (Кд) - техникалық пайдалану объектісі объектіні мақсаты бойынша жоспарланған кезеңдерден басқа пайдалануды көздемейтін, кез келген уақытта жұмысқа қабілетті жағдайда болу ықтималдығы;
- қызмет ету мерзімі – пайдалануға енгізілген сәттен бастап шекті күйге ауысу сәтіне дейін, яғни одан әрі пайдалануға жол берілмейтін немесе орынсыз күйге дейін кабельдің жұмыс жағдайының күнтізбелік ұзақтығы;

қалпына келтірудің орташа мерзімі (оптикалық кабельдің істен шығуын жою уақыты).

Ұзындығы 200 км дейін – жергілікті біріншілік желі, 1500 км дейін – аймақтық біріншілік желі, 12500 км дейін – магистральдық біріншілік желі.

Ең жоғары ұзындығы $L = 12500$ км болатын, резервтеуден тыс болатын магистральдық біріншілік желісінің желілік тракт аппаратурасының талап етілетін сенімділік көрсеткіштері:

дайындық коэффициенті $K_d = 0,99$;

істен шығу кезіндегі орташа уақыт $T_o > 40$ сағат;

оптикалық кабельді қалпына келтіру уақыты < 10 сағат, оның ішінде кіреберіс, келіп жету уақыты 3,5 сағат.

$$\mu = 0,34 \quad (2.19)$$

мұндағы:

μ – оптикалық кабельдің 100 км ара – қашықтыққа сыртқы зақымданулар әсерінен пайда болатын бастартулар орташа саны немесе тығыздығы;

8760 – бір жыл көлеміндегі сағат саны;

L – 476 км жобаланып отырылған магистраль ұзындығы;

1 сағат көлеміндегі бастарту қарқындылығы ТОБЖ төсеу тасжол ұзындығына сәйкес мына формула арқылы анықталады:

$$\lambda_k = \frac{\mu \cdot L}{8760 \cdot 100} \quad (2.20)$$

$$\lambda_K = \frac{0,34 \cdot 476}{8760 \cdot 100} = 1,05 \cdot 10^{-5}$$

Сызықтық трактінің істен шығу қарқындылығы 1 сағ. мынадай формула бойынша анықталады:

$$\lambda_{CT} = \lambda_K + \lambda_{OP} \cdot n_{OP} + \lambda_{KPA} \cdot n_{KPA},$$

мұндағы:

$$\begin{aligned} \lambda_{OP} &= 30 \cdot 10^{-6} - 1 \text{ сағат ішіндегі бастарту қарқындылығы;} \\ n_{OP} &= 2 - \text{OP саны;} \\ \lambda_{KPA} &= 1,5 \cdot 10^{-6} - 1 \text{ сағат ішіндегі ҚРА бастарту қарқындылығы;} \end{aligned}$$

$$n_{KPA} = 2 - \text{ҚРА саны;}$$

$$\lambda_{CT} = 1,05 \cdot 10^{-5} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot 2 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2 = 64,05 \cdot 10^{-7} 1/\text{сағ}$$

Сызықтық трактының істен шығуына істелген жұмыс, сағ мына формула бойынша анықталады (2.19):

$$T_{ЛГ} = \frac{1}{\lambda_{CT}}$$

$$T_{ЛГ} = \frac{1}{64,05 \cdot 10^{-7}} = 0,015 \cdot 10^3$$

$$K_{П} = \frac{T_{ВЛГ}}{T_{ЛГ} + T_{ВЛГ}} \quad (2.21)$$

$$K_{П} = \frac{2,5 \cdot 10^{-7}}{5,24 \cdot 10^3 + 2,5 \cdot 10^{-7}} = 4,771 \cdot 10^{-11}$$

Сызықтық трактінің дайын болу коэффициенті $K_{Г}$ формула бойынша анықталады:

$$K_{Г} = \frac{T_{ВЛГ}}{T_{ЛГ} + T_{ВЛГ}} \quad (2.21)$$

$$K_{Г} = \frac{T_{ВЛГ}}{T_{ЛГ} + T_{ВЛГ}} = \frac{5,24 \cdot 10^3}{5,24 \cdot 10^3 + 2,5 \cdot 10^{-7}} = 0,99999999$$

Негізгі әдісі тез арада синхронды желілер ұйымдастыру өздігінен қалпыпқа келетін желілерін, резервтелген 1+1 схемасы бойынша құрылған. Шымкент қаласы мен Қызылорда қаласындағы жобаланатын учаскесінде осы резервтеу әдісін қолдану есебінен көлік желісінің үлкен сенімділігіне қол жеткізіледі.

3 Техникалық бөлім

3.1 Заманауи құрылғыны таңдау

SDH құрылғысының әмбебап және негізгі құрылғысы болып – синхрондық мультиплексор ретінде саналатын сандық мультиплексор құрылғысы болып табылады. Желіге жылдамдықтары 155 Мбит/с болатын транспорттық бірліктерді, топтарды немесе сандық ағындарды қосу үшін немесе алып тастау үшін енгізу/шығару әдістері бар мультиплексірлері қолданылады.

