

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электротехника, электроника және телекоммуникация кафедрасы

Жолдас Ақбөпе

Көкшетау-Зеренді арасында телекоммуникациялық байланыс жолын
ұйымдастыру

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071900 – 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

Радиотехника, электроника және телекоммуникация кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі,

техн.ғыл.канд.

 Е.Таштай

« 29 » апрель 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы Көкшетау-Зеренді арасында телекоммуникациялық байланыс жолын ұйымдастыру

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:



Жолдас А.

Пікір беруші
АУЭС ТКСС каф.доценті,
техн.ғыл.канд.

 Касимов А.О.

« 24 » 04 2019 ж.

Ғылыми жетекші
ЭТЖКТ кафедрасының лекторы

 Куттыбаева А.Е.

« 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 Жолдас Ақбөпе

Тақырыбы «Көкшетау-Зеренді арасында телекоммуникациялық байланыс жолын ұйымдастыру»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі “25” сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Көкшетау-Зеренді қалаларының мәліметтері, 2) Құрылғылар тізімі 3) есептеу тәсілдері

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Көкшетау-Зеренді байланыс жолдарының қазіргі жағдайы;

ә) Оптикалық кабельдер түрлерін, DWDM технологиясын қарастыру;

б) Оптикалық байланыс жолдарын есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

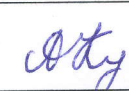
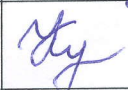

Сызба материалдары 11 слайдта көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 1) Портнов Э.Л. Оптические кабели связи: конструкции и характеристики - М.: Горячая линия - Телеком, 2002 г. 2) Убайдуллаев Р. Р. Волоконно-оптические сети – М.:Эко-Трендз, 2000 г. 3) Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH – М.: Эко – трендз, 1999г. 4) Дональд Дж.Стерлинг младший, переводчик Московченко А. Техническое руководство по волоконной оптике – Лори 2001 г.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫСТЫ (ЖОБАНЫ) ДАЙЫНДАУ
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Оптикалық байланыс жүйелері	20.01.2019 - 01.03.2019	орындалды
Оптикалық кабель түрлерін таңдау	02.03.2019 - 02.04.2019	орындалды
ТОТЖ – нің түрін таңдау және негіздеу	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
Оптикалық байланыс жүйелері	А.Е.Куттыбаева, ЭТЖҒТ каф.лекторы	24.04.19	
Оптикалық кабель түрлерін таңдау	А.Е.Куттыбаева, ЭТЖҒТ каф.лекторы	24.04.19	
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТЖҒТ каф.сениор-лекторы Тайсариева К.Н.	26.04.19	

Ғылыми жетекшісі

(қолы)

А.Е.Куттыбаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

А.Жолдас

Күні

“ ” _____ 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл бітіру жұмысында Көкшетау облысы Зеренді ауданында талшықты - оптикалық байланыс желісін өңдеу мәселелері қарастырылған. Тарату жүйелері және оптикалық кабель жабдықтарының таңдауы, оптикалық кабель мен тарату жүйелері параметрлерінің есептері жасалған.

Жұмыстың бизнес-жоспарында жобаның экономикалық тиімділігінің негізгі көрсеткіштері есептелген. Сонымен бірге, Көкшетау облысында өңделген талшықты-оптикалық байланыс жолын пайдалану және күту жұмыстарын жүргізу кезіндегі өміртіршілік қауіпсіздігінің мәселелері қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной работе рассматриваются вопросы разработки волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) в Зеренди Кокшетауской области. Производится выбор оборудования системы передач и оптического кабеля, проводится расчет параметров оптического кабеля и системы передач.

В бизнес – плане рассчитываются основные показатели экономической эффективности выпускной работы. Кроме того, рассматриваются вопросы безопасности жизнедеятельности при обслуживании и эксплуатации разрабатываемой волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) на участке Зеренди-Кокшетау.

ANNOTATION

In this final work the questions of development of fiber-optic line (FOL) are examined on an area Zerendy Kokshetau. The choice of equipment of the system of transmissions and optical cable is produced, the calculation of parameters of optical cable and system of transmissions is conducted.

In business - plan the basic indexes of economic efficiency of final work settle accounts. In addition, the questions of safety of vital functions are examined at service and exploitation of the developed fiber-optic line (FOL) on Zerendy Kokshetau.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе

1 Оптикалық байланыс жүйелері

1.1 Байланыстың даму кезеңдері

1.2. Таратушы және қабылдаушы оптикалық модулдер

1.3. Көкшетау облысының қазіргі жағдайы

1.4. Мәсенің қойылымы

2. Оптикалық кабель түрлерін таңдау

2.1. Оптикалық талшық құрылымы

2.2. Оптикалық кабельдер конструкциясы. Отандық оптикалық кабельдер

2.3. Шетелдік оптикалық кабельдері

3 ТОТЖ – нің түрін таңдау және негіздеу

3.1 Арна санының есебі және негізделу

3.2 SDH және PDH – ті мультиплекстеу структурасы

3.3 Таңдалынған тарату жүйесінің сипаттамасы, техникалық мәліметтері

3.4 SDH мультиплексациялау құрылымдары

3.4.1 Тасымалдау жүйесінің сипаттамасы

3.4.2 Тасымалдаушы ағындарды маршрутизациялау

3.5 STM-1 модулінің циклдық құрылымы

3.6 SDH желісінің топологиясы

3.7 Байланысты ұйымдастыру сұлбасы

Қорытынды

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

КІРІСПЕ

Соңғы жылдары байланыс саласының дамуында оптикалық кабелдер (ОК) мен талшықты оптикалық тарату жүйелері (ТОТЖ) дамуы қарқынды жүре бастады, өйткені, олар басқа кабелдер мен байланыс жүйелерімен салыстырғанда өз сипаттамасы жағынан алда тұрады. Оптикалық жүйелер мен кабелдер тек қалалық және қалааралық телефон байланысында ғана емес, сонымен қатар телевиденияда, бейнетелефонияда, радиохабарда, есептегіш техникада және т. б қолданыла бастады. Талшықты оптикалық байланысты қолдану радиорелейлік және спутниктік байланыспен салыстырғанда тарататын хабар көлемі әлдеқайда жоғары, өйткені, ТОТЖ-нің өткізу жолағы кең және сыртқы электромагниттік әсерлерге төтеп беру жағынан, ауа райының қолайсыз кезінде де сенімді байланыс ұйымдастыруға тиімді.

ТОТЖ-ның төмендегідей негізгі қасиеттерінің болуы: кең жолақтылығы мен жоғарғы өткізу қабілеттілігі, кең жиілік диапазонында аз басылуы, сыртқы электромагниттік кедергілерден жоғары қорғаныштылығы, кіші габариттілігі және жеңілділігі, шынайы трассалар бойында төселулердің жарамдылығы және т.б оған ерекше назар аударудың себептері бола алады.

Соңғы жылдары байланыс техникасында цифрлық түрлендіру, цифрлық тарату жүйесі және коммутациялау әдістері жиі қолданылады. Жылдам телекоммуникациялық технологиялардың дамуы соңғы уақыттарда жаңа цифрлық технологияның пайда болуына алып келді, олар: SONET-синхронды оптикалық желі және синхронды цифрлы SDH технологиясы, кей-кезде SONET/SDH бір технология ретінде қарастырылады, диапазон жылдамдығы 10 Гбит/с дейін барады. Бұл жүйенің басқа жүйелерге қарағанда мүмкіншіліктері көп: оптикалы талшықты жүйесін және радиорелейлі жолдарды қамтиды, пайдалануға (эксплуатацияға) ыңғайлы, сенімділігі жоғары және үлкен байланыс сапасын бере отырып байланыс желілерін бақылап, басқаруға мүмкіншілігі бар. Болашағы бар сызықты байланыс жолына оптикалы талшықты кабелі алынады, ол электрлік кабелімен салыстырғанда айырмашылықтары өте көп, олар: берілген сигналдың өшулігінің үлкен мөлшерде аздығы, көлемі және салмағы жағынан жеңілдігі, қымбат материалдың болмауы (мыс), ішкі электромагнитті әсерден абсолютті қорғанымдылығы және өткізу жолағының жоғарылығы. Оптикалы талшықты кабелдің көмегімен цифрлық сигнал тарату жүйесінде үлкен жылдамдыққа жетті.

Сәулежел талшықтарының тиімділігін ескере отырып, мен Көкшетау облысына оптикалық-талшықты байланыс жолын өңдеймін. Көкшетау облысына оптикалық-талшықты кабелін тарту, К-3600 аппаратурасын SMA – 1 аппаратурасымен ауыстыру, техникалық және экономикалық тиімді әдістерін қолдану болып табылады.

1 Оптикалық байланыс жүйелері

1.1 Байланыстың даму кезеңдері

Қазіргі уақытта ТОБЖ байланыс және кабелдік теледидар жүйелерінде, деректерді тарату және басқару жүйелерінде, борттық аппаратурада және де басқа салаларда кеңінен қолданыс тапты.

Салыну ұзындығы бойынша ТОБЖ-ні үш топқа бөлуге болады: жергілікті (ішкі нысандық), орташа ұзындықты және магистралдық.

Жергілікті ТОБЖ кәсіпорын ішінде, азаматтық және әскери арналуы бар қозғалмалы нысандарда, есептеу кешендерінде деректерді тарату желілерінде пайдаланылады. Орташа ұзындықты ТОБЖ-лер интегралдық қызмет көрсетудің цифрлық желілеріне және тактикалық әскери арналуы бар байланысқа арналған. Ал магистралдық ТОБЖ –лер магистралдық және ішкі аймақтық жүйелер мен желілерде қашықтық көпарналы байланыс үшін пайдаланылады.

Замануи ТОБЖ-де ақпаратты тарату үшін арналарды уақыттық жиіліктік бөлу әдістерін қолданады. Сол және басқа әдіспен қалыптастырылған электрлік сигнал оптикалық сәулелену көзінің оптикалық тасымалдаушысын модуляциялайды. Фотоқабылдағыш(фотодиод, ағындық фотодиод) шығысындағы электрлік ток қабылданатын жарық ағыны қуатына (қарқындылығына) пропорционал болғандықтан, әдетте оптикалық тасымалдаушының қарқындылығының модуляциясы қолданылады, бұл жағдайда модуляциялайтын электрлік сигналдың амплитудасы оптикалық көз сәулелену қуатын анықтайды.

Модуляцияның екі негізгі тәсілі бар – ішкі және сыртқы. Ішкі модуляция оптикалық сәулелену көзіне тікелей әсер ету арқылы жүзеге асырылады. Осылайша қарқындылықтың модуляциясын алады. Сыртқы модуляция арнайы құрылғы – модулятор көмегімен модуляцияланбайтын көздің сәулеленуі көрсеткіштерін өзгертеді. Бұл жағдайда тек қана қарқындылық модуляциясын жүзеге асырып қоймай, жиіліктің, фазаның және оптикалық тасымалдаушының поляризациясы өзгерісіне негізделген, басқа да модуляция түрлерін іске асыруға болады, бірақ олар кейбір себептерден іс жүзінде әлі кең қолданыс таба алмай отыр.

Қазіргі заманғы ТОБЖ-лер әдетте цифрлық болып табылады, көбінесе қарқындылықты импульсті-кодалық модуляциялау түрін қолданады (ҚИКМ), өйткені бұл әдісте оптикалық көздер мен қабылдағыштардың амплитудалық сипаттамаларының тіке сызықтылығына қойылатын талаптар айтарлықтай төмендейді.

Кабелдік теледидар желілерін құрғанда аналогтық ТОБЖ қолданылады, оларда оптикалық таратқыш кең жолақты аналогтық электрлік сигналды аналогтық оптикалыққа түрлендіруді іске асырады, ал оптикалық қабылдағыш –керісінше түрлендіруді. Осында ақырғы құрылғылардың амплитудалық сипаттамаларының жағары тіке сызықтылығы болуы тиіс, ал аналогтық

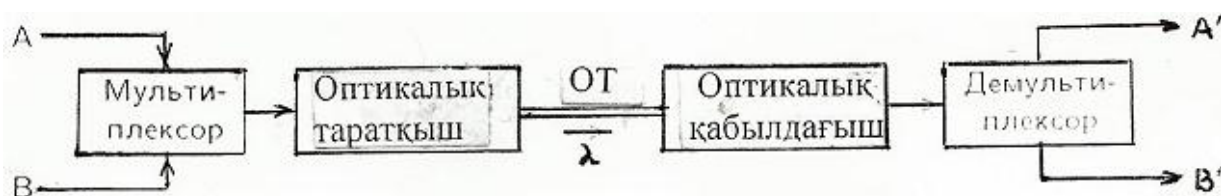
ретрансляциялық құрылғы , негізінен, күшейткіш функциясын атқарады, ол пайдалы сигналмен қатар кірістік шуылды да күшейтеді.

Қарастырылған құрылымдық сұлба бір ОТ арқылы бір бағытта сигналдарды таратуға арналған, ол аналогтық екі сымды электрлік желіге ұқсас. Қарама қарсы бағытта тарату үшін ақырғы және жолдық құрылғылардың тағы бір құрамасы және екінші ОТ керек. Әдетте екі жақты бағытта да сигналдар бір және сол оптикалық диапазонда беріледі (осы арқылы жабдықтың бір тектестігіне қол жетеді), ал ОТ-тар бір оптикалық кабелге біріктіріледі, өйткені олар арасындағы өзара әсер жоқ деп айтуға болады. Сонымен ТОВЖ бір жолақты және бір кабелді болады.

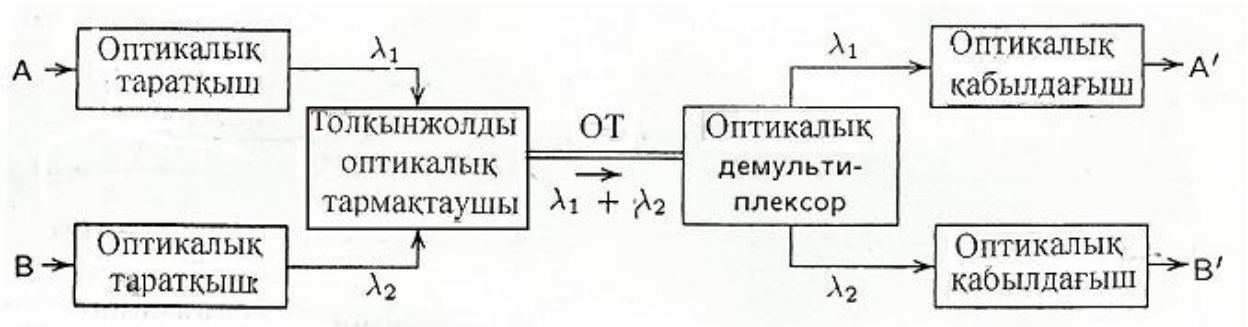
ТОВЖ – де таратылатын ақпараттың көлемін (ақпараттық сыйымдылықтың) ұлғайту негізінен ұқсас арналуы бар электрлік жүйелеріндегідей ұстанымдар бойынша іске асырылады. Бұл, ең алдымен, әрбір тарату бағыты үшін ОТ сандарын көбейту. Бір көпталшықты ОК - мен қарастырылған сұлба бойынша бірнеше N-арналық ТОВЖ жолдық тракттары ұйымдастырылады, және де әрбір бағыт үшін ОТ-тар жартысы пайдаланылады (резервті қосқанда). Осы ОК өткізгіштік қабылетін ұлғайтудың экстенсивті (үлкейтуші) тәсілін әдетте орташа және кішкентай ұзындығы бар ТОВЖ-де ақпаратты таратудың салыстырмалы төменгі жылдамдықтарында (секундына оншақты мегабит) қолданады.

Магистралдық ТОВЖ өткізгіштік қабылетін ұлғайтуға тек көп талшықты ОК-ді қолданумен ғана емес, сондай-ақ таратылатын ақпаратты әртүрлі әдістермен тығыздау әдістерімен тарату жылдамдығын (арналар санын N) арттырумен – мультиплексирлеумен қол жеткізуге болады. Мультиплексирлеуді, яғни бір топтық сигналға бірнеше таратқыштардың сигналдарын біріктіруді, не электрлік сигналдарды оптикалыққа түрлендіру алдында, не түрлендіруден кейін жүзеге асыруға болады.

Электрлік сигналдарды уақыттық мультиплексирлеудің қарапайым сұлбасы 1-суретте бейнеленген. А және В кірістерінен келіп түсетін импульстердің екі сериясы мультиплексор көмегімен белгілі кезектесу тізбегімен топтық сигналға бірігеді. Соңғысы оптикалық таратқышта оптикалық тасымалдаушыны модуляциялайды, сосын түрлендірілген жарықтық ағын ОТ іші бойымен өтеді де, оптикалық қабылдағышта қайтадан электрлік сигналға айналады. Осы сигнал демультиплексормен, кірістегіге ұқсас, екі импульстер сериясына бөлініп, А' және В' шығыстарына келіп түседі.



1.1 Сурет - Электрлік сигналдарды уақыттық мультиплексирлеудің сұлбасы



1.2 Сурет - Оптикалық сигналдарды толқындық мультиплексерлеудің сұлбасы

Оптикалық сигналдарды толқындық (спектралдық) мультиплексирлегенде (1.2-сурет) қарапайым жағдайда А және В кірістерінен электрлік импульстердің екі сериясы оптикалық таратқыштарға келіп түседі, онда олар сәйкесті түрде λ_1 және λ_2 толқын ұзындықтары бар оптикалық тасымалдаушыларды модуляциялайды. Оптикалық мультиплексор монохроматикалық жарық ағындарын, оптогалшық арқылы өтетін топтық ағынға біріктіреді. Оптикалық демультимплексор топтық ағынды екі монохроматты жарық ағынына бөледі, ал оптикалық қабылдағыштар оларды электрлік импульстердің екі сериясына түрлендіреді.

