

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Сәбит Рамазан Асхатұлы

«Optisum бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге талдау»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B06201 – Телекоммуникациялар

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
ЭТ ж ҒТ кафедра меңгерушісі  
техн.ғыл.канд.  
Е.Таштай  
«24» 05 2024 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы «Optisum бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге  
талдау»

6B06201 – Телекоммуникациялар

Орындаған:

*Р.А.Сәбит*

Р.А.Сәбит

Рецензент:

«Саймат Корпорациясы» ЖШС өндіріс  
және іріктелу директоры орынбасары

Алиев А.С.

2024 ж.



Ғылыми жетекші

экон.ғыл.кандидаты,  
қауымдастырылған профессор

*А.Е.Куттыбаева* А.Е.Куттыбаева

«24» 05 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

6B06201 – Телекоммуникациялар

**БЕКІТЕМІН**

ЭТ ж ҒТ кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. кан

Е.Таштай

« 27 » 10 2023ж

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Сәбит Рамазан Асхатұлы

Тақырыбы: «Optisum бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге талдау».

Университет ректорының «4» желтоқсан 2023ж. №548 П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерізімі «30» сәуір 2024 ж.

Жұмыстың бастапқы мәліметтері:

- 1) Аймақты таңдау,
- 2) Налшықты талшықты-оптикалық кабель – 460 м; толқын ұзындығы 850-1650 нм; максималды жоғалтулар – 0,2 дБ;
- 3) Құрылғылар тізімі;
- 4) DWDM технологиясы арқылы талшықты-оптикалық тарату жүйесі.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Тараз қаласының байланыс жолдарының қазіргі жағдайы;
- ә) Optisum программасын пайдалана отырып, мәліметтерді жіберу параметрлерін есептеу;
- б) Оптикалық байланыс жолдарын есептеу;

в)Қол жеткізу желісінің параметрлерін және қажетті жабдықтарды есептеу.

Сызбалық материалдар 15 слайдпен ppt форматында көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1 Оптические мультиплексоры и демультиплексоры систем WDM / Н. Слепов //Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2004. – № 8.2.

2 Лейкосапфир (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Оптика из сапфира [Электронный ресурс] / Материалы компании «Флюорит». – Режим доступа: <http://www.fluoride.ru/Sapphire1.html>.

3. Дмитриев, С.А. Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. / С.А. Дмитриев, Н.Н. Слепов – М.: ООО «Волоконно-оптическая техника», 2015. – 576 с.

4 Шувалов В.П., Фокин В.Г. Оптические сети доступа большого радиуса действия. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – 188с.




5. Вербовецкий А.А. Основы проектирования цифровых оптоэлектронных систем связи. М., 2010 г.

6. Фридман Р. Волоконно-оптические системы связи. М., 2016 г.

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерізімі	Ескерту
Теориялық бөлім	1.02.2024 ж. - 21.02.2024	10 бет есеп, 3 слайд
Негізгі бөлім	21.02.2024 - 01.03.2024	10 бет есеп, 3 слайд
Есептеу бөлімі	01.03.2024 - 14.05.2024	10 бет есеп, 3 слайд

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
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Экон.ғыл.канд., ЭТЖҒТ каф.қауымдастырылған профессоры Куттыбаева А.Е.	27.05.24	
Теориялық ақпарат	Экон.ғыл.канд., ЭТЖҒТ каф.қауымдастырылған профессоры Куттыбаева А.Е.	27.05.24	
Норма бақылау	ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы Досбаев Ж.М.	24.05.24	

Ғылыми жетекшісі  А.Е. Куттыбаева

(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Р.А. Сәбит

(қолы)

Күні « 27 » сәу 2024 ж.

## **АҢДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыс қазіргі уақытта кең таралған оптикалық талшықтарды, оптикалық қондырғыларды қолданудың қаншалықты пайдалы екенін зерттейді.

Жұмыста оптикалық талшықтар туралы жалпы мәліметтер қарастырылып, оларды қолданудың бірнеше әдістері көрсетілген. Жұмыстың мақсаты-оптикалық талшықты, оптикалық кабельдерді қолданатын әртүрлі әдістердің біз үшін қаншалықты пайдалы екенін зерттеу.

Жұмыс барысында бір учаскеде қолданылатын құрылғыны алып, елде пайдалану үшін есептеулер жүргізілді. Есептеу бөлімінде белгілі бір жерде оптикалық талшықтардың параметрлері есептеледі.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной дипломной работе исследуется, насколько полезно использование оптических волокон, оптических установок, которые в настоящее время широко распространены.

В работе рассмотрены общие сведения о оптических волокнах и изложены несколько способов их использования. Цель работы - изучить, насколько полезны для нас самые разнообразные техники, использующие оптическое волокно, оптические кабели.

В ходе работ были произведены расчеты для использования в стране, взяв устройство, применяемое в одном участке. В расчетном разделе рассчитаны параметры оптических волокон в определенном месте.

## **ANNOTATION**

This thesis explores how useful it is to use optical fibers, optical installations that are currently widespread.

The paper discusses general information about optical fibers and outlines several ways to use them. The purpose of the work is to study how useful a wide variety of techniques using optical fiber and optical cables are for us.

During the work, calculations were made for use in the country, taking a device used in one site. In the calculation section, the parameters of optical fibers in a certain location are calculated.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Талшықты-оптикалық байланыс жүйесі	9
1.1 ТОБЖ тиімділіктері	9
1.2 ТОБЖ элементтері	10
1.3 Оптикалық муфта	13
1.4 Оптикалық кросс	14
1.5 Мультиплексор / Демультиплексер	14
1.6 Регенератор оптикалық регенератор	15
1.7 Оптикалық күшейткіш	15
2 Ақпаратты берудің заманауи цифрлық технологиялары	16
2.1 ISDN технологиясы	18
2.2 RFTS жүйесі	19
2.3 Талшықты байланыс сандық кабелі	21
2.4 Магистральды жобалау	22
2.5 MLink-stm16 / 64 оптикалық мультиплексоры	23
3 Optisystem бағдарламасында есепті өрнектеу	25
3.1 Талшықтың ұзындығын оңтайландыру	26
3.2 Мультимодты компоненттермен жұмыс	27
3.3 Оптикалық таратқыштар	28
3.4 Жарықдиодтары модуляция	29
3.5 Mach-Zehnder литий ниобат модуляторлары	30
3.6 Жарықдиодты спектрлік таралуы	31
3.7 683 нм лазер	34
3.8 Дисперсия ұзындығы	36
3.9 Эрбий қосылған талшықтық күшейткішті және шуды талдау	38
Қорытынды	39
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	40
Қосымша А	41

## 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 Талшықты-оптикалық байланыс жүйесі

## 1.1 ТОБЖ тиімділіктері

Жақында әлемдегі байланыс желілерін құрудың ең перспективалы және дамып келе жатқан бағыттарының бірі талшықты-оптикалық байланыс желілері (бұдан әрі - ТОБЖ) болып табылады. Үлкен ақпараттық сыйымдылығы және жоғары сенімділігі бар ақпарат беру жүйелері саласында ТОБЖ-да бәсекелестер жоқ. Бұл олардың өткізу қабілеттілігі, регенерация аймағының ұзындығы, сондай-ақ шуға төзімділік сияқты көрсеткіштер бойынша сымдардан едәуір асып түсетіндігімен түсіндіріледі. Деректерді берудің цифрлық жүйелерінің бастапқы желісінің құрамына сигнал беру ортасы және тарату жүйелерінің аппаратурасы кіреді. Заманауи цифрлық бастапқы желіні үш технологияның негізінде құруға болады: PDH, SDH және АТМ. PDH/SDH негізіндегі бастапқы цифрлық желі стандартты өткізу қабілеттілігі иерархиясының әр түрлі деңгейлеріндегі арналар арасындағы түрлендіргіштер рөлін атқаратын мультиплекстеу түйіндерінен (мультиплексорлардан), ұзын жолдардағы цифрлық ағынды қалпына келтіретін регенераторлардан және бастапқы желі арналары мен трактаттар деңгейінде коммутацияны жүзеге асыратын цифрлық кросстардан тұрады.

Бастапқы желі тарату жүйелерімен құрылған типтік арналар негізінде құрылады. Сигналдың циклдік құрылымы бастапқы желі арналарының иерархиясының әртүрлі деңгейлері арасындағы синхрондау, мультиплекстеу және демультиплекстеу процестері және блоктық қателерді бақылау үшін қолданылады.

Тарату аппаратурасы циклдық құрылымы бар цифрлық сигналды беру ортасы бойынша берілетін модуляцияланған электр сигналына түрлендіруді жүзеге асырады. Модуляция түрі қолданылатын жабдыққа және тарату ортасына байланысты. Сандық тарату жүйелерінің ішінде әртүрлі құрылымдағы электрлік сигналдар беріледі, цифрлық тарату жүйелерінің шығысында тарату жылдамдығы, циклдік құрылым және сызықтық код түрі бойынша стандарттарға сәйкес келетін цифрлық бастапқы желі арналары құрылады. Заманауи цифрлық бастапқы желі үш негізгі технологияға негізделген: плезиохронды иерархия (PDH), синхронды иерархия (SDH) және асинхронды тасымалдау (беру) режимі (АТМ). Аталған технологиялардың ішінде қазіргі уақытта тек алғашқы екеуі ғана цифрлық бастапқы желіні құрудың негізі ретінде қарастырылуы мүмкін. Көп арналы талшықты-оптикалық байланыс желілері (ТОБЖ) елдің магистральдық және Аймақтық байланыс желілерінде, сондай-ақ қалалық АТС арасындағы байланыс желілерін орнату үшін кеңінен қолданылады. Бұл өте кең өткізу қабілеттілігіне ие болуымен түсіндіріледі.

Су астындағы солитонды оптикалық магистральдар әсіресе тиімді және үнемді. Бұл дипломдық жобаның мақсаты талшықты-оптикалық кабельдер негізінде байланыс желісін жобалау болып табылады. Осыған байланысты талшықты-оптикалық байланыс желісінің құрылысына ерекше назар аударылды. Жалпы бөлім .1 талшықты-оптикалық байланыс желілері талшықты - оптикалық

байланыс желілері (ТОБЖ)-ақпарат беру талшықты-оптикалық элементтердің көмегімен жүзеге асырылатын оптикалық байланыс желілері. ТОБЖ тарату және қабылдау оптикалық модульдерінен, талшықты-оптикалық кабельдерден және талшықты-оптикалық қосқыштардан тұрады. Оптикалық талшық-үлкен ақпарат ағындарын алыс қашықтыққа тасымалдауға арналған ең жетілдірілген орта. Ол кварцтан жасалған, оның негізі кремний диоксиді - қарапайым сымдарда қолданылатын мыстан айырмашылығы кең таралған және арзан материал.

Оптикалық талшық өте компам және жеңіл, диаметрі шамамен 100 мкм.

Талшықты жарық өткізгіштер-ұштарында желімделген немесе агломерацияланған, мөлдір емес қабықпен қорғалған және жылтыратылған беті бар ұштары бар талшықты-оптикалық турникеттер. Шыны талшық-диэлектрик, сондықтан талшықты-оптикалық байланыс жүйелерін салу кезінде жеке оптикалық талшықтар бір-бірінен оқшаулауды қажет етпейді. Оптикалық талшықтың беріктігі-25 жылға дейін. Талшықты-оптикалық байланыс желілерін құру кезінде электр сигналдарын жарық пен жарықты электр сигналдарына түрлендіретін жоғары сенімді Электронды элементтер, сондай-ақ оптикалық шығыны аз оптикалық қосқыштар қажет. Сондықтан мұндай желілерді орнату үшін қымбат жабдық қажет. Алайда, талшықты-оптикалық байланыс желілерін қолданудың артықшылығы соншалық, оптикалық талшықтардың кемшіліктеріне қарамастан, бұл байланыс желілері ақпаратты беру үшін көбірек қолданылады. Деректерді беру жылдамдығын ақпаратты бірден екі бағытта беру арқылы арттыруға болады, өйткені жарық толқындары бір оптикалық талшықта бір-біріне тәуелсіз таралуы мүмкін. Бұл оптикалық байланыс арнасының өткізу қабілетін екі есе арттыруға мүмкіндік береді. Талшықты-оптикалық байланыс желілері электромагниттік кедергілерге төзімді, ал жарық өткізгіштер арқылы берілетін ақпарат рұқсатсыз кіруден қорғалған. Мұндай байланыс желілеріне желінің тұтастығын бұзбай қосылу мүмкін емес.

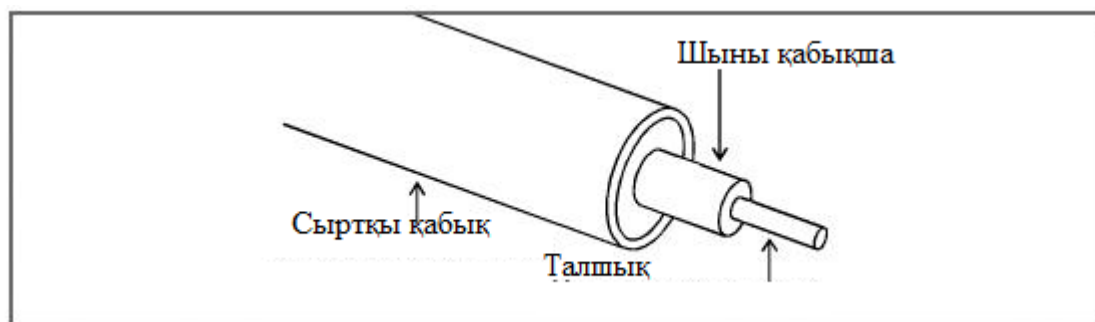
## 1.2 ТОБЖ элементтері

Пассивті және белсенді элементтерден тұрады.

Белсенді компоненттер: мультиплексор / Демультимплексер; регенератор; күшейткіш; лазер; модулятор; фотодетектор (Фотодиод).

Пассивті элементтер: оптикалық кабель; оптикалық муфта; оптикалық кросс. 2.1 оптикалық кабель талшықты-оптикалық (АКА талшықты - оптикалық) кабель-бұл электр немесе мыс кабельдерінің басқа түрлерімен салыстырғанда кабельдің түбегейлі басқа түрі. Ол туралы ақпарат электр сигналымен емес, жарықпен беріледі. Оның негізгі элементі-мөлдір шыны талшық, ол арқылы жарық үлкен қашықтыққа (ондаған шақырымға дейін) аздап әлсірейді. Талшықты-оптикалық кабельдің құрылымы өте қарапайым және коаксиалды электр кабелінің құрылымына ұқсас (1-сурет). Мұнда тек орталық мыс сымның орнына жұқа (диаметрі шамамен 1 - 10 мкм) шыны талшық қолданылады, ал ішкі

оқшаулаудың орнына шыны немесе пластикалық қабық жарықтың шыны талшықтан асып кетуіне жол бермейді [1].



1.1 -сурет – Талшықты-оптикалық кабель түрі

1-суретте талшықты-оптикалық кабельдің құрылымы келтірілген.