Шымкент – Қызылорда қалалары арасында байланыс орнату үшін жылдамдығы 2488 Мбит/с болатын STM-16 деңгейіндегі мультиплексор қажет болады. Негізгі SDH тарату жүйесі бойынша жұмыс жасайтын құрылғыларды бірнеше атақты шетелдік өндіріс орындары ұсынады, оның ішінде - NEC, Lucent Technologies, Alcatel, Nortel, Siemens, Cisco, Huawei Technologies, Marconi, ресейлік ПУСК, БЕЛУХА, Волга т.б. Көрсетілген барлық өндіріс орындарының құрылғылары отандық нарықта қолданысқа ие.

Еліміздің нарығында DWDM жүйесінде жұмыс жасайтын бірнеше құрылғылар бар. Солардың ішінде Lucent Technologies өндіріс орнының WaveStar AM-1 Plus құрылғысы мен Huawei Technologies өндіріс орнының OptiX OSN 3500 құрылғыларын салыстырып көреміз.

Lucent Technologies компаниясы WaveStar деп жалпылама біріктірілген түрде аталатын оптикалық тығыздалу мен синхронды тарату құрылғыларының бірнеше түрін өндіреді. SDH кіші модельдік қатары STM-1 мультиплексорларының үш үлгісінен тұрады.

Олар магистральды желілерді құру және қолжетімділікті ұйымдастыру үшін пайдаланылады. Осындай тапсырмаларды шешу үшін WaveStar AM1 Plus құрылғылары қолданылады. Бұл құрылғы жиынтығына байланысты ол STM-4 ағынымен жұмыс істеуге қабілетті. Мұндай шағын құрылғыда көлемі мен пішіні бойынша бес жыл бұрынғы модельдерге өте ұқсас үстелдік құрылысы бар. Бұл мультиплексорға әр түрлі интерфейстермен жабдықты қосу мүмкіндігін кеңейтетін бір қосымша плата енгізуге болады. STM-1, STM-4, STM-16 желілерінің иерархиясы үшін ADM индексті үш моделі ұсынылады. Бұл топтағы ең қуатты құрылғы — Wavestar ADM 16-1 интеллектуалды мультиплексоры. Ол E1 ағындарының кросс-коммутациясын жүзеге асыруға және оларға тікелей STM-16 деңгейінде қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Негізгі мақсаты – шағын және орта кәсіпорындар үшін әртүрлі байланыс нұсқаларын ұйымдастыру. Metropolis AM 1 Plus қатынау желісінде сақиналы немесе ұяшықты конфигурацияда FTTB (fibre-to-the-business) аяқталуын ұйымдастыру үшін қолданылады. Корпоративтік желілерде жоғары жылдамдықты және сенімді байланысты ұйымдастыру үшін үнемді шешім

береді. Сондай-ақ, байланыс желілері мен мобильді желілер бойынша аумақтық таратылған кеңселердің байланысы үшін пайдаланылуы мүмкін.

Артықшылықтары:

- әмбебаптылығы;
- модульдік құрылым;
- порттардың жоғары тығыздығы;
- кез келген топологияларды қолдау;

Кемшіліктері:

- қымбат бағасы;
- оптикалық сүзгілердің модульдері аппараттық түрде іске асырылғандықтан, олар қайта құрылмайды. Бұл үшін OADM тіркелген жиіліктерде жұмыс істейді және оларды динамикалық қайта өңдеуге болмайды.

Егер 2,5 Гбит/с өткізу қабілеті жеткіліксіз болса, онда STM-64 деңгейінде жұмыс істейтін WaveStar TDM 10G жоғары өнімді мультиплексорын орнатуға болады. Бірақ, төмен деңгейдегі мультиплексорларды сақтау керек, өйткені ең төмен жылдамдықты трибутарлық интерфейс STM-1 болып табылады.



Сурет 3.1 – WaveStar AM1 Plus құрылғысының кескіні

OptiX OSN 3500 жүйесі қуатты коммутациялық оптикалық платформа болып табылады, бұл жүйеде интеллектуалды қабілеттілігі арқылы ерекшеленеді. OptiX OSN 3500 құрылғысының техникалық мінездемесі келесі кестеде көрсетілген.