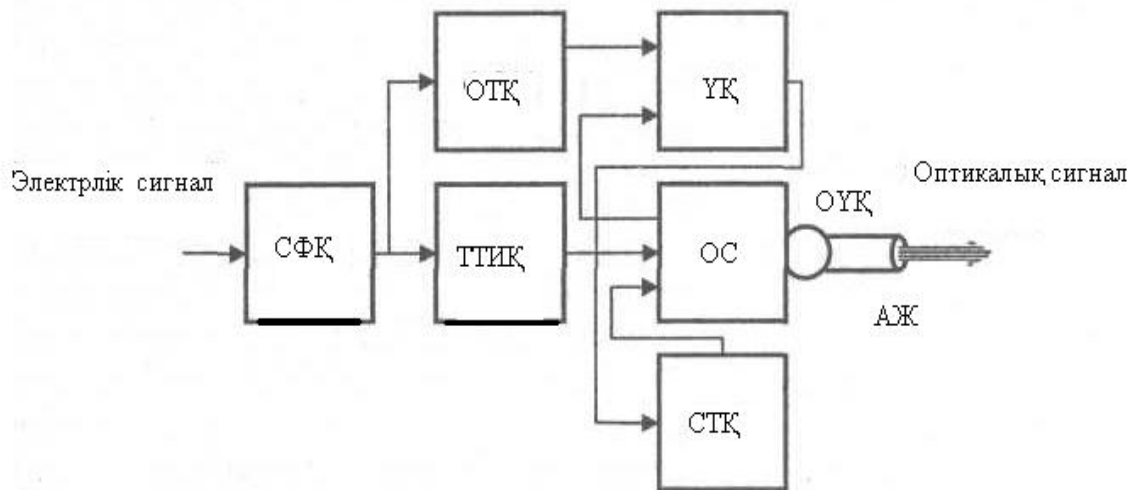
1.2 Таратушы және қабылдаушы оптикалық модульдер

Құрылымдық сұлбасы 1.3 –суретте көрсетілген таратушы оптикалық модуль (ТОМ) электрлік сигналды шалаөткізгіш лазердің қарқындылығы бойынша модуляцияланған оптикалық сәулеленуіне түрлендіреді.

Ақпараттық электрлік сигнал форматты түрлендіргіш СФТ кірісіне келіп түседі, ол бастапқы биполярлық импульстер тізбегінен униполярлық импульстер тізбегін қалыптастырады. Мұның қажеттілігі, өйткені сәулеленіп шығатын сигнал қарқындылығы бойынша модуляцияланады (бірлікке сәулелену импульсі сәйкес келеді де, нөлге импульстің жоқтығы).

Әрі қарай сигнал лазердің толықтыру тогы импульстерін қалыптастырғышқа (ТИҚ) келіп түседі. ТИҚ негізгі арналуы токтың жеткілікті қуатты импульстерін қалыптастыру, одан басқа мұнда бақылаудың кейбір функциялары орындалуы мүмкін, соның ішінде, бақылау жүйесіне сәйкесті сигналдарды берумен, толықтыру тогының максималды мәнін шектеу.

ТИҚ шығысынан ток импульстері оптикалық сәулелендіргішке (ОС) беріледі.

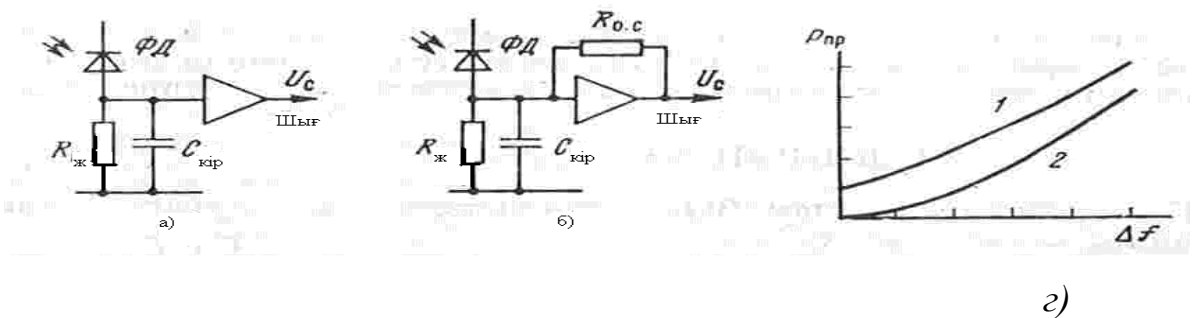


СФТ-сигналдың форматын түрлендіргіш, ОТҚ-оптикалық толықтырғыш құрылғы, ТТИҚ- толықтырушы тогы импульстерін қалыптастырушы, ҮҚ- үйлестіргіш құрылғы, ОС – оптикалық сәулелендіргіш, СТҚ- сигналдың тогын қалыптастырғыш, ОҮҚ-сигнал тогын қалыптастырғыш, АЖ –ажыратқыш жалғаушы

1.3 Сурет - Таратушы оптикалық модуль құрылымдық сұлбасы

Қабылдағыш станцияның оптикалық қабылдағышы оптикалық сигналды электр тогына (кернеуіне) түрлендіруді іске асырады, бұл сигналдарды электрондық схемалармен өңдеуге мүмкіндік береді.

Қабылдағыш оптикалық модуль (ҚОМ) (1.4-сурет) - фотодетектордан ($p-i-n$ –фотодиодтан немесе ағындық фотодиодтан) және аз шуылдайтын алдын-ала күшейткіштен тұратын, ортақ тұрқыда жинастырылған құрылғы. Фотодетектор ретінде $p-i-n$ диодын пайдаланғанда алдын-ала күшейткіштің электрондық схемасы қарапайымдалады.



а) күшейткішке фотодетекторды қосумен; б) трансимпеданстық күшейткішпен; в) аналогтық (1) және цифрлық (2) сигналдарды қабылдағандағы қажетті оптикалық қуаттың жолақ еніне тәуелділігі

1.4 Сурет - ҚОМ приципиал схемасы

Талшықтық-оптикалық технологияның кемшіліктерін атап өтейік.

1 Оптикалық шығындары аз және қосып-ажырату мүмкіншілігі жеткілікті оптикалық коннекторлар (жалғағыштар) қажеттілігі. Байланыс желісінің мұндай элементтерін жасау дәлдігі сәулелендіру толқындарының ұзындығына сәйкес келуі тиіс, яғни қателіктері микрон бөлігіндей болуы керек. Сондықтан оптикалық байланыс желісінің мұндай сыңарларын өндіру қымбат тұрады.

2 Екінші кемшілігі, осы оптикалық талшықты монтаждау үшін өте дәл (прецизионды), сондықтан қымбат техникалық жабдықтар қажет.

3 Авария болған жағдайда оптикалық кабелдерді қайта қалпына келтіру үшін мыс кәбілдерге қарағанда көп шығын кетеді.

Дегенмен, талшықты-оптикалық байланыс желілерінің қолданылу артықшылықтары маңызды. Сондықтан кемшіліктеріне қарамастан олар ақпаратты тасымалдау үшін кеңінен қолданылады.

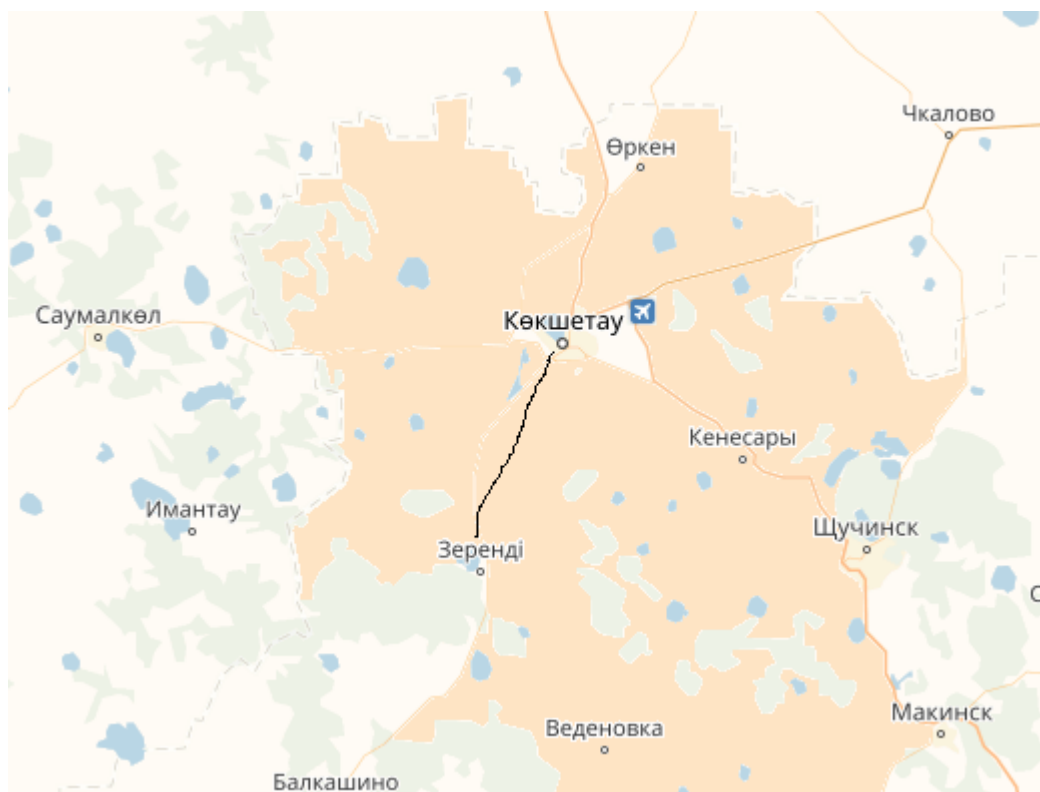
1.3 Көкшетау облысының қазіргі жағдайы

Еліміздің оңтүстігінде орналасқан Көкшетау қаласы Астана қаласынан солтүстік-батысқа қарай 276 км жерде, Көкшетау қыратының солтүстігінде, Қопа көлінің оңтүстік жағалауындағы көрікті жерде орналасқан. Қаланың аумағы 420,0 км².

Көкшетау — қала, Ақмола облысының әкімшілік орталығы (1999жылдан; 1944 – 1997 ж. Көкшетау облысының орталығы болған).

Қазіргі Ақмола облысының солтүстігі мен оған шектесіп жатқан Солтүстік Қазақстан облысының кейбір аудандарын қамтиды. Орталық бөлігінде Көкшетау қыраты орналасқан. Осында шығыстан батысқа қарай Көкше, Жақсы Жалғызтау, Жаман Жалғызтау, Имантау, Жыланды, Сандықтау, Үлкентүкті, Бұқпа, Қошқарбай, Зеренді таулары, Айыртау, Сырымбет секілді таулар мен Шортанды, Бүркітті асуы, Үлкен Шабақты, Кіші Шабақты, Бурабай, Айнакөл, Айдабол, Зеренді, Қопа, Атансор, Майлысор, Мамай, Саумалкөл, Шалқар, Үлкен Қоскөл, Кіші Қоскөл, Жолдыбай, Қалмақкөл, Шағалалытеңіз, Сілетітеңіз, Теке, Үлкен Қараой, Кіші Қараой, Қалибек, т.б. көлдер орналасқан.

Қалада тамақ және жеңіл өнеркәсіп, машина жасау, металл өңдеу, химия өндірісі, металл емес бұйымдар өндіру, картон мен қағаз өндіру кәсіпорындары, жылу, электр энергиясын, газ және су тарату мекемелері бар. Білім жүйесі саласында 3 жоғары оқу орны, 13 арнайы орта оқу орындары, жалпы білім беретін 23 мектеп жұмыс жасауда. 2 театр, филармония, қалалық кітапханалар жүйесі, 4 мұражай, көрме залы, 6 клубтық мекемелер қалалықтар мен қонақтарға мәдени қызмет көрсетеді. Қалада дене шынықтыру және спорт саласы жақсы жолға қойылған. 3 стадион, 3 жүзу бассейні, 1 шаңғы базасы, 6 спорт мектебі бар.



1.5 Сурет - Көкшетау облысының картасы

1.4 Мәселенің қойылымы

Қазіргі кезде радиотехника саласында инфрақызыл, оптикалық және ультракүлгін диапазондарын кеңінен игеру және қоғамның жылдам ақпараттану процесі әртүрлі арналуы бар ақпараттық желілерде талшықты оптикалық байланыс жүйесінің (ТОБЖ) кеңінен пайдаланылуына әкеліп соқты.

Оптикалық байланыс жолы өте кең тараған байланыс. Оптикалық кәбілерді пайдалану тиімді, оларды жасауға кететін шығын көлемі аз. Сондықтан Көкшетау облысы байланыс жолында оптикалық талшықты жүргізу тиімді болып табылады.

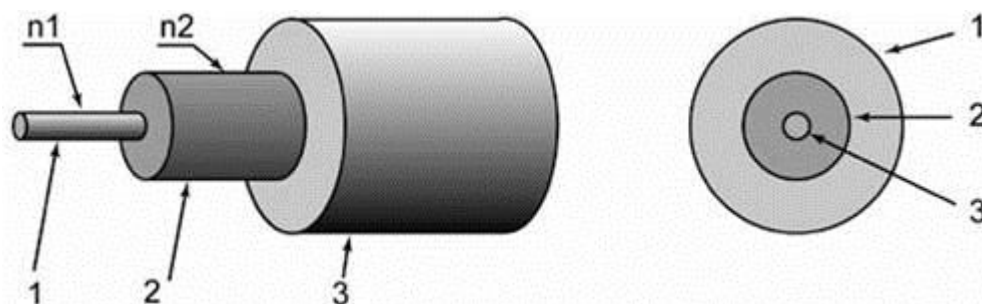
Оптикалық талшықтардан (ОТ) құралатын оптикалық кабель қазіргі уақытта үлкен ұзындықты телекоммуникациялық магистралдар үшін, сондай-ақ деректерді таратудың жергілікті желілері үшін де ең жетілдірілген бағыттаушы жүйе болып табылады.

Оптикалық талшық негізінен екі көрсеткішпен сипатталады: өшуімен және дисперсиямен. Осы көрсеткіштер оптикалық кабелдің іс жүзінде қолданылу мүмкіндігін және ең бастысы аралық регенераторлар немесе күшейткіштерсіз қаншама алыс қашықтыққа сигналдарды таратуға болатындығын дәлелдейді.

2 Оптикалық кабель түрлерін таңдау

2.1 Оптикалық талшық құрылымы

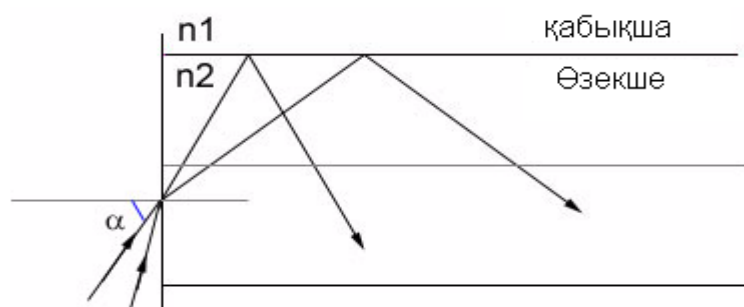
Оптикалық талшық – бұл оптикалық сигнал таралатын, диэлектрлік структура. Ұқсас талшықтар келесідей құрылады:



1 – Өзекше (жарықбасқарушы жила). Көбіне ол арқылы оптикалық сигнал таратылады 2 – Өзекшені қоршайтын талшықтан сигналдың шығуына кедергі болатын шағылу қабығы. Мұнда өзекшенің сыну көрсеткіші n_1 қабықтың сыну көрсеткішінен n_2 үлкен: $n_1 > n_2$ 3 – Өзекшені сыртқы әсер мен ылғалдан қорғайтын диаметрі 250 эпоксиакрилаттық жабу немесе диаметрі 900 мкм буферлік полимерлік жабу

2.1 Сурет - Оптикалық талшықтың диэлектрлік структурасы

Көп модалық талшық (мода деген – бағытталған толқын) – әртүрлі толқын түрін өткізеді. Өзінде диаметрі 125 мкм шағылу қабаты бар және 400 Мбит/с тарату жылдамдықты тарату жүйесі мен локальді желіде қолданылатын диаметрі 50 немесе 62,5 мкм өзекше бар. Шағылу көзі 850 мен 1300 нм толқын ұзындығында шағылатын суперлюминесцентті диод болып табылады. Түрлі бұрыштық көп модалық талшыққа кіретін сәулелер әр түрлі жолдармен таралады:



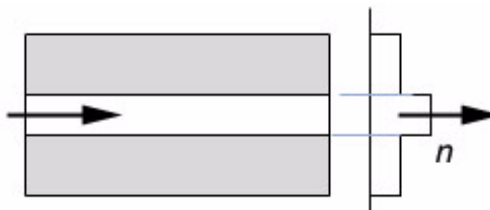
2.2 Сурет- Бұрыштық көп модалық талшыққа кіретін сәулелердің таралуы

Модалар өзекшенің ортасында орналасады және талшықтың осі бойынша зигзак түрлі траекториямен таралады, егер мына шарт орындалса:

$$\sin \alpha \leq \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

Бір модалы талшықтың (Single Mode Fiber) диаметрі 8.5 - 10 мкм өзекшесі бар және 1300 мен 1550 нм толқын ұзындығындағы лазерлік сәулелену көзі бар кабельді телеарна жүйесінде қолданады.

Мұндай талшықтарда бір мода таралады. (моданың бір түрі). Бір модалы талшық сәулелік оптикамен сипатталмайды.



2.3 Сурет - Бір модалы талшық

Бір модалы талшықта импульстің кеңеюі материалды дисперсия арқылы жүзеге асады. Модаралық дисперсия 0 ге тең.

Нормализацияланған жиілік (V-параметр) бір модалы талшық үшін $V \leq 2,4048$. Бұл шартты берілген толқын ұзындығына λ есептелген бір модалы талшықтарды алу үшін d мен Δ -нің мәнін таңдау үшін қолдануға болады. Өзекшенің максималды диаметрін d иемденуге мүмкіндік беретін $V=2,4048$ кезіндегі бір модалы талшықпен жұмыс істеу оңтайлы.

2.2 Оптикалық кабельдер конструкциясы. Отандық оптикалық кабельдер

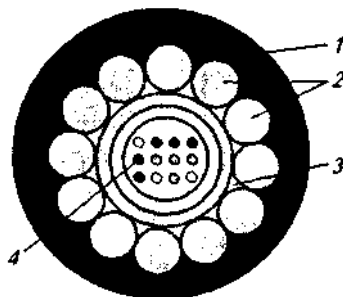
Қазіргі уақытта отандық кабель өнеркәсібі түрі мен тағайындалуы әр түрлі оптикалық кабельдер өндірісін меңгерді. Бұл кабельдер халықаралық стандарттарға, МСЭ (ITU-T) G.651...G.655 кепілдемелеріне жауап береді. ОВ жасау үшін жоғары сапалы отандық материалдармен қатар, сырттан әкелінгендер де қолданылады.

Ресейде оптикалық кабельдер 15 сәйкестік сертификатына ие тоғыз отандық зауыттарында өндіріледі.

АОНФ «Электропровод» зауыты оптикалық кабельдердің барлық дерлік түрін шығарады – магистраль және аспалы ОК-ден бастап объектаралық, сондай-ақ тіреуаралық ОК-ға дейін.