Бұл жағдайда біз әртүрлі сыну коэффициенттері бар екі заттың шекарасынан жарықтың толық ішкі шағылысу режимі туралы айтып отырмыз (шыны қабықта сыну коэффициенті орталық талшыққа қарағанда едәуір төмен). Металл кабельді өру әдетте жоқ, өйткені сыртқы электромагниттік кедергілерден қорғаныс қажет емес. Алайда, кейде ол қоршаған ортадан механикалық қорғаныс үшін қолданылады (мұндай кабель кейде бронь деп аталады, ол бірнеше талшықты-оптикалық кабельдерді бір қабықтың астына біріктіре алады). Талшықты-оптикалық кабель шудың қауіпсіздігі мен берілетін ақпараттың құпиялылығына қатысты ерекше сипаттамаларға ие. Ешқандай сыртқы электромагниттік кедергілер, негізінен, жарық сигналын бұрмалай алмайды, ал сигналдың өзі сыртқы электромагниттік сәулеленуді тудырмайды. Желіні рұқсатсыз тыңдау үшін кабельдің бұл түріне қосылу мүмкін емес, өйткені кабельдің тұтастығы бұзылады. Теориялық тұрғыдан мұндай кабельдің өткізу қабілеттілігі 10<sup>12</sup> Гц-ке жетеді, яғни 1000 ГГц, бұл электр кабельдеріне қарағанда салыстырмалы түрде жоғары. Талшықты-оптикалық кабельдің құны үнемі төмендейді және қазір жұқа коаксиалды кабельдің құнына тең. Жергілікті желілерде қолданылатын жиіліктердегі талшықты-оптикалық кабельдердегі сигналдың әлсіреуінің әдеттегі мәні 5-тен 20 дБ/км-ге дейін, бұл шамамен төмен жиіліктегі электр кабельдерінің көрсеткіштеріне сәйкес келеді. Бірақ талшықты-оптикалық кабель жағдайында, берілетін сигнал жиілігінің жоғарылауымен әлсіреу өте аз артады және үлкен жиіліктерде (әсіресе 200 МГц-тен жоғары) оның электр кабеліне қарағанда артықшылығы сөзсіз, оның бәсекелестері жоқ [2].

Оптиканың артықшылықтары белгілі: бұл шу мен кедергіге қарсы иммунитет, үлкен өткізу қабілеттілігі бар кабельдердің шағын диаметрі, ақпаратты бұзуға және ұстап қалуға төзімділік, қайталағыштар мен күшейткіштерге қажеттіліктің болмауы және т.б. бір кездері оптикалық желілердің түпкілікті жабылуында проблемалар болған, бірақ бүгінде олар негізінен шешілді, сондықтан бұл технологиямен жұмыс істеу әлдеқайда оңай.

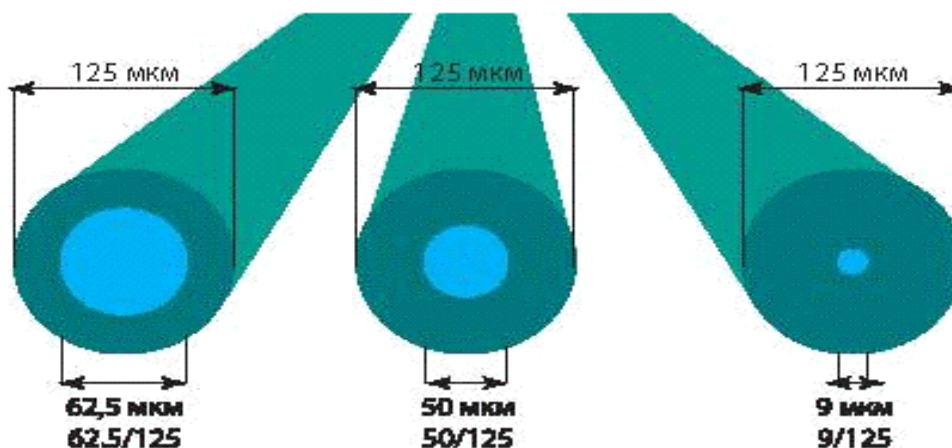
Алайда, қолдану салалары аясында ғана қарастырылуы керек бірқатар мәселелер бар. Деректерді талшық арқылы беру кезінде талшықты-оптикалық байланыстың сапасы таратқыштың шығыс сигналы мен қабылдағыштың кіріс сатысының қаншалықты сәйкес келетініне байланысты. Сигнал күшінің дұрыс емес спецификациясы беріліс кезінде биттік қателіктердің жоғарылауына әкеледі; қуат тым үлкен - және қабылдағыш күшейткіші "шамадан тыс қаныққан", тым аз - және Шу мәселесі пайда болады, өйткені олар басталады пайдалы сигналға кедергі келтіреді.

Міне, ТОВЖ-ның ең маңызды екі параметрі: таратқыштың шығыс қуаты және берілістің жоғалуы - таратқыш пен қабылдағышты қосатын оптикалық кабельдегі әлсіреу.

Талшықты-оптикалық кабельдің екі түрлі түрі бар:

- 1) көп режимді немесе көп режимді кабель, арзан, бірақ сапасы төмен;
- 2) бір режимді кабель, қымбатырақ, бірақ біріншісіне қарағанда жақсы өнімділікке ие.

Кабель түрі тарату режимдерінің санын немесе кабель ішінде жарық өтетін "жолдарды" анықтайды.



1.2-сурет – Бірмодалы және көп модалы талшықтар

1.2-сурет-бір режимді және көп режимді оптикалық кабельдердің физикалық параметрлеріндегі айырмашылықтар. Шағын өнеркәсіптік, тұрмыстық және коммерциялық жобаларда жиі қолданылатын мультимодты кабель (1.2-сурет) ең жоғары әлсіреу коэффициентіне ие және тек қысқа қашықтықта жұмыс істейді. Ескі кабель түрі, 62,5/125 (бұл сандар Жарық өткізгіштің ішкі / сыртқы диаметрлерін мкм-де сипаттайды), көбінесе «ОМ1» деп аталады, өткізу қабілеті шектеулі және 200 Мбит/с дейінгі жылдамдықта деректерді беру үшін қолданылады. Жақында 50/125 «ОМ2» және «ОМ3» кабельдері қолданыла бастады, олар 1 Гбит/с жылдамдықты 500 м-ге дейін және 10 Гбит/с-тан 300 м-ге дейін ұсынады. бір режимді кабель жоғары жылдамдықты қосылыстарда (10 Гбит/с-тан жоғары) немесе ұзақ қашықтықта (30 км-ге дейін) қолданылады.

Аудио және бейнені беру үшін «ОМ2» кабельдерін қолдану ең орынды болып табылады. Негізгі қолдану саласына байланысты талшықты-оптикалық кабельдер үш негізгі түрге бөлінеді:) ішкі төсем кабелі: жабық бөлмелерде ТОВЖ орнату кезінде әдетте тығыз буфері бар талшықты-оптикалық кабель қолданылады (кеміргіштерден қорғау үшін). Магистральдық немесе көлденең кабель ретінде scs құру үшін қолданылады. Қысқа және орташа қашықтыққа деректерді беруді қолдайды. Көлденең кабельдеу үшін өте қолайлы. ) Сыртқы төсеу кабелі: тығыз буфері бар талшықты-оптикалық кабель, Болат таспамен брондалған, ылғалға төзімді.

Ол сыртқы магистральдардың ішкі жүйесін құру кезінде сыртқы төсеу үшін қолданылады және жеке ғимараттарды бір-бірімен байланыстырады. Оны кабельдік арналарға салуға болады. Жерге тікелей төсеу үшін қолайлы. ) Сыртқы өзін-өзі қамтамасыз ететін талшықты-оптикалық кабель: Болат кабелі бар өзін-өзі қамтамасыз ететін талшықты-оптикалық кабель. Ол телефон желілері шеңберінде ұзақ қашықтыққа сыртқы төсеу үшін қолданылады. Кабельдік теледидар сигналын, сондай-ақ деректерді беруді қолдайды. Кабельдік кәрізге және ауа төсеміне төсеу үшін қолайлы.

### **1.3 Оптикалық муфта**

Талшықты-оптикалық байланыс негізіндегі байланыс желілерінің маңызды бөлігі - оптикалық муфта-оптикалық талшықты дәнекерлеу орнын зақымданудан қорғау үшін қажетті құралдар орналасқан шағын қорап.

Сонымен қатар, оптикалық муфта оны белсенді желілік жабдыққа қосу үшін кабельден бір немесе бірнеше талшықтарды шығаруға мүмкіндік береді. Көп жағдайда кабельдік муфта кабельді бірнеше айналымға салуға мүмкіндік беретін сплайс-кассетамен жабдықталған - бұл дәнекерлеу орнын қосымша қорғауды қамтамасыз етеді және оптикалық талшықтардың шағын технологиялық қорын сақтауға мүмкіндік береді. Оптикалық муфтаны үйде, көбінесе патч панельдерінің жанында қолдануға болады. Оны үй-жайдан тыс жерде де орналастыруға болады. Кейде сынған талшықты дәнекерлеу немесе бірнеше талшықтардың тармақталуы қажет. Мұндай жағдайларда кабельдік муфта қажет. Оны тірекке қоюға болады-егер талшықты кабель тіректерге созылса. Қоғамдық орындарда пайдалану қажет болса, муфтаны вандалға қарсы қорапқа жасыру ұсынылады. Техникалық кабельдік ұңғымада немесе шағын желдеткіш білікте жасыруға болатын модельдер бар. Оптикалық кабельге арналған кабельдік муфтаның бірнеше түрі бар. Кабельге арналған тесіктердің орналасуына байланысты ол өтпелі және тұйық болады. Біріншісі кабельдерді үзілген жерлерге қосуға, кабельді ұзартуға немесе тармақтауға арналған.

Сондай - ақ, кеңістіктің өткір жетіспеушілігі жағдайында орнатуға арналған муам өлшемдері бар муфталар бар-оларды қалалық деп те атайды. Кабельдік муфта, қолдану саласы мен дизайнына қарамастан, бөлшектердің жоғары дәлдігімен, түйіндердің беріктігі мен беріктігімен ерекшеленеді.

Қосылыстың тұрақтылығы мен дәнекерлеудің беріктігі көбінесе оның қасиеттеріне байланысты. Оптикалық талшықтарды қосудың басқа әдістерімен салыстырғанда, кабельдік муфта сигналдың аз шығынын қамтамасыз етеді, сапалы дәнекерлеу кезінде талшықтың бұлыңғырлығы сигнал сапасын айтарлықтай нашарлатпайды.

Оптикалық муфта кабельді механикалық әсерден сенімді қорғауды қамтамасыз етеді - бұл бұралу, созылу кезінде үлкен жүктемелерге төтеп беруге мүмкіндік береді, өйткені жүктеме кабельдің зақымдалмаған бөлігін алады. Сондай-ақ, бұл магистральдың тармақтарын ұйымдастырудың тамаша нұсқасы.

#### **1.4 Оптикалық кросс**

Бұл әр түрлі форма факторында ұсынылуы мүмкін құрылғы - панельдерде, тіректерде, қораптарда, оптикалық кабельдерді аяқтау, төсеу және тарату үшін қажетті элементтермен жабдықталған. Біз талшықты тарататын және ауыстыратын талшықты-оптикалық байланыс желілерінің пассивті компоненті туралы айтып отырмыз. Оптикалық кросс оптикалық кабель талшықтарын стандартты талшықты-оптикалық жабдық коннекторларына қосуға арналған. Талшықты-оптикалық байланыс желілері негізінде заманауи құрылымдалған кабельдік жүйені оптикалық кросстарды пайдаланбай жүзеге асыру мүмкін емес. Кросс жабдығының сапасы мен функционалдығына қойылатын талаптар оптикалық талшықтың ерекшелігімен белгіленеді.

Сынғыш және жеткілікті осал материалдар орнату және пайдалану кезінде сенімді қорғауды қажет етеді. Жоғары беріктігі бар пластиктен немесе коррозияға қарсы жабыны бар металдан жасалған оптикалық кресттер физикалық зақымдануды болдырмайтын және сыртқы факторлардың теріс әсерін болдырмайтын талшықтың сақталуын қамтамасыз ететін қорғаныс элементі, протектор ретінде әрекет етеді.

#### **1.5 Мультиплексор / Демultiплексер**

Ақпараттық арналарды біріктіруге және бөлуге арналған құрылғылардың кең класы. Мультиплексорлар мен демultiплексорлар уақытша және жиілік аймақтарында жұмыс істей алады, электрлік және оптикалық болуы мүмкін (спектрлік тығыздағыш жүйелер үшін).

#### **1.6 Регенератор оптикалық регенератор**

Регенератор - сандық оптикалық сигналды қалпына келтіруге арналған оптикалық байланыс жүйесінің құрамдас бөлігі. Қалааралық желілерде сигнал амплитудасын қалпына келтіретін оптикалық күшейткіштерді қолданған кезде

де форманың бұрмалануы және сигналдардың салыстырмалы кешігуінің ауытқуы (синхрондаудың жоғалуы) жиналады. Сондықтан, әдетте, мерзімді регенерация қажет (ағылш. қалпына келтіру-қалпына келтіру) бастапқы пішінді қалпына келтіру және сигналдарды синхрондау үшін. Толық регенерация (3R регенерация) сигналға қатысты үш қалпына келтіру операциясын орындауды қамтиды: амплитудасын қалпына келтіру (күшейту), пішінді қалпына келтіру және синхрондауды қалпына келтіру. Қазіргі байланыс желілерінде бұл үш операция опто-электрон-оптикалық (ОЕО) түрлендіру арқылы жүзеге асырылады.

Мұндай оптикалық регенераторлар оптикалық қайталағыштар деп аталады.

Оптикалық қайталағыштар оптикалық сигналдарды анықтауды, оларды электрлік сигналдарға түрлендіруді, сигналды электрлік түрде толық қалпына келтіруді және оптикалық сигналдар түрінде одан әрі қайта таратуды жүзеге асырады. Оптикалық қайталағыштар салыстырмалы түрде күрделі және қымбат құрылғылар болып табылады, өйткені оптикалық қайталағышта оптикалық қабылдағыш, электр регенераторы және таратқыш бар.

Регенераторлар құнын төмендету үшін көптеген оптикалық қайталағыштар оптикалық мультиплексор, демультимплексор және электронды арна қосқыштары бар бір фотонды интегралды схемаға біріктіріледі. Болашақ қалааралық желілерде сигнал параметрлерін электрлік сигналға түрлендірусіз сызықтық емес-оптикалық әдістермен қалпына келтіру операцияларын орындайтын толық оптикалық регенераторларды пайдалану көзделеді. Оптикалық талшықтардағы немесе арналық толқын өткізгіштердегі сигналдардың фазалық өзін-өзі модуляциялауына, фазалық кроссмодуляцияға, төрт толқынды араластыруға және сызықтық емес қанықтылыққа негізделген сигналдарды толық оптикалық қалпына келтірудің бірнеше әдісі ұсынылған.

## **1.7 Оптикалық күшейткіш**

Сигнал деңгейін қалпына келтіру үшін талшықты-оптикалық тарату желілерінде қолданылады.

Эрбиум күшейткіштерінің артықшылығы - электрлік сигналға айналуының болмауы, толқын ұзындығы әртүрлі сигналдарды бір уақытта күшейту мүмкіндігі (бұл спектрлік-мультиплекстелген сигналды күшейту мүмкіндігін тудырады), эрбиум күшейткіштерінің жұмыс диапазонының кварц шыны негізіндегі жарық өткізгіштердің минималды оптикалық жоғалту аймағына дәл сәйкестігі, шудың салыстырмалы түрде төмен деңгейі.