SDH интерфейсі	STM-1 электрлік интерфейсі STM-1 оптикалық интерфейсі: Ie-1, I-1, S-1.1, L-1.1, L-1.2 және Ve-1.2 STM-4 оптикалық интерфейсі: I-4, S-4.1, L-4.1, L-4.2 және Ve-4.2
----------------	--

	- STM-16 оптикалық интерфейсі: I-16, S-16.1, L-16.1, L-16.2, L-16.2Je, V-16.2Je, U-16.2Je және G.692 STM-64 оптикалық интерфейсі: I-64.2, S-64.2b, L-64.2b, Le-64.2, V-64.2b, Ue-64.2, LUe-64.2 және G.692
PDH интерфейсі	E1, E3 электрлік интерфейсі
Ethernet интерфейсі	10Base-T, 100Base-TX, 100Base-FX, 1000Base-SX, 1000Base-LX 10/100/1000 Мбит/с платада 2/4 порт
Синхронизация интерфейсі	2048 кбит/с, 2048 кГц
E1	платада 63E1, қоржында максималды 504E1
E3	Платада 6E3, қоржында 48E3

Кесте 3.1 – OptiX OSN 3500 құрылғысының техникалық мінездемесі

OptiX OSN 3500 құрылғысын жиі қалааралық магистральді байланыс желісі деңгейінде қолданады. Бұл құрылғы негізгі оптикалық тарату жүйесін интеллектуалды оптикалық платформамен біріктіруге мүмкіндік береді, бұндай әдіс әртүрлі қызметтерді тарату мен жобалауға қажет.

OptiX OSN 3500 құрылғысы «әмбебап коммутация» архитектурасын пайдаланады, яғни бұл құрылғыны TDM режиміндегі пакеттік тарату кезінде де қолдануға болады.[7]

Алынған нәтижелер бойынша бұл жобада – Huawei Technologies өндіріс орнының OptiX OSN 3500 мультиплексор құрылғысын қолданамыз, себеі мұндай құрылғы біздің елімізде кең қолданысқа ие, қолжетімді, әсіресе сапа – баға талаптары бойынша сай келетін құрылғы.

Мультиплексор STM – 16 деңгейінде жұмыс жасайды. Мультиплексордың ерекшелігі – синхронизация блогы, желілік блок функциялары, кросс-коммутация блогы, SCC (System Control and Connection) блогы барлығы бір платада жиналған, бұл бір жағынан слоттардағы ресурстарды біршама босатады. Жалпы «қоржында» интерфейс платаларына арналған 16 слот(бос орындар), өңдеу платасына арналған 15 слот, 1 слот көмекші интерфейс платаларына арналған, 3 вентиляторлық модульден тұрады.

Негізгі артықшылықтары :

- жоғары интеграция деңгейі;
- STM-1/STM-4, STM-16 және STM-64 жүйесінде қолдануға арналған икемді конфигурациялау;
- Ethernet трафигын тарату қасиеті;
- кросс-коммутациясы;

- интерфейстің кең таңдауы;
- интеллектуалды бейімділігі;
- қорғаныс механизмінің әртүрлілігі;
- желіні ұйымдастыру қасиетінің икемділігі.

OptiX OSN 3500 мультиплексоры топологиялардың барлық түрін қамтамасыз ете алады: аралас, жұлдыз, екі/төрт талшықты сақина, тізбекті, тізбекті сақина, т.б. Жүйе кең жолақты желіде трафиктің бірліктерін автоматты түрде қадағалап отырады, бұл өз кезегінде, өткізгіштік қабілетін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

OptiX OSN 3500 құрылғысының артықшылықтары:

- құрылғы мен трафиктерді қолдану кезіндегі жоғары деңгейдегі қорғанысты ұйымдастыра алатын жоғары сенімділігі;
- қызмет көрсету мен желіні ұйымдастыру кезіндегі қарапайымдылығы;
- ITU-T, ETSI ұсыныстарына толықтай сай болуы;
- Қазақстан Республикасындағы өндіріс орнының сервистік орталықтарында қолжетімділігі.



Сурет 3.2 – OptiX OSN 3500 құрылғысының кескіні

Құрылғы дыбыстық және ақпараттық трафиктерді жоғары өткізгіштік қабілеттілігімен қамтамасыз ете алады, осы арқылы көліктік және

магистральды желілерде кеңінен қолданылады. Мультиплексордағы кросс-коммутациясының сыйымдылығы жоғары деңгейде 58,75 Гбит/с немесе төмен деңгейде 5 Гбит/с – тан 20 Гбит/с-қа дейін ұлғаю қасиетіне ие.

3.2 Байланысты ұйымдастыру сұлбасын құрастыру

Шымкент – Қызылорда бағыты бойынша байланыс ұйымдастыру құрылысы кезінде кабель төсеу үшін тасжол бойындағы ең ыңғайлы нұсқасын қарастырамыз. Келесі кестеде аралық нүктелердің ара – қашықтығы көрсетілген:

Аумақ	Аралық нүктелер арасындағы ара – қашықтық, км.
Шымкент – Шұбарсу	29 км
Шұбарсу – Темирлановка	33 км
Темирлановка – Ескіқан	93 км
Ескіқан – Түркістан	25 км
Түркістан – Шорнақ	51 км
Шорнақ – Жаңақорған	64 км
Жаңақорған – Төменарық	24 км
Төменарық – Шиелі	26 км
Шиелі – Қызылорда	131 км
Барлығы:	476 км

3.2 Автокөлік тасжолының бойынан ТОБЖ төсеу

Шымкент – Қызылорда бағыты бойынша байланыс ұйымдастыру құрылысы кезінде «нүкте – нүкте» топологиясын қолданамыз, бұл топология жоғары жылдамдықты магистральды жолдар ақылы үлкен көлемді ақпарат ағынын таратуда кеңінен қолданылады. «Нүкте – нүкте» топологиясын «сақина» топологиясының жеңілдетілген, қарапайым түрі ретінде қарастыруға болады. «1+1» сұлбасын резервтеу – басқа кабель арқылы берілген екі талшықтың көмегімен желіні резервтейді. Егер негізгі арнамыз жұмысын кенет тоқтататын болса, желі автоматты түрде қосымша резервтелген арнаға қосылады.