ОКБМ типті кабельдері (2.4-сурет) барлық санаттағы топырақтардағы төсеме үшін, оның ішінде кеміргіштермен зарарланғандарының да (мерзлоттық деформацияға ұшыраған жерлерден басқа), су бөгеттері мен тереңдігі 2 м

асатын кеме жүретін өзендердегі төсеме үшін, кабельді кәріздердегі, құбырлардағы, блоктардағы, коллекторлардағы, көпірлердегі мен кабельді шахталардағы төсеме үшін арналған. ОК бұл түрі сыртынан полиэтилен қабықшасымен 1 қапталған, оның астында болат өткізгіштен жасалған сауыт 2, гидрофобты толтырғыш 3, бірмодульді өзек 4 бар.



2.4 Сурет - ОКБМ типті кабельдер

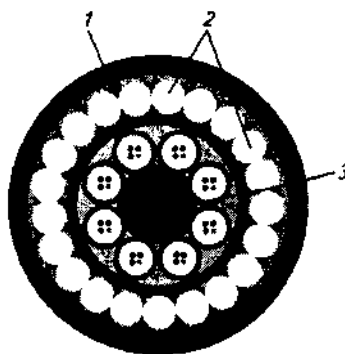
2.4-суретте ОКНБ-М типті кабель келтірілген. Кабельдің бұл типінің тағайындалуы дәл сондай. Күш элементі ретінде онда болат арқаны немесе шыныпластикалық шыбықша (ортасында) 3 қолданылады. Кабельдің сыртқы қабықшасы 1 әдеттегі полиэтиленнен немесе өртті таратпайтын полиэтиленнен жасалынады. Қабық астында болат өткізгішті сауыт 2 бар. ОКБМ-мен салыстырғанда бұл кабель көпмодульді өзекке ие, модульдер болат арқанды күш элементтерінің айналасында орналасқан. Барлық аталған ОК типтері 1550 нм толқын ұзындығында өшуі 0,22 дБ/км бірүлгілік ОТ-дан жасалынған. Кабельдердің аталуында олардың негізгі сипаттамалары берілген: ОКСБС-Т 6,0-10-0,22-8 – оптикалық кабель, сауыты болат өткізгіш, орталық түтік диаметрі (6,0), өзек диаметрі 0В (10), ОТ өшуі – 0,22дБ/км, талшық саны – 8.

Қалалық ОК/дер 2.5.-суретте берілген. ОК-М...ОКН-М и ОКО-М...ОКНО-М типті кабельдер (а-сурет) кабельді кәріздердегі, құбырлардағы, блоктардағы, коллекторлардағы, көпірлердегі, кабельді шахталардағы төсемелерге арналған. ОК-М типті кабельдер (б-сурет) полиэтилен қабықшасымен 1 қапталған, қолданылатын талшық 2 түрі – өшуі 0,22 дБ/км бірүлгілі. ОКО-М...ОК-НО-М типті ОК полиэтилен қабықшасының астында болат өткізгіштен плетка 4 болады. Қолданылатын талшықтың түрі – 1300 нм толқын ұзындықта өшуі 0,6 дБ/км көпүлгілі ОТ. Кабельдің екі типінде де орталық күш элементі 3 – болат арқан немесе шыныпластикалық шыбықша – бар.

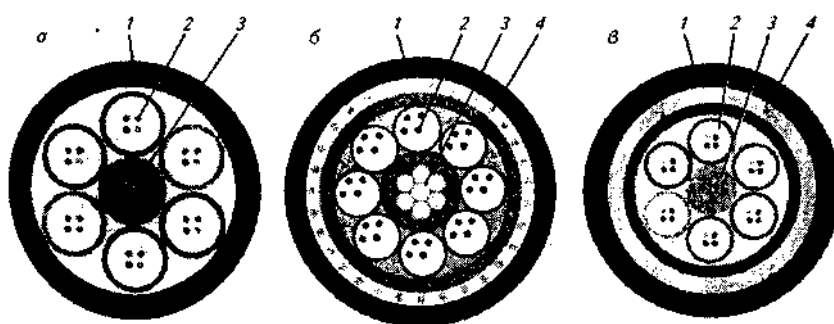
ОКС-М...ОКНС-М, ОКСА-Т ОКНСА-Т типті оптикалық кабельдері (в-сурет) жеңіл топырақтардағы, кабельді кәріздердегі, құбырлардағы, блоктардағы, коллектордағы, көпірлердегі және кабельді шахталардағы төсемелер үшін қолданылады. ОКС-М...ОКНС-М типті кабельдердің орталық күш элементі – болат арқан немесе шыныпластикалық шыбықша

3. Сыртқы қабықша 1 өрттің тарап кетпеуін қарастыратын полиэтилен жабынынан жасалған, оның астында кеңірдектектенген болат таспадан сауыты болады. ОКСА-Т...ОКНСА-Т типті кабельдер кеңірдектектенген болат таспадан

жасалған сауыты және арамид жіпті орамасы бар. Кабельдердің бұл типтерінде өшуі 0,22 дБ/км оптикалық бірулгілі талшықтар қолданылады.

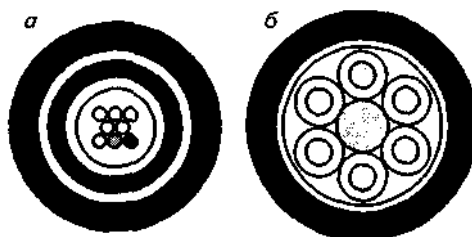


2.4a Сурет – ОКНБ-М типті кабельдер



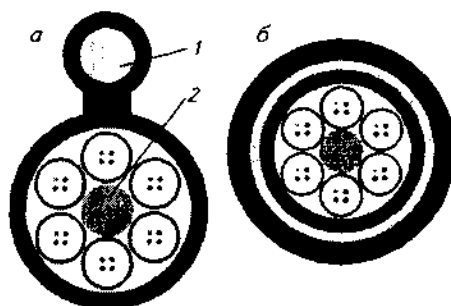
2.5 Сурет – ОК типті қалалық кабельдер

Объектаралық ОК ғимараттардың, құрылымдардың, станциялардың, құрылғылар ішіндегі төсемелері үшін қолданылады. ОКНА-Т типті кабельде (2.6,а-сурет) өрт таратпайтын политэтилен қабықшасы, арамид жіптерінен орамасы, бірулгілі өзегі бар. Қолданылатын талшығы – диаметрі 50 мкм және 1300 нм-де өшуі 0,6 дБ/км көпүлгілі өзек. ОКВ типті кабельдің (14.4,б-сурет) сыртқы қабаты поливинилхлорид пластикатымен жабылған, орталық беріктендіргіш элементі бар— шыныпластикалық шыбықша, өзегі - көпмодульді. Қолданылатын ОТ – өзек диаметрі 62,5 мкм және 1300 нм-де өшуі 0,6 дБ/км болатын көпүлгілік.



2.6 Сурет – Объектаралық кабельдер

Оптикалық аспалы кабельдер кернеуі 110 кВ-қа дейінгі байланыс желісінің тіректерінде, теміржол байланыс желісінің, электрокабылдағыш желісінің ілмектеріне қолданылады. 2.6,а суретте аспалық ОК түрлерінің — ОК/А кесе көлденең қимасы келтірілген. Кабельдің бұл түрінде шыныпластикалық шыбықшадан жасалған күш элементі 3 бар. Сыртқы күш элементі арамид жібі мен пластикалық арқаннан 1 дайындалған. Кабельдерде 1300 нм-де өшуі 0,4 дБ/км бірүлгілі ОТ қолданылады. ОКА-М аспалы кабелінің (14.5,б-сурет) тек арамид жіптерінен жасалған орталық күш элементі болады.



2.7 Сурет – Аспалы кабельдер

«Москабельмет» зауыты сыртқы төсемелер үшін кабельдер шығарады. ОМЗКГм кабельдері барлық санаттағы, тек мерзлоттық деформацияға ұшырағанынан басқа, топырақтардың төсемелері үшін арналған, жеміргіштермен зарарланған жерлердің төсемелеріне қолдануға кеңес беріледі. Болат өткізгішті сауыты бар (14.6,а-сурет), мұнда 1 —ОТ, 2 — гидрофобты толтырғыш, 3 — полимерлік түтік, 4 — болат арқан, 5 — гидрофобты толтырғыш, 6 — бекіткіш таспа, 7 — аралық қабықша, 8 — болат өткізгіш, 9 — полимерлік түтік.

ОМЗГКЦ кабелінің тағайындалуы үйлесімді, бірақ өзектің құрылымымен ерекшеленеді: кабель ішінде оптикалық талшықты полиэтилен түтігі орналасқан. Кабельдің құрылымы 14.6,б-суретте берілген, онда 4 – ПБТ-дан жасалған қабықша, 5 – суды бөгейтін таспа, 6 – болат өткізгіш, 7 – полимерлік қабықша.

ОКСТ и ОКК типті кабельдері кабельдік кәріздердің, құбырлардың, коллекторлардың және т.б. төсемелері үшін арналған. Өзек құрылымы ОМЗКГ типті кабеліндегідей болады. ОКСТ ерекшелігі — кеңірдектенген болат таспа түріндегі сауыты, ал ОКК-да полимерлік қабықша бетінде жанбайтын материалдан жасалуы мүмкін сауыты болмайды.

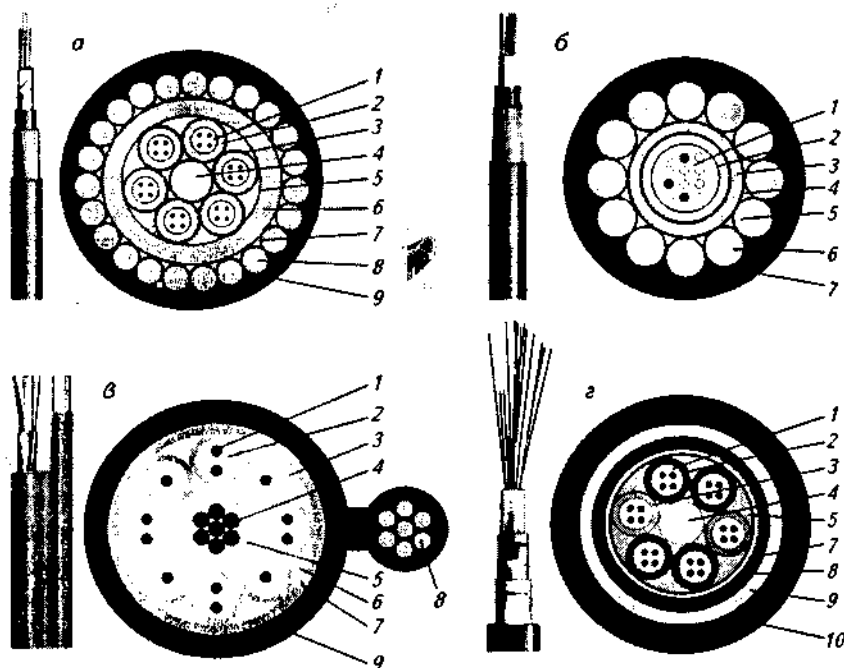
ОКП типті кабелі 14.6,в-суретінде келтірілген, мұнда 4 — шыныпластик, 5 — полимерлік түтік, 6 — гидрофобты толтырғыш, 7 — бекіткіш ленте, 8 — синтетикалық жіп (кевлар немесе таврон), 9 – полимерлік қорғаныш қабықшасы. ОКП-ның тасушы арқаны болады, күш элементі болат арқаннан

немесе жіптері жоғарымодульді синтетикалық материалдан жасалған ширақ матадан (кевлар, таврон) дайындалады.

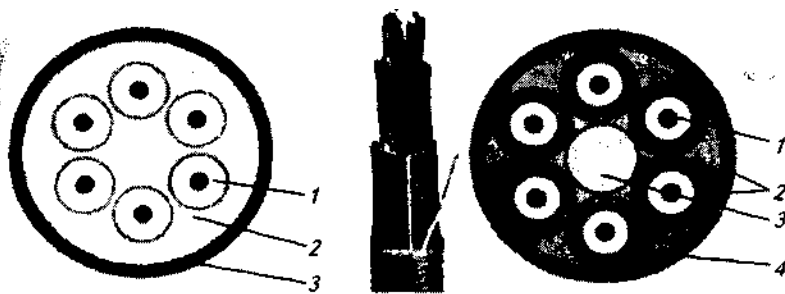
Өздігінен тасушы ADSS толығымен диэлектриялық құрылымды, соның ішінде ОКП кабеліне ұқсас күш элементінде де. Оның құрылымы 14.6,г-суретінде келтірілген, мұнда, 3 —ПБТ қабықшасы, 4 — шыныпластик, 5 — гидрофобты толтырғыш, 6 — полипропилендік таспа, 8 —ПЭ қабықшасы, 9 — таврон жібі, 10 —ПЭ қорғаныш қабықшасы.

Зауыт сондай-ақ, ішкі төсемелер үшін кабельдерді де шығарады.

DST (2.8,а-сурет) талшық саны 2-ден 24-ке дейін және Breackout (14.7,б-сурет) талшық саны 2-12 тарату кабелдері кабелдік кәріз құдығының, коллекторлардың, туннельдердің, ернеуліктердің (плинтус), ғимарат қабырғаларының төсемелері мен ілмектері үшін арналған. 2.8,а-суретінде 1 — буферлік жабындағы ОТ, 2 — беріктендіргіш элемент, 3 — сыртқы қабықша, ал 14.7,б-суретінде, 3 — орталық күш элементі, 4 — сыртқы қабықша.



2.8 - сурет –ОКП типті аспалы кабельдер



2.9 Сурет – Тарату кабельдері

Сонымен қатар бірталшықты және қосталшықты кабельдері шығарылады. Олар ғимараттардағы, кабельді шахталардағы, қораптардағы ашық әдіспен ішкі төсемелері үшін арналған, сондай-ақ байланыстырғыш бауларын (*patch-cords* және *pig-tails*) жасау үшін қажет. Бұл ОК-да талшықтар буферлік жабынымен қапталған, оның бетіне беріктендіргіш жіптері орналасады, ал оның үстіне полимерлік қорғаныш қабықшасы жабылады. Бірүлгілі – 10/125, немесе көпүлгілі – 50/125 және 62,5/125 талшықтары қолданылады.

ОАО «Севкабель» және ЗАО «Сев-кабель-Оптик» тұтынушыларға әр түрлі шарттарда пайдаланылатын ОК келесі типтерін ұсынады.

ДПТ — орталық шыныпластикалық элемент айналасындағы оптикалық модульдердің есілуімен пайда болған өзегі бар, модульді құрылымды өздігінен тасушы кабель. Өзек арамид жіптерінен тігілген полиэтилен аралық қабықшамен және сыртқы полиэтилен қабықшасымен қорғалған.

Өздігінен тасушы кабельдер үшін мылтықтық бытырамен зақымдану қаупі бар, сондықтан арнайы беріктігі жоғары полиамид композициясынан жасалған аралық қабатты қолдану арқылы қол жеткізілетін баллистикалық қорғанышына қажеттілік туады. Арамид есінділерімен үйлесімділікте, мұндай қабықша кабельдің оптикалық өзегі үшін жақсы баллистикалық қорғаныш болады және де оның массалық-өлшемдік көрсеткіштерін айтарлықтай өзгертпейді.

ДПМ кабелі — байланыс желісінің тіректерінде, электроқабылдағыш желісінің ілмектері үшін, барлық топтағы топырақтардың (мерзлотты деформацияға ұшырағандарынан басқа), кабелдік кәріз, құбырлардың, блоктардың, көпірлер мен эстакадалардың, туннельдердің, коллекторлардың (өрт таратпау орындауында) төсемесі үшін шыныпластикалық сауытты толық диэлектрикалық кабель. Оны сыртқы электромагниттік әсерлерге беріктігі бойынша аса жоғары талаптарда қолданады. ДПС кабелінің құрылымынан ерекшелігі – болат өткізгіштерін шыныпластикалық сырықтармен алмастыруында.

ОПС және ОПУ типті ОК (14.8-сурет) оптикалық талшықты 1, гидрофобты толтырғышпен 2, диаметрі 1,2-1,6 мм цинкталған өткізгішпен 3 және сыртқы полиэтилен қабықшасымен 4 қорғалған орталық модуль болып табылады. Бұл кабельдер топырақ пен кәріздерге орнату үшін арналған. .

«Вимком-Энергострой» мекемесі байланыс желілерінің тіреулерінде, автоблуктау әуе жолдарында және әуелік ЛЭП-тердегі ілмектер үшін қолданылатын ОКСН маркалы металл емес өздігінен тасушы ОК шығарады.

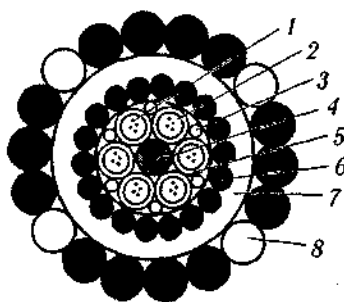
Арамид жіптері қабатымен және сыртқы қабықшасы трекингке берік полиэтилен немесе полиэтилен болатын, айналысында оптикалық талшық саны 4-тен 72-дейін бірүлгілі және көпүлгілі гидрофобты толтырғышы бар, оптикалық модульдері бұралған орталық күш элементі шыныпластикалық сырықтан жасалған металл емес өздігінен таситын ОК конструкциясы. ОТ мөлшері 40-тан 72 дейін.

ОКЛ типті кабелі— 01 (02), ЗАО СОКК екі модификацияда шығарылады: құбырлардағы, кабель кәріздеріндегі, коллекторлардағы, сондай-ақ, ғимараттардың ішіндегі төсемелер үшін және полиэтилен құбырларындағы

төсемелер үшін. Олардың арасындағы айырмашылық – қорғаныш жабындарында.

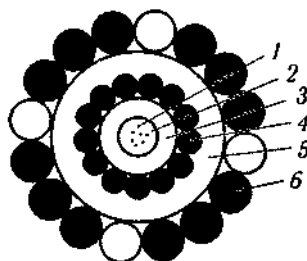
ОКЛ К типті жерасты төсемелері үшін кабель — 01(02) ОКЛ кабелімен салыстырғанда дөңгелек болат өткізгішті сауыттық жабыны бар, сондықтан аса жоғары механикалық жүктеуге болады.