## 2 Ақпаратты берудің заманауи цифрлық технологиялары

Телекоммуникациялардың дамуы жеделдетілген қарқынмен жүруде. АТМ, Frame Relay, IP, ISDN, PCM, PDH, SDH және WDM кіретін деректерді берудің заманауи цифрлық технологиялары кеңінен дамыды. Сонымен қатар, АТМ, ISDN, PCM, PDH, SDH және WDM сияқты технологияларды ғаламдық желі (GS) технологиясына немесе деректерді берудің магистральдық технологияларына жатқызуға болады. GS технологиялары тізбектерді ауыстыруға негізделген, олар қосылымды алдын-ала орнатуды қолданады. Екінші жағынан, олар магистральдық технологияларға жатады, яғни. ITU-T E. 164 стандарты негізінде дамыған адрестеуді қолданатын жергілікті желілер, аудандар, қалалар, аймақтар/аймақтар мен мемлекеттер арасында деректерді тасымалдауға қабілетті технологиялар. IP-пакеттік Технология, Internet желісінің ажырамас атрибуты және Lan желілік технологиясының жарқын мысалы, пакеттелген дауыстық трафикті Internet желісі арқылы тасымалдау үшін кеңірек және кеңірек қолданылады. Ортақ желіде маршрутизаторлар мен шлюздердің болуына байланысты IP телефония ретінде қарастырылуы мүмкін ғаламдық магистральдық технология. Оның жетістігі мыналарға байланысты: абоненттері миллиондаған қалыптасқан тарату ортасы-Internet; дәстүрлі қалааралық және халықаралық байланыстың тиісті тарифтерімен салыстырғанда желіні дауыстық байланыс үшін пайдалануға арналған төмен тарифтер; желі қызметтерінің әмбебаптығы: дауысты, деректерді, бейнені және мультимедияны (кез келген деңгейдегі) беру; терминалдық жабдықтың әмбебаптығы мен қолжетімділігі; клиентте (ДК + модем);

Соңғы пайдаланушыда бағдарламалық жасақтаманы орнатудың қол жетімділігі мен қарапайымдылығы; Интернетке кірудің барлық түрлерін пайдалану мүмкіндігі (Tfor, арнайы арна, радиорелелік және спутниктік байланыс). Frame Relay технологиясы-X. 25 технологиясын алмастырған KS пакеттік технологиясы (ITU-T (ITU-T) бірінші стандарты 1988 жылға жатады).

Салыстырмалы түрде шағын (16-32 кбит/с) резервтелген немесе терілген виртуалды пакеттік беру арнасын пайдаланып, арзан әмбебап дауыстық (VoFR), факс және деректер қызметтерін алудың ыңғайлы құралы. Бұл технология келесі мүмкіндіктердің арқасында кеңінен қолданылады: Е3/Т3 (34/45 Мбит/с) дейінгі жылдамдықтағы интеграцияланған қызмет; FRAD қол жеткізу құрылғылары арқылы асинхронды пайдаланушылардың синхронды желісіне қол жеткізу; QoS қызмет көрсету/Қызмет көрсету сапасының деңгейі; оңтайлы таңдалған жалға алу жолағы есебінен шығындарды үнемдеу. Бұл технологияда магистральдық желілік технологияларға қажетті адрестеу құралдары жоқ, бірақ АТМ технологиясына (виртуалды PVC-SVC адрестеу) жақын қол жетімділіктің әмбебап технологиясы бола отырып, оны қарастыруға болады.жаһандық желі технологиясы сияқты АТМ тасымалдау технологиясымен біріктірілген. АТМ технологиясы - әмбебап кең жолақты технология (кең жолақты ISDN - BISDN) ретінде ойластырылған, Оның ақпараттық мазмұнын АТМ ұяшығының пайдалы жүктеме өрісіне инкапсуляциялау арқылы трафиктің кез келген түрін



тасымалдауға қабілетті пакеттік технология. (Алғашқы стандарттар 1988 жылға да қатысты).

Бұл технологияны толығымен магистральға жатқызуға болады, бірақ ол көлік емес, өйткені оның OSI моделінде физикалық деңгей жоқ. Нәтижесінде ол PDH, SDH, SONET немесе WDM сияқты жаһандық тасымалдау технологиясын қолдануы керек. Ол үшін бұл технологиялар DS3, PDH, SDH және SONET технологиялары сияқты тасымалдау модульдерінің пайдалы жүктеме өрісіне АТМ ұяшықтарын инкапсуляциялай алуы керек немесе физикалық интерфейсі немесе оптикалық тасымалдаушының параметрлерін (мысалы, қарқындылығын) тікелей модуляциялауға мүмкіндік беретін интерфейс картасы болуы керек. WDM бар жүйелер. SDH (АТМ over SDH) кадрларының Vc-N виртуалды контейнерлеріне АТМ ұяшықтарын инкапсуляциялау техникасы жаңа ІТУ-Т G. 707 (3.96) стандартымен, ал PDH E1-E4 (АТМ over PDH) жақтауларына орау ІТУ - Т G. 804 (2.98) және G. 832 (10.98) жаңа стандарттарымен реттеледі. АТМ over DS3 және АТМ over SONET инкапсуляция техникасы да осылай реттеледі. АТМ-ны WDM арқылы жіберуге мүмкіндік беретін интерфейстерге келетін болсақ, оларды осы жабдықты өндірушілер жүзеге асырады. АТМ технологиясының келесі мүмкіндіктері бар: дауысты, факсты, деректерді, бейнені және мультимедияны беру бойынша интеграцияланған қызметтерді ұсыну; QoS қызмет көрсету сапасының қажетті деңгейін қамтамасыз ету; E1-ден E4-ке дейін, STM-1-ден STM-256-ға дейін және OC-1-ден OC-768-ге дейін беру жылдамдығының кең ауқымын қамтамасыз ету; ДК адаптер тақталары арқылы беру; ІР-трафикті инкапсуляциялау және беру (ІР over АТМ технологиясы). АТМ технологиясын қолдану ешқашан жаппай болған жоқ және қазіргі уақытта әсер ету және таралу дәрежесі бойынша ол ІSDN технологиясымен бірге өз орнын таба алатын ІР технологиясынан төмен. ІКМ технологиясы. Бұл технология шамамен 40 жыл болды.

Қазақстандағы бұл саладағы салыстырмалы прогресс цифрлық технологиялар мен АТС - ты пайдалану және бір пайдаланушыға есептегенде цифрлық желілердің өткізу қабілеттілігін пайдаланудың негізгі шарасы ретінде БЦҚ-64 кбит/с-қа көшу фактісіне дейін азаяды. БЦҚ оны дауысты, факсты және деректерді беру үшін ғана емес, сонымен қатар қабаттасқан байланысты (пакеттік коммутациямен) ұйымдастыруға, сондай-ақ желілерінде қолдану үшін сертификатталған стандартты қысу алгоритмдерін қолдану арқылы арнаны қайталама тығыздауға мүмкіндік береді. Бұл, ең алдымен, белгілі ADPCM алгоритмін (адаптивті дифференциалды ІСМ - ADІСМ), 32 кбит/с дейін қысатын (ССІТТ G. 721, 1988) және жаңа алгоритмдерді қолдануға қатысты: LDCELP (кодты қоздыру және төмен кідіріспен сызықтық болжау алгоритмі - ІТУ-Т G. 728, 1992), 16 кбит/с-қа дейін (4 есе), дауыс сапасының нашарлауынсыз және CS-ACELP (ІТУ-Т G. 729, Annex A, 11.96), 8 кбит/с-қа дейін (8 есе). PDH технологиясы. Бұл технология шамамен 30 жаста. Бұл саладағы салыстырмалы прогресс тек PDH жабдығының жаңа генерациясы мыналарға мүмкіндік береді: CAS және CCS дабыл схемаларын пайдалану мүмкіндіктерін кеңейтетін Байт-интерливингпен (ІТУ-Т G. 704, 10.98) E2 жақтауларын қалыптастырудың жаңа

схемасын пайдалану; PDH және SDH өзара әрекеттесуінде қолданылатын E3 және E4 жақтауларының жаңа құрылымдарын пайдалану (ITU-T G. 832, 10.98); PDH жүйелеріне жеке SDH сақиналарын бір желіге қосуға мүмкіндік бере отырып, сәйкес SDH жақтау деңгейіндегі виртуалды контейнерлерді тасымалдау; SDH жүйелерімен қалыптасқан синхрондау күйі (SSM) туралы хабарламаларды жіберу және сол арқылы синхрондау желісін басқаруға қатысу; - бірыңғай PDH-SDH желісінің жабдықтарын басқарудың жалпы схемасына қосылу. Бұл инновациялар осы технологияның өмірін ұзартуға және біріктірілген PDH-SDH желілеріне біркелкі сәйкес келуге мүмкіндік береді.

## 2.1 ISDN технологиясы

Бұл технология шамамен 20 жаста, бірақ біздің елде ол соңғы 5 жылда ғана белсенді дами бастады. Оның енгізілуіне цифрлық АТС-ты орналастырудың артта қалуы да, белгілі SS#7 (OX-7) сигнализациясының Ресейге бейімделген нұсқасын жасау да кедергі келтіреді. Бұл технология бірнеше деректерді беру форматтарын қолданады: 2B+D (B = 64 кбит/с, D = 16 кбит/с), 6B және 30B+D (D = 64 кбит/с). Олардың ішіндегі ең қарапайымы-базалық жылдамдыққа қол жеткізу (BRA) деп аталатын бірінші. Ол жалпы нөмірлеу схемасы бар жалпыға ортақ цифрлық желіні қолдана отырып, дауысты, факсты, деректерді жіберуге, 128 Кбит/с жылдамдықта модемге қол жеткізуге және бейнеконференциялар өткізуге мүмкіндік береді, яғни АТМ уәде еткеннің бәрі. ISDN жылдамдығы уәде етілген АТМ сияқты үлкен болмаса да, E1 (PRA) бастапқы жылдамдыққа қол жетімділікті пайдалану үшін жеткілікті. ISDN-дің айрықша ерекшелігі-ол дайын сандық телефон желісін пайдаланады, ал ISDN адаптерлерінің құны, нөмірлерді жалға алу сияқты, АТМ-мен салыстырғанда айтарлықтай төмен. Өкінішке орай, бұл технологияның таралуына, көрсетілген объективті себептерден басқа, халықаралық стандарттарға негізделген корпоративтік ISDN шешімдерін кеңінен қолдануға жол бермейтін ведомстволық кедергілер кедергі келтіреді. SDH технологиясы, (алғашқы стандарттар 1988 ж.). Біздің еліміздегі цифрлық желілердегі негізгі прогресс оны қолданумен байланысты. Алғашқы SDH желілері 1993 жылы пайда болды.

Сол кездегі олардың негізгі ерекшеліктері 155 Мбит/с жылдамдықты пайдалану (SDH иерархиясындағы STM-1 деңгейі), тарату ортасы ретінде талшықты-оптикалық кабельдер және талшықтардың біреуі үзілгеннен немесе мультиплексорлардың бірі істен шыққаннан кейін 50 мс трафикті қалпына келтіруге мүмкіндік беретін қос сақина архитектурасы болды. WDM технологиясы.

Бұл технология 10 жылдан аспайды. 1992 жылы ол 2-4 оптикалық тасымалдаушыларды біріктіруге мүмкіндік берді, енді 160-240. Егер тасымалдаушылардың әрқайсысында STM-64 (10 Гбит/с) SDH мультиплексоры қол жеткізу мультиплексоры болса, онда оның максималды ағыны 1,6-2,4 Тбит/с болады. WDM технологиясының дамуы негізгі көлік технологияларының өзара

әрекеттесу моделінің өзгеруіне әкеледі. WDM технологиясы енгізілгенге дейін модель үш деңгейден және тарату ортасынан тұрды және оптикалық тарату ортасы арқылы жоғарғы деңгейдегі трафикті (ATM, IP) тасымалдау үшін оны SDH технологиясының физикалық интерфейсін қолдана алатын STM-N/STS-n (OC-n) көлік модульдеріне/сигналдарына инкапсуляциялау керек екенін көрсетті/SONET, физикалық деңгей арқылы оптикалық тарату ортасына өтіңіз. Осы жерден ATM ұяшықтарын инкапсуляциялау технологияларын құру қажеттілігі айқын, мысалы SDH виртуалды контейнерлері (ATM over SDH) немесе SONET виртуалды тайпалары (ATM over SONET) немесе SONET виртуалды тайпаларына IP пакеттері (IP over SONET). WDM жүйелері пайда болғаннан кейін модельде тарату ортасын есептемегенде үш немесе төрт деңгей бар. WDM аралық қабаты пайда болды, ол SDH/SONET сияқты физикалық интерфейсті қамтамасыз етеді, бұл физикалық деңгей арқылы SDH/SONET технологиясын ғана емес, сонымен қатар ATM және IP технологияларын оптикалық тасымалдау ортасына шығуға мүмкіндік береді. 1.4 ТОБЖ мониторингі жүйесі ТОБЖ сенімділігі мәселесі кең ауқымды мәселелерді қамтиды және өз мәні бойынша кешенді болып табылады. Оның шешімі оптикалық кабельдердің әртүрлі параметрлерін (ОК) және ТОБЖ сенімділік көрсеткіштерін бағалаудың, есептеудің және бақылаудың тиісті әдістерін қолдануды талап етеді.

ТОБЖ сенімділігі әртүрлі құрылымдық-өндірістік және пайдалану факторларына байланысты. Біріншісіне ОК және ТОБЖ құрамына кіретін басқа да қосалқы бұйымдар мен құрылғыларды әзірлеуге, жобалауға және өндіруге байланысты факторлар жатады. Екіншіден, оны төсеу, орнату және кейінгі пайдалану процесінде ОК сенімділігіне әсер ететін барлық факторлар.

## **2.2 RFTS жүйесі**

Маңызды міндеттердің бірі - талшықтың сипаттамаларын тиісті деңгейде ұстау. Сондықтан ТОБЖ ОК-дағы оптикалық талшықтарды үздіксіз бақылау жүйелері заманауи цифрлық мультисервистік желілерді құру кезінде ерекше маңызға ие болады.

Мұндай жүйелер - rfts талшықтарын қашықтықтан тестілеу жүйелері (Remote Fiber Test System) - қазіргі уақытта бірқатар шетелдік компаниялар шығарады. Алайда, үлкен кеңейтілген байланыс желілерін құруда осындай жүйелерді іс жүзінде қолдану үшін әртүрлі RFTS жүйелерінің мүмкіндіктерін байыпты салыстырмалы талдау және оларды осындай желілерді ақпараттық қолдау және басқару жүйелерімен біріктіру мәселесін зерттеу қажет. 4.1 RFTS жүйесінің функциялары RFTS жүйесінің маңызды функциясы-ол үнемі автоматты түрде желінің оптикалық талшықтарын сынау нәтижелерін жинайды және статистикалық талдайды. Корреляциялық, көп факторлы әдістерді, сондай-ақ заманауи нейрондық желі әдістерін қолданатын статистикалық талдау талшық ақауларын желіде күрделі мәселелерге әкелмес бұрын анықтауға және болжауға

мүмкіндік береді. RFTS көмегімен желіні бақылау негізінде кабельдік жүйеде елеулі зақымданулар мен апаттардың пайда болуын күтпестен желіде ОК жоспарлы және профилактикалық жөндеуді жүргізуге болады.