ТОБЖ төсеу тасжолын ұйымдастыру кезінде регенерацияланатын аумақтың ұзындығын ескереміз, біздің есептеулеріміз бойынша регенерацияланатын аумақтың ұзындығы – 100 км тең болды, нормаланған

шамаларды бұл ұзындық қанағаттандыратын болғандықтан, оптикалық күшейткіштерді орнатпаймыз.

Шымкент – Қызылорда бағыты бойынша үш үлкен қалалар арасына 2488 Мбит/с жылдамдықпен жұмыс жасайтын, STM-16 деңгейіндегі интеллектуалды OptiX OSN 3500 мультиплексорын қондырамыз. Қалған аралық нүктелердегі есептелген ағын саны бойынша STM-1 деңгейіндегі енгізу/шығару әдісін қолданатын мультиплексорлар тағайындалды.

Байланысты ұйымдастыру сұлбасы Г қосымшасында көрсетілген.

3.3 Кабель жүргізу құрылысын көрсету

Талшықты-оптикалық байланыс орнату жобасын сәтті іске асыру – кабель жүргізу құрылысына тікелей байланысты болады. Талшықты – оптикалық байланыс желісін жерасты жолдарымен төсеу – басқа әдістерге қарағанда едәуір қымбат болатын, әрі көп уақытты талап ететін құрылыс, сол себептен жерасты жолдары арқылы кабель төсеу байланыс желісінің жұмыс атқару сенімділігі басқа әдістерге қарағанда асып түседі. Қазіргі кезде жерасты жолдары арқылы байланыс желілерін төсеу құрылысы үшін екі негізгі әдіс қолданылады, олар: траншеялық әдіс, яғни кабель төсеу траншеяға орнатылады және траншеясыз әдіс, яғни кабель төсегіштердің немесе көлденең бағытталған бұрғылау қондырғыларының көмегі арқылы жасалынатын әдіс.

Ашық топыраққа ТОБЖ төсеу үшін брондалған кабельді қолданған жөн. Броньның қалыңдығы жер мен топырақ құрылымына және оның әртүрлі кеміргіштермен зақымдануына тікелей байланысты болады. Кабельдік бронь муфталармен жалғануы керек және талшықты-оптикалық беріліс жүйелерін найзағайдан және электр беру желілерінің әсерінен (әсіресе қауіпті объектілермен жақындау орындарында) қорғау үшін жерге тұйықталуы тиіс.

Берілген екі қала арасында ТОБЖ төсеу үшін жоғары өнімді және тиімді әдістердің бірі – кабель төсегіштердің көмегімен іске асатын әдісті қолданамыз, яғни кабель төсегіштің кескіш құрылғысы арқылы топыраққа жіңішке етіп саңылау кесіледі және кабель сол саңылаудың түбіне берілген 0,9 - 1,2 м тереңдікке төселеді, осы жағдайда кабельге түсетін механикалық жүктемелер көп болады. Жалпы, кабель барабаннан бастап кабельді бағыттаушы кассетадан шыққанға дейінгі жолда созылу, көлденең сығылу және иілу әсеріне, ал дірілді кабель төсегіштерді қолданған жағдайда – дірілді әсерлерге ұшырайды. Жер бедері мен топырақтың сипатына, кабель төсегіштердің конструкциясы мен техникалық жай-күйіне байланысты, оның жұмыс режимдері арқылы кабельге түсіретін механикалық жүктемелер кең шектерде өзгеруі мүмкін.[8]

Оптикалық кабельді кабель төсегіш көмегімен төсеу кезінде кабель төсегіштің тасжол бойымен қозғалысы кезінде кабельдің тартылу әсерінен

пайда болатын барабанның айналуына жол берілмеу қажет. Кабель үшін қолайсыз жағдайлардың бірі – кабель төсегіштің өз жұмысын бастау сәті, бұл кезде кабельдің тартылуы кезінде барабанның айналу жылдамдығы кабельдің тартылу әсерімен қозғалуы мүмкін. Кабельдің жұлынып кетуі күрделі жерлерде төселген, топырақта, тасжолдағы кедергілер болған кезде орын алуы мүмкін.