ОКГТ типті найзағайдан қорғайтын арқанға жабдықталған оптикалық кабель (2.10-сурет) кернеуі 220 кВ-қа дейінгі ЛЭП тіреулеріндегі ілмектер үшін арналған. Бұл 1 — ОТ, 2 — гидрофобты толтырғыш, 3 — шыныталшықтық сырықтар, 4 — шыныпластиктан жасалған күш элементі, 5 — оптикалық модульдер, 7 — оптикалық өзекке қойылған болат өткізгіштерінің есілгеніне б қондырылатын алюминий түтікшесі. Алюминий түтікшесінің үстіне болат пен алюминийдің алмаса орналасқан өткізгіштерінің сыртқы есілу δорнатылады. ОКГТ-МТ өздігінен тасушы, найзағайдан қорғаушы кабельдері (2.11-сурет) ОКГТ оптикалық өзек құрылымымен ерекшеленеді. Бұл кабельде 1 — ОТ, 2 — гидрофобты толтырғыш, 3 — орталық оптикалық модуль, 4 – цинкталған болат өткізгішінің есілуі, 5 — алюминий түтікшесі, 6 — алюминий және болат өткізгіштерінің есілуі



2.10 Сурет – ОПС и ОПУ типті ОК

ОКЛЖ типті оптикалық, өздігінен тасушы, диэлектрикалық ОК электрфицирленген теміржолдың байланыс желілерінің тіреулері ілмектері үшін арналған. Жоғарыда аталған кабельдерден металлдық жабындардың жоқтығымен ерекшеленеді.



2.11 Сурет – Найзағайдан қорғау арқанына қондырылған кабель

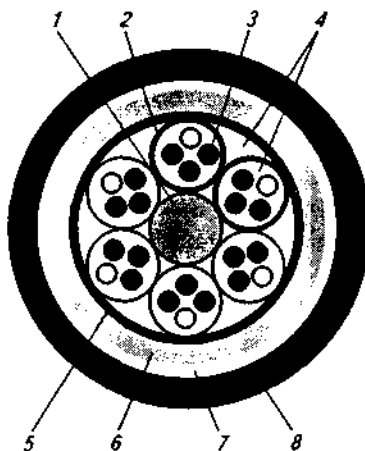
«Саранскабель» зауыт өндірісінің ОКБ-0,22 кабелі барлық топырақтардың, кәріздердің, құбырлардың, өзен мен тораптардың қиылысындағы сулардың төсемелері үшін қолданылады. Болат өткізгіштерінен сауыты бар. ОКГ-, ОКЛ-0,22 кабельді кәріздерде, құбырларда, блоктарда, кеңіртектенген болат таспасының сауыттық жабыны бар коллекторларда қондырылады. ОКК-0,22 электрфицирленген теміржолдың байланыс желілері тіреулерінің және кернеуі 110 кВ ЛЭП-тердің ілмектері үшін арналған. Бұл қорғаныш жабыны арамид жіптерінен болатын толық диэлектрикалық кабель.

ЗАО «Трансвок» модуль құрылымы ондағы орнатылымы еркін ОК өндіреді. Кабельдің күш пен беріктендіргіш-қорғаушы элементтері, гидрофобты толтырғышы болады.

ОК келесі түрлері шығарылады:

ОКМС — байланыс желілерінің тіреулерінің, теміржолды автобөгеу желісінің, әуе жолдарының 110 кВ дейін электрқабылдау және қоршаған орта температурасы $-60...+70^{\circ}\text{C}$ кезінде эксплуатациялау желілері тіреулерінің төсемелері үшін өздігінен тасымалдаушы және магистраль кабель.

Кабель құрылымы 2.12-суретінде көрсетілген, мұнда 1 — орталық күш силовый элементі (шыныпластик), 2 — оптикалық модуль, 3 — стандартты сырланған бірүлгілі ОТ, 4—модуларалық және модулішілік гидрофобты толтырғыш, 5 — бандаждық таспа мен жіптер, 6 — ішкі қабықша (полиэтилен, ПА-12), 7—беріктендіргіш жіптері (арамид), 8 — сыртқы қабықша (полиэтилен).

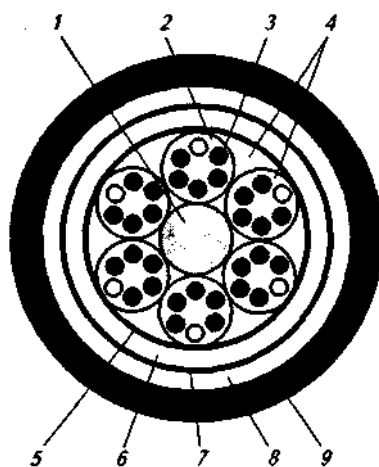


2.12 Сурет –ОКМС маркалы кабелі

ОКМС маркалы кабель толығымен диэлектрикалық материалдардан жасалған және жабыны армид жіптерінен жасалған сыртқы қабықшасы бар. Кабель өзегінде 6 немесе 8 оптикалық модульдері орналасқан. Модульдердің сырқы және ішкі диаметрлері сәйкесінше, 2,0/1,3 мм, 2,4/1,6 мм және 3,0/1,9 мм. Әр оптикалық модульде 2-ден 12-ге дейін бірүлгілі оптикалық талшықтары орналасқан. Осылайша, кабельде 96-ға дейін талшық орнатылуы мүмкін. ОКМС типті кабельдері $-60...+70^{\circ}\text{C}$ температурасына, созушы жүктемелер 10 кН-ға дейін, желдік жүктемелер – жел жылдамдығымен 43 м/с деп есептелген.

ОКМТ — $-40...+70^{\circ}\text{C}$ қоршаған орта температурасында эксплуатациялау және пластмассалық кабельді пневмоқұбырлардағы төсемелер үшін магистраль кабелі. ОКМТ маркалы кабелінің құрылымы ОКМС ұқсас. Олар азырақ созу күштеріне есептелген, бірақ қызушы жүктемелерге беріктігі жоғарырақ. ОКЗ — кеңіртектенген болат таспадан жасалған сауытты зонааралық кабелі. Ол $-60...+60^{\circ}\text{C}$ қоршаған орта температурасында эксплуатациялау және телефондық кәрізінің төсемелеріне арналған.

Кабель құрылымы 2.13-суретте келтірілген, мұнда 1 — орталық күш элементі, 2 — оптикалық модуль, 3 — сырланған бірүлгілі стандарт оптикалық талшығы, 4 — гидрофобтық толтырғыш, 5 — бандаждық таспа мен жіптер, 6 — ішкі қабықша (полиэтилен), 7 — суды бөгеуші элементтер 8—сауыт (кеңіртектенген болат таспасынан), 9 — сыртқы қабықша (полиэтилен).



2.13 Сурет – ОКЗ кабелінің құрылымы

ОКЗ маркалы кабелдің басты негізгі ерекшелігі болып оның өзегін жеміргіштерден қажет қорғауды қамтамасыз ететін кеңіртектенген болат таспасынан жасалған сауыттың болуы.

ОК ЗАО «Трасвок» негізгі техникалық сипаттамалары

Кабельдердегі оптикалық талшық саны 6-дан 96-ға дейін. Өшу коэффициенті: 1310 нм толқын ұзындықта 0,35 дБ/км, 1550 нм толқын ұзындықта 0,22 дБ/км аспайды. Кабельдегі кертіктің толқын ұзындығы 1150—1270 нм. Хроматикалық дисперсия: (1285—1330) нм толқын диапазоны үшін 3,5 пс/нм-км аспайды, (1525—1575) нм толқын диапазонына 18 пс/нм-км аспайды.

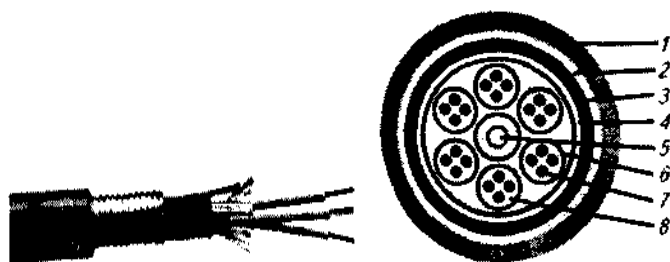
Оптикалық модульдердің номинальді сыртқы диаметрі 2; 2,4; 3 мм. Оптикалық модуль саны — 6,8. Эксплуатация температурасы $-60...+70^{\circ}\text{C}$. ОКМС, ОКМТ кабельдерінің құрылыстық ұзындығы —4 км кем емес, ОКЗ — 2 км.

Қызмет ету мерзімі кемінде 25 жыл. Монтаждың минимал температурасы -10°C .

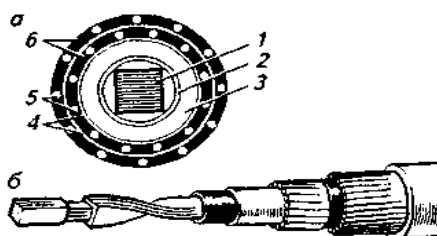
2.3 Шетелдік оптикалық кабельдері

Шетелде оптикалық кабельдер барлық қолданулар үшін, аса кең сандық шамада өндіріледі. Алайда, олардың 90% — бірүлгілі ОТ негізіндегі ОК. Сонымен қатар, жергілікті, объектілік және борттық ВОЛП, және автоматиканың түрлі жүйелерінде көпүлгілі ОТ негізіндегі ОК да аса үлкен қолданыста.

Магистраль оптикалық кабельдердің құрылымын талдау көрсеткендей, олардың барлығы дерлік, ең құрғанда, бір металл қабықшасы болады (2.14-сурет), мұнда 1 — сыртқы қабықша; 2 — кеңіртектенген сауыт; 3 — ішкі полиэтилен жабыны; 4—беріктендіргіш элементтер; 5—орталық күш элементі; 6—полимерлік түтікше; 7—оптикалық талшықтар; 8—гидрофобтық толтырғыш). Топыраққа және суға төсемеге арналған кабельдер америкалық өндірістің кабелі сияқты (15.2-сурет), екі қабат (немесе тіпті үш) болат өткізгішімен екі рет сауытталған болады. 15.2,*а*-суретінде кабельдің қимасы көрсетілген, ал 15.2,*б*-суретінде — кабельдің жалпы түрі: 1 — оптикалық талшықтың жазық таспалар жиынтығы; 2 — қорғаныш қабаты; 3 — ішкі полиэтилен қабықшасы; 4 — пластмасс таспалары; 5 — күш элементтері; 6 — полиэтилендік қабықша. Бірқатар фирмалардың магистраль кабельдерінің металдық қабықшасы есілген болат таспа секілді жасалынған.



2.14 Сурет – Бір металдық қабықшалы кабель



2.15 Сурет – Топыраққа төселетін кабельдер

Байланыстың оптикалық жолдарында ОК үлкен ұзындықта созылуы тек қана топырақта төселуімен қатар, ЛЭП тіреулеріне немесе теміржолдардың

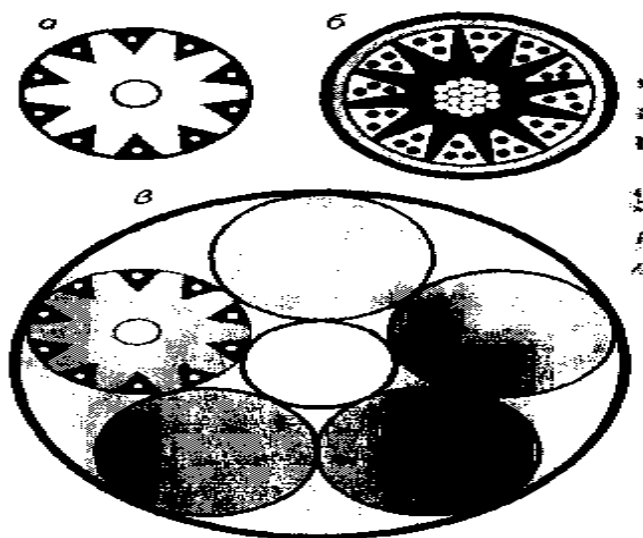
байланыс тіреулерінде ілінуі қажет. ВОЛП мұндай түрлері үшін шетелдік бірқатар фирмалар аспалы ОК ойлап тапты және өндіріске жіберді.

ОК-де 12-ден 36-ға дейін талшық орналаса алатын 4-5 модульға дейін болады. Қажет болған жағдайда модульдегі талшық саны көбейтілуі мүмкін.

Аймақтық, жергілікті және объектілік желілерде бір уақытта күш тасушы элемент пен модульдер ролін атқаратын профиль өзекті ОК кең қолданыс тапты. Мұндай кабельдердегі модуль ретінде өзектің осінің айналасында анықталған қадамды өзектегі көлденең паздары қолданылады. Профиль өзекті ОК үш топқа жіктеледі: пазда бір ОТ-мен (2.16,*а*-сурет); бір пазда бірнеше талшықты (2.16,*б*-сурет); орталық тасушы сырық айналасында есілген бірнеше профиль сырықтары (2.16.3,*в*-сурет).

Бұл кабелдің әр профильдық өзегі он көлденең пазы бар, олардың әрқайсысында бір оптикалық талшығы орналасады. ОК беріктігін арттыру үшін сырық ортасында диаметрі 0,25 мм 19 болат өткізгіштерінен арқан орналастырылған. Пазалары бар өзек полимерлік және қағаз таспаларымен жабылған, ал олардың үстіне өз кезегінде сыртқы полиэтилен қабықшасымен жабылған металдық қабықша кигізілген.

Паздағы ОТ-тың саны бәрден үлкен болуы тиіс: 2, 3, 5 және т.б. Сондай-ақ, паздар саны да әр түрлі болуы мүмкін.



2.16 Сурет – профиль өзекті ОК

Профиль өзекті ОК өндірісі салыстырмалы түрде қиын, бұл жәйт олардың бағасын едәуір өсіреді. Бір уақытта олар есілген типті ОК-мен салыстырғанда арттықшылықтары да жоқ. Сондықтан соңғы 2-3 жылда профиль өзекті ОК-ге сұраныс азайып кетті. Бұған өндеу технологиясының қиындығы да септігін тигізді, мысалы, ОК ұзарту.

Қалалық кабельдер көбірек мөлшерде шығарылады. Қалалық ОК-нің полиэтиленмен қапталған болат сырықтан күштететін элементі болуы мүмкін. 2.16-суретте қалалық типті оптикалық кабель келтірілген. Бұл кабель

кеңіртектенген болат таспасынан 2-ші және 3-ші мөлдірлік терезесіндегі бірүлгілі ОТ негізінде жасалған.



2.16 б Сурет – Кабельдің қалалық типі

2.17-суретте қалалық кабельдің басқа түрі келтірілген. Ол қалалық кабельдық кәріздердегі төсемелер үшін арналған, бірақ сондай-ақ, тіреулерде ілінгіш үшін де қолданыла алады. Бұл кабельдің құрылымдық деректері келесідей: өзек – гидрофобты толтырғышты талшықтарға арналған спираль тәріздес пластикалық канал, кабельдің герметикалық жабыны бар. Экрандау екі жағынан да полиэтиленмен де қапталған алюминий фольгасынан жасалынған; күштеуші элементтер — пластикалық қабықшадағы екі болат өткізгіш; болат өткізгіштерден сауыт; сыртқы қабықша қара полиэтиленнен жасалады Қалалық ОК сондай-ақ, металдық беріктендіргіш элементтерімен армирленген, немесе металсыз армирленбеген болуы мүмкін.



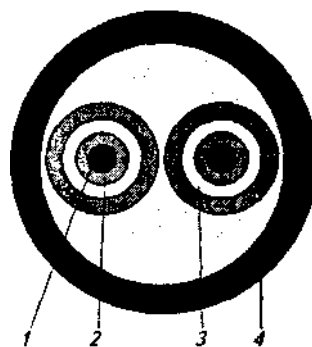
2.17 Сурет – Қалалық кабельдің басқа түрі

Әр түрлі мекемелер, объекттер, ғимараттар арасында, сондай-ақ тіреуаралық монтаж үшін де, түрлі фирмалар ОК типтерінің кең спектрін өндіреді. Бұл кабельдердің ОТ бірүлгілі де, көпүлгілі де болуы мүмкін мұндай кабельдегі талшық саны – бір немесе екі.

2.18-суретте көрсетілген объектілік кабельде әр оптикалық талшықтың (1) буферлік қабықшасы (2) және жеке түтікшелік полимерлі қабықша (4) ішінде орналасқан армид жіптерінен күш элементі болады (3)

2.18 Сурет – Объектілік кабель





2.19 Сурет – Басқа объектілік кабель

2.19-суретте объектілік ОК құрылымы келтірілген, мұндағы әр оптикалық талшықта(1) буферлік қабықша(2), ортақ қабықша(4) ішінде орналасқан арамид жіптерінен күш элементі (3) болады.

Импульс дисперсиясы - талшық бойымен таралу кезіндегі импульстің кеңеюі. Ол өткізу жолағының ені мен тарату линиясының жылдамдығын анықтайды.



2.19 Сурет- Талшық бойымен таралатын импульстің өткізу жолағы

Импульстің кеңеюі – τ – кіріс пен шығыстағы импульс ұзақтығының квадраттық ауытқуы арқылы анықталады

$$\tau = \sqrt{t_{\text{вых}}^2 - t_{\text{вх}}^2}$$

Дисперсия жиіліктік диапазонды шектейді және тарату қашықтығын айтарлықтай төмендетеді $\Delta F=1/\tau$.

Дисперсия 2 басты себептен пайда болады:

- 1 Сәулелену көзінің когерентті болмауынан
- 2 Модалардың санының көп болуынан

Дисперсия түрлері:

Модалық, хроматикалық, ол өз кезегінде толқын жолды және материалды болып бөлінеді.

Хроматикалық дисперсияның себебі сәулелену көзінің когерентті еместігі болып табылады.

Материалды дисперсия сыну көрсеткішінің толқын ұзындығына тәуелділігімен шартталған. Бұл әртүрлі ұзындықты толқындар бір ортада

әртүрлі жылдамдықпен қозғалатындығымен түсіндіріледі, ол талшықтың материалының құрылысымен шартталған. Материалды дисперсия бір модалы толқын үшін негізделген. Оның әсерін сәулелену көзінің жолағының енін азайту және толқын ұзындығын оптималды таңдау арқылы төмендетуге болады.

Толқын жол дисперсиясы мода ішіндегі процестермен шартталған. Ол моданың таралу коэффициентінің толқын ұзындығына тәуелділігімен сипатталады.