RFTS жүйесі желінің қауіпсіздігін едәуір жақсартады-талшыққа кез-келген рұқсатсыз қосылу сөзсіз оптикалық арнада қосымша шығындарға әкеледі, демек ол нақты уақыт режимінде жүйемен анықталып, бекітіледі. RFTS жүйесінің тағы бір маңызды сапасы-бұл желі күйі туралы ақпараттың графикалық көрінісі. Жүйенің орталық серверінде кәсіби ГАЗ орнатылған, ол жергілікті жерде цифрлық желінің нақты электрондық картасын қамтиды. Желінің күйі туралы барлық ақпарат және ОК құжаттамасы SQL дерекқорында сақталады және картада графикалық түрде ұсынылуы мүмкін. Сондай-ақ, ОК-дағы талшықтардың ақаулары, олардың нақты физикалық орналасуы туралы толық ақпарат көрсетіледі. Осылайша, RFTS жүйесі техникалық қызмет көрсету персоналына нақты уақыт режимінде (іс жүзінде бірден) ақаудың қай жерде болғанын және ТОБЖ талшығындағы шығын деңгейі қандай екенін білуге мүмкіндік береді. Бұл ақаулықтарды жою уақытын едәуір қысқартады және ТОБЖ-ға профилактикалық қызмет көрсетуді жеңілдетеді. Заманауи цифрлық талшықты-оптикалық желілердің көлемін, олар арқылы берілетін ақпараттың маңыздылығы мен көлемін ескере отырып, RFTS жүйесін қолданудың экономикалық тиімділігін асыра бағалау қиын. 4.2 корпоративтік байланыс желісіндегі RFTS жүйесі жоғарыда көрсетілгендей ірі корпоративтік желілерде RFTS жүйесін орнату бүгінде сән-салтанат емес. Сонымен қатар, бұл корпорациялар мен операторларға бүкіл желінің күйін үнемі қадағалап отыру, жоспарлы зерттеулер жүргізу және оптикалық талшықтардың күйін құжаттау қажеттілігін тудыратын коммерциялық ойлар. Бұл талшықтың тозуы мүмкін жерлерді алдын - ала анықтауға және желідегі байланыстың үзілуіне жол бермеуге мүмкіндік береді, ал ОК апаты болған жағдайда-ОК зақымдануының орны мен сипаты туралы жедел ақпарат алуға және оның салдарын мүмкіндігінше тез жоюға мүмкіндік береді.

Ірі корпоративтік желінің типтік мысалы "Мосэнерго" ақ цифрлық байланыс желісі болып табылады. Ресейдегі бұл ірі энергетикалық компания бірнеше жылдар бойы Мәскеу мен Мәскеу облысын толығымен қамтитын бірыңғай ақпараттық байланыс желісін (баж) құру жобасын жүзеге асырып келеді. Баж компанияны ақпараттандыруды дамытудың негізі болады, сондай-ақ әртүрлі байланыс операторларымен ынтымақтастық кезінде коммерциялық мақсаттарда пайдаланылатын болады. Көлік желісінің функцияларын орындайтын цифрлық бастапқы байланыс желісі толығымен талшықты-оптикалық инфрақұрылымға және синхронды цифрлық иерархияны (Sci/SDH) таратудың цифрлық жүйелеріне негізделген.

Сонымен қатар, қала шегінде мұндай желі тармақталған құрылымға ие және оптикалық талшықтардың саны өте көп (әдетте 32 талшыққа дейін) ТОБЖ-дан тұрады. Корпоративтік желіде, әдетте, 4-8 магистральдық ОК талшықтары көлік желісін құрайды (backbone), қалған талшықтар қараңғы немесе екінші реттік желілерді құру үшін қолданылады, атап айтқанда абоненттік кіру желілері

("соңғы миль"). Егер резервтік маршруттар болса, мысалы, желінің сақиналық топологиясы болса, ОК үзілуі желі магистральдарындағы трафиктің берілуіне әсер етпейді - ол жай ғана басқа жолмен бағытталады.

Бірақ зақымдалған кабельдің талшықтары арқылы желіге қосылған абоненттер байланысын жоғалтады, өйткені олар ОК резервінсіз қосылған. Ұқсас жағдай сонымен қатар үлкен корпоративті желінің ТОВЖ сегменттерін салу процесінде байқалады, ол біраз уақытқа (кейде ұзақ уақытқа) байланыс арналарында резервтел болмауы мүмкін, мысалы, SDH сақинасының жабылуы жоқ. Сонымен қатар, түйіндерді байланыс желісіне кезең-кезеңімен қосу өте қолайлы және көбінесе іс жүзінде жүреді. Үлкен ұзартылған байланыс желілерінде ОК талшықтарын бақылау талшық сипаттамаларының нашарлауын болжау үшін, қайтымсыз өзгерістер пайда болғанға дейін ТОВЖ-ның осы учаскелеріне уақтылы профилактикалық жөндеу жүргізу үшін өте қажет. Бұл, сайып келгенде, ОК апатының салдарын жоюдан әлдеқайда арзан. күрделі топологиясы бар және кеңейтілген ТОВЖ бар үлкен корпоративтік желілер үшін барлық ОК желілерін қолмен үнемі толық сынақтан өткізу мүмкін емес. Үлкен тармақталған желінің тұрақты мониторингі орталықтандырылған басқарылатын қашықтан және үздіксіз интеллектуалды автоматты жүйемен жүргізілуі керек.

### **2.3 Талшықты байланыс сандық кабелі**

5 оптикалық кабельді монтаждау ОК монтажы-ең жауапты операция, талшықты-оптикалық беру желісі бойынша байланыстың сапасы мен қашықтығы көзделеді. ОК монтажы резервке, дірілге және ОВ иілу радиустарын шектеудің талап етілетін нормаларына, ОК жерде, су айдынында немесе телефон кәрізінде ұзақ уақыт болу жағдайында ОК-ның жұмыс қабілеттілігіне сенімді механикалық параметрлерді қамтамасыз етуі тиіс. Орнату екі түрлі болады: тұрақты және уақытша. Талшықты орнатудың ең көп таралған әдісі-дәнекерлеу арқылы қосылу, ол тұрақты түрге жатады. Бұл әдіс сенімдірек, тұрақты және көп шығын әкелмейді. Ол далалық жағдайларға жарамды, өйткені ол талшықтардың соңғы беттерін алдын-ала өңдеуді қажет етпейді.

Арнайы бөлім дипломдық жобалауды орындау кезінде келесі міндеттер қойылған:) ТОВЖ трассасының негізгі ерекшеліктерін зерделеу;) магистральдық беру жүйесі жұмыс істейтін телекоммуникациялық технологияны таңдау;) Жабдықты таңдау;) құрылған желінің негізгі параметрлерін эксперименталды түрде бағалау.

Жоғарыда аталған міндеттерді шешу қойылған мақсатқа қол жеткізуге мүмкіндік береді, атап айтқанда - магистральдық ТОВЖ жобалау.

Пайдаланылатын ақпараттық технологиялар нақты уақыт режимінде жүк және жолаушылар тасымалын басқаруға, пойыз билеттерін сатуға, клиенттермен қаржылық есеп айырысуды жүзеге асыруға, экономиканы басқаруға, материалдық-техникалық жабдықтауға және басқа да бірқатар міндеттерге

байланысты міндеттерді іске асыруды қамтамасыз етеді. Самара Ақпараттық-есептеу орталығы көрші жолдармен тікелей байланыс арналарымен байланысты.

Өңірлік орталықтың негізгі мақсаты-есептеу техникасын пайдалану базасында, бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу мен іске асыруда, есептеу техникасы құралдарының үздіксіз жұмысын қамтамасыз етуде ақпараттық-есептеу қызметтерін көрсету және оны жөндеуді ұйымдастыру. Уфа аймақтық орталығы 4 бөлімнен тұрады: бағдарламаларды енгізу және қолдау бөлімі, автоматтандырылған бухгалтерлік есеп бөлімі, техникалық қызмет көрсету бөлімі және автоматтандырылған басқару жүйелері бөлімі.

## 2.4 Магистральды жобалау

### 2.4.1 ТОБЖ трассасының негізгі ерекшеліктері

Алматы және Самара Тараз арасында көптеген аудан орталықтары арқылы өтетін ірі Республикалық маңызы бар автомобиль жолы бар. Әдетте, ТОБЖ трассасын таңдаудың маңызды критерийлерінің бірі-оның автомобиль жолымен өтуі. Бұл техникалық персоналға кабель төсеу орындарына және кірме жолдарды, ал зақымдалған жағдайда желідегі ақауларды жедел жоюды қамтамасыз етеді. Трассадан өту жолында елді мекендердің болуы қызмет көрсетілмейтін регенерациялық пункттерге (ОРП) орналастыруға және аудандық телекоммуникация тораптарының (РУТ) бұрыннан бар құрылыстарын пайдалануға мүмкіндік береді, бұл құрылыс жұмыстарының көлемін едәуір азайтады және жалпы Магистраль салуға жұмсалатын шығындарды азайтуға ықпал етеді. Жер бедерінің картасына сілтеме жасай отырып (4-сурет), жолдың жалғыз қолайлы нұсқасы айқын көрінеді. Бұл Магистральдың жалпы ұзындығы-460 км. Магистраль трассасы 30-60 м қашықтықта салынады. (жер бедерінің нақты жағдайларына байланысты) автомобиль жолының осінен.

Жабдықты таңдау) магистральдық желілерге арналған оптикалық кабель ұзындығы 170 км-ге дейінгі регенерациялық учаскелерді іске асыруға мүмкіндік беретін толқын ұзындығы 1,55 мкм болатын кабельдерді қызықтырады. елді мекендер арасындағы максималды қашықтық 125 км болатындығын ескере отырып, қымбат қызмет көрсетілмейтін регенерациялық пункттерсіз жасауға болатын параметрлері бар кабельді таңдау қажет. Біз "Siemens" компаниясының келесі типтегі кабелін таңдаймыз:

A D F (ZN) 2y 4×24 E 9/125 0,36 F 3,5+0,24 H 18LG.

Әріптік және цифрлық белгілердің декодтауын берейік:

а-сызықтық кабель;

- толтырылған көп талшықты модуль;

- гидрофобты толтыру; - металл емес күшейткіш элемент;

Ү-полиэтилен қабығы;

- модульдер саны;

- модульдегі талшықтар саны;

- бір режимді талшық;
- өзек диаметрі, мкм;
- қабық диаметрі, мкм;
- толқын ұзындығындағы сөну коэффициенті 1,55 мкм, ДБ/км;
- толқын ұзындығы 1,3 мкм;
- хроматикалық дисперсияның меншікті коэффициенті, пс/нм \* км,
- толқын ұзындығы 1,3 мкм;
- 0,24- өшулік коэффициенті, дБ / км, толқын ұзындығы 1,55 мкм; - толқын ұзындығы 1,55 мкм;
- нақты хроматикалық дисперсия, толқын ұзындығы 1,55 мкм;
- бұралу бұралуы; кабельдің құрылыс ұзындығы 6 км-ге тең, желіде минималды әлсіреуді қамтамасыз ету үшін таңдалады. ) ОК мониторинг жүйесі байланыс желілерінің ОК үздіксіз мониторингінің автоматтандырылған жүйелері бірқатар шетелдік компанияларда шығарылады. Қазіргі уақытта Ресей нарығында осындай жабдықтың жетекші әлемдік өндірушілері шығаратын төрт rfts жүйесі бар: AccessFiber (Agilent Technologies компаниясы, бұрынғы Hewlett-Packard, HP); Atlas (wavetek Wandel&Goltermann компаниясы); FiberVisor (EXFO компаниясы);

## **2.5 MLink-stm16 / 64 оптикалық мультиплексоры**

STM-16/64 деңгейіне дейін деректерді беруді ұйымдастыруға қабілетті және қала деңгейіндегі байланысты (MAN) қамтамасыз етуге және тасымалдаушылардың орталық және перифериялық тораптарында жұмыс істеуге арналған. Жүйе үлкен кросс-коммутация мүмкіндіктерімен, икемді қол жетімділігімен, кең өткізу қабілеттілігімен және желінің сенімділігімен ерекшеленеді. MLink - STM16/64 жүйесі жоғары интеграцияланған ASIC чиптерін, аппараттық және бағдарламалық жасақтаманың толық үйлесімділігін, ASON/GMPLS басқару жазықтығын және пайдалану мен техникалық қызмет көрсетуді жеңілдету үшін арнайы дизайнды қолдана отырып, операторларға күрделі және операциялық шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.



2.1 - сурет – MLink-STM16 / 64

Негізгі міндеті функционалдылық: кез-келген топологияның талшықты-оптикалық байланыс желілерін құру: "жұлдыз", "ағаш", "сақина", "аралас";

Жоғары сыйымдылықтағы бұғатталмайтын кросс-коммутация матрицалары арқылы қарапайым және оңай кеңейтілетін тармақталған желілерді құру;

MLink-Manager-STM басқару жүйесіндегі оптикалық қабылдағыш-таратқыштардың мониторингі;

жұмыс істеп тұрған айналма және магистральдық желілерге интеграциялау және кейбір жағдайларда бастапқы мультиплексорларды пайдаланудан бас тарту мүмкіндігі;

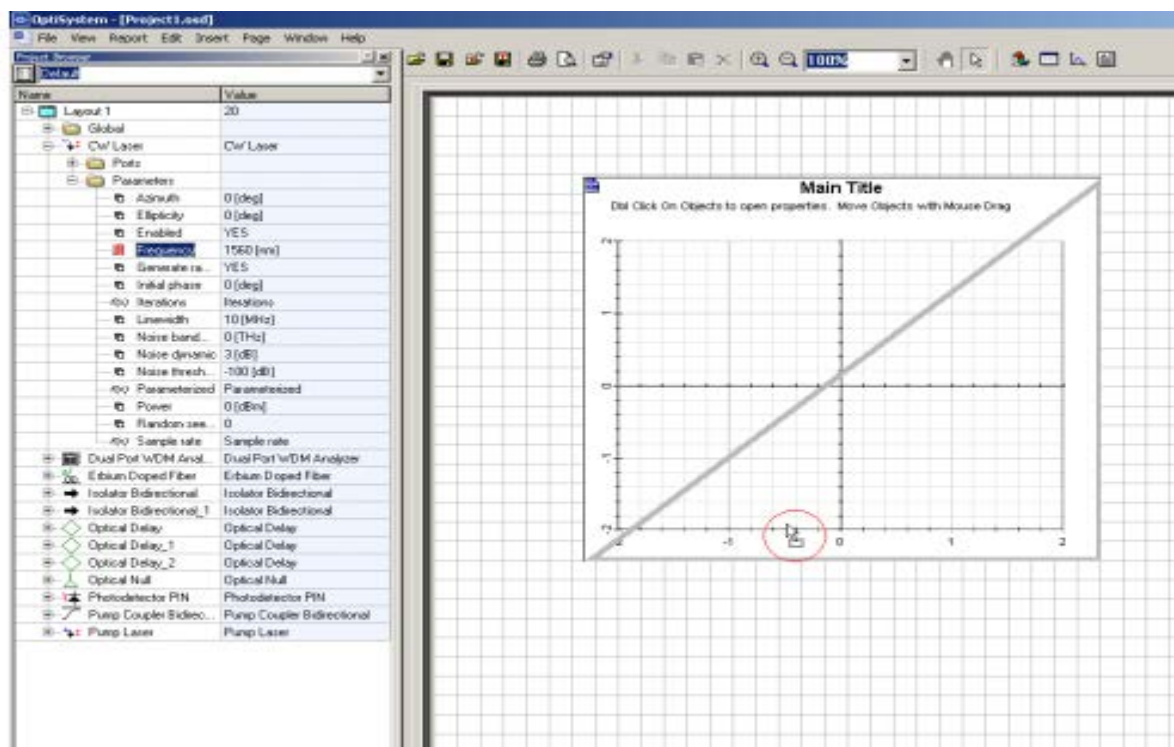
оптикалық күшейткіштерді (EPFA) пайдалану; беру модулі екі оптикалық талшық бойынша толқын ұзындығы 1310нм және 1550нм болатын екі оптикалық ағын.

Қолдау көрсетілетін интерфейстер: ) сызықтық интерфейстер: STM-1, STM-4, STM-16, STM-64. ) Пайдаланушы интерфейстері: FXO/FXS; STM-1, STM-4, STM-16; E1, E3; Ethernet: FE және GE (transparent/L2 режимдері), RPR. Ge31-x. 2700f әмбебап регенераторы.