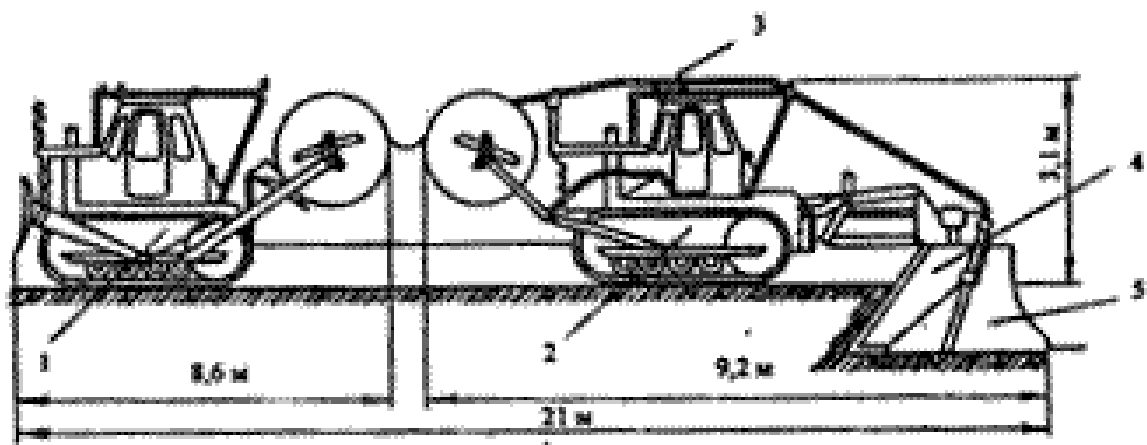
Жоғарыда айтылып кеткендей кабельге оны төсеу кезінде пайда болатын түрлі жүктемелер түсірмеу үшін келесідей шараларды қамтамасыз ету қажет:

- кабель төсегіштің қозғалысы басталған сәтте барабанды мәжбүрлі түрде айналдыру қажет және оның синхронды ажырату;
- кассета арқылы кабель беру кезінде барлық аумақтардағы саңылаулардың түбінде барабаннан бастап төсеуге дейін оптикалық кабельдің рұқсат етілген иілу радиусы;
- кабель төсегіштің кескіш құрылғысының қоқысқа толуы мен кабель төсегіштің жұмыс істеу кезінде барабанның тоқтап қалмауын қадағалау қажет;

Оптикалық кабельді төсеу кезінде оптикалық талшықтар мен кабельдің құрылысын үнемі бақылап отыру қажет.

Қазіргі уақытта ОК төсеу кезінде қойылатын талаптарға барынша толық жауап беретін кабель төсегіш құрылғыларға – КНВ-3, КНВ -1К немесе КНГ-1,2 жатады. Мұндай кабель төсегіштер кез келген ұзындықтағы тасжолдар үшін, сондай-ақ, елді мекендерде және ормандар арасында жұмыс істеу үшін арналған.

Берілген тасжол үшін біз КНВ-1 кабель төсеу кешенін қолданамыз, себебі оптикалық кабель төсеу кезінде қойылатын талаптар үшін толықтай өз міндетін атқара алатын кешен. КНВ-1 кабель төсеу кешені кез келген ұзындықтағы тасжолдар үшін, сондай-ақ, елді мекендерде және ормандар арасында жұмыс істеу үшін арналған. Кабель төсеуге арналған кешен арнайы жабдықталған бульдозер мен вибрациялық кабель төсегіштен тұрады. Мұндағы бульдозердің негізгі міндеті – тасжол бетін тегістеу. Ал, кабель төсегіштің артықшылығы – аз тарту күші, қысылған тар жағдайларда жоғары қызмет жасау және топырақтың әртүрлі типтерінде тиімді жұмыс істеу мүмкіндігі. Кабель төсеу кезінде екі құрылғы бір біріне күштік тарқыш тросс арқылы бір – бірімен жалғанады.



Сурет 3.2 – КНВ-1 кабель төсеу кешені: 1 – бульдозер, 2 – кабель төсеуші, 3 – бағыттаушы жүйе, 4 – кескіш құрал, 5 – кассета.

Барабанды мәжбүрлі түрде айналдыру мен кабельді босатып, оны кассетаға түсіріп және басқа да шаралар қолдану арқылы оптикалық кабель төсеу кезінде кабель төсегішке елеулі кедергі болмайды. Жерастында топырақ арасында қандай да бір кедергілер болатын болса кабель төсегіш кенеттен тоқтап қалады. Сол себепті кабельде созылу, тартылу күштері пайда болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Менің дипломдық жобамда Шымкент және Қызылорда қалалары арасында талшықты – оптикалық байланыс желісі ұйымдастырылды. Шымкент – Қызылорда бағытындағы магистраль төсеу құрылы кезінде DWDM технологиясы таңдап алынды. Жобалау барысында келесі сұрақтар қарастырылды:

- байланыс тасжолын ұйымдастыру үшін оңтайлы нұсқасы қарастырылды;
- заманауи құрылғылар мен тиімді кабель типтері таңдап алынды;
- ТОБЖ магистральн төсеу үшін қажетті негізгі есептеулер жүргізілді.