Модалық дисперсия модалар санының көп болуымен шартталған. Және оның әр қайсысы өз жылдамдығымен таралады. Модалық дисперсия көбіне көп модалы талшықтарға тән. Ол әр түрлі мода сәулелерінің өткен жолдарының әр түрлі болғандығына байланысты талшықтың ішінде пайда болады. Оны модалар саны азайтумен талшық өзекшесінің диаметрін бір модалыққа дейін кішірейту арқылы азайтуға болады. Модалық дисперсияның азаюын модалар саны азаятын градиентті профильді сыну көрсеткіші бар талшықты қолдану арқылы алуға болады..

Баспалдақты талшық үшін

$$\tau_{\text{мод}} = \frac{\Delta n_1}{c} \sqrt{l - l_c}$$

Градиентті талшық үшін

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad \tau_{\text{мод}} = \frac{\Delta^2 n_1}{2c} \sqrt{l - l_c}$$

n_1 – өзекшенің сыну көрсеткіші

n_2 – қабаттың сыну көрсеткіші

C – жарық жылдамдығы

l – линиялар ұзындығы

l_c – тұрақталған режим орындалатын байланыс модасының ұзындығы:

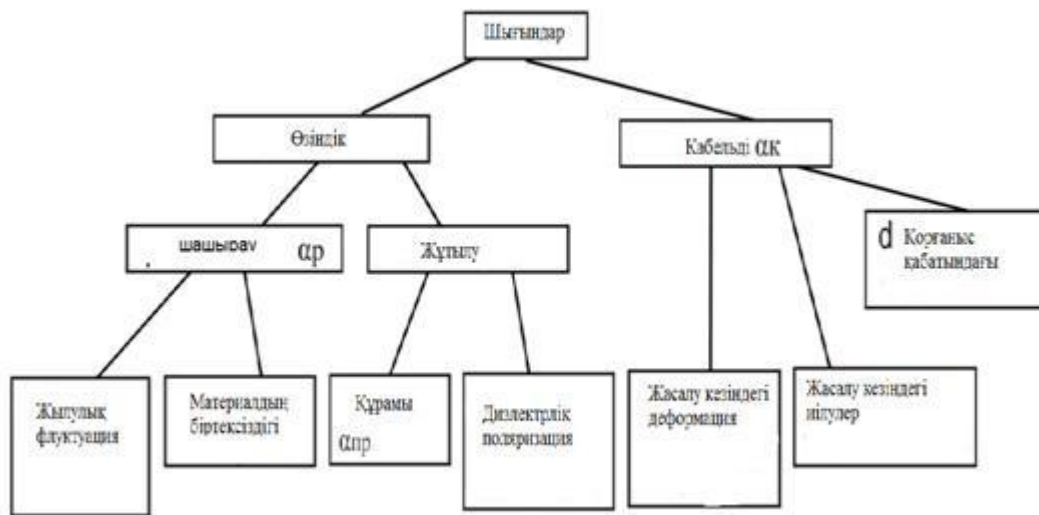
баспалдақты талшық үшін : $l_c = (5 - 7)$ км

градиентті талшық үшін : $l_c = (10 - 15)$ км

Өшу толқындық жарық жолдың өзіндік жоғалулармен және α_k кабельді деп аталатын қосымша жоғалулармен шартталған. Өзіндік жоғалулар жұту α_p жоғалуы мен шашырау α_r жоғалуынан тұрады. Өшу регенирацияланған бөліктердің ұзындығын анықтайды.

2.3 Кабель шығындарын жіктеу

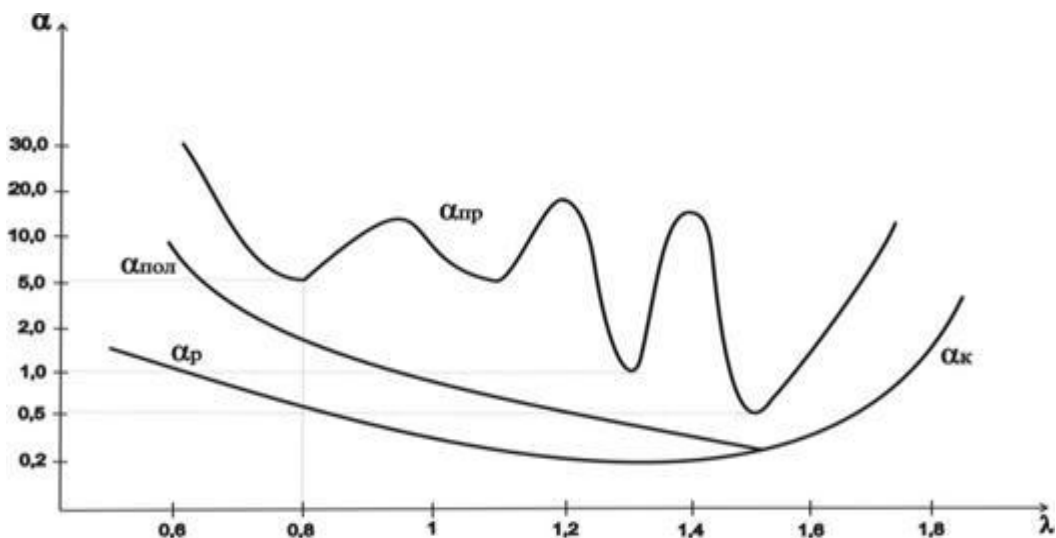
Таратылу шығындары жарық өткізгіш кірісіне келетін қуат бөлігі қоршаған ортада ОТ-тың микроскоптикалық біртексіздігі есебінде таратылуымен анықталады. Жарық осындай біртексіздікке түсе отырып, барлық бағытта шағылысады. Бұл шығындар рэлеевті таралу деп аталады және толқын ұзындығына тәуелді.



2.20 Сурет - Кабельдегі шығындардың жіктелуі

Жұтылу шығындары сигнал қуатының бір бөлігін жұтатын - αпр және диэлектрлік поляризацияның шығындарымен - αпол анықталады.

Қосымша (кабельді) қуаттың шығындары ОТ-қа полимерлі жабын және ОК құрастыру кезінде ОТ деформация нәтижесінде пайда болады. ОТ-тың қабықшаларының қалыңдығы үлкен болған сайын бағытталған мода өрісі оның ішкі шекарасында жабынмен соғұрлым аз болады, сәйкесінше қосымша шығындар да аз.



2.21 Сурет- Шығынның толқын ұзындығынан тәуелділік графигі

Графиктен көріп тұрғанымыздай, шығындар толқын ұзындығы ұлғайған сайын азаяды. Бұл регенерациялаушы бөліктің ұзындығын үлкейтуге мүмкіндік береді.

2.1 Кесте - Шығындар

λ , мкм	α , дБ/км	l_p , км
0,85	5	10
1,3	1	40
1,55	0,5	80

Шығындар децибелда өлшенеді [дБ]:

Шығындар [дБ] = - 10 log (Шығыс қуат [Вт]/кіріс қуат [Вт]) немесе

Шығындар [дБ] = Кіріс қуат [дБм] – шығыс қуат [дБм].

Сигналдың оптикалық қуаты қуаттың өлшем бірлігінің Вт бөлігінде анықталады: милливатт 1 мВт = 10⁻³ Вт

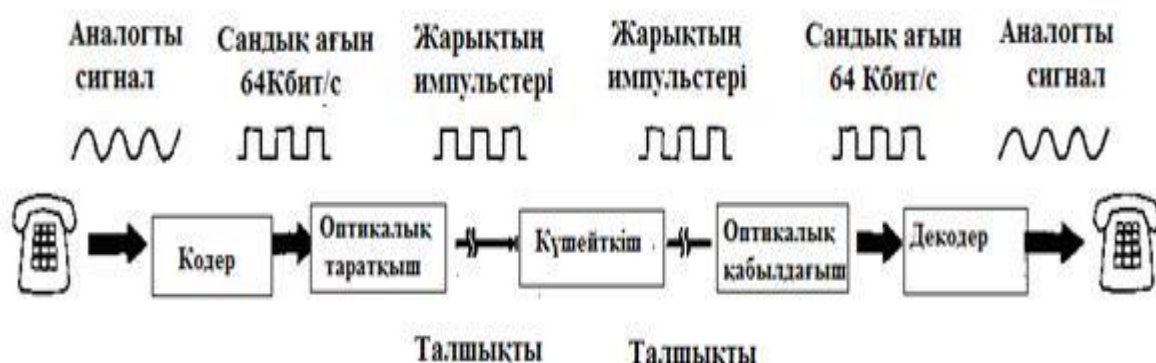
микроватт 1 мкВт = 10⁻⁶ Вт

нановатт 1 нВт = 10⁻⁹ Вт,

сондай-ақ, салыстырмалы бірлікпен, логарифмдік шкаламен өрнектелген:

дБм = 10 log (Қуат/1 мВт)

2.23-суретте байланыс жүйесінің типтік сұлбасы көрсетілген. Аналогты сигнал, соңғы мәліметтер құрылғысымен (СМҚ) генерирленетін, мысалы телефонмен, терминалмен, бейнекамерамен және т.б., оны биттік ағынға түрлендіретін аналогты-сандық түрлендіргіште (кодерде) коммутация түйініне келеді. Биттік ағын оптикалық импульстердің сериясын оптикалық талшыққа беретін оптикалық таратқышты модуляциялау үшін қолданылады. Қабылдайтын жақта жарық импульстері оптикалық қабылдағыш көмегімен қайта электр сигналына түрленеді. Коммуникациялық жүйенің декодерлік бөлігі бинарлы электр ағынын СМҚ-да қайта аналогты сигналға түрлендіреді. Негізінде кодерлер мен декодерлер, сондай-ақ оптикалық қабылдағыштар мен таратқыштар бір құрылғыда екі бағытты байланыс арнасы жасалатындай етіп құрастырылады.



2.23 Сурет - Байланыс жүйесінің типтік сұлбасы

Негізгі компоненттері:

Оптикалық таратқыш (тарататын оптоэлектронды модуль ТОМ) кірістегі электр (сандық немесе аналогты) сигналын шығыстағы жарықтық (сандық

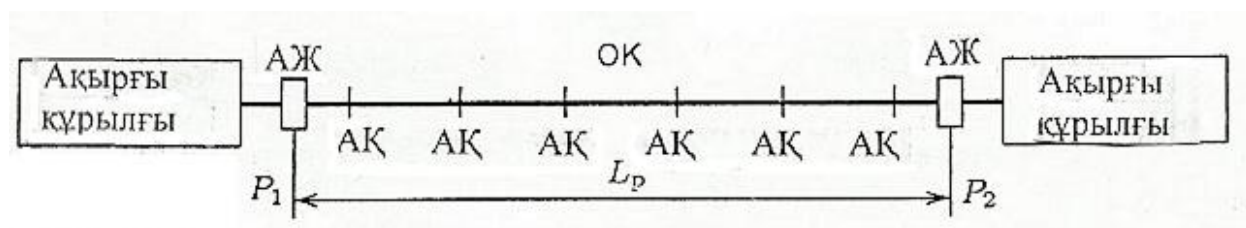
немесе аналогтық) сигналға түрлендіруді қамтамасыз етеді. Сандық таратуда таратқыштың оптикалық шағылыстырғышы оған келіп түсетін электр сигналының биттік ағынына сәйкес «қосылады» және «өшіріледі». Бұл мақсатта инфрақызыл жарық шағылыстырушы диодтар LED немесе лазерлік диодтар LD қолданылады. Бұл құрылғылар мегагерцті, сондай-ақ гигагерцті жиіліктермен шағылысатын жарықтың модуляциясын қолдау қабілетті. Кабельді телевидения жүйесін жасауда оптикалық таратқыш кең жолақты аналогты электр сигналын аналогты оптикалыққа түрлендіруді жүзеге асырады.

Оптикалық қабылдағыш (қабылдайтын оптикалық модуль ҚОМ) қірістегі оптикалық импульстерді электр тоғының шығыс импульстеріне қайта түрлендіру жасайды. Оптикалық қабылдағыштың негізгі элементі ретінде *p-i-n* және лавиндік фотодиодтар қолданылады.

Оптикалық күшейткіш қайталағыш немесе регенератор сияқты оптоэлектронды түрлендіру жасамайды. Ол, арнайы белсенді орта мен толтыру лазерлерін қолдана отырып, индуцирленген шағылысу арқасында өтіп жатқан оптикалық сигналды тура күшейтеді. Оптикалық сигналды бастапқы түрге келтіретін қайталағыш регенератор деп аталады.

Цифрлық ТОВЖ регенерация учаскесінің максималды ұзындығы (немесе жолдық трактының регенераторларсыз максималды ұзындығы) импульстік сигналдардың өшуі және дисперсиясымен шектеледі. Осы көрсеткіштер бір-біріне тәуелсіз болғандықтан, ТОВЖ –ні жобалағанда өшуі бойынша регенерация учаскесі ұзындығын $L_{ра}$ және дисперсия бойынша регенерация учаскесін $L_{рд}$ бөлек есептеу керек.

Регенерация учаскесінің қарапайым құрылымдық сұлбасы 2.24 – суретте көрсетілген. Мұнда ақырғы құрылғылар (таратушы және қабылдаушы станциялар, сызықтық регенераторлар) электронды оптикалық түрлендіруді іске асырады. Оларды ішкі (станциялық) кабелдерге жалғау үшін ажыратылмалы оптикалық жалғаушыларды АЖ пайдаланады. Станциялық және сызықтық ОК оптикалық талшықтарын біріктіру, сондай-ақ ОК-дің құрылыстық ұзындықтарын біріктіру пісірілген оптикалық ажыратылмайтын қосылғыштар көмегімен орындалады.



2.24 Сурет - Регенерация учаскесінің құрылымдық сұлбасы

Өшуі бойынша регенерация учаскесі ұзындығын есептеу.
Регенерациялық учаскенің жалпы өшуі

$$\alpha_3 = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} = p_1 - p_2 = \alpha L_{p\alpha} + \alpha_{nc} N_{nc} + \alpha_{pc} N_{pc}. \quad (2.13)$$

мұндағы P_1, p_1 - кабел ОТ-на енгізілетін қуат және қуат деңгейі;
 P_2, p_2 – қабылданатын қуат және қуат деңгейі;
 α - ОТ өшу коэффициенті;
 α_{nc}, α_{pc} – ажыратылмайтын және ажыратылатын оптикалық жалғаушылар енгізетін шығындары;
 N_{nc} - ажыратылмайтын, N_{pc} – ажыратылатын жалғаушылар саны.

Учаскедегі ажыратылмайтын оптикалық жалғаушылар жалпы саны

$$N_{nc} = L_{p\alpha} / l_{оу} + 1, \quad (2.14)$$

мұндағы $l_{оу}$ ОК орташа құрылыстық ұзындығы.

Оптикалық қабылдағыш $p_2 \geq p_{ка}$ шартында сигналды қабылдайды және өңдейді, мұнда $p_{ка}$ – деңгейлік сезімталдық (қабылданатын сигналдың қуатының минималды рұқсатты деңгейі). Оптикалық қабылдағыштың алдынала өзіміз анықтайтын минималды жүктемеленуі M –ді ескере отырып, аламыз

$$p_2 = p_{ка} + M. \quad (2.15)$$

(2.14) пен (2.15)- ті (2.13) –ке қойып табамыз

$$L_{p\alpha} = \frac{A - M - \alpha_{pc} N_{pc} - \alpha_{nc}}{\alpha + \alpha_{nc} / l_{сд}}. \quad (2.16)$$

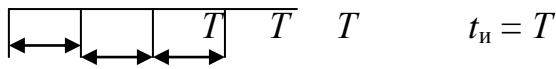
мұндағы $A = p_1 - p_{ка}$ – ТОБЖ аппаратурасы қамтитын учаске өшуі мәні (энергетикалық потенциал).

Регенерация учаскесінің минималды ұзындығы, ОТ-қа енгізілетін қуаттың минималды деңгейімен $A_{min} = p_{1min} - p_{ка}$ және құрылғының динамикалық диапазоны D –мен анықталады:

$$L_{p\alpha min} = \frac{A_{min} - \alpha_{pc} N_{pc} - \alpha_{nc}}{\alpha + \alpha_{nc} / l_{сд}}. \quad (2.17)$$

Дисперсия бойынша регенерация учаскесінің ұзындығын есептеу.

Цифрлық ТОБЖ сызықты кодасы қарапайым түрде берілген дейік (2.25 – сурет). Бұл жағдайда регенерациялық учаскенің басында импульс ұзақтылығы бірлік интервалға тең $t_{и} = T$. Регенерациялық учаскенің соңында импульс ұзақтылығы $t_{и} = T + \tau_0 L_{p\alpha}$, мұнда $\tau_0 = \tau / L$ – ұзындық бірлігіндегі дисперсия.



2.25 Сурет - Импульс ұзақтығы

Оптикалық қабылдағыштың кірісіндегі көрші импульстер арасында бірін-бірі жауып кетпеуі үшін келесі шартты орындау керек $t_{и} = T + \tau_0 L_{p0} 2T$. Сондықтан

$$\tau_0 L_{p0} \leq T. \quad (2.18)$$

Цифрлық ТОВЖ күрежелдерінде ақпарат күрделі цифрлық сигналдар – кодалар түрінде берілетіндігін ескерсек осы шарт былай жазылады

$$\tau_0 L_{p0} \leq T/2. \quad (2.19)$$

Оптоталшықтың кең жолақтылығы $\Delta F = 0,44/\tau_0$, мұнда $\tau_0 = \tau/L$ -ұзындығы 1 км ОТ бөлігіндегі дисперсия (үлестік дисперсия) және жолдық трактыда ақпаратты тарату жылдамдығы $B = 1/T$ екенін ескеріп, дисперсия бойынша учаскенің максималды ұзындығын табамыз

$$L_{p0} = \frac{\Delta F}{0,88B} = \frac{\Delta F}{0,88f_T}, \quad (8.20)$$

мұндағы f_T – жолдық цифрлық сигналдың тактылық жиілігі.