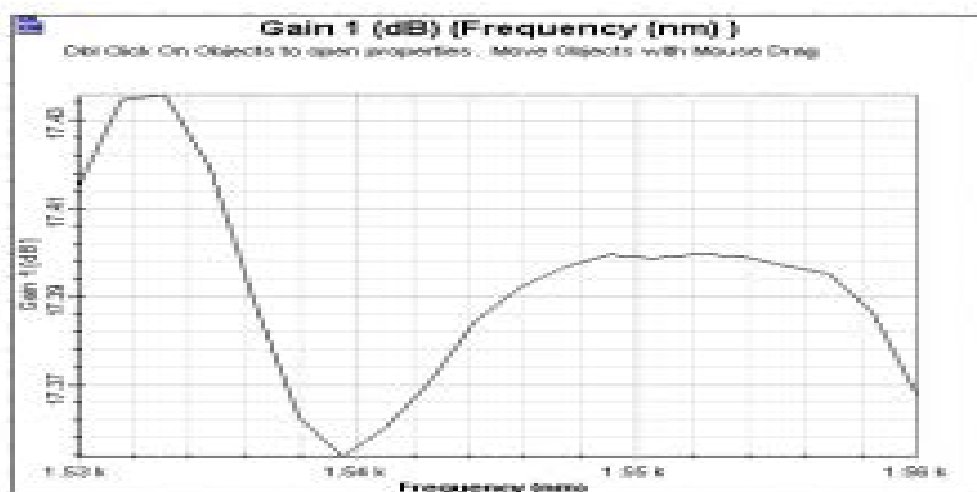
### 3 Optisystem бағдарламасында есепті өрнектеу

Графикте Жиілік параметрі түсірілген есеп бетінің көрінісі келтірілген.

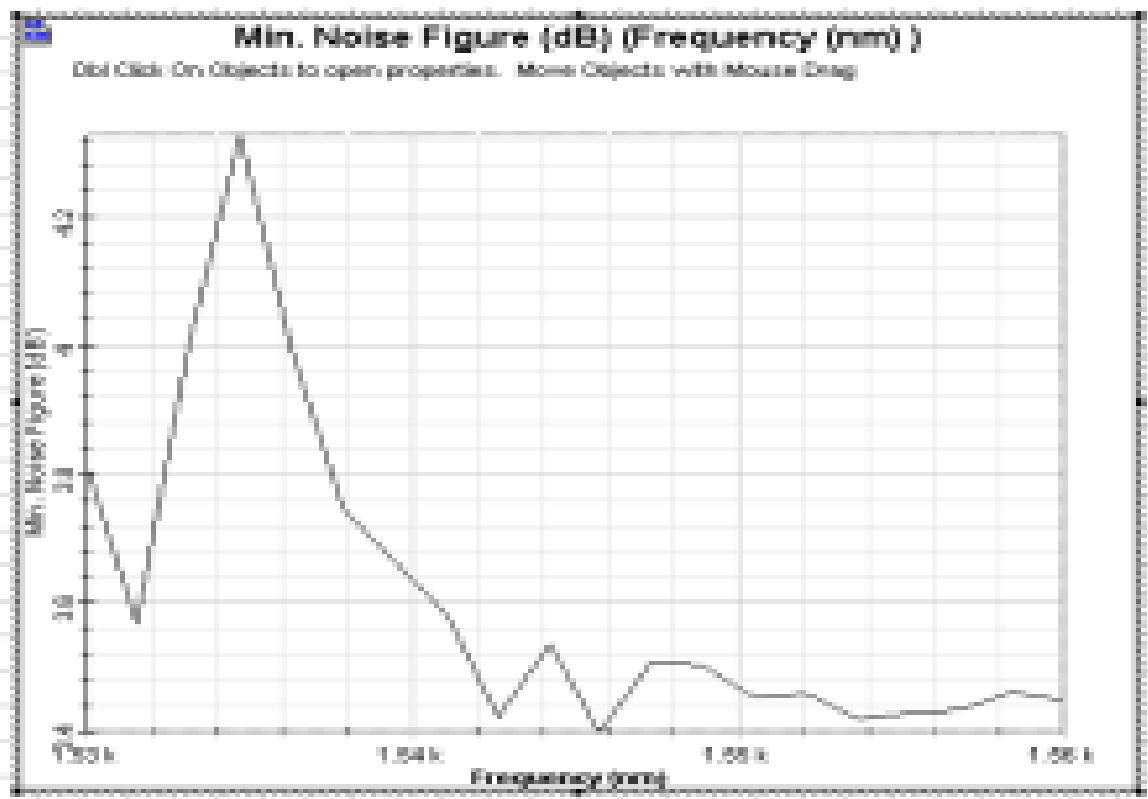


3.1-сурет – Жиілік параметрі түсірілген есеп бетінің көрінісі

3.1-суретте (а) Күшейту  $X$  толқын ұзындығы және (б) NF  $X$  толқын ұзындығы келтірілген.



3.2-сурет – Толқын ұзындығының өшулікке тәуелділігі



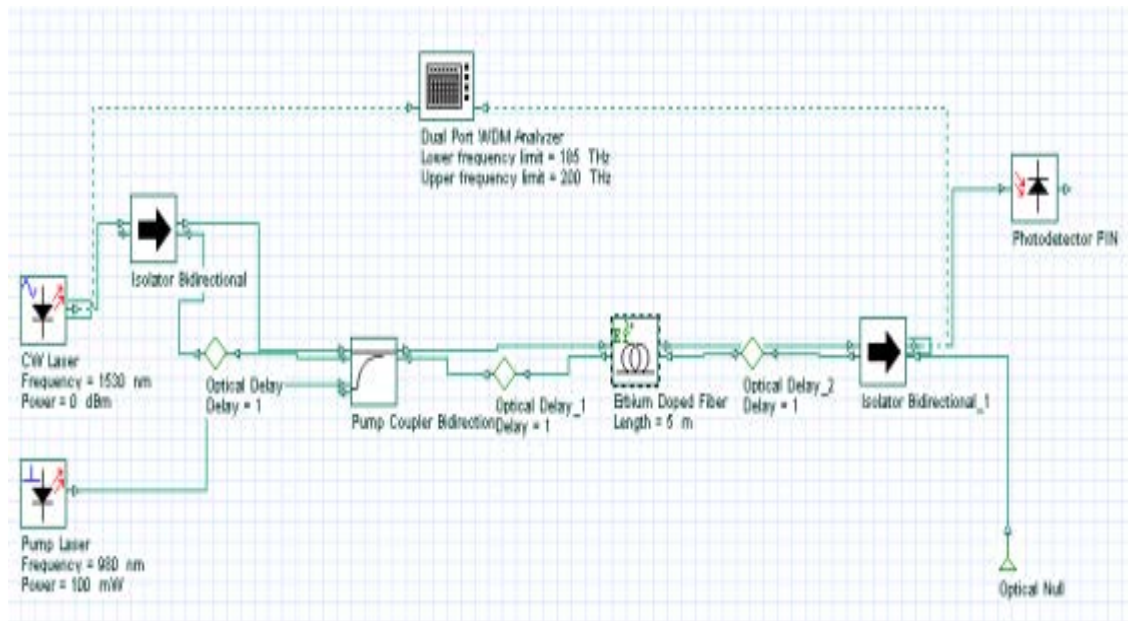
3.3-сурет - Оңтайландырылатын жүйенің орналасуы

### 3.1 Талшықтың ұзындығын оңтайландыру

Күшейткіштің сипаттамаларын талдау үшін оларды қолданумен қатар (мысалы сигналдың толқын ұзындығына қарсы күшейту және талшықтың ұзындығына қарсы күшейту ретінде), пайдаланушы күшейткіштің дизайны үшін ең жақсы параметрлерді табу үшін оңтайландыру құралын жасау керек.

Бұл мысалда біз сигналдың максималды пайдасын алу үшін ең жақсы талшықтың ұзындығын табу үшін оңтайландыру құралын қолданамыз.

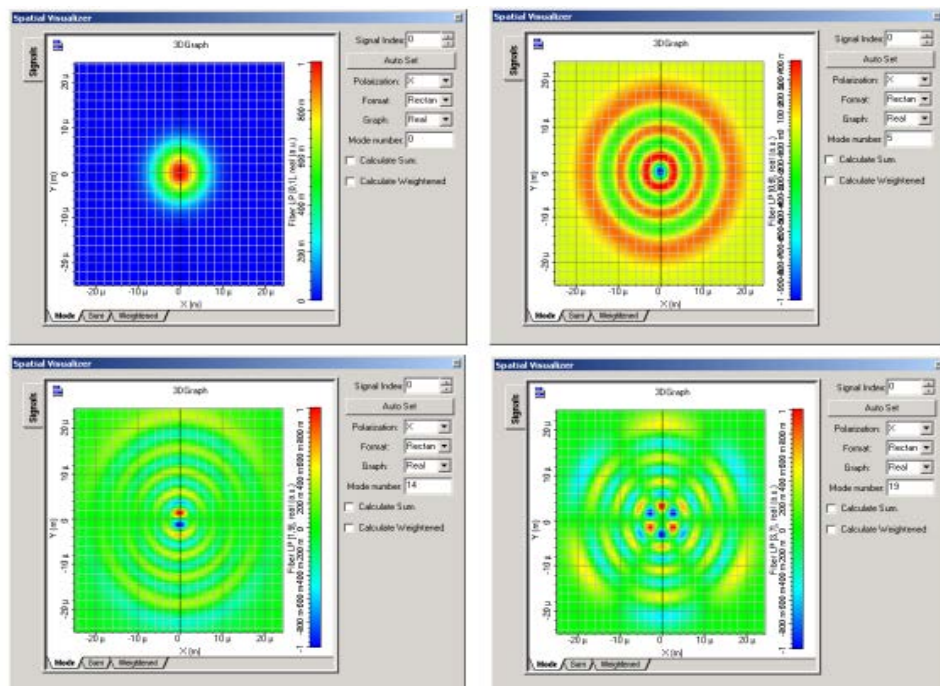
Суретте көрсетілген етіп сұлбаны жинау керек. Бұл қадамды оңтайландыру үшін қос портты WDM мультиплексорын пайдаланып, талшық ұзындығын оңтайландырамыз.



3.4 - сурет – Мультиплексор қосу

### 3.2 Мультимодты компоненттермен жұмыс

0, 5, 12 және 15 режимдерін көрсететін талшық шығысындағы кеңістіктік визуализаторын қолдану. Ол көп модальды талшықтың визуалды көрінісін көрсетеді.



3.5-сурет – Кеңістіктік визуализатор қосу

Сондай-ақ, біз муфтаның коэффициенттерін және талшықтың шығысындағы модальды кідірісті елестете аламыз. Әрбір кіріс сигналының толқын ұзындығы мен кеңістіктік режимі үшін мультимодты талшықты қолдану арқылы есептей алады (3.5-сурет):

### 3.3 Оптикалық таратқыштар

Оптикалық таратқыштың рөлі:

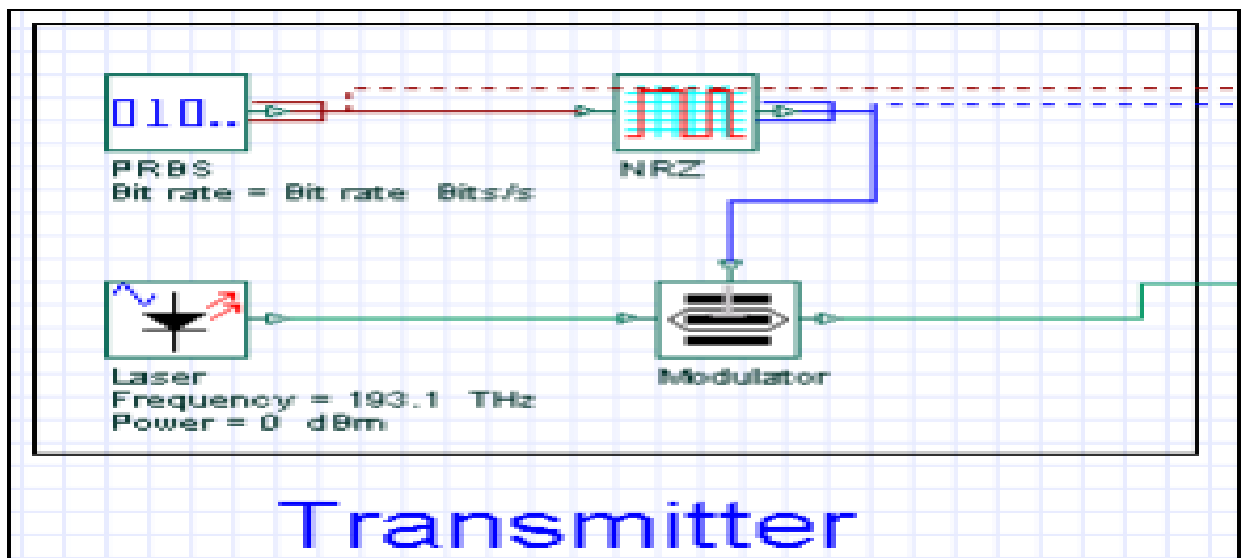
- электр сигналын оптикалық түрге түрлендіру.

Алынған оптикалық сигналды оптикалық талшыққа қосыңыз.

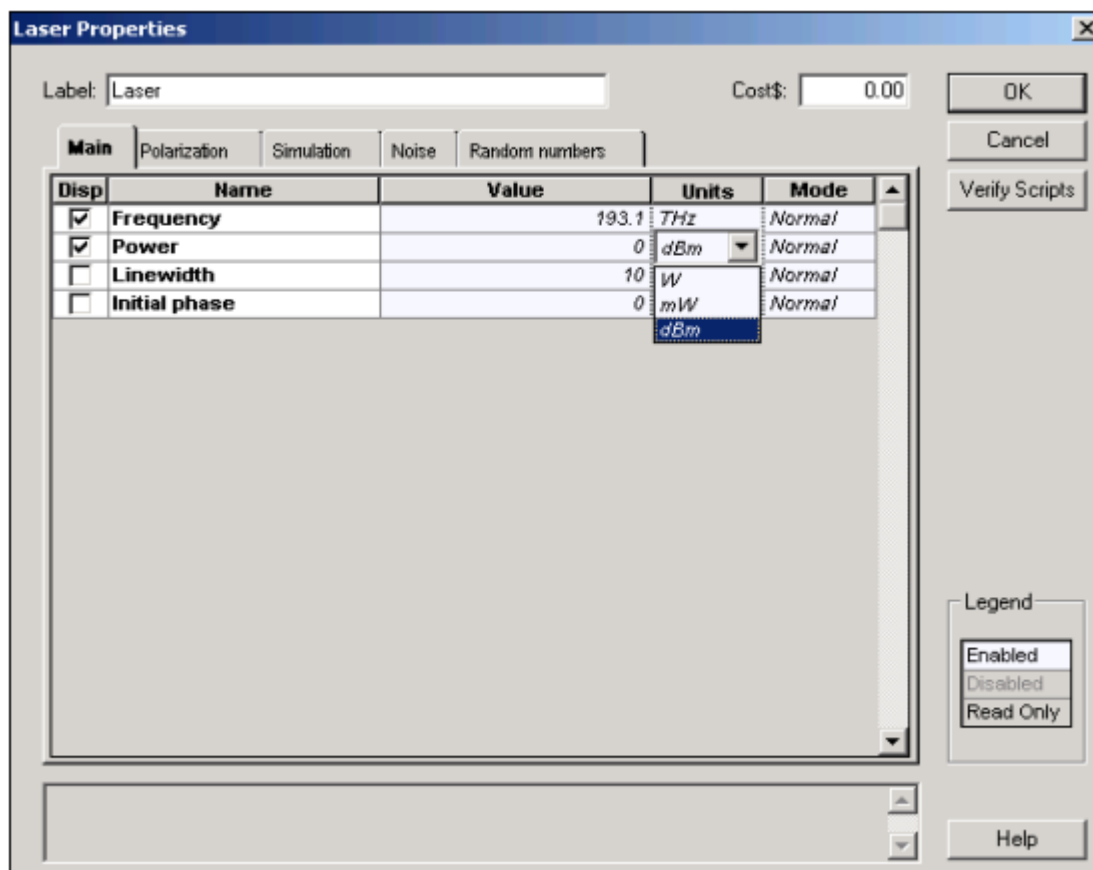
Оптикалық таратқыш келесі компоненттерден тұрады:

- оптикалық көзі;
- электрлік импульстік генератор
- оптикалық модулятор.