Техникалық есептеу бөлімінде ағындар саны мен арналар санын есептедік. Алынған нәтижелер көмегімен ағын санына байланысты керекті STM-16 деңгейіндегі Huawei Technologies өндіріс орнының OptixOSN3500 мультиплексор құрылғысын таңдадық. Сондай ақ, байланыс орнату сұлбасын ұйымдастырып, есептеу бөлімінде регенерацияланатын аумақтың ұзындығын өлшеп, кабель төсеу құрылысы үшін тасжол таңдап алынды.

Техникалық есептеулер кезінде ТОБЖ ұйымдастыру арқылы байланыс сапасын жақсартуға бағытталғанын көрсетті, себебі талшықты – оптикалық байланыс жүйесі ақпаратты алыс қашықтықтарға аз бұрмаланулар арқылы таратуға тиімді, бөгеуілдерге тұрақты, сыртқы әсерлерден қорғанысы мықты, арналар санын көбейтіп, елді – мекендердегі тұрғындардың байланыс қажеттіліктерін болашақта одан әрі қарай дамытуға бағытталған.

Бұл жобаны ұйымдастыру үшін – заманауи құрылғылар мен DWDM технологиясын қолданып, талшықты – оптикалық кабельді жүргізілген есептеулер бойынша және кабель сипаттамаларына байланысты таңдап алынды.

Шымкент және Қызылорда қалалары арасында талшықты – оптикалық байланыс желісі ұйымдастырудың басты мақсаты – екі қала арасындағы байланыс сапасына деген халықтың қажеттіліктерін қанағаттандыру, байланыс арналарының санын бірнешеге арттыру арқылы көрсетілетін қызмет сапасы мен байланыс сенімділігін жақсарту.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1) Электроника, проекты и направления, сайт <https://www.elprocus.com/basic-elements-of-fiber-optic-communication-system-and-its-working/>
- 2) Об изменении численности населения Республики Казахстан с начала 2018 года до 1 января 2019 года. Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан, сайт www.stat.gov.kz
- 3) «Официальный сайт акимата города Шымкента», сайт <https://shymkent.gov.kz/kz>
- 4) Сайт <https://ru.wikipedia.org/wiki/Шымкент>
- 5) Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан, сайт <http://stat.gov.kz/faces/>
- 6) ҚазГерМұнай компаниясы, ресми сайты <http://kgm.kz/kz/page/ndrstk-uzmet>
- 7) Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Волоконно-оптические кабели. М., 1999
- 8) Corning® SMF-28® Ultra Optical Fiber, сайт http://www.corning.com/media/worldwide/coc/documents/Fiber/PI1424_7-14rus.pdf
- 9) Казцентрэлектропровод., ресми сайты <http://kcep.kz/ru/produksiya/opticheskie-kabeli/ks-okb-bronirovannyi-opticheskiy-kabel3938.html>
- 10) Убайдуллаев Р.Р. Волоконно оптические сети. –М.: Радио и связь 1998
- 11) Бутусов М.М., Верник С.М., Галкин С.Л., Гомзин В.Н., Машковец Б.М., Щелкунов К.Н. Волоконно-оптические системы передачи. –М.: Радио и связь, 1992.
- 12) Васильев А.З. Прокладка волоконно-оптического кабеля -М.: 1998 г
- 13) Интеллектуальная оптическая транспортная система OptiX OSN 3500, ресми сайты <http://huawei-russia.ru/stati/transportnaja-set/mstp/intellektualnaja-opticheskaja-transportnaja-sistema-optix-osn-3500/>
- 14) В.И.Ефанов, Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС: Учебное пособие. Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. Сайт: <https://edu.tusur.ru/publications/803/>

А Қосымшасы

MathCad14 бағдарламасы арқылы өткізу қабілеттілігін есептеу

The screenshot displays the Mathcad 14 software interface with the following content:

Mathcad - [расчет пропускной способности.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Constants Times New Roman 10 B I U

Мой веб-узел Go

$Htshym := 1011511 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 1.4 \times 10^6$

$Htkz := 238349 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 3.299 \times 10^5$

$Htshub := 16350 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 2.263 \times 10^4$

$Httemir := 12495 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 1.73 \times 10^4$

$Htesk := 14295 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 1.979 \times 10^4$

$Htturk := 157765 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 2.184 \times 10^5$

$Htshor := 2986 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 4.133 \times 10^3$

$Htzhank := 22716 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 3.144 \times 10^4$

$Httom := 4069 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 5.632 \times 10^3$

$Htshiely := 29632 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{11} = 4.102 \times 10^4$

$mshym := 0.3 \cdot Htshym = 4.201 \times 10^5$

$mkz := 0.3 \cdot Htkz = 9.898 \times 10^4$

$mshub := 0.3 \cdot Htshub = 6.79 \times 10^3$

$mtem := 0.3 \cdot Httemir = 5.189 \times 10^3$

$mesk := 0.3 \cdot Htesk = 5.936 \times 10^3$

$mturk := 0.3 \cdot Htturk = 6.552 \times 10^4$

$mshor := 0.3 \cdot Htshor = 1.24 \times 10^3$

$mzhank := 0.3 \cdot Htzhank = 9.433 \times 10^3$

$mtom := 0.3 \cdot Httom = 1.69 \times 10^3$

$mshiely := 0.3 \cdot Htshiely = 1.231 \times 10^4$

Нажмите F1, чтобы открыть справку.