(2.17), (2.20) формулалары бойынша регенерация учаскесі ұзындығын есептеу үшін аппаратураның типтік көрсеткіштерін келтірейік:

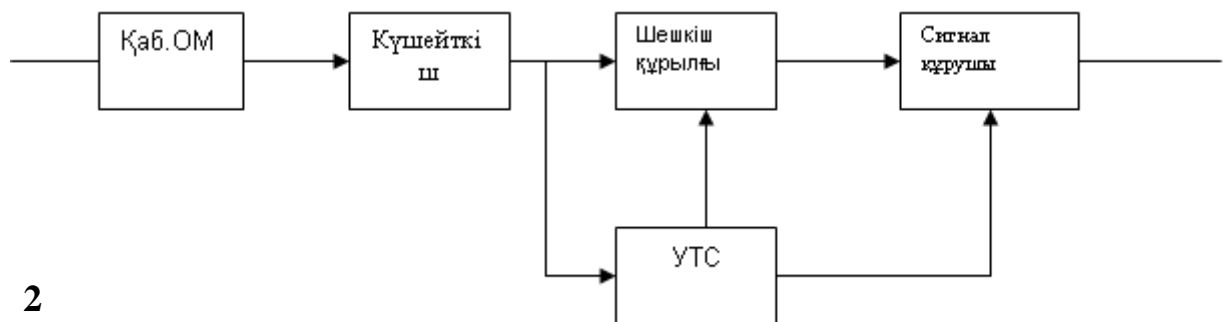
- негізгі цифрлық арналар (НЦА)..... 480;
 - тарату жылдамдығы $B_{mж} = 34,368$ Мбит/с;
 - жұмыстық толқын ұзындығы $\lambda = 1,3$ мкм;
 - сызықтық сигналды тарату жылдамдығы..... $B = 41.242$ Мбит/с;
 - энергетикалық потенциал..... $A = 36$ дБ;
 - ОК типтік көрсеткіштері:
 - ОТ типі көп модальды
 - градиентті;
 - өшу коэффициенті ($\lambda = 1,3$ мкм) $\alpha = 0,7$ дБ/км;
 - кең жолақтылық коэффициенті $\Delta F = 800$ МГц·км;
 - орташа құрылыстық ұзындық $l_{оқ} = 2,2$ км.
 - Жолдық трактының көрсеткіштері: $N_{pc} = 2$; $\alpha_{pc} = 0,3$ дБ; $\alpha_{nc} = 0,1$ дБ.
- (2.15) және (2.20) формулаларынан табамыз:

$$L_{p\alpha} = \frac{A - M - \alpha_{pc} N_{pc} - \alpha_{nc}}{\alpha + \alpha_{nc} / l_{oy}} = \frac{36 - 3 - 0,3 * 2 - 0,1}{0,7 + 0,1 / 2,2} = 43,3 \text{ км};$$

$$L_{p\delta} = \frac{\Delta F}{0,88B} = 22 \text{ км}.$$

Алынған нәтижеден көрініп тұр, ішкі аймақтық ТОТЖ үшін $\alpha = 1$ дБ/км бар арзан ОК-ді тандап алуға болады.

ФД және алдыңғы күшейткіш құрылымдық түрде қабылдағыш оптикалық модульге қабылдағыш оптикалық модульге біріктіріледі. Шағылысу ОТ бөлік арқылы енгізіледі оған разъем арқылы сыртқы ОТ кабельдер қосылады.



2.26 Сурет - Оптикалық қабылдағыштың құрылымдық сұлбасы

Шешуші құрылғы берілетін 1 немесе 0 символдың шамасының бағасын жүргізеді. Бұл үшін шешуші құрылғыда периодты түрде тактілік жиілікпен күшейткіштің шығысында страбирлеу және алынған есеп беру мен босағалық салыстыру жүргізіледі.

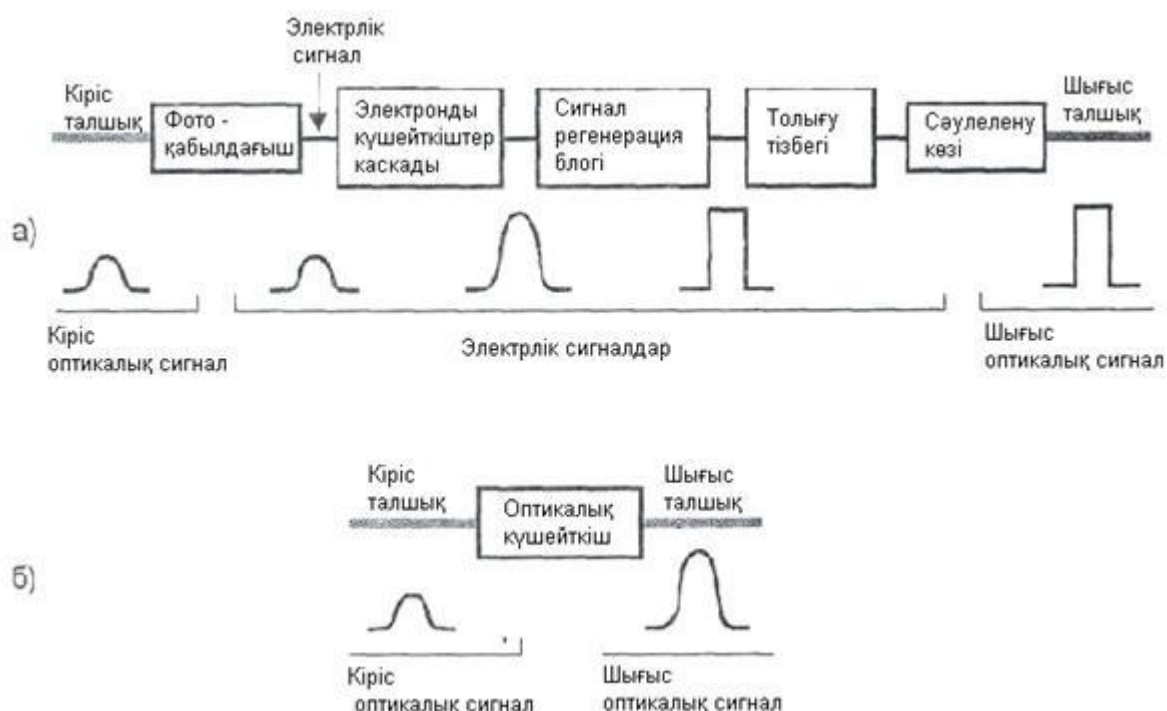
Түрлендіргіш сигнал босағасының шектен тыс шыққанда үшбұрышты түрде импульс өндіріледі. Тактілеу синхронизация құрылғысы ТСҚ тактілік жиіліктің синхроимпульсі қабылданатын сигнал өндіреді және қысқа импульстер өндіреді, осының көмегімен жәйлі сәттер үшін сигналды стробирлеу іске асады.

Оптикалық сигналдың таралу шамасына қарай оның әлсіреуі және дисперсияның әсерінен импульстердің кеңеюі болады. Кез келген осы факторлардың біреуі ретрансляциясыз аймақтың талшықты оптикалық сегменттің максималды ұзындығын шектеуге себеп болады.

Қабылдағыш пен таратқыштың арасындағы рұқсат етілген максималды ұзындығы шамадан тыс үлкен болса, онда байланыс арналарының өтпелі нүктелерде бір немесе бірнеше ретрансляцияларды қосуымыз керек. Жалпы жағдайда, ретранслятор оптикалық сигналды күшейткіштің функциясының қызметін атқарады және қосымша (цифрлық таратуда) импульстердің пішіндерін қайта қалпына келтіреді, шу деңгейін азайтады және қателерді жояды мұндай ретранслятор регенератор деп аталады.

Оптикалық сигналы күшейту әдісі бойынша ретрансляторларды екі деңгейге бөлеміз: қайталағыштар және оптикалық күшейткіштер.

Қайталағыш (электронды-оптикалық қайталағыш) - бірінші оптикалық сигналды электронды түрге түрлендіреді, күшейтеді, жөндейді, содан соң керісінше оптикалық сигналға түрлендіреді, (16 а,сурет).



а) электронды-оптикалық күшейткіш; б) оптикалық күшейткіш.

2.27 Сурет - Ретранслятордың түрлері

2.2 Кесте - Қайталағыштар мен оптикалық күшейткіштердің салыстырмалы сипаттамалары

Сипаттама	Қайталағыш	Оптикалық күшейткіш
Құрылымы	Қиын	Қарапайым
Бағасы	Төмен	Жоғары
Сенімділігі	Жоғары	Өте жоғары
Сигнал регенерациясы	Өтеді	Өтпейді
Тарату жылдамдығына тәуелділігі	Қажет етеді	Қажет етпейді
Бір уақытта бірнеше сигнал беру мүмкіндігі	Болмайды	Болады
Толқынның жұмыс істеу ұзындығы, нм	850, 1300, 1550	1530-1560 аймағы
Шу сигнал қатынасы	Жоғары	Төмен

Қолданатын аймақ	Локальдік желілерде, региондық желілерде, регион аралық желілерде	Қазір және де региондық желілерде, регион аралық желілерде
------------------	---	--

Қайталағыш күшейту қызметімен бірге цифрлық оптикалық қабылдағышқа тән сигналды регенерациялау қызметін атқарады. Регенерациялау блогі импульстердың тік үшбұрышты пішінін қалпына келтіреді, шуды жояды, шығыс импульстері көзделген тайм-слоттарға түсу үшін берілетін нәрсені ресинхронизациялайды.

Оптикалық күшейткіш (ОК) - қайталағышқа қарағанда оптоэлектрондық түрлендіруді іске асырмай, оптикалық сигналды күшейтуді іске асырады (16 б, суретті қараңыз). Оптикалық күшейткіштер оптикалық сигналдың регенерациясын жүргізе алмайды. Олар кіріс сигналы мен шуды тең шамада күшейтеді. Қайталағыш пен оптикалық күшейткіштің салыстырмалы сипаттамалары 4-кестеде келтірілген.

ОК қарапайым және жоғары сенімділіктен құралған, оның бағасы ылғи төмендейді, ол ақпаратты тарату жылдамдығына тәуелді емес, бұл дегеніміз ТОТЖ-нің өткізу қабілеттілігін, құрылғыға шамадан тыс шығын шығармастан өсіруге мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта ТОТЖ - да болашағы бар ОК-дің келесідей типтерін қарастырамыз:

- жартылай өткізгіш күшейткіштер (екінші мөлдір терезеде жұмыс істейді; бағасы төмен, қарапайым құрылымды, жоғары күшейту коэффициенті 25 ... 30дБ; олар белгілі бір толқын ұзындығында күшейту үшін құрылған болуы мүмкін, ол дегеніміз оларды оптикалық коммутаторларда және толқындарды ұзындығы бойынша бөлу үшін демультиплексрлерде қолдануға мүмкіндік береді);

- ОТ-дағы сызықсыз белгілері негізіндегі күшейткіштер (сызықсыз емес әсерлер қуатты толқын энергиясының бөлігін әлсіз толқын сигналына түрлендіреді; 2 және 3 мөлдір терезелерде 40 дБ-ге дейін күшейтуді қамтамасыз етеді; 100 МГц-ге сигнал тар диапозонда көзделген, бірақ та күшейтілетін арналар арасында үлкен ауысу кедергілерін береді);

- ОТ-дағы қоспалы күшейткіштер (ОК-ның негізгі элементі ОТ, сирек жергілікті металдармен легирлеу, металл иондары лигерлейтін металдардағы жұтылу жолақтарына сәйкес келетін белгілі бір жолақтардағы толқын ұзындықтарын күшейту үшін активті ортаны жасайды; 40 дБ күшейтуді қамтамасыз етеді).

- ОТ бойынша сигнал таратқанда әлсіреу ауқымы және бұрмалануы регенерация аумағының ұзындығына байланысты, ОК-ның құрылымды ұзындықтарының кесінділерінде толқынды белгілі түрде байланыс нүктелерінде береді. Сигналды қалпына келтіру үшін регенератордың кірісіндегі деңгейі оптикалық шағылысудың қабылдайтын минималды деңгейінен көп болуы керек, сигналдың толық қалпына келу процесі өтеді $P_{пр} > P_{пр\ min}$. Бұл кезде

әртүрлі шығындар деңгейін негізге алатын болсақ, онда таратуда мынандай болуы керек

$$P_{\text{пер}} = \alpha_{\text{в}} - n_{\text{р}} \cdot \alpha_{\text{р}} - n_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{н}} - \alpha \cdot \ell_{\text{уч}} \geq P_{\text{пр}},$$

мұндағы $\alpha_{\text{в}}$ – OT сигналының кірісіндегі және шығысындағы шығындар;
 $\alpha_{\text{р}}$, $\alpha_{\text{н}}$ – регенерация ұзындығының аймағындағы разъемдік және разъемдік емес біріктірулердегі шығындар;
 n – байланыс саны;
 α – кабелдің өшу коэффициенті.

3 ТОТЖ – нің түрін негіздеу және есептеу

3.1 Арна санының есебі және негізделуі

Арна саны таңдалған тұрғылықты жерлер мен тұрғындар санына байланысты. Кез – келген тұрғылықты жердегі халық санын статистикалық мәліметтерден көруге болады. Таңдалған пункттердің халық санын орта есеппен алғанда мына формуламен анықталады:

$$N_t = N_0 \left[1 + \frac{\Delta N}{100} \right]^t, \text{ адам.} \quad (3.1)$$

мұндағы N_0 – санақ жүрген кездегі тұрғындар саны, адам;

ΔN – аумақтағы жылдық орташа өсу, % (қабылданғаны $(2 \div 3)\%$);

t – период, санақ жүрген жыл мен жобаланған жыл айырымы, жыл.

Жобаланған жыл перспективасы $5 \div 10$ жыл ағымдағы уақытпен салыстырылымы. Жұмысымда 5 жыл деп салыстыратын болсам, мына формуламен есептеймін:

$$t = 5 + (t_n - t_0) \quad (3.2)$$

мұндағы t_n – жұмысты жүргізген жыл; $t_n = 2017$ жыл;

t_0 – N_0 мәліметтер байланысты жыл. $t_0 = 2015$ жыл.

$$t = 5 + (2009 - 2005) = 5 + 4 = 9.$$

(3.1) және (3.2) формуланы қолданып, таңдалған пункттегі халық санын есептейміз.

Көкшетау қаласы: 146933 адам

$$N_t = 146933 \cdot \left[1 + \frac{2}{100} \right]^9 = 239002 \text{ (мың адам),}$$

Зеренді: 25000 адам

$$N_t = 25000 \cdot \left[1 + \frac{2}{100} \right]^9 = 129878 \text{ (мың адам),}$$

Қазіргі кездегі телефондық арналардың маңызы зор болғандықтан жобалап берілген пункттар арасындағы телефон арналар санын анықтау керек. Телефон каналдар санын есептеуде шамалап алынған формуланы қолдануға болады:

$$n_{млф} = \alpha \cdot K_T \cdot y \cdot \frac{m_a \cdot m_b}{m_a + m_b} + \beta, \quad (3.3)$$

мұндағы α және β - берілген шығындарға және бекітілген жетістіктерге сәйкестендірілген тұрақты коэффициенттер; әдетте шығындар 5%, онда $\alpha=1,3$ $\beta=5,6$;

y – бір абоненттің туғызатын орташа өзіндік жүктемесі, $y=0,15$ Эрл.;

K_T – тартылыс коэффициенті, кең көлемде тербетіледі (0,1 - ден 12%).

Бітіру жұмысымда қабылдайтыным $K_T=12\%$, яғни $K_T=0,12$;

m_a и m_b – басқа немесе өзгеше соңғы пункттар арқылы қызмет көрсетілетін абоненттер саны қызмет көрсету аймағында тұратын тұрғындар санымен анықталады. Телефонмен қамтамасыздандырылған тұрғындардың орташа коэффициенті 0,3. Сонымен абоненттер саны былай анықталады:

$$m=0,3 \cdot N_t \quad (3.4)$$

$$m_a = 0,3 \times N_{t_a},$$

$$m_a = 0,3 \times 23902 = 7170.6$$

$$m_b = 0,3 \times N_{t_b},$$

$$m_b = 0,3 \times 29878 = 8963.4$$

$$m_b = 0,3 \times N_{t_b},$$

$$m_b = 0,3 \times 21512 = 6453.6$$

(3.3) формуласы бойынша Көкшетау учаскесіндегі $n_{тлф}$ анықтаймыз:

$$n_{тлф} = 1,3 \times 0,12 \times 0,15 \times ((7170.6 \times 8963.4) / (7170.6 + 8963.4)) + 5,6 = 99$$

Көкшетау учаскесіндегі $n_{тлф}$ анықтаймыз:

$$n_{тлф} = 1,3 \times 0,12 \times 0,15 \times ((8963.4 \times 6453.6) / (8963.4 + 6453.6)) + 5,6 = 94$$

$n_{тлф(бар)}$ Көкшетау учаскесіндегі арна саны 193 тең.

2 мегабиттік 63 ағыннан барлығы $63 \cdot 30 = 1890$ арна.

Біз талшықты төсегендіктен барлық каналдардың 100%-дық ауысуын қамтамасыз етеміз, содан алатынымыз:

$$N_{\text{общ}} = 193 \text{ арна (резервсіз)}$$

$$\text{Резервті } N = 193 + 193 = 386 \text{ арна.}$$

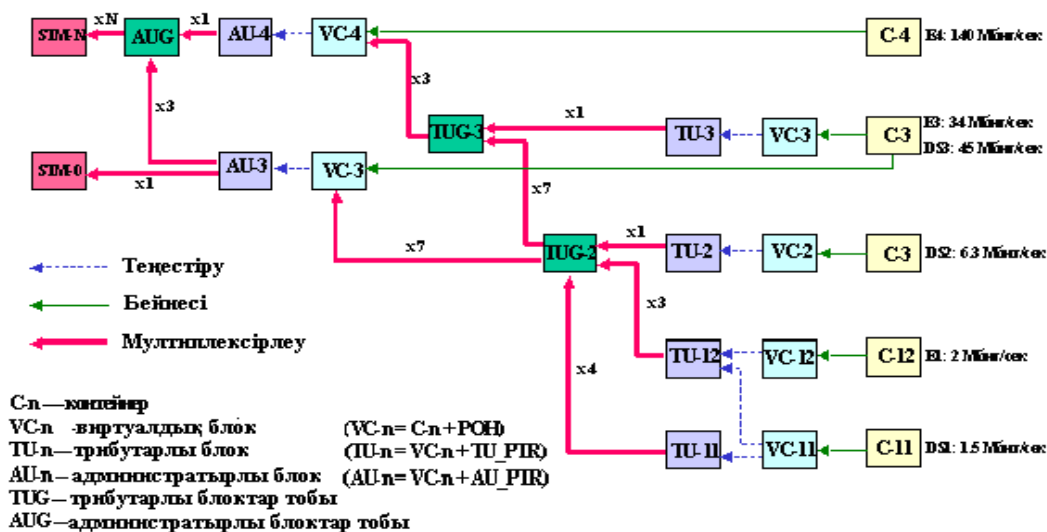
Тағы да бір анализ жүргіземіз:

STM-1 2 мегабиттік 63 ағыны бар, $63 \cdot 30 = 1890$ арнаны сыйдырады.

Есепеуден байқағанымыздай 386 арнаны сыйдыратын синхронды транспортты модуль керек, сондықтан (STM-1) синхронды транспортты модульді аламыз.