Іске қосылған қуат маңызды параметрі болып табылады, бұл талшықтың қанша жоғалуы мүмкін екенін көрсетеді. Ол көбінесе анықтамалық деңгей ретінде 1 мВт болатын дБм бірліктерінде көрсетіледі.



3.6-сурет – Лазерлік қуат блоктары



3.7-сурет – Таратқыш компоненттері

### 3.4 Жарықдиодтары модуляция

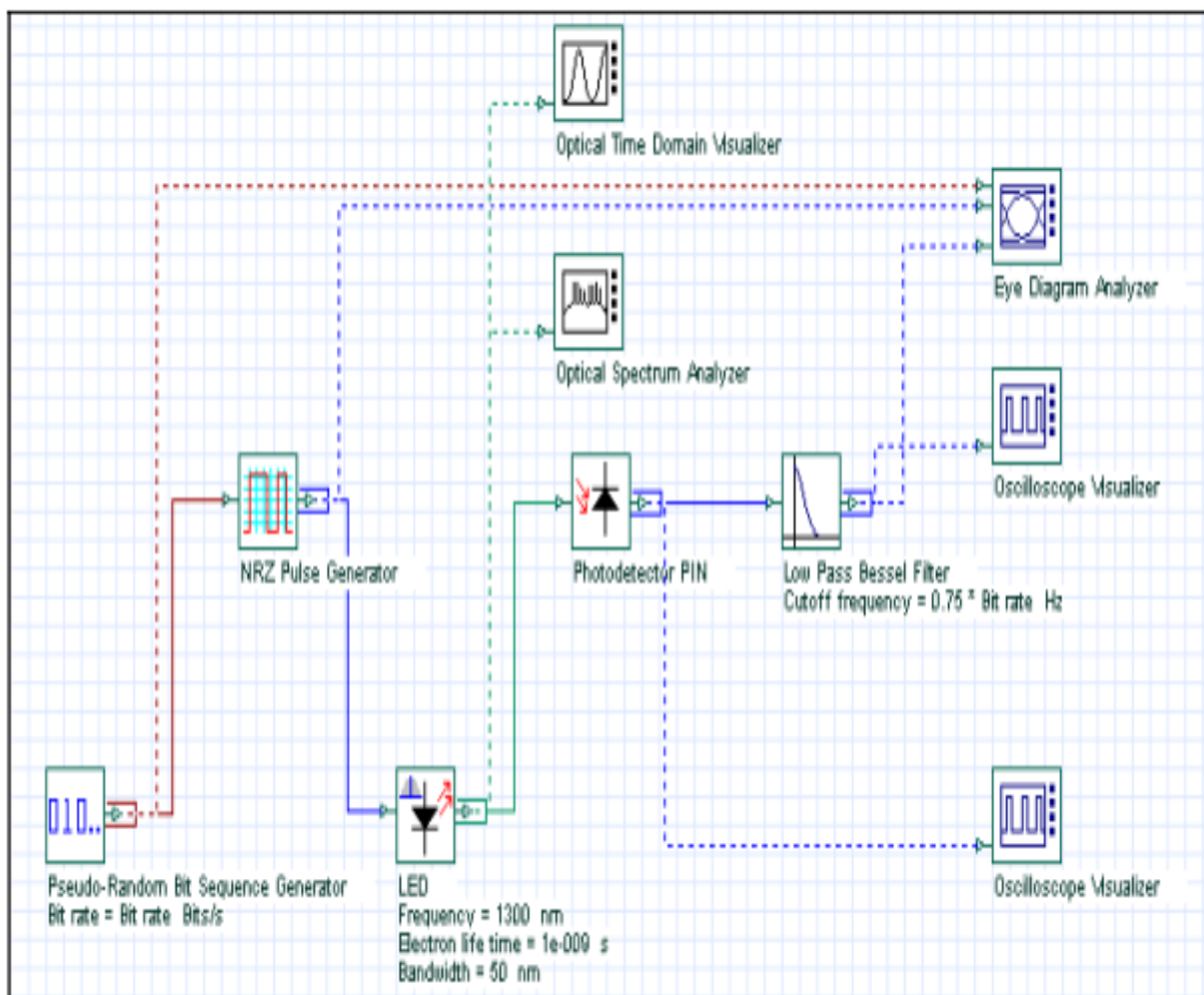
Жарық диодының жиілік реакциясы тасымалдаушының өзгеру динамикасымен анықталады (сондықтан тасымалдаушының қызмет ету мерзімі  $\tau$ ) және жарық диодының паразиттік сыйымдылығымен шектеледі (RC тұрақтысы  $\tau_c$ -мен сипатталған) [2].

Егер кішкене, тұрақты алға жылжу қолданылса, паразиттік сыйымдылықтың әсері жарықдиодты елемеуге болады. Жарықдиодты 3-дБ модуляциясының оптикалық өткізу қабілеттілігі анықталды

Жарықдиодты қуат беру функциясындағы модуляция жиілігі 3 дБ-ге азайған сайын жарықдиодты 3-дБ модуляциясының оптикалық өткізу қабілеттілігін келесі түрде көрсетуге болады:

$$f_{3dB} = \sqrt{3}/2\pi/(\tau_n + \tau_{RCn}) \quad (3.1)$$

Біз жарықдиодты модуляцияға жауап беру қасиеттерін көрсеткіміз келеді. жоба 1-ші суретте бейнеленген.



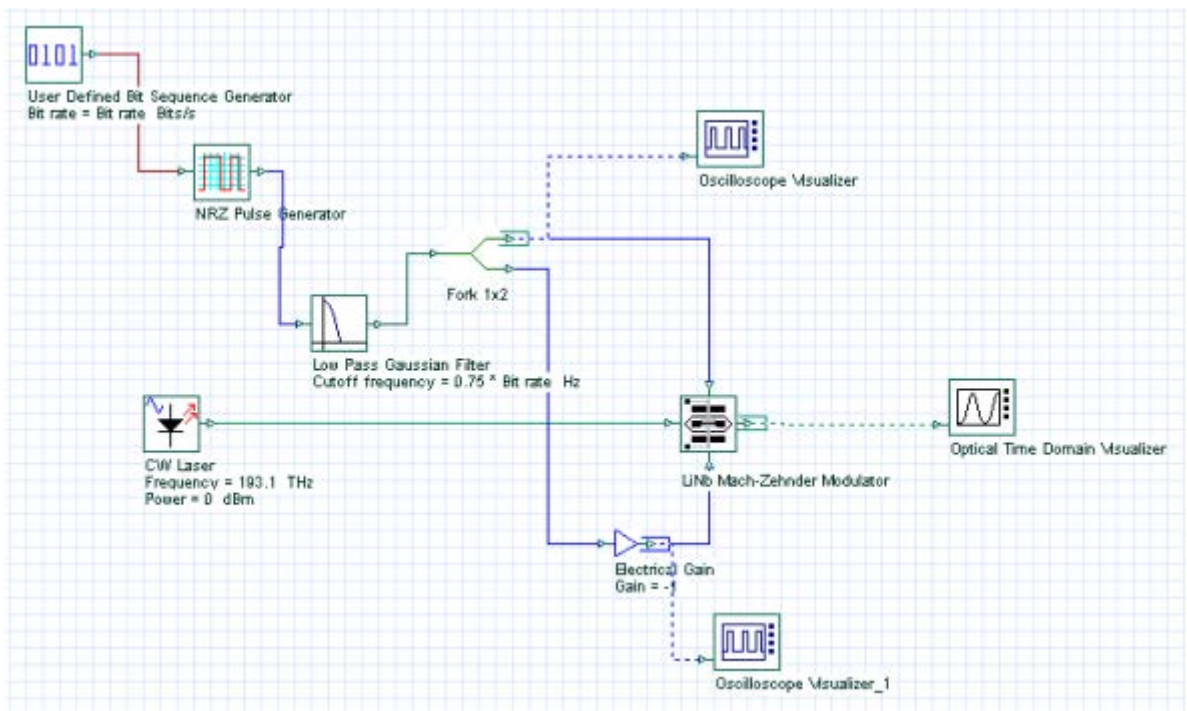
3.8-сурет – Жобаның макеті

### 3.5 Mach-Zehnder литий ниобат модуляторлары

Бұның мақсаты - қолданылатын кернеу арасындағы байланысты көрсету.

Шығыс формасындағы Z Литий Ниобат модуляторлары. Шуыл жоғары биттік жылдамдықтағы жарық толқыны жүйелеріндегі маңызды элемент болып табылады, себебі ол жүйе қашықтығының шегіне кедергі келтіруі мүмкін [1]. Сыртқы модуляторлар шуылды азайту немесе жою әдісін ұсынады, себебі лазер тар сызық ені, тұрақты күй режимінде тұрады.

Сыртқы модулятор әдетте LiNbO<sub>3</sub> модуляторы немесе электр сіңіру модуляторы болып табылады. Бұл жерде LiNbO<sub>3</sub> талданады. Мұнда модулятор 1-суретте көрсетілген қос жетекті дизайнда талданады (мұндағы  $v_1 - v_2 =$ ).

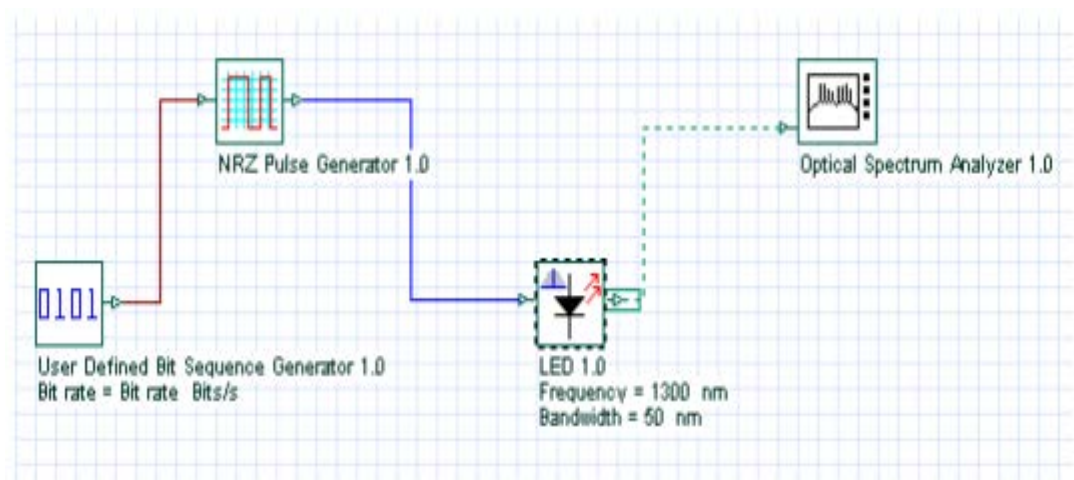


3.9-сурет – Қос жетекті жүйенің орналасуы

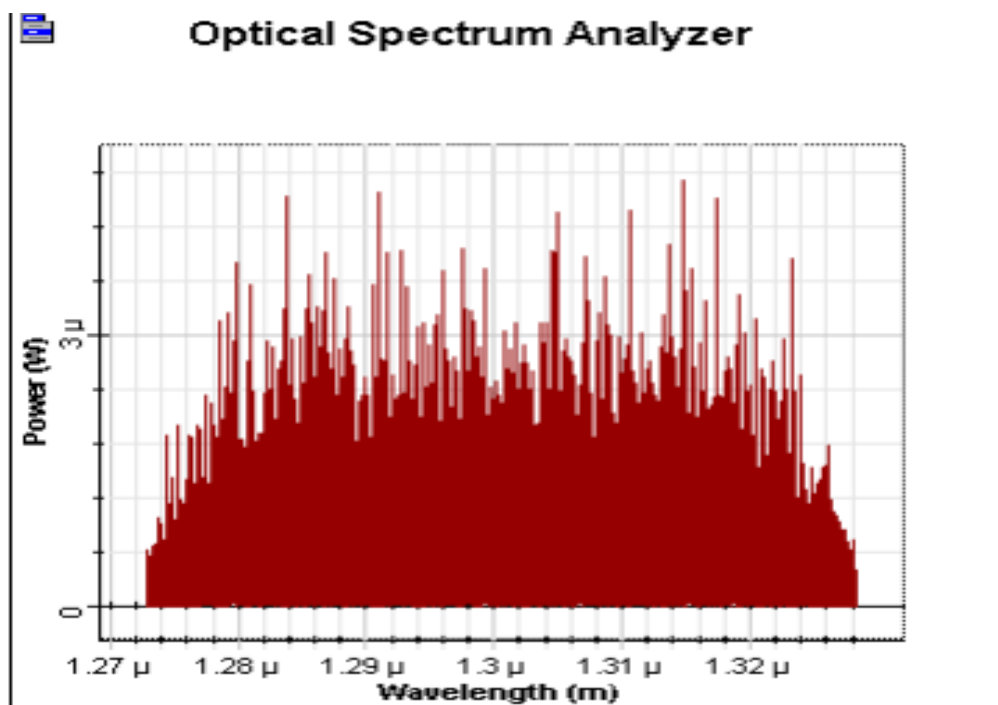
### 3.6 Жарықдиодты спектрлік таралуы

Оптикалық көздің спектрлік таралуы дисперсия арқылы оптикалық жүйенің өнімділігін анықтайды [1], [2]. ЖАРЫҚ ДИОДЫНЫҢ спектрлік таралуы әдетте Гаусс пішініне ие эмиссия спектрімен анықталады. 1300-1500 нм аймақта жарық диодының спектрлік ені 50-ден 50-ге дейін өзгереді

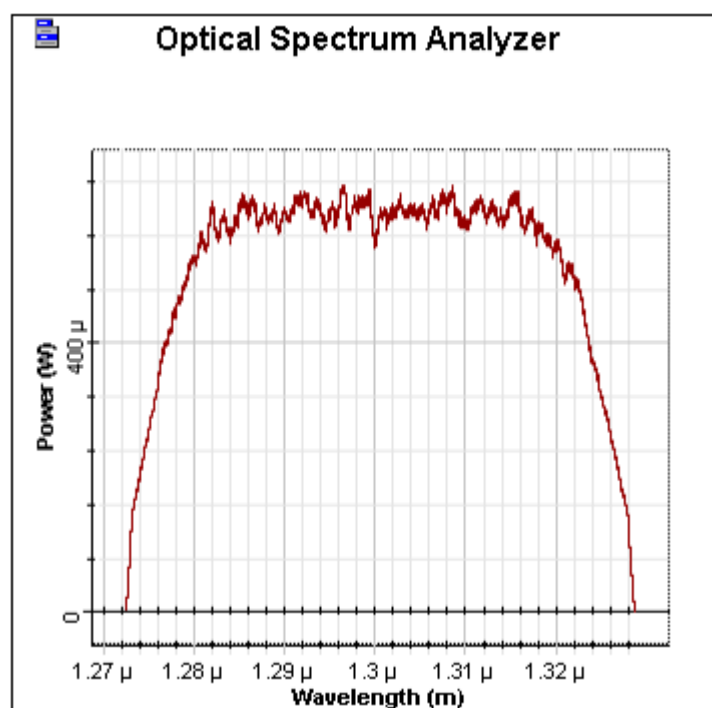
Толқын ұзындығы 1300 нм болатын жарық диодының спектрлік ені талданады. Жоба 1-суретте көрсетілген.