Б Қосымшасы

MathCad14 бағдарламасы арқылы қажетті арналар санын есептеу

Mathcad - [расчет пропускной способности.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Arial 10 B I U

Мой веб-узел Go

+

$\alpha := 1.3 \quad Kt := 0.12 \quad y := 0.15 \quad \beta := 5.6$

$Nt1 := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mshym \cdot mkz}{mshym + mkz} + \beta = 1.88 \times 10^3$

$Nt2 := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mshym \cdot mshub}{mshym + mshub} + \beta = 161.951$

$Nt3 := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mshym \cdot mtem}{mshym + mtem} + \beta = 125.536$

$Nt4 := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mshym \cdot mesk}{mshym + mesk} + \beta = 142.573$

$Nt5 := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mshym \cdot mturk}{mshym + mturk} + \beta = 1.332 \times 10^3$

$Nt6 := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mshym \cdot mshor}{mshym + mshor} + \beta = 34.531$

$Nt7 := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mshym \cdot mzhank}{mshym + mzhank} + \beta = 221.49$

$Nt8 := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mshym \cdot mtom}{mshym + mtom} + \beta = 44.981$

$Nt8 := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mshym \cdot mshiely}{mshym + mshiely} + \beta = 285.349$

$\frac{Nt1}{30} = 62.668$	62	
$\frac{Nt2}{30} = 5.398$	5	
$\frac{Nt3}{30} = 4.185$	4	
$\frac{Nt4}{30} = 4.752$	4	
$\frac{Nt5}{30} = 44.394$	44	
$\frac{Nt6}{30} = 1.151$	1.1	$N_{total} := 62 + 5 + 4 + 4 + 44 + 1.1 + 7 + 1.4 = 128.5$
$\frac{Nt7}{30} = 7.383$	7	$N_{total} := 128 + 360 = 488$
$\frac{Nt8}{30} = 1.499$	1.4	

Нажмите F1, чтобы открыть справку.

Б1 сурет - ТОБЖ құрылысы жобаланып отырылған Шымкент – Қызылорда қалалары арасындағы қажетті арналар санын есептеу

В Қосымшасы

MathCad14 бағдарламасы арқылы регенерацияланатын аумақтың ұзындығын өлшеу

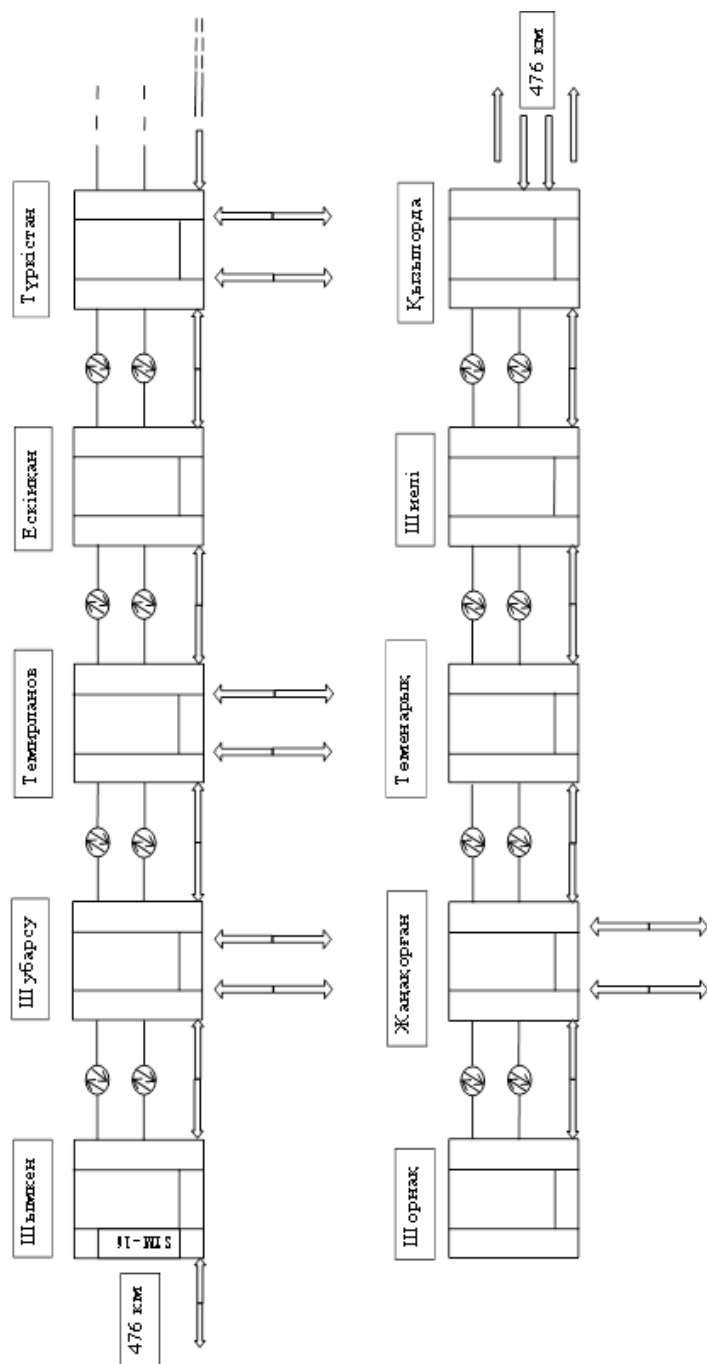
The screenshot shows the Mathcad 14 interface with the following calculations:

$$n_{ns} := \frac{\log r}{1 \cdot sd}$$
$$n_{ns1} := \frac{29}{6} - 1 = 3.833$$
$$n_{ns2} := \frac{33}{6} - 1 = 4.5$$
$$n_{ns3} := \frac{93}{6} - 1 = 14.5$$
$$n_{ns4} := \frac{25}{6} - 1 = 3.167$$
$$n_{ns5} := \frac{51}{6} - 1 = 7.5$$
$$n_{ns6} := \frac{64}{6} - 1 = 9.667$$
$$n_{ns7} := \frac{24}{6} - 1 = 3$$
$$n_{ns8} := \frac{26}{6} - 1 = 3.333$$
$$n_{ns9} := \frac{131}{6} - 1 = 20.833$$
$$\Sigma n_{ns} := 3 + 4 + 14 + 3 + 7 + 9 + 3 + 3 + 20 = 66$$
$$\alpha_{xy} := 10 \cdot 0.25 + 66 \cdot 0.02 + 1 + 3 = 7.82$$
$$l_{ru} := \frac{30 - 7.82}{0.22} = 100.818$$
$$l_{ru.max} := \frac{0.25}{4 \cdot 10^{-12} \cdot 621 \cdot 10^6} = 100.644$$

В1 сурет - ТОБЖ құрылысы жобаланып отырылған Шымкент – Қызылорда қалалары арасындағы регенерацияланатын аумақтың ұзындығын өлшеу

Г қосымшасы

Байланысты ұйымдастыру сұлбасы



РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Сабурова Анель Амантайқызы

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

Тақырыбына: «Шымкент пен Қызылорда арасында талшықтық-оптикалық байланысты ұйымдастыру»

Орындалды:

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

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында Шымкент пен Қызылорда қалалары арасында оптикалық байланыс желісін қйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін оптикалық кабель мен тарату жүйелерінің жабдықтары таңдалынды және талдау жасалынды.

Дипломдық жұмыста желінің базалық құрылымы сызбасында студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізу мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

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

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Сабурова Анель Амантайқызына 5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Сын -пікір беруші

PhD докторы

Энергия үнемдеу және автоматика
каф. қауымдастырылған профессоры

(кызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

 Н.Əлібек

«24» 04 2019 ж.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Сабурова Анель

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

Тақырыбы: «Шымкент пен Қызылорда арасында талшықтық-оптикалық
байланысты ұйымдастыру»

Берілген бітіру жұмысында

Шымкент пен Қызылорда арасында оптикалық байланыс желісін ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады. Тығыздаудың негізгі қасиеттері қысқаша баяндалған.

Желіні ұйымдастыру әдістері таңдалды.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

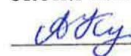
Сөйлеу анықтағыштарын құру кезінде акустикалық сигналдар өңдеуге негізделген әдістер орынды.

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

Ғылыми жетекші

ЭТ және FT каф.лекторы,

экон.ғыл.канд.

 Куттыбаева А.Е.

(қолы)

« 23 » 04 2019 ж.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ШІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Сабурова Анель

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

Тақырыбы: «Шымкент пен Қызылорда арасында талшықтық-оптикалық
байланысты ұйымдастыру»

Берілген бітіру жұмысында

Шымкент пен Қызылорда арасында оптикалық байланыс желісін ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады. Тығыздаудың негізгі қасиеттері қысқаша баяндалған.

Желіні ұйымдастыру әдістері таңдалды.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.


Сөйлеу анықтағыштарын құру кезінде акустикалық сигналдар өңдеуге негізделген әдістер орынды.

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

Ғылыми жетекші

ЭТ және ҒТ каф.лекторы,

экон.ғыл.канд.

 Куттыбаева А.Е.
(қолы)

« 23 » 04 2019 ж.