3.2 SDH және PDH – ті мультиплекстеу структурасы

Синхронды транспорттық модульдің (STM) топталуын қарастырсақ. Желіге түсетін ақпарат структураға сәйкестелінеді. SDH – те бұл структуралар тракт қабаттарында түзіліп цифрлы ағынға және де кеңжолақты ақпаратқа айналады. Бұл структуралардың қызметіне SDH цифрлы ағынының желіде фазасы мен жылдамдығының өзгеруі қарастырылады. Бұл SDH – ті плезихронды режимдегі синхронды желі ретінде қамтамасыз етеді. «SIEMENS» фирмасының синхронды мультиплексорлары цифрлы иерархиялар мен плезихронды цифрлы иерархияларды құрайды. 3.1 - суретте SDH және PDH байланыс структурасын мультиплекстеу иерархиясы көрсетілген.



3.1 Сурет - SDH және PDH байланыс структурасын мультиплекстеу

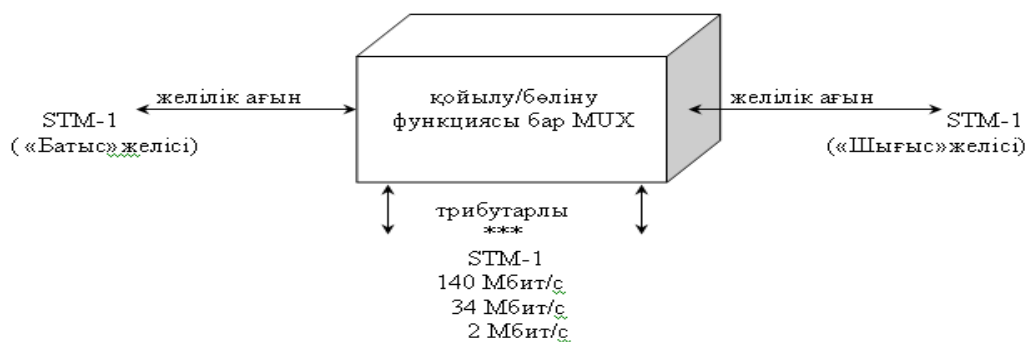
Мультиплекстеу контейнерлердің құрылуынан басталады. PDH кіріс ағындары C-12, C-3 немесе C-4 контейнерлеріне жинақталады әрбір ақпарат тарату ағынының жылдамдығы контейнер көлеміне байланысты бекітіледі. (POH) трактысын қосу арқылы виртуалды контейнер құруға болады VC-12, VC-2, VC-3 немесе VC-4 (VC=POH+C). STM желілік бөліктік қабатта орналасқандықтан оның бастамасын "бөліктік" деп атайды (Section OH6 SOH). Сондай-ақ бірінші 9xN бағанада (төртінші қатарда) AU-бағыттаушы жүктеме циклының бірінші байты беріледі. Қалған 261xN бағана жүктемеде орнығады. SOH - қайтаөңдеу және мультиплекстік бөліктік бастамаларға бөлінеді (RSOH және MSOH). RSOH генераторлар арасында таратылады, MSOH байланыс орындарының арасында, онда қайтагенерациялы транзиттен өтіп STM-ді қалыптастырады. Желілік қабаттың күре жолға қосылу үшін виртуалды - контейнерлер алынады (Virtual Container ,VC). VC-n - бұл блоктық құрылым, циклдық болып келеді, қайталану периоды 125 мкс немесе жоғары циклды 500 мкс.

Кез-келген VC-n жүктеме алақынан (контейнер C-n) және күре жолдық бастамадан тұрады (Path OH, POH), берілген қызмет етуші күре жолдың тасушы сигналы: $n=C-n+POH(n=1,2,3,4)$ AU=VC-n + AU - бағыттағыш. VC-4 блогын AU-4 құрады, ол STM-1 толығымен жүктейді. Барлық AU-бағыттаушылар төртінші қатарда бірінші 9xN бағанада STM-N үшін бекітілген тұрғыда орын алған. AU- бағыттаушы VC жоғарғы ранганың басына бағыттайды. TU субблогы (Tributary Unit) жоғарғы және төменгі тәртіптегі желілік күре жол қабатындағы өз-ара келісушіліктерді қамтамасыз етеді; Олар ақпараттық жүктемеден (VC-11, 12, 2, 3) және TU-бағыттаушы: $TU-n = VC-n + TU (n=1,2,3)$ тұрады. Бір немесе одан көп субблоктардан тұрады. Жоғарыда тұрған VC жүктемесінде орын алған бір немесе бірнеше субблоктарды топтық субблоктар TUO деп атайды. 3.2 - суретте көрсетілгендей TUG-3 құрамында бір TU-3 немесе TUG-2 бір текті жиынтығы (жеті) болады; TUG-2 — TU-2 біреу немесе TU-12 бір текті жиынтық (үшеу) немесе TU-11 (төртеу). Циклдық топта субблоктар байттық түрде мультиплексірленеді.

3.3 Таңдалынған тарату жүйесінің сипаттамасы және техникалық мәліметтері

Есептелінген арналар санына сүйене отырып синхронды цифрлық иерархияның SMA-1 аппаратурасын таңдаймыз.

SMA-1 Мультиплексоры толын ұзындығы 1550 нм бірмодалы оптикалық кабелмен жұмыс жасайтын, тарату жылдамдығы 155 Мбит/с цифрлық ағынды ұйымдастыруға арналған. Желі құрудың сақиналық құрылымына қойылу/бөліну (3.2-сурет) функциясы бар, SDH трибутарлы ағындарына қарапайым рұқсат етуге арналған мультиплексор қолданылады.



3.2 Сурет - Қойылу/бөліну функциясы бар мультиплексор сұлбасы

«SIEMENS» фирмасының SMA-1 синхронды мультиплексорының негізгі техникалық сипаттамасы 2.1- кестеде көрсетілген.

3.1 Кесте - «SIEMENS» фирмасының SMA-1 синхронды мультиплексорының негізгі техникалық сипаттамасы

Көрсеткіштер атауы	Өлшеу бірлігі	SMA 1 Мультиплексоры
Номиналды жылдамдық	Мбит/с	155.520
Электрқоректендіргіш кернеуі	В	40,5-75
Тұтынатын қуаты	Вт	70-160
Кіріс ағындарының жылдамдығы: негізгі нұсқасы толқындық кедергіге 75 Ом, 120 Ом	Мбит/с	2,048
Номиналды амплитуда импульсы: -Симметриялы жалғағыштар -Коаксиалды жалғағыштар	В В	3±10% 2,37±10%
Әлсіреуі	дБ	6, 1024 Гц кезінде
Модуль интерфейстерінің саны	саны	21
Ағындардың жалпы саны	саны	63
Линиялы код	-	HDB 3
Импульстің номиналды ұзақтығы	нс	244
Синхронизация жиілігі	кГц	2048
Синхронизация жиілігін құру дәлдігі, кем емес	бірлік	$1 \cdot 10^{-10}$
Толқын ұзындығының диапазоны	нм	1285-1550
1550 нм толқын ұзындығындағы энергетикалық потенциалы	дБ	36
ОК талшық түрі	-	бірмодалы
Резервті модульға қосылу	с	10
Резервті желіге қосылу	мс	25

3.4 SDH мультиплексаціялау құрылымдары

Синхронды тасымалдау модулінің (STM) топтық түрленуін қарастырайық.

Желіге келіп түсетін ақпараттар құрылымдармен келістіріледі де, соның арқасында байланыс ұйымдастырылады. SDH бұл құрылымдарды секцияның желілік қабатында және трактарда құрады және цифрлық ағындарды, сонымен қатар кеңжолақты ақпараттарды тасымалдайды. Осы құрылымдар функциясына SDH желісі арқылы тасымалданатын цифрлық ағындардың жылдамдығы мен фаза өзгерісінің компенсациясы кіреді. Мұндай компенсация плезиохронды тәртіпті өткізетін синхронды желі ретінде SDH түрленуін қамтамасыз етеді.

«SIEMENS» фирмасының синхронды мультиплексоры синхронды цифрлық иерархия және плезиохронды цифрлық иерархия ағындарын қалыптастырады.

Мультиплексація контейнер құрудан басталады. Келіп түскен PDH ағындарын плезиохронды тәсілмен сәйкес жылдамдықтарын теңестіріп, SDH C-12, C-3 немесе C-4 контейнерлеріне салады: PDH ағындарының стандартты ақпараттық тарату жылдамдығы әрдайым контейнерлерге тұрақты мөлшерде тағайындалады. Контейнерлерге тракт тақырыпшасын (РОН) қою арқылы контейнерлерден виртуалды контейнерлер VC-12, VC-2, VC-3 немесе VC-4 жасалады. Яғни $VC_{ст} = РОН + C$. Тракт тақырыпшасы РОН VC ұйымдастырылатын пункттарда жасалады да, осы пункттар арасындағы трактыны бақылайды. РОН функциясында тракт сапасын бақылау және эксплуатациялық ақпараттың таратылуы болады. Жоғары реттік РОН трактысы сонымен қатар VC контейнерінің ақпараттық жүктеме құрылымы туралы ақпаратты қамтиды. Әрбір виртуалды контейнер VC-12 немесе VC-2 трибутарлық бірлік TU-12 немесе TU-3 сәйкес көрсеткіштермен TU (ақпараттар көрсеткіші) бірге генерациялайды. TU төменгі және жоғарғы желі қабаттарының арасында келісуді қамтамасыздандырады және жоғарғы реттік VC циклы бастамасынан цикл жүктемесі бастамасының өзгеруін көрсететін ақпараттық жүктеме және TU көрсеткішін сақтайды. $TU = TU \text{ көрсеткіш} + VC$. Жоғарғы реттік VC жүктемесіндегі белгілі бір бекітілген позицияны алатын бір немесе бірнеше TU «топтық трибутарлық бірлік» (TUG) деп аталады. TUG TU-12 немесе U-3 байттарын генерациялау жолымен құрылады.

Өзінің пішініне байланысты VC-4 виртуалды контейнерлері тек STM-1 циклінде ғана жіберіле алады. VC-4 виртуалды контейнерлері сәйкес келетін AU көрсеткіштерімен бірге AU-4 административтік бірлігін құрайды. Яғни $AU = AU \text{ көрсеткіш} + VC$. AU көрсеткіштері VC-4 виртуалды контейнерлеріне сәйкес келетін жоғары реттік SDH циклдар арасындағы фазалар айырымын сақтайды. STM жүктемесіндегі белгілі бір бекітілген позициясы бар бір немесе бірнеше AU «топтық администрациялық бірлік» (AUG) деп аталады. Топ құрамында біркелкі AU-3 блоктар жиыны немесе бір AU-4 бар.

STM – N, N AUG және SOH тақырыпшасының байтты жалғануымен құрылады: $STM-N = SOH + N \times AUG$.

3.4.1 Тасымалдау жүйесінің сипаттамасы

Қазіргі заманғы техника коммутациясының және таратудың дамуы қазіргі заманғы цифрлық транспорттық желі немесе жүйе шығаруға алып келді. Тасымалдау жүйесі (ТЖ) – бұл тасымалдау функциясын орындайтын, желі ресурстарын біріктіретін инфрақұрылыс. Тасымалдау кезінде ақпараттың орын ауысуы ғана емес, күрделі конфигурациялармен (сақиналық және айналмалық) автоматты және бағдарламалық басқару, бақылау, шапшаң ауыстырулар және басқа да желілік функциялар орындалады. ТЖ барлық синхронды және асинхронды ақпарат ауысу түрлері қолданылатын бар және жобаланатын қызметтерге, арнайы және басқа персоналдық желілерге база болып табылады.

СЦИ тасымалдау жүйесі – ақпараттық желі және басқару жүйесі және SDH басқаруларының жалғасуы. СЦИ ақпараттық желісінің жүктемесі ПЦИ желі сигналдары, сонымен қатар жаңа қызмет сигналдары және байланыс желілері болуы мүмкін. Аналогтық сигналдар цифрлық түрге желідегі қондырғылар арқылы түрленеді.

СЦИ ақпараттық желісінде функционалдық қабаттарға бөліну дәл қолданылады. Желі мамандандырылған қабаттарға бөлінген үш топологиялық бір біріне қатыссыз қабаттардан (арналар, тракттар және тарату ортасы) тұрады. Әр қабат арнайы функцияларды орындайды және беру нүктелері бар. Олар өзіндік басқару және бақылау құрылғыларымен қамдандырылған, сондықтан апат кезінде ликвидацияны азайтады және басқа қабаттарға әсерін төмендетеді. Қабат функциялары төменгі қызмет көрсететін қабаттардың физикалық орындалуына қатысты. Әр қабат өз бетінше пайда болады және дамиды.

Ақпараттық желіде контейнерлік тасымалдау тәсілі қолданылады. Осының арқасында SDH желісі әртүрлі сигналдарды тасымалдауда әмбебаптық мүмкіндіктерге ие. SDH тасымалдау жүйесінде сигнал жүктемелерінің өзі емес, цифрлық құрылымдар – тасымалдауға қатысты сигналдар жүктемесі салынған виртуалды контейнерлер тасымалданады. Контейнерлердегі желілік операциялар ішіндегілерге қатыссыз орындалады. Қажетті жерге жеткізіп, түсірілгеннен кейін, сигнал жүктемелері қайта қалпына келеді. Сондықтан SDH тасымалдау жүйесі тұнық болып келеді.

Желілік конфигурацияларды жасау, бақылау және жеке станцияларды басқару және барлық ақпараттық желіні басқару SDH қызмет көрсету жүйесі арқылы жүзеге асырылады.

SDH тарату қабаттарының ортасында ең ірі құрылым болып, желілік сигналдар форматы ретінде синхронды тасымалдаушы модулдер (STM) болып табылады. Жоғары жиілікті желілік сигналдарды шығару үшін синхронды мультиплексорлар қолданылады.

3.4.2 Тасымалдаушы ағындарды маршрутизациялау

Желіні басқарудың соңғы сатысы таралымдар қондырғыларын механикалық қондырудан, кабелдер және интерфейс разъемдары көмегімен жалғаудан және таралымдарды инициализациялаудан тұрады: бағдарламалық қамтамасыздандыруды қондырудан, жалғанудың дұрыстығын тексеруден, таралымдар және блоктарды конфигурациялаудан және ағындарды маршрутизациялаудан:

Ағындарды маршрутизациялау желі администраторының жұмыс орнында NCT желіні бағдарламалық басқару арқылы жүзеге асады. Маршрутизация процесі келесі түрде іске асырылады:

- Windows кіру;
- Жүйені активтеу керек;
- Парольді теріп, оператор профилін идентификациялап, операциялық жүйеге;
- Маршрутизация жүргізілетін станцияның бағдарламалық қосымшасын жүктеу керек;
- Маршрутизацияға кірісу.

Маршрутизация кросс-жалғану терезесінде үздіксіз іске асырылады. Бұл терезеде рұқсат трибуттар кірісін және жоғары реттік жинау блоктарының кірісін таңдап, оларды коммутациялауға болады. Осы терезеде шығарылған кестеде коммутацияланған трактының жағдайы пайда болады. Бұл терезеде бағдарламалық сақиналандырылған кросс-жалғануды орнатуға, сонымен қатар берілген ағынға жалғанған резервтік трактыны коммутациялауға болады (қажет болғанда). Барлық кросс-жалғанулар және олардың жағдайы бөлек кестеде көрсетіліп, басылып шығарылады.

3.5 STM-1 модулінің циклдық құрылымы

Тақырыпшасымен бірге STM-1 циклы түрінде көрсетілген STM-1 модулінің қисынды құрылымын қарастырамыз. STM-1 модулінің жылдамдығы 155 Мбит/с. STM-1 модулі ақпараттық жүктемеден басқа басқару, бақылау және қызмет көрсету (OAM) және қосымша функцияларды іске асыратын артық сигналдары (OH) бар. Мұндай артық сигналдар «тақырыпшалар» деп аталады. STM желілік қабат секциясында қолданылғандықтан, оның тақырыпшасын ссекционды (SOH) деп атайды. Ол регенерациялық (R SOH) және мультиплекциялық (M SOH) тақырыпшаларға бөлінеді. R SOH регенераторлар арасында, ал M SOH транзит регенераторларынан өтіп, STM қалыптасып таратылатын пункттар арасында беріледі. R SOH – циклдық синхронизация, қатені бақылау, синхрондалатын модульдің ретін көрсету функцияларын орындайды, сонымен қатар қызметтік байланыс және қолданушылар арасында ақпаратты тарату арнасын туғызады. M SOH – қатені бақылау функциясын орындайды және басқару жүйесін автоматты резервке

ауыстыратын, ақпаратты тарату және қызмет байланыстарына арналар туғызады.

STM циклының қайталану периоды 125 мкс. Әдетте цикл екі еселі құрылым ретінде келтіріледі, оның форматы: 9 жолды, бірбайтты 270 бағанадан тұрады. ($9 \times 270 = 2430$ элемент). Әрбір элемент бір байттық (8 бит) ақпаратқа сәйкес және жылдамдығы 64 кбит/с. STM-1 барлық циклдың тарату жылдамдығы $64 \times 2430 = 155520$ кбит/с тең. STM-1 циклы жолдың үш тобынан тұрады: секциондық тақырыптар жолы – регенерациялық секция (R SOH) форматы 3×9 байт және мультиплекциялық секция (M SOH) форматы 5×9 байт; AU-4 көрсеткіш жолы 1×9 форматы байт; қажетті жүктеме жолы форматы 9×261 байт.

Блок AU-4 блогы өзінің маршрутты тақырыпшасы POH бар бір виртуалды контейнерды VC-4 таымалдауға арналған. POH негізгі қызметі – виртуалды контейнердің жиналу нүктесінен таралу нүктесіне бүлінбей жетуін қамтамасыз етеді.

Байт тақырыпшасы келесі мәндерге ие:

- J1 байты – байланыстың бүтіндігін анықтауға үшін 64×8 биттік құрылымда циклдық режимде таратуға қолданылады;
- V3 байты – VIP-8 коды, келесі контейнердегі қателерді бақылайды;
- C2 байты – пайдалы жүктеме түрін көрсетуші. Пайдалы жүктеме туралы ақпаратты сақтайды;
- G1 байты – маршрут жағдайын көрсетуші. Қашықтағы терминалға желі жағдайын хабарлайтын ақпаратты таратуға қолданылады (мысалы, ұзақтағы сақинадағы қателер туралы);
- F2, Z3 – маршрут қолданушысы арқылы байланыс арнасын ұйымдастыруға қолданылуы мүмкін байттар;
- H4 – жалпыланған индикатор жүктемесінің жағдайы, мультифремдерді ұйымдастыруға қолданылады;
- Z4 – жүйенің келешекте дамытылуына қолданылатын резервтегі байт;
- Z5 – оператор байты, административтік желілері үшін резервтендірілген.