3.10 - сурет – Жобаның макеті



3.11-сурет – Оптикалық спектрлік анализатор жұмысы

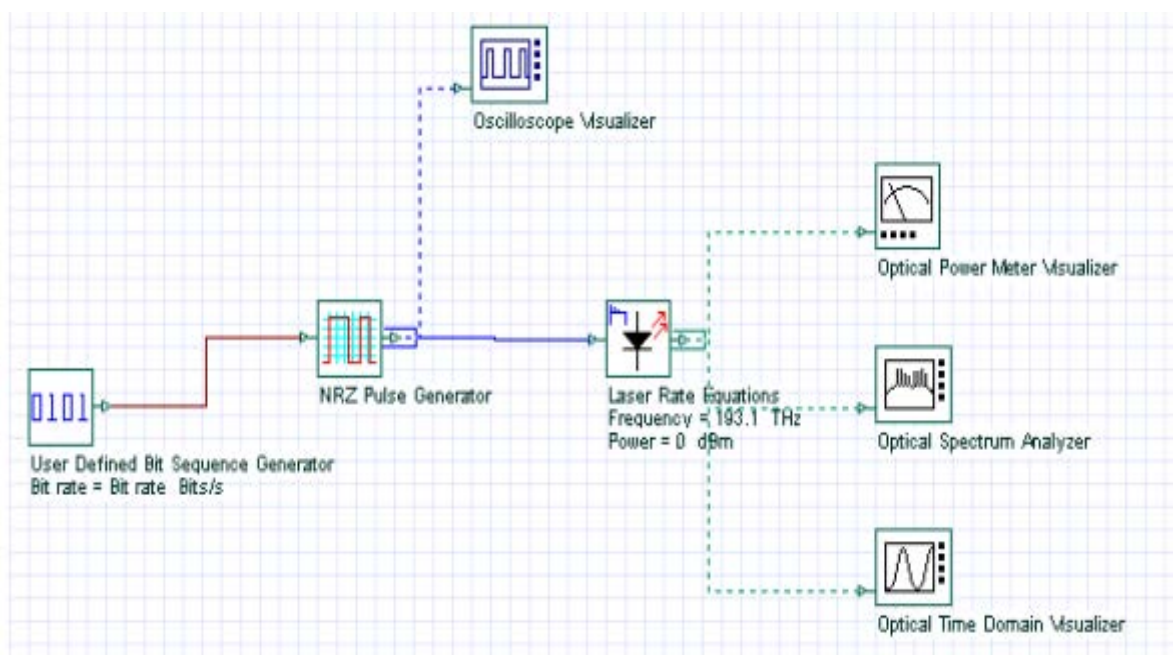


3.12-сурет – 1 нм-ден ажыратылған спектрлік таралу

Жартылай өткізгіш лазер l-і қисығы. Жарық-Ток (LI) қисығы жартылай өткізгіш лазердің сәулелену қасиеттерін сипаттайды, өйткені ол белгілі бір қуат алу үшін қолданылуы керек токты көрсетеді. Біз әдепкі  $I = 33,45\ \text{мА}$  болатын

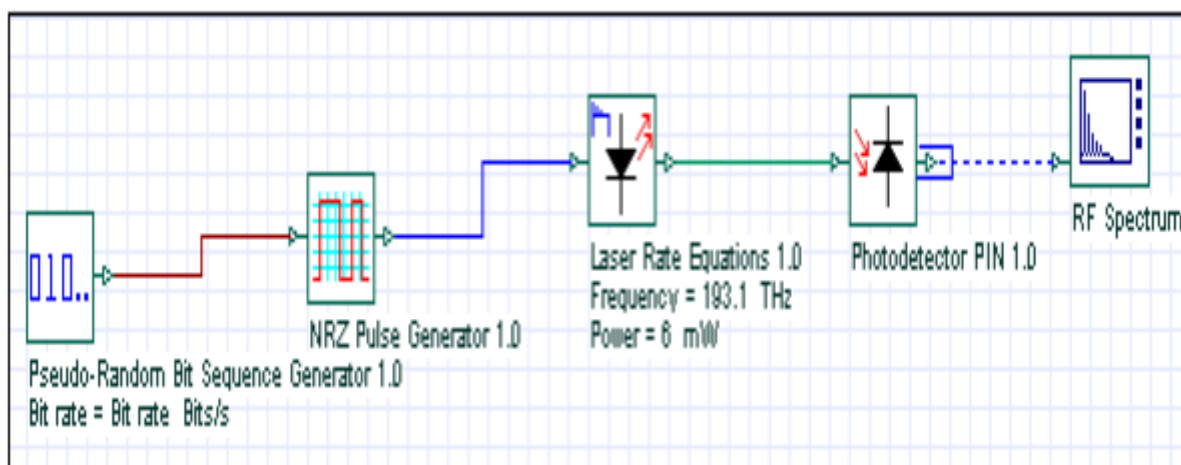


лазерлік жылдамдық теңдеуінің моделінің LI қисығын көрсетеміз. Жоба суретте бейнеленген.

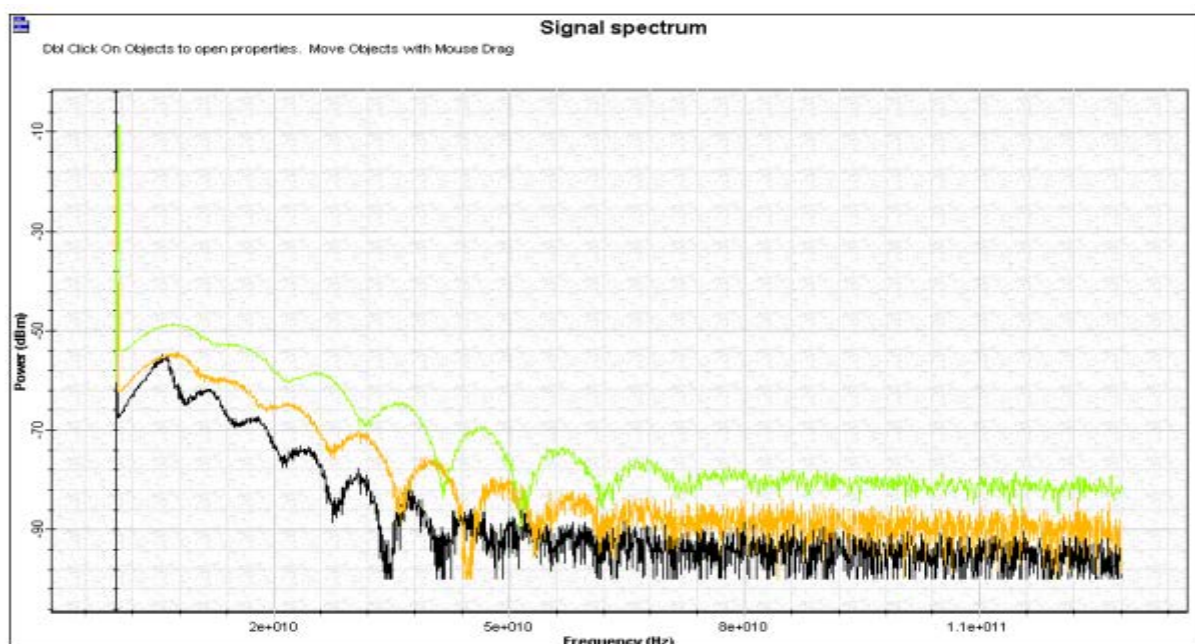


3.13-сурет – Лазерлік шу және сызық ені

Лазерлік арқындылықтағы шу. Бірнеше қуат деңгейлерінде CW жұмысындағы лазерлік спектралды көрсетеді.



3.14-сурет – Лазерлік қарқындылықтағы шу



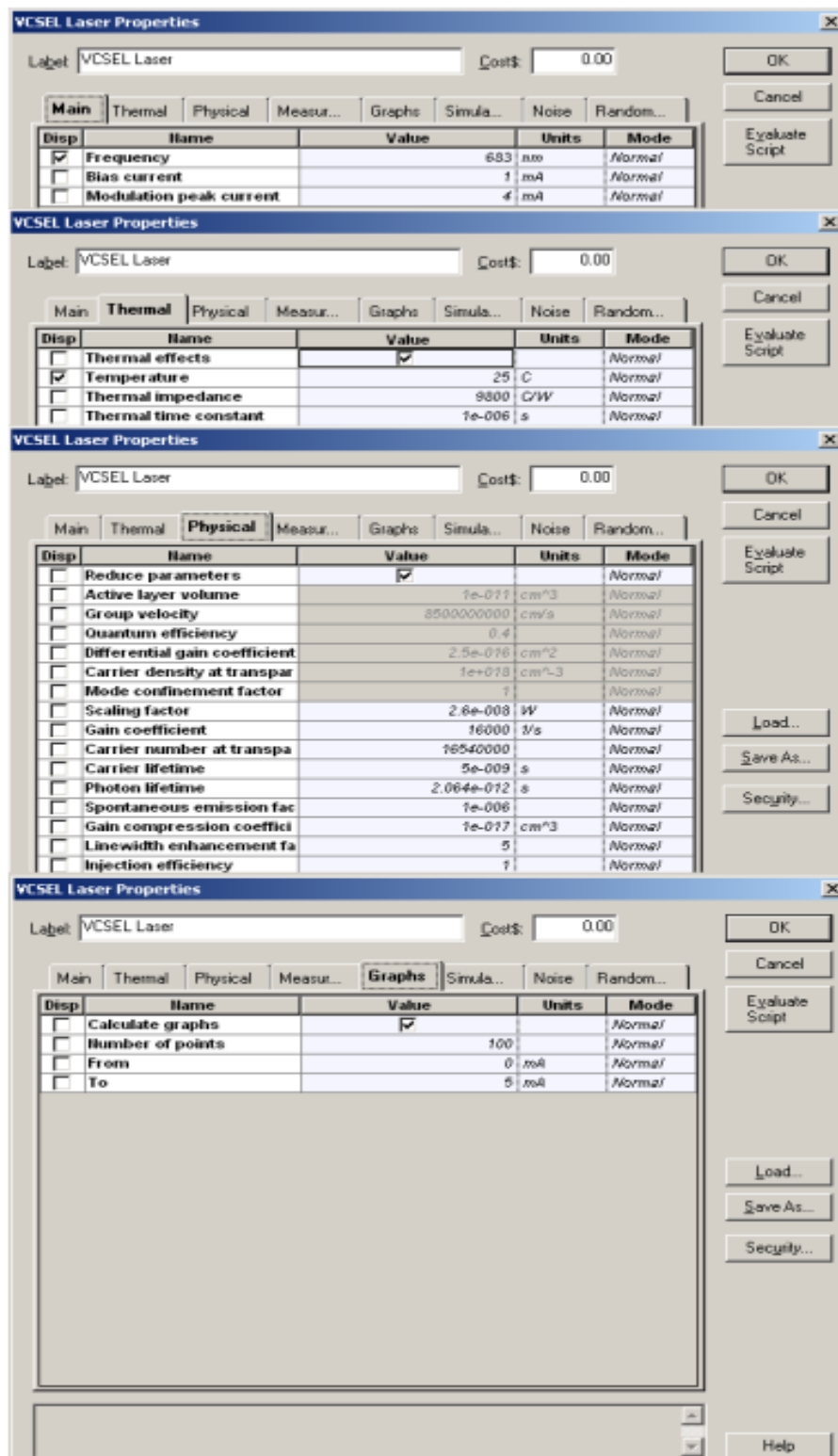
3.15-сурет – Шуыл спектрі

### 3.7 683 нм лазер

Оптикалық ЖҮЙЕНІҢ VCSEL компонентінің лазерлік параметрлері [2] - ден 683 нм VCSEL-мен бірдей болуы керек.

Кесте 3.1 – 683 нм VCSEL параметрі

Параметры	Мәндері
Жилігі	683 nm
Жылу кедергісі	9800
Жылу уақытының тұрақтысы	1e-006
Масштабтау коэффициенті	2.6e-008
Пайда коэффициенті	16000
Ашықтықтағы тасымалдаушы нөмірі	16540000
Тасымалдаушының қызмет ету мерзімі	5e-009
Фотонның қызмет ету мерзімі	2.064t-12
Өздігінен эмиссия коэффициенті	1e-006
Инъекция тиімділігі	1
Максималды кіріс тогы	5
a - Ioff(T)	-2.734e-4
b - V(T)	0.829
c - V(I)	1.721275

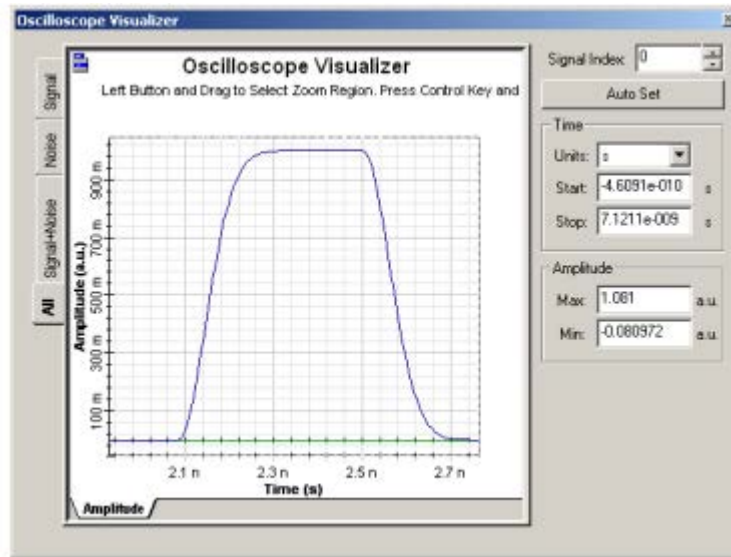


3.16-сурет – 683 нм лазерге арналған VCSEL параметрлері

Алдымен электр импульсінің пішінін салыстыру керек.

Орналасудағы «Осциллограф Визуализаторын» екі рет нұқу арқылы жүргізіледі. 3.16-суретте лазер кірісінде қолданылатын импульс көрсетілген. Импульс [1] алдыңғы суретте көрсетілгенге өте ұқсас. Импульстердің

амплитудасы сәл өзгеше, Өйткені оптикалық жүйе қалыпты импульсті тудырды. Лазер кірісіне қолданылатын импульс суретте көрсетілген.



3.17-сурет – Лазер кірісіне қолданылатын импульс

Біз Бит жылдамдығын 40 Гб/с-қа тең етіп орнаттық, бұл 25 пс/ бит ұзақтығына сәйкес келеді. Оптикалық Гаусс Импульстік Генераторының "ені" үшін әдепкі 0,5 мәнін пайдаланып, импульстің алынған FWHM мәні 12,5 пс құрайды. Бір модальды SMF үшін 1,55 мкм мәнін пайдаланды.

### 3.8 Дисперсия ұзындығы

Топтық жылдамдық дисперсиясының (GVD) гаусс импульсінің таралуына әсері «сызықтық» режимде оптикалық талшықтардағы импульстің таралуына топтық жылдамдық дисперсиясының (GVD) әсерін көрсету. GVD-мен байланысты негізгі әсерлер:

- GVD индукцияланған импульстің кеңеюі;
- GVD индукцияланған импульстің шуылы;
- Импульсті қысу.