STM-1 цикл тақырыпшасының құрылымын қарастырайық. SOH тақырыпшасы екі блоктан тұрады (12-сурет): R SOH – көлемі $3 \times 9 = 27$ байтты регенераторлық секцияның тақырыпшасы және көлемі $5 \times 9 = 45$ байтты мультиплексті секцияның тақырыпшасы. R SOH және M SOH тақырыпшасының құрамына мынадай байттар кіреді:

- A1, A1, A1, A2, A2, A2 байттары STM-1 циклы STM-N ($A1 = 11110110$, $A2 = 00101000$) құрамында болмаған жағдайында теңестірулер болып келеді;
- B1 және үш B2 байты келесі фремдағы қателерді табу мақсатында тақтықты тексеруге қолданылатын екі кодтық тізбекті қалыптастырады: VIP-8 8-биттік тізбекке B1 салу үшін және VIP-24 24-биттік тізбекке B2 салу үшін түрлендіреді;
- C1 байты үшінші координаттың «с» мәнін - STM-N мультиплекторлау құрылымынан интервал тереңдігін анықтайды;

D1-D12 байттары формируют DCC ақпаратты таратуының қызметтік арнасын қалыптастырады: D1-D3 регенераторлық секцияның DCC арнасын (192 кбит/с) қалыптастырады, D4-D12 – мультиплексті секцияның DCC (576 кбит/с) арнасын;

- E1, E2 байттары дыбыстық байланыстың қызметтік арналарын жасауға қолданылуы мүмкін : E1 регенераторлық секцияда (64 кбит/с), E2 мультиплексті секцияда (64 кбит/с);

- F1 байты қолданушыға керек жағдайда, дыбыстық байланыс ақпараттарын тарататын арналарды жасауға резервтендірілген;

- K1 ,K2 байттары APS қорғанылған режим жұмысы кезінде жөнделген арнаға автоматты қосылуды басқаруға қолданылады;

- Z1, Z2 байттары синхронизация жағдайының хабарына қолданылатын Z1 5-8 биттерін қоспағанда, резервтер болып келеді;

- S1 байты – SSM байты– синхронизация маркерінің сигналы. Онда синхронизация көзінің сапасы туралы ақпарат таратылады;

- Δ белгісімен белгіленген алты байт тарату ортасымен анықталған жол ретінде қолданылуы мүмкін;

- Жұлдызшамен белгіленген байттар тақырыпша түрленуіне (басқаларына қарағанда) қатыстырылмайды;

- Барлық белгіленген байттар келесі халықаралық стандартизацияға резервтелген.

3.6 SDH желісінің топологиясы

Жоғары жылдамдықты тарату желісін құру үшін желі топологиясын таңдау қажет. Оны таңдау жеңіл шешіледі егер, толық желі топологиясы құрылған стандартты базалық топологияның жиынтығын білсек. Төменде базалық топологиялар және олардың ерекшеліктері қарастырылған:

а) SDH базалық топологиясы ең қарапайымы «нүкте-нүкте» топологиясы болып келеді. Ол терминалды мультиплексорлер ТМ көмегімен сұлбада көрсетілгендей қабылдау/тарату резервті арналарынсыз, дәл солай негізгі және резервті электрлік немесе оптикалық агрегатты шығыстарды (қабылдау/тарату арналары) қолданатын стопцентрлі 1+1 түрлі резервтермен құрылады. Негізгі арналар істен шыққан кезде, санаулы миллисекундта автоматты түрде резервке ауысады.

б) «тізбектелген сызықтық тізбек» топологиясы Бұл базалық топология желі трафигінің интенсивтігі өте болмағанда және арналар рұқсаты енгізілетін және шығарылып, тарамдар қажет желі нүктесінде қолданылады. Ол екі ұшында да терминалды мультиплексорларын, сонымен бірге тарамдар нүктесінде унізу/шығару мультиплексорларын қолданылып іске асырылады. Бұл топология әр енгізу/шығару мультиплексорлары бөлек буын болып табылатын тізбектелген сызықтық тізбекті еске түсіреді. Ол резервсіз

тізбектелген сызықтық тізбек түрінде немесе резервтелген күрделі 1+1 типті тізбек түрінде көрсетілуі мүмкін.

в) концентратор функциясын іске асыратын «жұлдызша» топологиясы. Бұл топологияда коммутация ортасымен немесе SDH желісінің орталық сақинасында жағанған алшақтатылған желі ұшы концентратор рөлін атқарады сонда трафиктің бір бөлігі пайдаланушылар терминалына шығарылуы мүмкін, ал қалғандары басқа алшақтатылған ұштарға жіберілуі мүмкін. Кейде мұндай сұлбаны оптикалық концентратор деп атайды, егер оның кірісіне STM-N (немесе бір саты төмен деңгейдегі ағындар) деңгейіндегі ағындар берілсе, ал оның шығысына STM-N келіп түседі. Дәлдігінде орталық желі ретінде SDH мультиплексоры қолданылатын «жұлдызша» топологиясын еске түсіреді.

г) «сақина» топологиясы Бұл топология SDH-иерархиясының алғашқы екі деңгейімен (155 и 622 Мбит/с) SDH желісін құруда көп қолданылады.

Дисперсия - бұл оптикалық сигналдың спектрлік немесе режимдік компоненттерінің уақытында шашырау. Дисперсия импульстің ұзақтығын ұлғайтуға әкеледі, себебі ол ОК арқылы өтеді. Дисперсия оптикалық талшықтарды пайдалану жиілігін ғана шектемейді, сонымен қатар, ұзындығы неғұрлым ұзағырақ болғандықтан, беру ауқымын азайтады, себебі дисперсия неғұрлым көп болса және импульстің неғұрлым кеңеюі пайда болады. Оптикалық талшықтың үш түрі бар: интермодальдық, материал және волновид. Режимдегі дисперсия талшықта бірнеше режим таратылатын кезде пайда болады. Бір реттік талшықтарда режимнің дисперсиясы жоқ. Материалды дисперсия ядролық материалдың сыну индексінің толқын ұзындығына тәуелділігінен туындаған. Толқындардың дисперсиясы тарату толқындарының толқын ұзындығына тәуелділігімен түсіндіріледі сәулелену көзі бір толқын ұзындығы λ ғана емес, сонымен қатар спектрдің ені $\Delta\lambda$ арқылы сипатталатын толқындардың белгілі бір спектрін шығарады.

DWDM жүйесі үшін есептеулерді дисперсия және есепке алуды ескере отырып қалпына келтіру бөлімінің ұзындығын есептеп шығарамыз.

Талшықты түрі - SF (сатылы сұрау).

Толқындардың ұзындығы $\lambda = 1550$ нм құрайды.

Әрбір километр $D(\lambda) = 45$ ps / нм үшін хроматикалық дисперсия.

Километрге арналған өткізу жолағының ені $W = 0,44$ / тт МГц.

Километрге арналған дисперсия $\tau = \Delta\lambda \cdot D(\lambda)$ ps болып табылады.

Трансмиссиялық жүйе SMA-16, жылдамдық $V = 10000$ Мбит / с (таратушы өткізу қабілетін жылдамдыққа 1,25 есе көбейтіледі).

Модуляция жиілігі қалыпқа келтіріледі (қабылдағыштың кірісінде импульстің ені) $\Delta f(\lambda) = 1.25 \cdot 10000 = 12500$ МГц.

Материалдық дисперсия:

$$T_{mat} = \Delta\lambda \cdot M, \quad (3.5)$$

мұндағы M - нақты материалды дисперсия коэффициенті; Қосылған кварц үшін ($M = 0,3098$);

$\Delta\lambda$ - лазердің спектральды ені ($\Delta\lambda = 5$ нм).

Формула бойынша анықтау (3.30):
 $\tau_{mat} = 0,5 \cdot 10^{-9} \cdot 0,3098 = 1,549 \cdot 10^{-10}, c$

Кезеңдік жарық бағыттаушы үшін волновод дисперсиясын анықтаймыз:

$$\tau_{BB} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \frac{2 n_1^2 \Delta}{c}, \quad (3.6)$$

мұндағы c - вакуумдағы жарық жылдамдығы ($3 \cdot 10^8$ м / с).

Формула бойынша анықтаңыз:

$$\tau_{BB} = \frac{0,5 \cdot 10^{-9}}{1,55 \cdot 10^{-9}} \frac{2 \cdot 1,4681^2 \cdot 0,003}{3 \cdot 10^5} = 1,82 \cdot 10^{-9} c/км$$

Бір реттік оптикалық талшықтың жалпы дисперсиясы материал мен толқынды дисперсиялардың жиынтығымен анықталады:

$$\tau \Sigma = \tau_{BB} + \tau_{MATo}; \quad (3.38)$$

Толық дисперсияны формуламен (3.34) анықтаймыз, с:

$$\tau \Sigma = 1,82 \cdot 10^{-9} + 1,549 \cdot 10^{-9} = 1,687 \cdot 10^{-9} c/км$$

Жалпы дисперсия көмегімен талшықтарды берудің ені ΔF анықталуы мүмкін:

$$\Delta F = \frac{1}{\tau \Sigma} \quad (3.39)$$

Келтірілген формула бойынша (3.35), ГГц / км-ге сәйкес талшықтың берілісінің енін анықтаймыз.

$$\Delta F = \frac{1}{1,687 \cdot 10^{-9}} = 0,59 \text{ ГГц/км}$$

Mathcad Professional - [Zhakupov]

File Edit View Insert Format Math Symbolics Window Help

Normal Arial 10 B I U

Radius krivizny

$$\rho := R \cdot \left[1 + \left(\frac{S}{2 \cdot R \cdot \pi} \right)^2 \right] \quad \rho = 174.543$$

Dopustimoe udlinenie i szhatie kabelya $\Delta R := 0.5$

$$Eu := 1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R^2}{S^2} + 2 \cdot \left(\frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta R}{R} \right)} \quad Eu = 2.221$$

$$Es := 1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R^2}{S^2} - 2 \cdot \left(\frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta R}{R} \right)} \quad Es = 1.748$$

Raschet dispersii

Materialnaya dispersiya

spektralnaya shirina lazera $\Delta \lambda := 5 \cdot 10^{-9}$

koeffitsient udelnoi materialnoi dispersii $M := 0.3098$

$$Tmat := \Delta \lambda \cdot M \quad Tmat = 1.549 \times 10^{-9}$$

Volnovdnaya dispersiya

skorost sveta v vakume $c := 3 \cdot 10^5$

$$\lambda := 1.55 \cdot 10^{-9}$$

$$Tvd := \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \cdot \frac{2 \cdot n1^2 \cdot \Delta}{c} \quad Tvd = 1.821 \times 10^{-7}$$

+

Sumarnaya dispersiya

$$T := Tmat + Tvd \quad T = 1.836 \times 10^{-7}$$

9:35 08.06.2010

3.3 Сурет - Matcad программасындағы есептің шешімі

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл бітіру жұмысында Көкшетау қаласы мен Зеренді ауданы арасында талшықты оптикалық кабельдерді тарту және жобалау өңделді. Таңдалған аймақтың қашықтығы 120 км құрайды. Регенерациялық учаскі Зеренді пунктінде орналасқан.

Өңдеу процесінде кабелдің біріншілік және екіншілік параметрлері, регенерациялық учаскі есебі, дисперсия және өшуліктерін есептеу үшін ресейлік фирма ЗАО “Эликс - Кабель” өнімі ДАУ-0,24 Е06-04-М2 оптикалық кабелі таңдалынып алынды.

Таңдалған кабель негізінде, және халықтың қажетілігіне байланысты 386 арна құрылады. STM – 1 синхронды транспортты модулі таңдалынып алынды, ол 1890 арнаны сыйдырады және SMA – 1 цифрлы аппаратурасы алынды.

Бітіру жұмысында еңбек қорғау және бизнес жоспар сұрақтары қарастырылды. Жобаны жүзеге асыру мерзімі – 1,5 жыл, ол нормалық көрсеткіштен аспайды. Бизнес жоспардың экономикалық коэффициенті – 0.8, ол нормадан кем емес.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Иванов И.С. Аналоговые и цифровые системы передачи – Москва: Радио и связь, 1987 г.
- 2 Барон Д.А. Магистральные и внутризональные кабельные линии связи. Линейные сооружения – Москва: Радио и связь, 1988 г.
- 3 Гроднев И.И., Ларин Ю.Т., Теумин И. Оптические кабели – Москва: Энергоатомиздат, 1991 г.
- 4 Зингеренко А.М., Баева Н.Н., Тверецкий М.С. Системы многоканальной связи – Москва: Связь, 1982 г.
- 5 Андрушко Л.М., Гроднев И.И., Панфилов И.П. Волоконно-оптические линии связи – Москва: Радио и связь, 1983 г.
- 6 Бутусов М.М., Верник С.М., Галкин С.Л. Волоконно-оптические системы передачи – М.: Радио и связь, 1992 г.
- 7 Ниеталин Ж.Н. Электрлік байланыс саласындағы терминдердің орысша-қазақша сөздігі – Алматы: 1993 ж.
- 8 Аппаратура сетей связи / Под. ред. М.И Шляхтера – М.: Связь, 1980 г.
- 9 Портнов Э.Л. Оптические кабели связи: конструкции и характеристики - М.: Горячая линия - Телеком, 2002 г.
- 10 Убайдуллаев Р. Р. Волоконно-оптические сети – М.:Эко-Трендз, 2000г
- 11 Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH – М.: Эко – трендз, 1999 г.
- 12 Дональд Дж.Стерлинг младший, переводчик Московченко А. Техническое руководство по волоконной оптике – Лори 2001 г.
- 13 М.М. Бутусов, С.Л.Галкин, С.П. Орбинский и др. Волоконная оптика и приборостроение - Л.: Машиностроение, 1987 г. – 328 стр.
- 14 Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Волоконно-оптические кабели – М.: НТЛ, 1999 г.
- 15 Попов Б.В. Строительство и техническая эксплуатация волоконно-оптических линий связи – М.: Радио и связь, 1996 г.
- 16 Бродниковский А.М., Убайдуллаев Р.Р. Поляризационная модовая дисперсия волоконно-оптических систем передачи – Метрология и измерительная техника связи 2001 г.
- 17 Иванов А.Б. Контроль соответствия в телекоммуникациях и связи. Часть 1 – М.: Сайрус Системс, 2000 г. 376 с.
- 18 Chernikov S.V. "All-Fiber dispersive transmission filters based on fiber grating reflectors " Optics Letters.-1995.-Vol.20.-№14.-P.1586.
- 19 Каталог оборудования «SMA - 1» 2002 г.
- 20 Докладчик к.т.н. Макаренко Доклад на тему: «Построение транспортных сетей на базе оборудования SMA – 1». 2002 г.
- 21 Гончаренко А.М., Редько В.П. Введение в интегральную оптику. Минск: Наука и техника, 1975 г.
- 22 Экономика предприятия. Под ред. О.С. Срапионова. – М: Радио и связь, 1998 г.

23 Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания для экономической части выпускной работы – Алматы 2009 г.

24 Основы экономики телекоммуникации (связи) Под ред. Голубицкой. – М.: Радио и связь, 1992 г.

25 Кондиционирование. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломном проекте. – А., 1989 г.

26 Рахманов Б.Н. Безопасность при эксплуатации лазерных установок. – М.: Машиностроение, 1981 г.

27 Тяжин Ж.Т «Методические указания по выполнению СРС» – А.: 1999г

28 Баклашов Н.И., Китаев И.Ж. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды – М.: Радио и связь, 1989 г.

29 Электронная версия на сайте <http://www.kazakhtelecom.kz//>

30 Электронная версия на сайте: [//www.siemens.ru//](http://www.siemens.ru//)

31 Электронная версия на сайте <http://www.map.kz//>

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Жолдас Ақбөпе

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

Тақырыбы: «Көкшетау-Зеренді арасында телекоммуникациялық байланыс жолын ұйымдастыру».

Берілген бітіру Көкшетау-Зеренді аралығында оптикалық талшықтық байланыс жолын құру болып табылады. Бұл жобаны орындау үшін келесідей есептеулер жасалынды, яғни синхронды тарату жүйесі қарастырылды, қажетті арналар саны және тарату жүйесі таңдалынды, оптикалық кабель параметрлері есептеліп, жабдық түрі таңдап алынды. Сонымен бірге құрылғылар көрсеткіштері мен жүйе сенімділігі есептелінді.

Еңбекті қорғау бөлімінде өмір қауіпсіздігін қамтамасыз ететін шаралар қаралынды.

Экономикалық бөлімде жұмыстың технико-экономикалық негізделуі жасалынып, жобаның тиімділігі анықталды.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды. Көкшетау-Зеренді байланыс жолдарының қазіргі жағдайы қанағаттанарлықсыз. Сондықтан оптикалық байланыс жолын тарту тиімді болып саналады. Жұмыста тығыздау тәсілдері мен оларды орындау құрылғылары талданған. Оптикалық байланыс жолдарын, регенерациялау ұзындығы есептелген.

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

Ғылыми жетекші

ЭТжҒТ каф.лекторы, экон.ғыл.канд.

Ақтүйе Құттыбаева А.Е.
(қолы)

«23» 04. 2019 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс
(жұмыс түрлерінің атауы)

Жолдас Ақбөпе
(оқушының аты жөні)

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

Тақырыбына: «Көкшетау-Зеренді арасында телекоммуникациялық байланыс жолын ұйымдастыру»

Орындалды:

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

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында Көкшетау-Зеренді арасында телекоммуникациялық желіні DWDM технологиясы негізінде ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады. Тығыздаудың негізгі қасиеттері қысқаша баяндалған.

Бұл бітіру жұмысының негізгі мақсаты Көкшетау-Зеренді байланыс жолының өткізу қабілетін арттыру үшін DWDM технологиясының көмегімен магистралдық талшықты-оптикалық тарату жүйесін ұйымдастыру болып табылады.

Дипломдық жұмыста сызықты күшейткіштердің платалары, базалық құрылымы сызбасында студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Осы дипломдық жұмысты жоғары дәрежеде деп бағалай отырып, студент Жолдас Ақбөпе өте жақсы (95% A+) деген баға қойылады.

Сын-шікір беруші

АуэСТКСС каф.доценті, техн.ғыл.докт.

Қызмет түрі, дәрежесі, атағы

Касимов А.О.



2019 ж.