GVD-нің импульстің оптикалық таралуына әсерін сипаттайтын теңдеу [1]:

$$\frac{\partial E}{\partial z} = \frac{\beta_2}{2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}, \quad (3.1)$$

Гаусс пішіні бар кіріс импульсі үшін,

$$E(z = 0, t) = \sqrt{P_0} \exp\left(-\frac{t^2}{2T_0^2}\right) \quad (3.2)$$

Импульстің ені (импульстің толық еніне максимумның жартысына байланысты, импульстің ұлғаюымен (импульстің кеңеюімен) байланысты [1]:  
(3)

$$T(z) = \left[ 1 + \left( \frac{z}{L_D} \right)^2 \right]^{1/2} T_0 \quad (3.3)$$

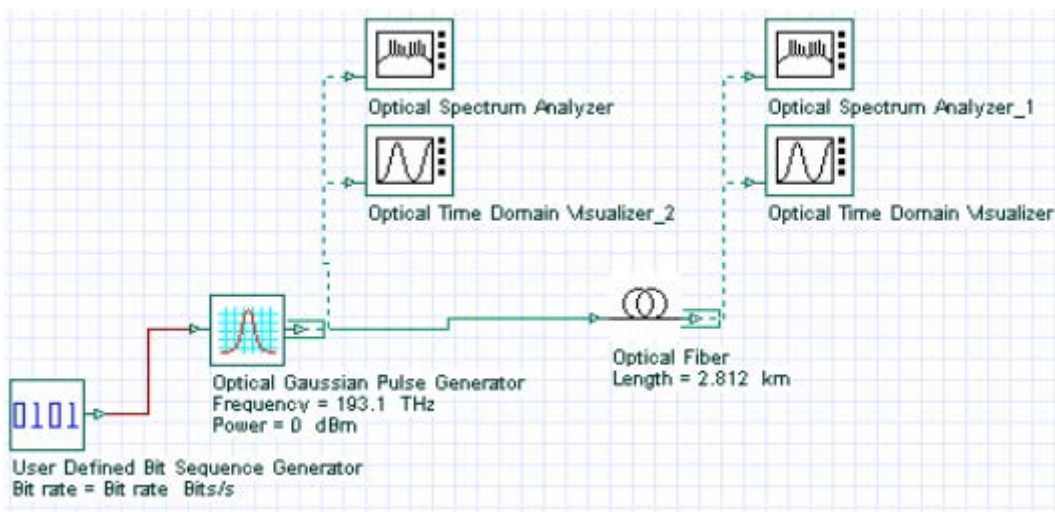
Топтық жылдамдықтың дисперсиясының (gvd) гаусс импульсінің таралуына әсері.

Демек, GVD-ге байланысты қуаттың ең жоғары өзгерістері: Pz-ге дейін

$$P(z) = \frac{P_0}{\left[ 1 + \left( \frac{z}{L_D} \right)^2 \right]^{1/2}} \quad (3.8)$$

3 және 4-ші теңдеуде шама дисперсия ұзындығы болып табылады. Оның мағынасы өте қарапайым: LD-ге тең қашықтықты таратқаннан кейін импульс 2 есе кеңейеді .

Мұны көрсету үшін біз келесі қарапайым жобаны жасадық (1-сурет).



3.18-сурет – GVD жобасының орналасуы

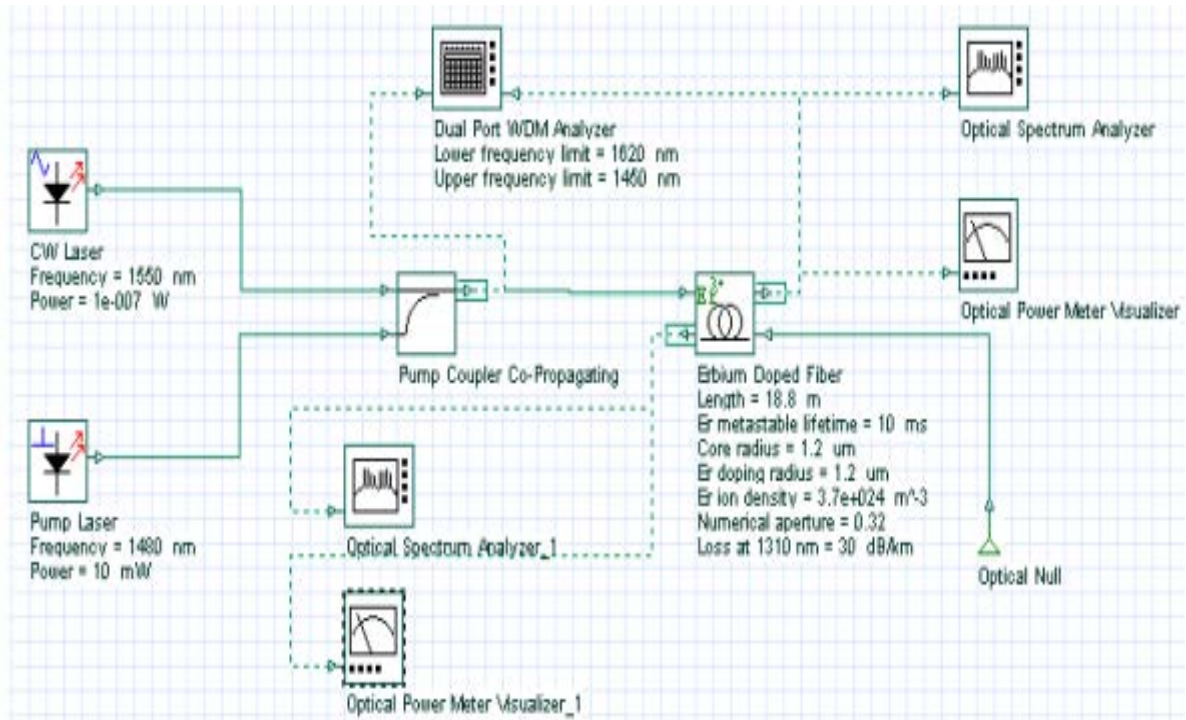
Кеңейген импульс дисперсиясы 7,5 пс тең болды.

$$T \approx \frac{T_{FWHM}}{1.665} = \frac{12.5ps}{1.665} = 7.5ps$$

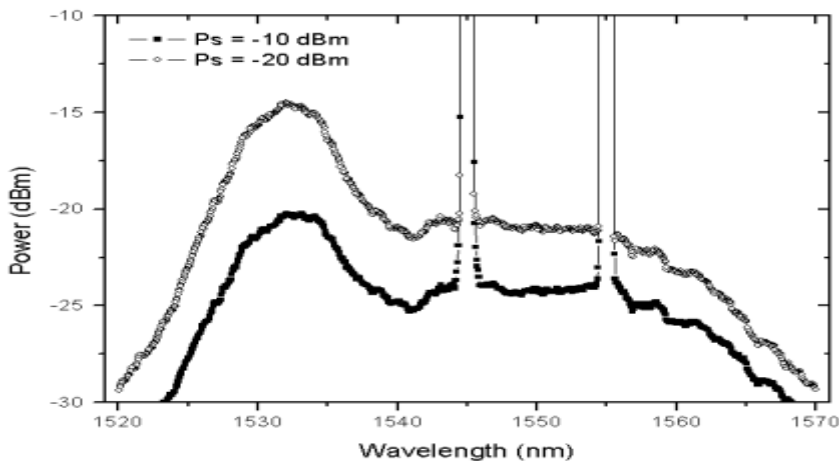
Ал дисперсиямен шектелген регенерациялық ұзындық 2,812 км. Бұл дегеніміз әрбір 2,812 км сайын регенераторлық пункт қойылу керек.

$$L_D = \frac{T_0^2}{|\beta_2|} = \frac{(7.5^2)}{20} = 2.812 \text{ km}$$

### 3.9 Эрбий қосылған талшықтық күшейткішті және шуды талдау



3.19-сурет – Қарастырылған жүйенің орналасуы



3.20-сурет - Қаныққан күшейткіштің екі арналы күшейткішінің ШЫҒЫС спектрлері

## ҚОРЫТЫНДЫ

Алматы-Тараз арасында 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 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.

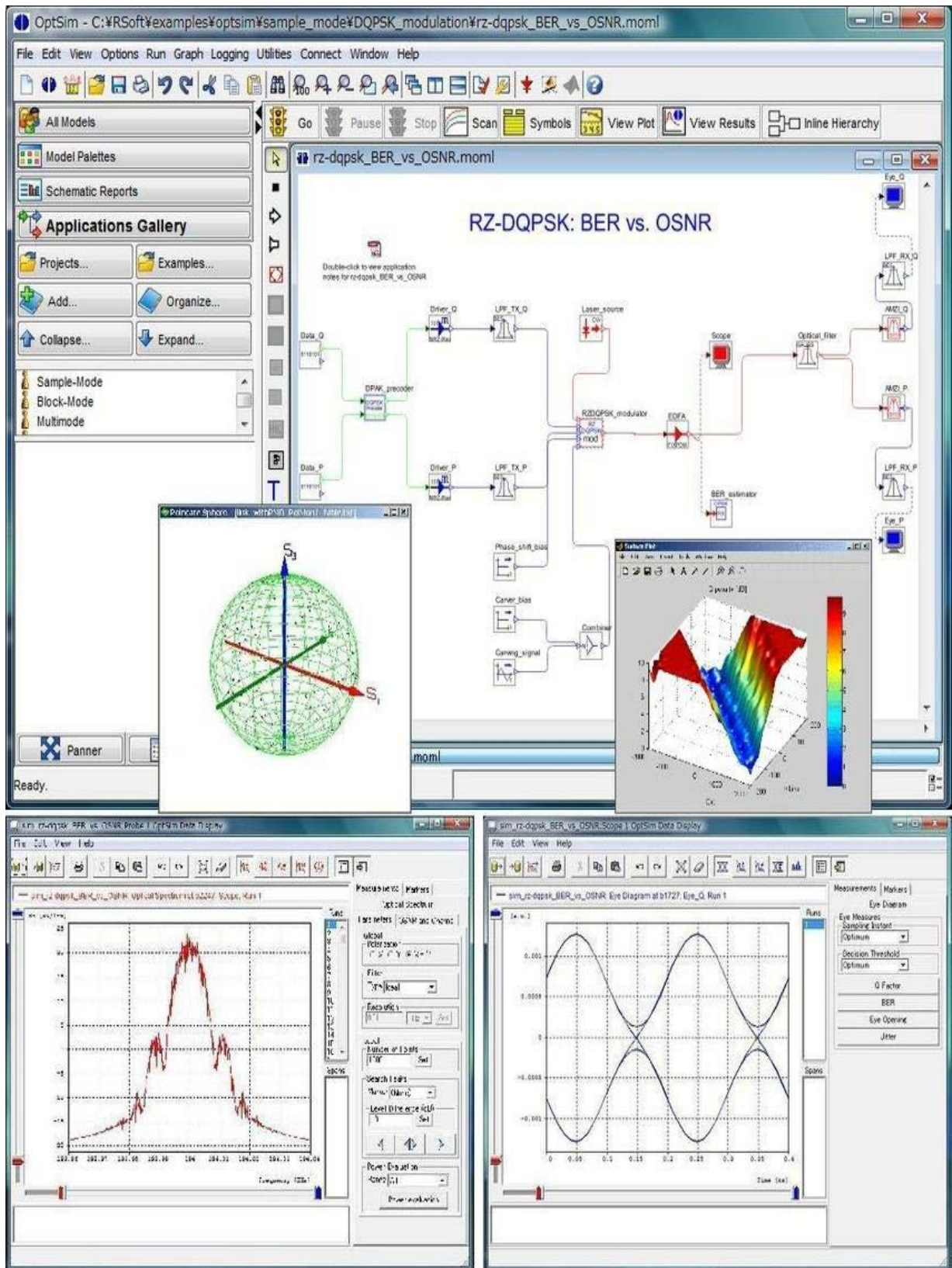
OPTISUM бағдарламасында есептеулер жүргіздім.

## 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
- 16 <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=803540>.
- 17 [OptiSystem\\_Tutorials\\_Volume\\_1.book \(optiwave.com\)](http://OptiSystem_Tutorials_Volume_1.book(optiwave.com)).



# ҚОСЫМША А



## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Сәбит Рамазан Асхатұлы

6B07104 – Electronic and Electrical Engineering

Тақырыбы: «Optisum бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге талдау»

Бұл дипломдық жұмыста ТОБЖ талдау, пайдаланудың негізгі талаптары, және құрылғылардың негізгі сипаттамасы, әртүрлі оптикалық құрылғылар келтірілген.

Бұл дипломдық жұмыста «Optisum бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге талдау» тақырыбы қарастырылды. Салыстырмалы талдау жүргізілді, сонымен қатар көптеген құрылғылардың сипаттамалары ұсынылды. Сондай-ақ, жұмыс істеу қабілетін едәуір арттыруға болатын нұсқалар ұсынылды.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Оптикалық құрылғыларды қолдану нұсқалары, құрылғылар, компоненттері, заманауи аспаптарды көрсету өте орынды.

Жалпы, дипломдық жұмысқа «жақсы» (80 %) деген баға қойылып, ал студент Сәбит Рамазан Асхатұлы 6B06201 «Телекоммуникациялар» оқу бағдарламасының «Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар» саласының бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынылады.

**Ғылыми жетекші**

ЭТ және FT каф.

қауымдастырылған профессоры,

экон. ғыл. кандидаты

 Куттыбаева А.Е.

(қолы)

«25» мамыр 2024 ж.

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Сәбит Рамазан Асхатұлы

6B06201 – Телекоммуникациялар

Тақырыбына: «Optisum бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге талдау»

Орындалды:

а) графикалық бөлім 49 парақ;

б) түсініктеме 10 бет.

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында талшықты-оптикалық байланыс желісін қолдана отырып, жобалау туралы ақпарат жиналған. Негізгі өлшемдер жүргізіп, параметрлері есептелген. Оптикалық байланыс желісін қолдана отырып, дисперсияны азайту шаралары көрсетіліп, есептеулер жасалған. Жоба сұлба бойынша құрастырылған.

ТОБЖ қолдануды жақсарту мәселелері қарастырылады. Жұмыста жалпы дисперсия жайында мағлұматтар қарастырылған және оларды азайтудың бірнеше әдісі айтылған.

Optisum бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге талдау жасалып, осы өлшемдерде олардың тиімділігі мен өшулігі анықталды. Сонымен қатар оларды одан әрі пайдалану және жетілдіру бойынша практикалық ұсыныстар беру. Дипломдық жұмыста ТОБЖ есептеулерін, құрылымы сызбасында студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған. Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – ТОБЖ талдаудағы ғылыми бағытқа жауап береді.

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "жақсы" (85%) деген баға, ал студент Сәбит Рамазан Асхатұлын 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасының "Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар" саласының бакалавры дәрежесіне сай деп санаймын.

Рецензент:

«Саман корпорациясы» ЖШС өндіріс бойынша директор орынбасары

Аманжол Аманжолұлы

«10» 2024 ж.

## Протокол

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

Автор: Сабит Рамазан Асхатұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Ortisym бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге талдау

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 14.1

Коэффициент Подобия 2: 3.8

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

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:

2024-05-27

Дата

Заведующий кафедрой



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

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

Автор: Сәбит Рамазан Асхатұлы

Тақырыбы: Ортізум бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге талдау

Жетекшісі: Айнур Куттыбаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 14.1

2-ұқсастық коэффициенті (5): 3.8

Дәйексөз (35): 1.2

Әріптерді ауыстыру: 3

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

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 жіберілсін.

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

Негіздеме:

2024-05-27

Күні

Кафедра меңгерушісі



## Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сәбит Рамазан Асхатұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Optisum бағдарламасын пайдаланып оптикалық параметрлерге талдау

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 14.1

Коэффициент Подобия 2: 3.8

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

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:

2024-05-27

Дата

27.05.24

Сұлғат Марқсұлы

проверяющий эксперт